



# **DANAU-DANAU ALAMI NUSANTARA**

**Anugerah Nontji**



# **DANAU-DANAU ALAMI NUSANTARA**

Anugerah Nontji

2016

## SEKAPUR SIRIH

Danau sering dipersepsikan sebagai lahan cekungan di daratan yang terisi air. Danau sering kali pula dikaitkan dengan sungai, atau kadang-kadang dipandang sebagai bagian sungai yang melebar, hingga danau mempunyai aliran pintu masuk (*inlet*) dan pintu keluar (*outlet*). Tetapi dalam kenyataannya tak semua danau terkait dengan sungai. Banyak pula danau yang merupakan jebakan air yang tak punya aliran masuk ataupun aliran keluar. Demikian pula tak semua danau bersifat permanen, bisa tergenang membanjir di musim hujan tetapi mengering di musim kemarau. Pada umumnya air danau bersifat tawar, tetapi ada pula yang bergaram atau yang mempunyai tingkat keasaman yang sangat tinggi.

Tiap danau mempunyai kekhasannya sendiri, tak ada danau yang sama. Ciri-ciri fisik suatu danau sangat ditentukan oleh proses pembentukan atau kejadiannya. Ada yang terbentuk oleh aktivitas tektonik, atau vulkanik, ataupun gabungan diantara keduanya (tektovulkanik). Ada pula karena pembendungan aliran sungai, atau karena luapan sungai yang berlangsung secara berkala, atau karena pelarutan pegunungan berkapur. Ada danau yang dangkal tetapi ada juga danau yang mempunyai kedalaman maksimum sampai di bawah level permukaan laut (*cryptodepression*).

Tidak hanya secara fisik danau-danau menunjukkan keanekaragaman, tetapi juga dalam kandungan sumberdaya hayatinya. Dari usianya, ada danau yang tergolong danau tua yang mengandung banyak fauna endemik yang khas terdapat di danau itu. Tetapi disamping itu juga banyak danau yang telah dimasuki atau diintroduksi jenis-jenis dari luar (*invasive species*) hingga mengancam kelestarian jenis-jenis lokal dan mengancam lingkungan perairan setempat.

Di sisi lain danau-danau telah memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia antara lain sebagai sumber air minum dan sebagai keperluan rumah tangga, untuk irigasi dan pertanian, industri, pariwisata, energi listrik, dan berbagai kegiatan budaya. Tetapi disisi lain, kondisi danau justru banyak yang makin memprihatinkan karena kelestariannya terabaikan. Berbagai kasus pencemaran, perusakan lingkungan baik di badan air maupun di lingkungan sekitarnya, pemanfaatan sumberdaya perairan yang tak memperhatikan kelestariannya telah mengancam kelestarian banyak danau-danau kita.

Selain danau-danau yang terbentuk secara alami, ada pula danau-danau buatan atau lebih dikenal dengan waduk, situ, embung, dan kolong (bekas galian tambang) yang proporsi luasannya jauh lebih kecil dibandingkan dengan danau-danau alami. Di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 1,8 juta ha danau alami, dan 0.05 juta ha waduk atau danau buatan.

Berapa jumlah danau alami di Indonesia masih bisa jadi bahan perdebatan karena bergantung pada premis atau patokan yang digunakan. Salah satu perkiraan jumlah danau di Indonesia menyebutkan terdapat 840 danau besar dan kecil. Di Sumatra terdapat 170 danau dengan jumlah luas maksimum 3.700 km<sup>2</sup>, di Kalimantan 139 danau dengan dengan luas maksimum 1.142 km<sup>2</sup>. Di Jawa dan Bali sebanyak 31 danau dengan luas total 62 km<sup>2</sup>, di Sulawesi ada 30 danau dengan luas 1.559 km<sup>2</sup>, dan di Papua ada 127 danau dengan luas lebih dari 600 km<sup>2</sup>.



Danau terdalam di Indonesia adalah Danau Matano di Sulawesi (merupakan danau terdalam ke-7 sedunia) sedalam 595 m, dimana 280 m bagiannya yang terdalam berada di bawah permukaan laut. Danau yang terluas adalah Danau Toba seluas 1.130 km<sup>2</sup>, dan merupakan danau tipe kaldera yang terbesar di dunia.

Di satu sisi terlihat begitu besarnya keragaman danau-danau alami di Indonesia dengan berbagai fungsinya. Tetapi di sisi lain, informasi umum mengenai danau-danau itu masih terbatas, banyak diantaranya masih beredar sekitar lembaga penelitian, universitas atau instansi yang terkait dengan pengelolaan danau. Oleh sebab itu penulis dengan segala keterbatasannya mencoba untuk merangkum dan menyajikan informasi umum mengenai berbagai danau-danau alami Indonesia secara selektif dengan gaya semi populer dengan harapan dapat menjangkau pembaca yang lebih luas.

Pada mulanya tulisan-tulisan mengenai danau-danau itu disiapkan oleh penulis sebagai artikel-artikel lepas dan acak saja, kemudian dibagikan kepada rekan-rekan penulis untuk ditanggapi. Beberapa rekan kemudian menyarankan agar artikel-artikel itu dikumpulkan secara sistematis dan dibukukan dan diterbitkan agar dapat menjangkau masyarakat luas. Kepala Pusat Penelitian Limnologi LIPI pada waktu itu, Tri Widyanto, banyak sekali mendorong agar kumpulan artikel itu kelak dapat diterbitkan. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih pada Bu Titi Latifah yang banyak sekali membantu dalam penyediaan bahan pustaka, dan juga masukan-masukan dari rekan-rekan Djamhuriyah, Sulastri, Hidayat. Untuk semua bantuan dan dorongan yang diberikan, penulis ucapkan terima kasih.

Penulis sangat menyadari bahwa tulisan yang disajikan disana-sini mungkin masih perlu perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu masukan kritik dari pembaca kami harapkan.

Penulis



Anugerah Nontji  
Jakarta, 17 Agustus 2016



Peta Lokasi Danau-Danau Alami Nusantara

Sumatra		Maluku	
1.	Aneuk Laot	25.	Tolire
2.	Laut Tawar	Papua	
3.	Kawar	26.	Ayamuru
4.	Toba	27.	Anggi Giji dan Anggi Gita
5.	Maninjau	28.	Yamur
6.	Singkarak	29.	Paniai (Paniai. Tage, Tigi)
7.	Dibawah, Diatas, Talang	30.	Rombebai
8.	Kerinci	31.	Sentani
9.	Dendam tak Sudah	Bali	
10.	Tes	32.	Batur
11.	Ranau	33.	Bratan, Buyan, Tamblingan
12.	Zamrud	Nusa Tenggara Barat	
Kalimantan		34.	Satonda
13.	Sentarum	35.	Segara Anak
14.	Sembuluh	36.	Rawa Taliwang
15.	Mahakam (Semayang, Melintang, Jempang)	Nusa Tenggara Timur	
16.	Kakaban	37.	Kelimutu
Sulawesi		38.	Waibelen
17.	Tempe	Jawa	
18.	Malili (Matano, Mahalona, Towuti)	39.	Rawa Danau
19.	Poso	40.	Situ Bojongsari
20.	Lindu	41.	Rawa Pening
21.	Limboto	42.	Ranu Grati
22.	Tondano	43.	Kawah Ijen
23.	Moat		
24.	Rawa Aopa		

## DAFTAR ISI

		Halaman
Sekapur Sirih .....		4
Peta Lokasi Danau-Danau alami Nusantara .....		6
Daftar Isi .....		7
1.	Danau Aneuk Laot .....	9
2.	Danau Laut Tawar .....	13
3.	Danau Kawar .....	19
4.	Danau Toba .....	24
5.	Danau Maninjau .....	34
6.	Danau Singkarak .....	42
7.	Danau Dibawah, Danau Diatas, dan Danau Talang .....	49
8.	Danau Kerinci .....	56
9.	Danau Dendam Tak Sudah .....	66
10.	Danau Tes .....	71
11.	Danau Ranau .....	75
12.	Danau Zamrud .....	81
13.	Danau Sentarum .....	87
14.	Danau Sembuluh .....	95
15.	Danau Mahakam (Semayang, Melintang, Jempang) .....	100
16.	Danau Kakaban .....	109
17.	Danau Tempe .....	116
18.	Kompleks Danau Malili (Matano, Mahalona, Towuti) .....	124
19.	Danau Poso .....	133
20.	Danau Lindu .....	139
21.	Danau Limboto .....	146
22.	Danau Tondano .....	154
23.	Danau Moat .....	163
24.	Danau Rawa Aopa .....	168
25.	Danau Tolire .....	174
26.	Danau Ayamaru .....	180
27.	Danau Anggi Giji dan Anggi Gita .....	186
28.	Danau Yamur .....	191
29.	Danau Paniai, Tage dan Tigi .....	196
30.	Danau Rombebai .....	202
31.	Danau Sentani .....	210
32.	Danau Batur .....	217
33.	Danau Bratan, Buyan, dan Tamblingan .....	222
34.	Danau Satonda .....	226
35.	Danau Segara Anak .....	232
36.	Danau Rawa Taliwang .....	237
37.	Danau Kelimutu .....	244

38.	Danau Waibelen .....	253
39.	Danau Rawa Danau .....	257
40.	Situ Bojongsari .....	264
41.	Danau Rawa Pening .....	268
42.	Ranu Grati .....	278
43.	Danau Kawah Ijen .....	283
	Glosarium .....	291
	Tentang Penulis .....	294



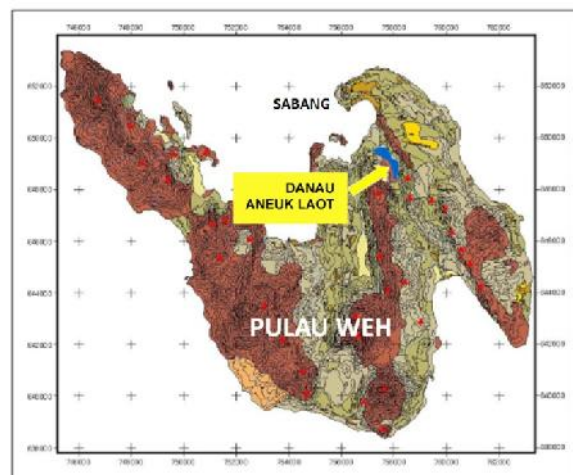
# 1. DANAU ANEUK LAOT

**D**anau Aneuk Laot terletak dekat Kota Sabang di Pulau Weh, Provinsi Nangroe Aceh Darussalam, wilayah administratif yang paling barat di Negara Kesatuan Republik Indonesia. Wilayah administratif Kota Sabang, secara geografis tereletak di antara 95°13'02" dan 95°22'36" Bujur Timur, dan antara 05°46'28" dan 05°54'28" Lintang Utara.

*Aneuk Laot* dalam bahasa Aceh bermakna *Anak Laut*. Nama ini mungkin didasarkan pada kenyataan bahwa danau ini berada di pulau kecil yang dikelilingi laut, tetapi airnya tawar yang menjadi tumpuan hidup bagi seluruh masyarakat yang hidup di sekitar danau ini.



Gambar 1. Danau Aneuk Laot (NAD & BPPT, 2006)



Gambar 2. Lokasi Danau Aneuk Laot di Pulau Weh (NAD & BPPT, 2006)



Gambar 3. Danau Aneuk Laot dan Daerah Tangkapan Airnya (NAD & BPPT, 2006)

Terbentuknya Danau Aneuk Laot berasal dari bekas kepundan gunung api yang telah mati dan secara bertahap terisi air hujan yang terperangkap di dalamnya.

Danau ini mempunyai panjang sekitar 1.500 m, dengan luas sekitar 0,61 km<sup>2</sup>, dan kedalaman maksimum 29 m (tahun 2000). Elevasi (tinggi permukaan danau) relatif tetap yakni 25 m di atas permukaan laut. Pada musim hujan permukaan air dapat naik tetapi sangat jarang menyebabkan banjir. Naiknya permukaan air tersebut tidak bertahan lama melainkan segera kembali berada pada elevasi muka air danau normal.

Volume tampungan maksimumnya sekitar 10,5 juta m<sup>3</sup>. Di samping itu, luas daerah tangkapan airnya (*catchment area*) sekitar 5,25 km<sup>2</sup> (Edyanto, 2006). Di sebelah barat dan selatan danau merupakan hutan lindung, sedangkan selebihnya merupakan pemukiman, perladangan dan perkebunan.

Dari aspek klimatologi, daerah ini memiliki kisaran curah hujan 1.700 – 3.200 mm/tahun dengan rata-rata 2.285 mm/tahun. Musim kering terjadi pada bulan Februari – April dan Juni – Agustus, sedangkan musim hujan terjadi pada bulan September – Januari dan bulan Mei. Suhu udara rata-rata adalah 26,69 °C, dan kelembaban rata-rata 79,88 %.

Danau Aneuk Laot tidak mempunyai pintu masuk (*inlet*) dalam bentuk aliran sungai permukaan, demikian pula dari danau tidak ada pintu keluar (*outlet*) berupa sungai. Namun diduga danau ini memiliki aliran keluar dalam bentuk rembesan dan aliran air melalui celah atau rekahan batuan dasar danau.

Kajian kualitas air di danau ini yang dilakukan oleh Edyanto (2006) pada bulan Agustus-September 2005, menunjukkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Suhu air berkisar 28,60 – 30,19 °C.

Derajat keasaman (pH): 8,33 – 8,53

Oksigen terlarut: 3,98 – 5,10 mg/l (di permukaan), sedangkan di kedalaman 20 m sekitar 1 mg/l.

Kecerahan berkisar 2 – 4 m.

Danau Aneuk Laot mempunyai peran vital sebagai pemasok air untuk kebutuhan kota Sabang dan sekitarnya. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) mendapatkan pasokan air dari danau ini sebesar 27 liter/detik atau 97,2 m<sup>3</sup>/jam selain juga dari sumber mata air lainnya sebesar 15 liter/detik atau 54 m<sup>3</sup>/jam (Edyanto, 2006).



Gambar 4. Danau Aneuk Laot dengan latar belakang Samudra Hindia.

(<http://jalan2.com/objek-wisata>)

Beberapa waktu belakangan ini dilaporkan permukaan danau mengalami penurunan yang signifikan, hingga dikhawatirkan akan mengancam ketersediaan air baku bagi masyarakat kota Sabang dan sekitarnya. Isu tentang penurunan muka air tersebut adalah terbentuknya rekahan yang semakin besar di dasar danau tersebut, akibat terjadinya gempa dan tsunami Aceh-Nias tahun 2004 sehingga menyebabkan berkurangnya volume air dari waktu ke waktu. Namun kajian oleh NAD & BPPT (2006) mengindikasikan kejadian itu dapat lebih dipengaruhi oleh terjadinya variasi kondisi iklim.

Danau Aneuk Laot mempunyai panorama yang indah, dan karenanya sering menjadi objek kunjungan wisata. Matahari terbenam (*sunset*) disini menyajikan pemandangan yang mempesona dengan latar belakang Samudra Hindia.

Belakangan ini Danau Aneuk Laot makin banyak diliputi tumbuhan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang hidupnya mengapung, membentuk hamparan hijau di permukaan hingga dikhawatirkan akan menimbulkan masalah lingkungan tersendiri. Tahun 1997 dilaporkan belum ada eceng gondok di danau ini, sedangkan di tahun 2010 gulma air ini sudah ada dan makin meluas saja.

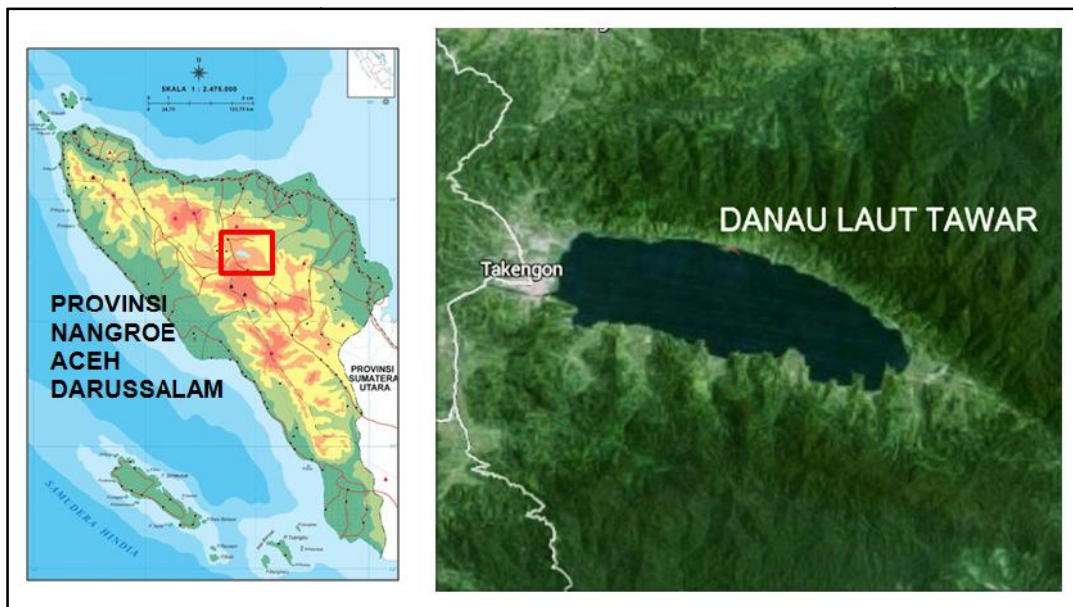
## RUJUKAN

- Danau Aneuk Laot hampir dipenuhi eceng gondok. (<http://www.kompasiana.com>)  
Danau Aneuk Laot. (<http://travel.detik.com>)  
Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi NAD dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2006. Geo Investigasi Danau Aneuk Laot Pulau Weh NAD: 131 hlm.  
Edyanto, C.B.H. 2006 Penelitian kualitas air Danau Aneuk Laot di Pulau Weh Propinsi Nangroe Aceh Darussalam. *J. Tek. Lingk.* Edisi Khusus: 115-124.



## 2. DANAU LAUT TAWAR

Danau Laut Tawar merupakan danau terbesar di Provinsi Nangroe Aceh Darussalam yang terletak di Dataran Tinggi Gayo, dengan posisi geografis  $4^{\circ}50'$  Lintang Utara, dan  $96^{\circ}50'$  Bujur Timur. Di sisi barat danau ini terdapat kota Takengon, yang juga merupakan ibu kota Kabupaten Aceh Tengah.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Laut Tawar di Provinsi Nangroe Aceh Darussalam



Gambar 2. Panorama Danau Laut Tawar (wikimedia.org)



Gambar 3. Kota Takengon terletak di pantai barat Danau Laut Tawar  
(gayomusara.files.wordpress.com)

Danau ini merupakan sumber air bersih bagi masyarakat setempat, di samping untuk pertanian, industri dan perikanan. Selain itu danau ini juga berperan sebagai objek kunjungan wisata.

Berdasarkan asal kejadiannya, Danau Laut Tawar ini tergolong danau vulkanik, dengan ketinggian muka air (*altitude*) sekitar 1.230 m di atas permukaan laut. Luasnya sekitar 57 km<sup>2</sup> dengan panjang sekitar 17 km, lebar 3 km, dan kedalaman rata-rata 51 m. Daerah tangkapan air Danau Laut Tawar merupakan Sub DAS Peusangan yang meliputi Kabupaten Bener Meriah dan Bireuen. Terdapat sebanyak 25 sungai yang berasal dari 18 daerah tangkapan air yang mengalirkan airnya ke Danau Laut Tawar, tetapi hanya 12 sungai yang mengalirkan airnya secara permanen, dengan total debit air kira-kira 10.043 liter per detik. Selebihnya merupakan sungai musiman, yang kering pada musim kemarau (Adhar, 2011).

Kawasan Ekosistem Danau Laut Tawar memiliki suhu udara maksimum 25 °C dan minimum 13 °C dengan rata-rata 20 °C. Rata-rata kelembaban udara 80,08 %, yang berkisar antara yang terbasah 86,28% dan terkering 74,25 %. Kecepatan angin tertinggi 2,53 (m/s) dan terendah 0,95 (m/s). Curah hujan tahunan selama periode 1984 - 2003 berkisar antara 1.617 – 2.712 mm per tahun, dengan rata-rata curah hujan tahunan 1.947,5 mm. (Adhar, 2011).

Suhu air rerata Danau Laut Tawar berkisar antara 21,55 °C (diper permukaan) dan 19,35 °C (pada kedalaman 50 ). Kecerahan (*transparency*) berkisar 1,29 m sampai 2,92 m. Semakin tinggi nilai kecerahan, maka semakin jernih air.

Distribusi zat-zat kimia, terutama nutrien dalam air danau memegang peranan penting, karena perubahan setiap parameter kimia perairan akan berpengaruh terhadap biota air, baik tumbuhan maupun hewan air. Nilai beberapa parameter kimia perairan Danau Laut Tawar disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kimia Danau Laut Tawar (Adhar, 2011)

Parameter kimia	Satuan	Nilai
pH	-	8,22 – 8,41
Oksigen terlarut	ppm	5,0 – 7,0
<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	ppm	0,62 – 1,11
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	ppm	< 5
Nitrat	ppm	0,00 – 0,13
Nitrit	ppm	0,001 – 0,003
Fosfat	ppm	0,12 – 1,31

Di Danau Laut Tawar ditemukan 46 jenis plankton, dengan rincian kelas Chlorophyceae sebesar 35%, Bacillariophyceae 24%, Myxophyceae 9%, dan kelas lain sebesar 32%. Tumbuhan air seperti *Hydrilla sp.*, eceng gondok (*Eichornia crassipes*), dan kiambang (*Salvinia natans*) juga dapat ditemukan hidup di tepian danau.

Di samping itu ditemukan tiga jenis moluska, satu jenis cacing annelida, sekitar 37 jenis ikan, dan 49 jenis serangga yang hidup di perairan Danau Laut Tawar. Ditemukan pula 23 jenis burung yang mencari makan di danau ini.



Gambar 4. Ikan endemik dan hanya terdapat di Danau Laut Tawar. Atas: ikan gule depik (*Rasbora tawarensis*). Bawah: ikan gule kawan (*Poropuntius tawarensis*). (www.arkive.org)

Suatu hal yang menarik bahwa di danau ini terdapat jenis ikan yang endemik yang hanya terdapat hidup di danau ini yaitu ikan depik (*Rasbora tawarensis*). Jenis ikan ini menjadi tangkapan utama nelayan di danau ini, dan kini kondisinya telah semakin langka. IUCN



(*International Union for the Conservation of Nature*) telah mencantumkan jenis ikan ini sebagai terancam punah (*vulnerable*). Semakin berkurangnya populasi ikan ini terindikasi dari jumlah tangkapan rata-rata per satuan usaha (*Catch Per Unit Effort*) dari 1,17 kg/m<sup>2</sup> di tahun 1970 menjadi hanya 0,02 kg/m<sup>2</sup> di tahun 2009. Kondisi ini semakin memprihatinkan karena sementara itu berbagai ciri kehidupan jenis ikan ini belum lagi terdokumentasikan dengan baik (Muchlisin *et al.*, 2009).

Selain itu, menurut Muchlisin *et al.* (2010) terdapat pula jenis endemik lainnya yang khas Danau Laut Tawar yaitu *Poropuntius tawarensis*, yang dikenal dengan nama daerah gule kawan.



Gambar 5 . Karamba Jaring Apung telah dikembangkan di Danau Laut Tawar yang berpotensi mencemari lingkungan perairan (fotoindonesia.com)

Perikanan yang destruktif adalah penggunaan teknik perikanan yang tak ramah lingkungan, misalnya penggunaan jaring insang (*gill net*) dengan mata jaring yang kecil. Praktek ini di Danau Laut Tawar telah menyebabkan ikan depik (*Rasbora tawarensis*) yang endemik di danau ini telah ditangkap berlebihan (*over fishing*) hingga kelestariannya makin terancam.

Dalam garis besarnya terdapat empat faktor yang sangat mempengaruhi kondisi lingkungan Danau Laut Tawar yakni: turunnya permukaan air danau, introduksi atau masuknya spesies asing, perikanan yang destruktif, dan pencemaran air (Muchlisin *et al.* 2009).

Turunnya permukaan air danau terkait dengan deforestasi atau penggundulan hutan di daerah tangkapan air (*catchment area*) di atasnya dan karena pemanasan global. Deforestasi telah menyebabkan berkurangnya aliran air sungai bahkan dapat menyebabkan beberapa sungai mengalami kekeringan.

Introduksi spesies asing (*invasive species*) mengancam kehidupan spesies lokal. Beberapa jenis ikan yang diintroduksi ke Danau Laut Tawar antara lain ikan mas (*Cyprinus carpio*), mujaer (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*), lele dumbo



(*Clarias gariepinus*). Secara umum, introduksi ikan asing ke suatu perairan akan membawa dampak negatif bagi ikan asli setempat (*native species*) baik secara langsung maupun tidak langsung yang pada akhirnya akan menyebabkan populasi ikan asli setempat turun dan bahkan dapat punah.

Perikanan yang destruktif adalah perikanan yang tidak memperhatikan kelestarian sumberdaya ikan misalnya dengan menggunakan alat tangkap yang tak ramah lingkungan seperti jaring insang yang mata jaringnya kecil dan tak selektif.

Pencemaran yang terjadi di perairan danau dapat bersumber dari limbah perumahan, pertanian, hotel/ restoran. Budidaya ikan dengan Karamba Jaring Apung (KJA) di perairan danau juga dapat berpotensi mencemarkan perairan karena pemberian makanan yang berlebihan (*over feeding*). Pengembangan usaha budidaya ikan dengan intensitas pemberian pakan buatan yang tinggi tanpa diiringi dengan manajemen kualitas air yang baik akan berdampak buruk pada kondisi air danau dan seterusnya memberi dampak negatif terhadap populasi ikan di danau.



Gambar 6. Danau Laut Tawar merupakan salah satu daerah tujuan wisata di Kabupaten Aceh Tengah. ([www.telusurindonesia.com](http://www.telusurindonesia.com))

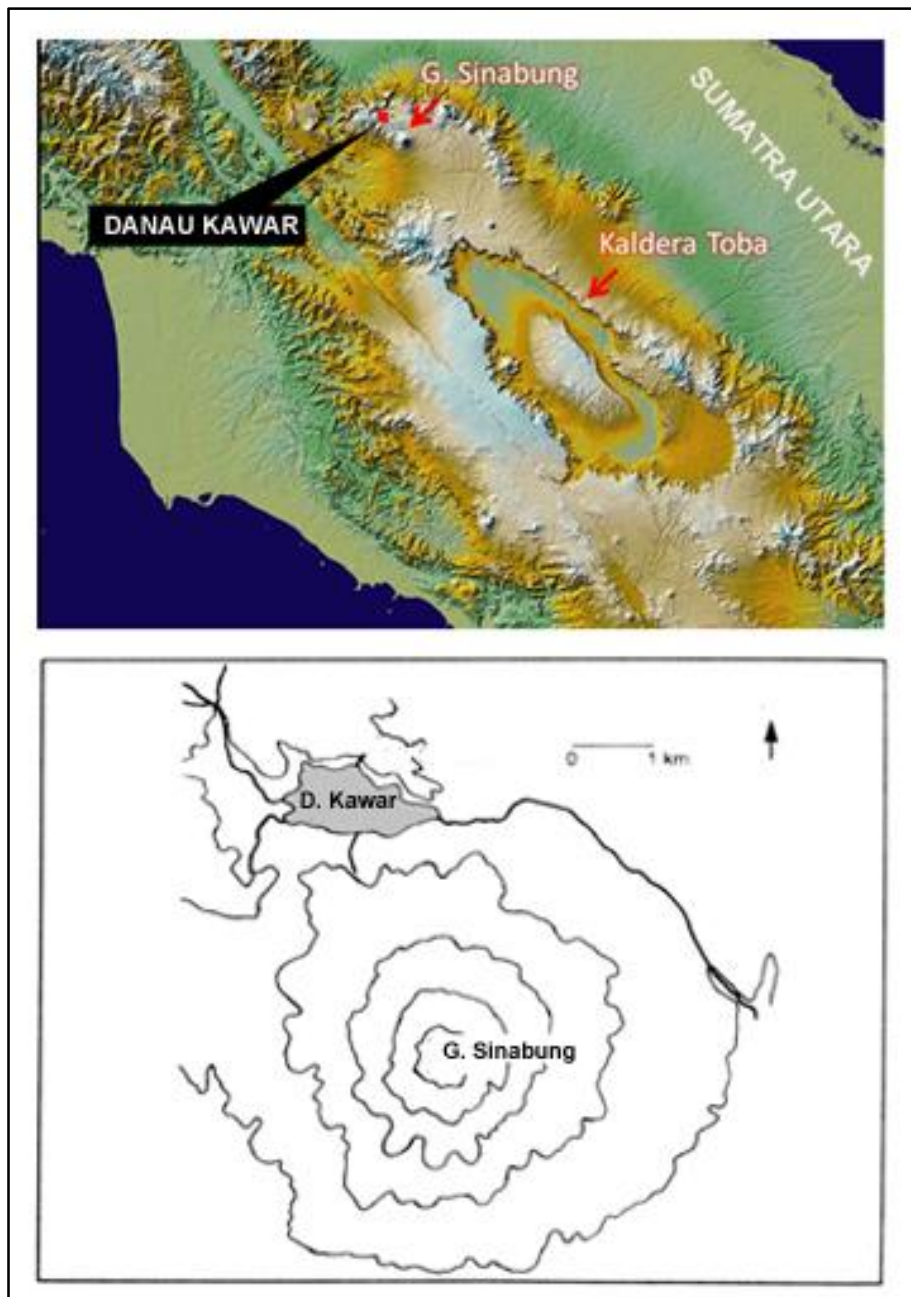
Di sektor pariwisata, Danau Laut Tawar merupakan salah satu tujuan wisata yang terkenal di Aceh Tengah. Keberadaan dua gunung yang mengapit danau ini menyajikan perpaduan antara bentang daratan dan perairan dengan pemandangan indah menakjubkan. Fasilitas pendukung pariwisata semakin baik. Kesempatan untuk mengarungi danau dengan perahu motor telah berkembang, demikian pula untuk kegiatan pemancingan.

## RUJUKAN

- Adhar, S. 2011 Ekosistem Danau Laut Tawar Aceh Tengah. (danaulauttawar.blogspot.com/2011)
- Asmy, U. E. 2013. Potensi Danau Laut Tawar sebagai salah satu objek wisata alam di Kabupaten Aceh Tengah. Universitas Sumatra Utara.
- Lehmusluoto, P., B. Mahbub, N. Terangna, S. Rusmipuro, F. Ahmad, L. Boer, S. S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. National inventory of the major lakes and rservoirs in Indonesia. Expedition Indodanau Technical Report (Revised Edition): 71 pp.
- Muchlisin, Z.A., Siti Azizah M.N, Edi Rudi dan Nur Fadli. 2009. Danau Laut Tawar dan permasalahannya. <http://winbathin.blogspot.com/2009>.
- Muchlisin, Z. A, M. Musman dan M. N. Siti Azizah, 2010, *Length-weight relationships and condition factors of two threatened fishes, Rasbora tawarensis and Poropuntius tawarensis, endemic to Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia*, J. Appl. Ichthyol, 1–5, Blackwell Verlag, Berlin ISSN 0175–8659.

### 3. DANAU KAWAR

**D**anau Kawar (Lau Kawar) adalah danau yang berada di Desa Kutagugung, Kecamatan Naman Teran, di kaki gunung berapi Sinabung, Kabupaten Karo, Propinsi Sumatera Utara, dengan posisi geografis  $3^{\circ} 12'$  Lintang Utara dan  $98^{\circ} 22'$  Bujur Timur. Danau ini berada di kawasan ekosistem Leuser dengan elevasi atau ketinggian muka air 1.492 m di atas permukaan laut.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Kawar



Gambar 2. Danau Kawar ([wisatabudaya.blogspot.com](http://wisatabudaya.blogspot.com))

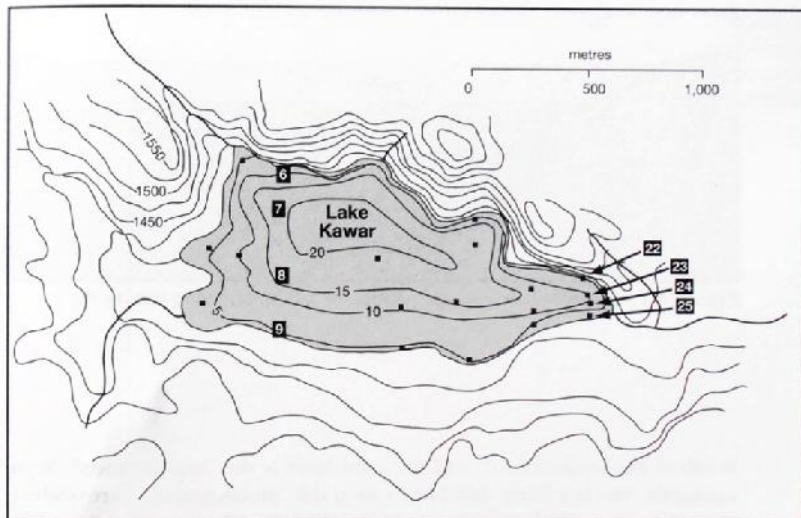


Gambar 3. Danau Kawar dilihat dari lereng Gunung Sinabung ([wikimedia.org](http://wikimedia.org))

Danau yang terletak di tanah tinggi Karo ini terbentuk sekitar beberapa ribu tahun lalu, ketika aliran lava dari erupsi Gunung Sinabung membendung Sungai Tapin (Verstappen, 1973). Sebuah dam (bendung) kecil dibangun di pintu keluar (*outlet*) danau ini sekitar tahun 1985 untuk menunjang program irigasi pertanian yang menyebabkan naiknya permukaan danau sekitar 2 m. Luas danau ini sekarang adalah 1,16 km<sup>2</sup> setelah mengalami sedikit pertambahan luas dari pembangunan dam. Penambahan luas karena pembangunan dam tidaklah signifikan

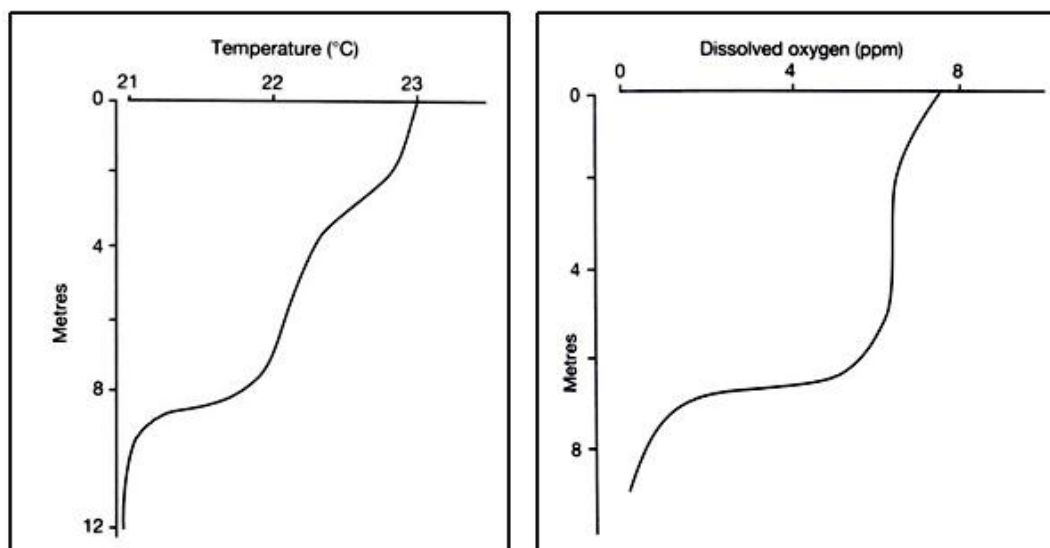


karena tepian danau yang curam. Di sebelah utara danau terdapat hutan lindung sedangkan di sebelah selatannya merupakan daerah pertanian dengan intensitas rendah.



Gambar 4. Batimetri (peta kedalaman) Danau Kawar (Whitten *et al.*, 2000)

Studi yang dilaksanakan oleh Pusat Studi Lingkungan, Universitas Sumatra Utara, telah memetakan profil kedalaman danau, dan pengukuran berbagai parameter lingkungan danau ini (Whitten *et al.*, 2000). Bagian terdalam adalah sekitar 20 m. Dari peta batimetri (kedalaman danau) (Gambar 4) dapat diperhitungkan volume danau yakni sebesar 41,5 juta m<sup>3</sup>. Pengukuran aliran keluar (*outflow*) dari danau ini menunjukkan nilai debit sebesar 25,8 m<sup>3</sup> per menit. Dari data tersebut dapat diperkirakan bahwa volume air danau ini dapat “tergantikan” (*retention time*) dalam waktu sekitar tiap tiga tahun.



Gambar 5. Profil suhu dan oksigen terlarut di Danau Kawar (Whitten *et al.*, 2000)

Pengukuran suhu di Danau Kawar (Gambar 5) menunjukkan suhu permukaan sekitar 23 °C sedangkan lapisan hipolimnion dimulai dari kedalaman 10 m. Di bawah kedalaman 10 m suhu merata sekitar 21 °C sampai lapisan terdalam.

Profil oksigen di lokasi terdalam di danau ini (Gambar 5) menunjukkan bahwa mulai dari kedalaman 10 m ke bawah, kandungan oksigen telah habis atau dalam kondisi *anoxic*. Hal ini menunjukkan bahwa pengadukan vertikal tak terjadi dengan intensif hingga menyebabkan bagian dasar danau tanpa oksigen. Hal ini mengindikasikan pula tak adanya fauna yang dapat hidup di lapisan dalam. Studi yang dilaksanakan oleh Tarigan (2009) di daerah tepian danau ini, menunjukkan hanya beberapa jenis fauna makrozoobentos yang terdapat disini, sedangkan Silalahi ([www.researchgate.net/publication](http://www.researchgate.net/publication)) yang mengkaji keanekaragaman dan distribusi serangga air menemukan 10 ordo, 33 familia dan 43 genus .

Pengukuran kecerahan air di danau ini dengan menggunakan cakram Secchi menunjukkan nilai sekitar 1,9 – 2 m yang mengindikasikan lapisan fotosintetik yang dangkal, tidak sampai ke lapisan dasar. Whitten *et al.* (2000) mengemukakan bahwa separuh dari volume danau Kawar tidak mendukung kehidupan ikan karena ketiadaan oksigen, dan 70 % dasar danau tidak sesuai untuk kehidupan ikan pemakan bentos.

Whitten *et al.* (2000) selanjutnya tidak menyarankan Danau Kawar untuk pengembangan perikanan yang intensif. Introduksi ikan mas (*Cyprinus carpio*) disebutkan kurang berhasil, sedangkan introduksi ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan gurami (*Osphronemus goramy*) gagal.



Gambar 6. *Camping ground* di tepian Danau Kawar, pintu untuk pendakian ke Gunung Sinabung (<http://www.kompasiana.com>)

Namun di lain pihak Danau Kawar telah dikembangkan sebagai tujuan wisata yang semakin banyak menarik pengunjung, khususnya pencinta wisata alam. Danau ini merupakan pintu masuk utama untuk pendakian menuju Gunung Sinabung, yang jaraknya sekitar 3 km dari danau. Ditepi danau terdapat *camping ground* yang cukup luas. Namun erupsi Gunung Sinabung yang terjadi di tahun 2010 berdampak juga pada pariwisata di Danau Kawar, yang menyebabkan banyak fasilitas pendukung pariwisata menjadi terbengkalai. Erupsi Gunung

Sinabung kemudian berulang kali terjadi di tahun 2013 – 2014. Terakhir terjadi lagi erupsi beruntun yang dimulai tanggal 21 Mei 2016 yang menimbulkan bencana pada masyarakat sekitar. Debu panas dilontarkan gunung itu hingga mencapai jarak 3.200 m ke arah timur dan tenggara. Belum diperoleh informasi mutakhir tentang apa dan bagaimana dampak erupsi ini terhadap kondisi Danau Kawar yang berada di lerengnya.



Gambar 7. Erupsi Gunung Sinabung (2016). Belum diketahui dampaknya terhadap Danau Kawar. (<http://nasional.tempo.co>)

## RUJUKAN

- Arjuna, J. 2015. Danau Toba, kondisi, permasalahan dan pengelolaannya. [www.academia.edu](http://www.academia.edu).
- Silalahi, B. R. Studi tentang keanekaragaman dan distribusi serangga air di Danau Lau Kawar, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Karo. [www.researchgate.net/publication](http://www.researchgate.net/publication).
- Tarigan, L. C. B. 2009. Studi Keanekaragaman makrobentos di Danau Lau Kawar Desa Kuta Gugung Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Karo. Skripsi FMIPA USU: 53 hlm.
- Verstappen, H. Th. 1973. Geomorphological reconnaissance of Sumatra and adjacent island (Indonesia). Wolters-Noordhoft, Groningen.
- Whitten, T., S. Damanik, J. Anwar, N. Hisyam. 2000. The ecology of Sumatra. The ecology of Indonesia Series. Volume I. Periplus: 478 hlm.
- Lau Kawar, potret wisata pencinta alam. ([kompasiana.com](http://kompasiana.com))



## 4. DANAU TOBA

**D**anau Toba terletak di pegunungan Bukit Barisan Provinsi Sumatra Utara, dengan posisi geografis antara  $2^{\circ} 21' 32''$  –  $2^{\circ} 56' 28''$  Lintang Utara dan  $98^{\circ} 26' 35''$  –  $99^{\circ} 15' 40''$  Bujur Timur. Jaraknya kurang lebih 176 km arah selatan kota Medan, ibukota Propinsi Sumatra Utara. Danau ini berbatasan dengan tujuh wilayah administratif kabupaten yakni kabupaten Samosir, Toba Samosir, Simalungun, Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, Dairi dan Karo.

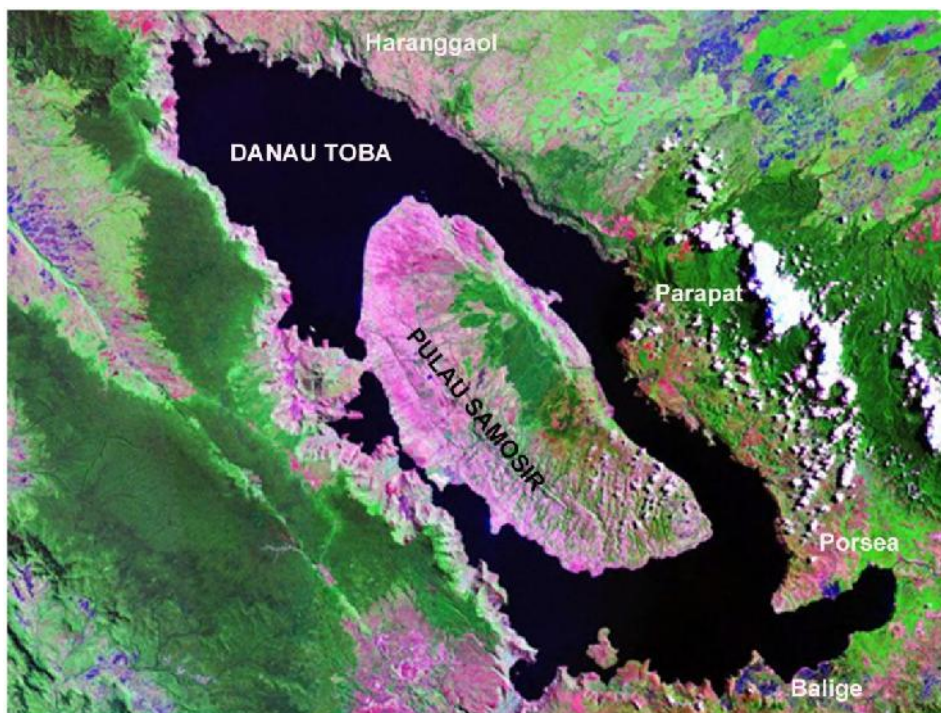
Luas permukaan air Danau Toba adalah  $1.124 \text{ km}^2$  yang merupakan danau terbesar di Asia Tenggara. Luas daratan DTA (Daerah Tangkapan Air)nya adalah  $2.486 \text{ km}^2$ . Permukaan danau berada pada ketinggian 903 m dpl (di atas permukaan laut). Panjang maksimumnya kurang lebih 50 km dan lebar maksimumnya sekitar 27 km.



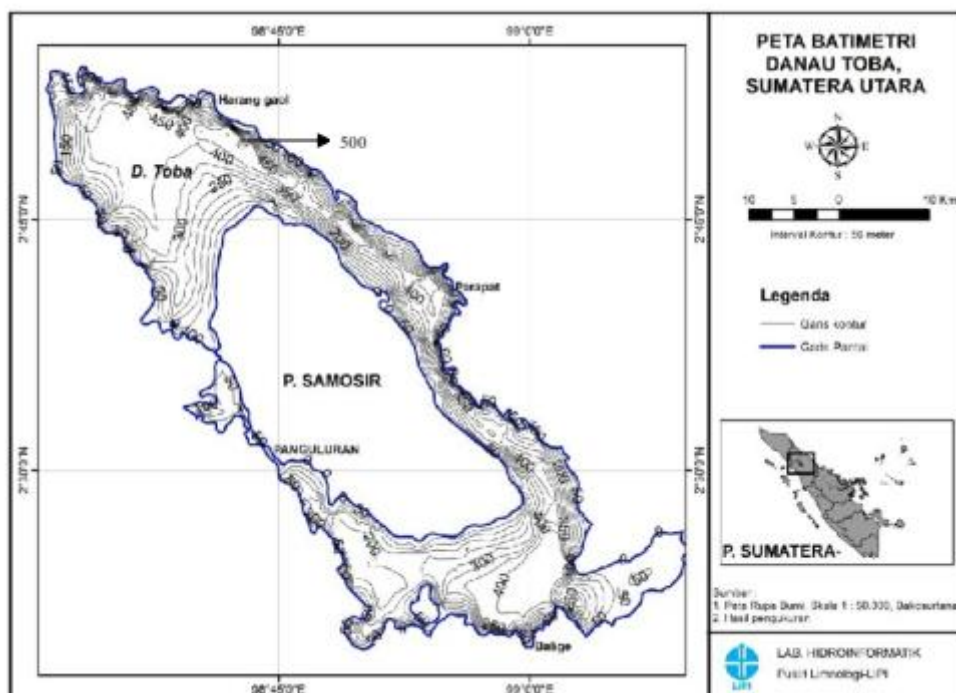
Gambar 1. Panorama Danau Toba (paketwisatadanautoba.net)

Karakteristik morfologi dasar Danau Toba yang membentang dari barat-laut ke tenggara membentuk dua cekungan besar yakni cekungan utara dan cekungan selatan yang dipisahkan oleh adanya Pulau Samosir. Kedalaman maksimum Danau Toba adalah 508 m (yang merupakan danau terdalam ke-9 di dunia) terdapat di cekungan utara, sedangkan di cekungan selatan kedalaman maksimumnya mencapai 420 m. Kedalaman rata-ratanya adalah 228 m. Volume air keseluruhan danau diperkirakan  $256,2 \text{ km}^3$ . Di tengah Danau Toba terdapat Pulau Samosir dengan luas  $630 \text{ km}^2$ , yang merupakan pulau terbesar di dunia yang berada di dalam suatu pulau. Debit keluaran (*outflow*) adalah sekitar  $100 \text{ m}^3/\text{dt}$ , hingga dapat diperkirakan waktu

tinggal (*retention time*) atau waktu yang diperlukan untuk membilas seluruh volume danau adalah sekitar 81 tahun, yang cukup panjang dibandingkan dengan danau-danau lain di Indonesia.



Gambar 2 . Citra satelit Danau Toba dan Pulau Samosir

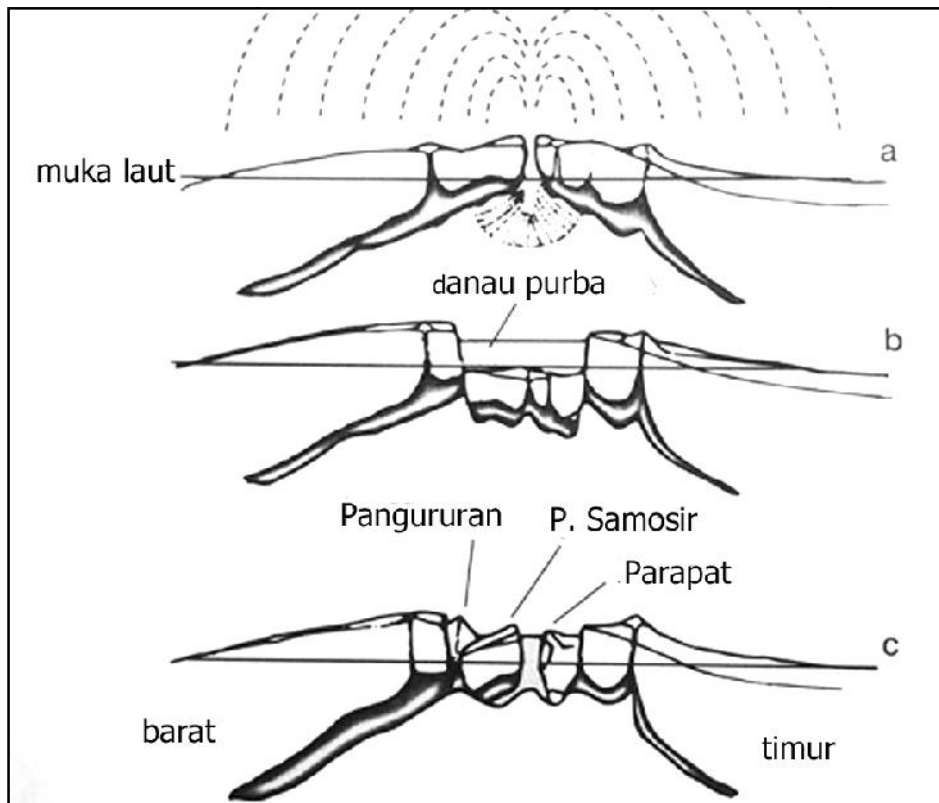


Gambar 3. Peta batimetri (kedalaman) Danau Toba (Lukman & Ridwansyah, 2010)



Tabel 1. Karakter morfometri Danau Toba (Lukman & Ridwansyah, 2010)

No.	Parameter	Dimensi	Sumber
1.	Luas permukaan (km <sup>2</sup> )	1.124	Citra Landsat
2.	Keliling (km)	428,7	idem
3.	Panjang maksimum (km)	50,2	idem
4.	Lebar maksimum (km)	26,8	idem
5.	Kedalaman maksimum (m)	508	Peta batimetrik
6.	Volume (x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	256,2	Peta batimetrik
7.	Kedalaman rata-rata (m)	228	Perhitungan
8.	Kedalaman relatif (Z <sub>r</sub> ) (%)	1,34	Perhitungan
9.	Luas DTA (km <sup>2</sup> )	2.486	Citra Landsat
10.	Rasio luasDTA/luas permukaan danau	2,21	Perhitungan
11.	Pengembangan garis pantai (SLD)	3,61	Perhitungan



Gambar 4. Sejarah terjadinya Danau Toba. (a). Setelah tekanan besar mendorong kerak bumi memuat ke atas, celah utama terbuka dan letusan maha dahsyat terjadi. (b) Hilangnya magma yang demikian besar menyebabkan kerucut vulkanik runtuh dan danau purba (*ancient lake*) terbentuk. Tekanan meningkat lagi dan kerucut vulkanik tua dipaksa naik kembali, dan letusan lebih kecil terjadi. (c) Kerucut kedua pecah menjadi dua bagian membentuk Pulau Samosir dan Semenanjung Parapat (Hehuwat, 1982).

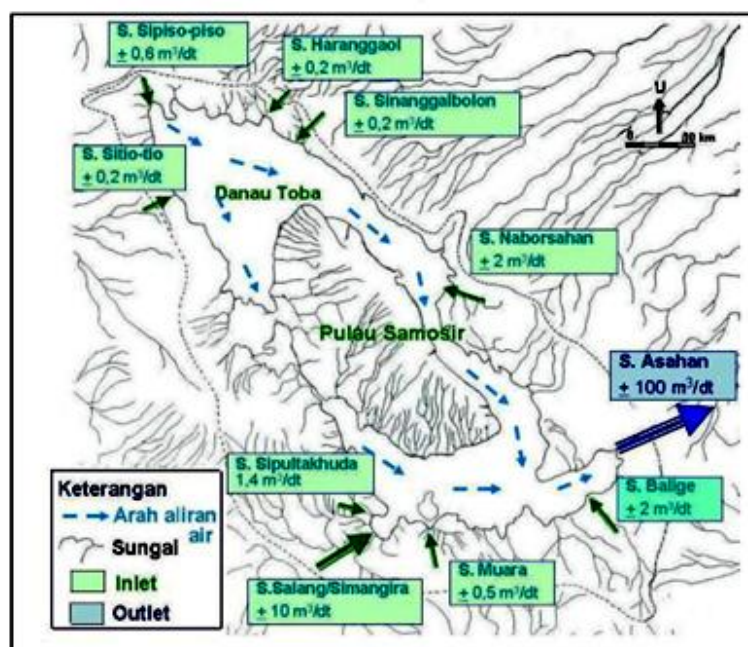
Dilihat dari proses pembentukannya, Danau Toba tergolong danau vulkano-tektonik. Sejarah Danau Toba dimulai sekitar 75.000 tahun lalu, yang dari sudut geologi masih termasuk resen (*recent*). Sesar Semangko yang dalam, mendorong magma (*molten material*) mencuat ke permukaan bumi. Hal ini menimbulkan tekanan yang sangat besar yang membentuk gunung api maha besar (*super volcano*) yang dikenal sebagai Tumor Batak. Kemudian gunung api raksasa ini erupsi dengan dahsyat. Sekitar 1.500 hingga 2.000 km<sup>3</sup> material yang dimuntahkan. Dengan sedemikian banyaknya material yang dimuntahkan dari kantong magma, puncak gunung api itu pun runtuh dan membentuk danau kawah. Beberapa seri erupsi lebih kecil menyusul kemudian yang membentuk gunung api kedua di dalam kawah, dan ketika ini pun kemudian runtuh, gunung api itu pun terpecah menjadi dua bagian, yang sebelah barat membentuk Pulau Samosir, dan lereng sebelah timur kemudian membentuk semenanjung antara Parapat dan Porsea. Erupsi kedua itu terjadi sekitar 30.000 tahun lalu.

Kejadian erupsi Gunung Toba purba itu dinyatakan sebagai erupsi gunung berapi terdahsyat di bumi yang pernah diketahui. Debu yang disemburkan pada kejadian erupsi menyebar ke seluruh bumi. Ketebalan debu yang mengendap di India mencapai 15 cm dan di sebahagian Malaysia bahkan mencapai ketebalan 9 m. Bumi yang bertahun-tahun diliputi debu mengakibatkan perubahan iklim global yang signifikan, dengan penurunan suhu global  $\pm 3,5$  °C. Bencana ini dinyatakan sebagai penyebab terjadinya zaman es.

Tak hanya dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dari dapur magma, Danau Toba ternyata juga sangat dipengaruhi oleh kegiatan tektonik yang mengimpitnya, sehingga kalangan geolog menyebutnya sebagai danau *vulkano-tektonik*.

Curah hujan tahunan yang terdapat di kawasan Daerah Tangkapan Air Danau Toba berkisar antara 1.700 sampai dengan 2.400 mm/tahun, sedangkan puncak musim hujan terjadi pada bulan November – Desember dengan curah hujan antara 190 – 320 mm/bulan dan puncak musim kemarau terjadi selama bulan Juni – Juli dengan curah hujan berkisar 54 – 151 mm/bulan. Hujan yang jatuh di daratan diterima di Daerah Tangkapan Air (DTA) di atas Danau Toba yang seluruhnya mempunyai luas 4.311 km<sup>2</sup>. Selanjutnya air dari DTA dialirkan lewat banyak sungai ke danau, sehingga Danau Toba merupakan wilayah pengumpul air.

Berdasarkan data dari Badan Pelaksana Kordinasi



Gambar 5 . Pola regim aliran sungai di Danau Toba (Lukman & Ridwansyah, 2010)

Pengelolaan Ekosistem Kawasan Danau Toba, dalam wilayah DTA Danau Toba terdapat 205 sungai yang bermuara ke Danau Toba. Dari daratan Sumatra terdapat 142 sungai sedangkan Daratan Samosir menyumbang 63 sungai. Tidak semua sungai-sungai itu mengalir sepanjang tahun, sebagian besar berupa sungai-sungai kecil yang bersifat musiman (*intermittent*). Sementara itu satu-satunya pintu keluar (*outlet*) air dari Danau Toba hanyalah melalui Sungai (Sei) Asahan yang bermuara di pantai timur Sumatra.

Di pintu keluar (*outlet*) di Siruar, telah dibangun bendung untuk mengendalikan tinggi muka air Danau Toba. Dengan adanya bendung pengendali Siruar itu maka Danau Toba sudah tidak lagi berfungsi sepenuhnya sebagai danau alami. Tinggi muka air Danau Toba dikendalikan secara mekanis oleh Bendung Siruar. Dengan demikian Danau Toba menjadi satu-satunya bendungan alami terluas di dunia. Bendung Siruar itu semula dimaksud untuk mendukung Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Asahan di Sigura-gura dengan kapasitas 4 x 73,2 MW dan PLTA Tangga 4 x 81,1 MW (total kapasitas terpasang 617,2 MW) yang mulai beroperasi tahun 1983 oleh PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum).



Gambar 6. Bendung pengendali Siruar, mengendalikan aliran keluar (*outflow*) dari Danau Toba ke Sungai Asahan, hingga Danau Toba tidak lagi berfungsi sepenuhnya sebagai danau alami (Foto: A. Nontji).

Kualitas air Danau Toba dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain limbah domestik/pemukiman, pertanian, perikanan, industri, pelayaran dan pariwisata, baik yang berasal dari daratan (*land based*) maupun yang berasal dari kegiatan di perairan danau. Dengan makin pesatnya pertumbuhan penduduk yang bermukim di sekitar danau berikut beragam kegiatannya maka kualitas air cenderung menurun.

Kajian Lukman (2010) mengenai kualitas air di Danau Toba menunjukkan suhu yang berkisar 26,4 - 27,4 °C, pH cenderung basa (>7,3), kecerahan 6,0 - 11,5 m, konduktivitas antara 0,160 - 0,166 mS/cm, kadar oksigen terlarut cukup tinggi (> 7,0 mg/l), kadar Total N



antara 0,163 – 0,840 mg/l dan Total P antara 0,015 – 0,399 mg/l sedangkan kadar Ortho P < 0,04 mg/l.

Studi yang dilaksanakan oleh Lukman & Ridwansyah (2010) menunjukkan bahwa lapisan epilimnion yang produktif dan dapat berfotosintesis terdapat di bagian atas pada kedalaman 0 – 30 m, dan lapisan peralihan atau metalimnion berada di bawahnya pada kedalaman 30 – 100 m, sedangkan lapisan terbawah yakni lapisan hipolimnion pada kedalaman lebih dari 100 m. Kadar oksigen terlarut yang terukur di permukaan relatif tinggi (6 – 7 mg/l), namun menurun drastis pada kedalaman 100 m, dan umumnya menunjukkan kondisi sangat minim ( 2 mg/l ) pada kedalaman 200 m dan seterusnya kebawah.

Salah satu faktor yang menentukan produktivitas suatu perairan adalah kandungan fitoplanktonnya yang terkait dengan kandungan nutien dalam perairan. Penelitian fitoplankton di Danau Toba oleh Lukman (2010) menemukan 28 genus fitoplankton dari empat kelas yaitu Bacillariophyta (7 genus), Chlorophyta (12 genus), Cyanophyta (6 genus) dan Phyrophyta (3 genus) dengan kelimpahan berkisar antara 53 – 622 indiv./l. Secara keseluruhan kelimpahan fitoplankton tersebut sangat rendah dan mencirikan perairan yang miskin atau oligotrofik.

Mengenai keanekaragaman hayati di perairan Danau Toba dapat disebutkan bahwa di danau ini terdapat hewan endemik yang hanya terdapat di danau ini yakni ikan *Neolissochilus thienemanni sumtranus* dan kerang *Corbicula tobae*. Ikan *Neolissochilus thienemanni sumatranus* yang oleh penduduk setempat disebut “ihan” sudah terancam punah dan masuk



Gambar 7. Ikan batak ihan, *Neolissochilus thienemanni sumtranus*, ikan endemik di Danau Toba yang terancam punah.

dalam *Red List Status* di IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) sejak tahun 1996. Ikan ini sering juga disebut “ikan batak”, namun istilah “ikan batak” digunakan pula untuk beberapa jenis ikan lainnya dari genus *Tor* yang tampilan morfologinya memang mirip karena berada di bawah familia yang sama yakni Cyprinidae. Ikan batak dari genus *Tor* sering disebut sebagai jurung-jurung, lazim digunakan dalam prosesi adat Batak sebagai simbol kesuburan.

Selain ikan yang memang asli sebagai penghuni danau ini, terdapat juga beberapa jenis ikan pendatang atau diintroduksi ke danau ini. Beberapa jenis asli di Danau Toba antara lain *Aplochilus panchax*, *Nematochellus pfeifferae*, *Homaloptera gymnogaster*, *Channa gachua*, *Channa striata*, *Clarias batrachus*, *Barbonymus gonionotus*, *B. schwanefeldii*, *Danio albolineatus*, *Osteochilus vittatus*, *Puntius binotatus*, *Rasbora jacobsoni*, *Tor tambra*, *Betta imbellis*, *Betta taeniata* dan *Monopterus albus*. Jenis ikan asli lain yang populasinya menurun adalah ikan pora-pora atau undalap (*Puntius binotatus*).

Ikan yang diintroduksi misalnya *Cyprinus carpio* (ikan mas) dan *Oreochromis niloticus* (ikan nila). Kedua jenis ikan introduksi itu kini banyak dimanfaatkan dalam pembudidayaan ikan di danau dengan menggunakan Karamba Jaring Apung (KJA) di Danau Toba.

Budidaya ikan dengan menggunakan KJA telah berkembang sangat pesat di Danau Toba hingga cenderung ke tingkat eksploitasi lebih (*over exploitation*) yang akhirnya tidak lagi

memberikan keuntungan per unit usaha. Pertumbuhan jumlah unit KJA yang tak terkendali bahkan telah pula menimbulkan masalah lingkungan yang parah.

Kegiatan budidaya ikan sistem KJA di Danau Toba telah dilakukan oleh masyarakat sejak tahun 1986. Tahun 2005 telah ada 2.815 unit KJA, dua tahun berikutnya (tahun 2007) telah berlipat ganda menjadi 5.612 unit, sedangkan tahun 2009 sudah menjadi 6.269 unit. Jumlah ini terus meningkat, dan diperkirakan sudah jauh melampaui daya dukung lingkungannya.



Gambar 8. Budidaya ikan dengan Keramba Jaring Apung (KJA) yang sangat intensif di perairan Haranggaol, Danau Toba.



Gambar 9. Kematian massal ikan di KJA (Karamba Jaring Apung) di Danau Toba pada pekan pertama bulan Mei 2016 mengakibatkan lebih 1500 ton ikan mati. (horasnews.com)



Terkait dengan masalah KJA ini, Badan Litbang Kelautan dan Perikanan (2015) merekomendasikan perlunya langkah moratorium dan rasionalisasi pengelolaan KJA, yakni dengan menghentikan penambahan baru KJA dan mengurangi jumlah unit KJA yang ada hingga ke tingkat yang rasional sesuai dengan daya dukung lingkungannya serta pengaturan perseberannya di danau. Namun implementasinya tentu bukanlah hal yang mudah karena akan menyangkut berbagai aspek sosial-ekonomi-politik lokal yang pelik.

Sementara itu korban karena kematian massal ikan di KJA masih sering terjadi. Kasus mutakhir di Haranggaol, pantai sebelah utara Danau Toba, pada pekan pertama bulan Mei 2016, terjadi kematian massal ikan dalam KJA yang mengakibatkan sekitar 1.500 ton ikan mati dan menimbulkan kerugian pada para nelayan hingga miliaran Rupiah. Diperkirakan jumlah KJA di Danau Toba saat itu mencapai sekitar 7.000 unit (Gambar 8 & 9) . Bencana ini diakibatkan karena lapisan air di bagian bawah yang telah kehabisan oksigen (anoksik) terangkat ke permukaan (*over turn*) hingga menimbulkan kematian massal ikan. Sumber utama peristiwa ini adalah karena pemberian pakan berlebihan (*over feeding*) pada ikan dalam KJA, hingga banyak pakan tersisa yang mengendap ke lapisan bawah, ditambah pula feses (kotoran) ikan yang menyebabkan terakumulasinya bahan organik di lapisan bawah permukaan. Penguraian bahan organik ini oleh mikroba mengkonsumsi banyak oksigen hingga menyebabkan oksigen di bawah permukaan perairan habis disertai sulfide (belerang) yang beracun. Apabila terjadi perubahan cuaca yang mengakibatkan turunnya suhu air permukaan maka air tanpa oksigen di lapisan bawah ini akan naik ke permukaan hingga menyebabkan musibah matinya ikan secara massal di permukaan.

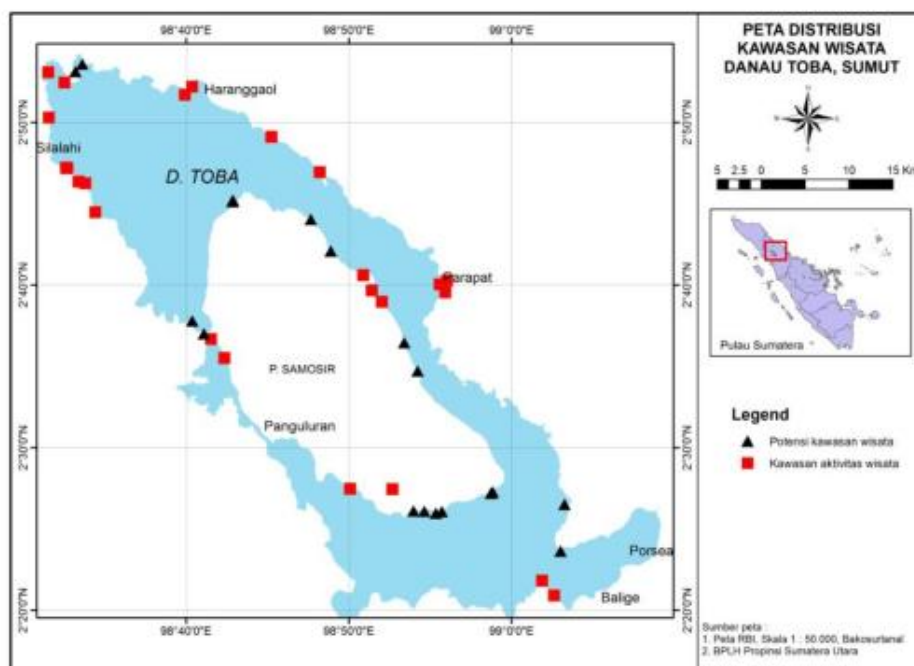
Pengembangan KJA yang tak terkendali tidak saja berkontribusi terhadap terjadinya penurunan kualitas air perairan Danau Toba. Kondisi ini diperparah dengan kontribusi limbah dari pemukiman, resor dan hotel yang tumbuh sepanjang pantai, dan limbah pertanian dari daratan sekitarnya. Masyarakat setempat semakin sulit untuk mendapatkan akses air yang berkualitas baik. Eutrofikasi atau penyuburan perairan terjadi hingga memicu makin berkembangnya gulma air eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di beberapa wilayah. Selain itu, pertumbuhan jumlah unit KJA yang sedemikian pesat telah mengurangi nilai estetika lingkungan yang merupakan nilai penting untuk pengembangan pariwisata Danau Toba.



Gambar 10 . Danau Toba merupakan kawasan pariwisata penting di Indonesia.

Salah satu fungsi penting Danau Toba adalah sebagai kawasan pariwisata. Kota Parapat merupakan pusat pariwisata Danau Toba. Dari sini berbagai lokasi wisata di kawasan pantai

Danau Toba dapat dicapai lewat transportasi air. Berbagai jenis objek wisata terdapat di Danau Toba dan sekitarnya antara lain wisata alam, wisata budaya, wisata olah raga dan alam, wisata religi, dan wisata sejarah.



Gambar 11 . Peta distribusi kawasan wisata dan potensi wisata Danau Toba (Lukman, 2013)

Lokasi pariwisata di wilayah Danau Toba hampir tersebar disepanjang danau, baik yang bersentuhan dengan perairan maupun tidak (Gambar 11). Tercatat 15 dusun/desa yang menunjang pariwisata, bahkan Parapat, Balige dan Pangururan selain lokasi wisata juga merupakan pusat-pusat bisnis. Selain itu terdapat 12 lokasi yang memiliki potensi yang belum dikembangkan.

Sehubungan dengan timbulnya berbagai masalah yang terkait dengan Danau Toba, maka Gubernur Sumatra Utara bersama tujuh bupati di sekeliling Danau Toba pada tanggal 25 Juli 2016 menandatangani rencana aksi pembenahan lingkungan dan penataan ruang kawasan Danau Toba (Kompas, 26 Juli 2016). Rencana itu terdiri atas 12 butir, yaitu menghentikan usaha budidaya karamba apung (KJA), menghentikan penebangan kayu di tujuh kabupaten kawasan Danau Toba, dan merehabilitasi hutan di tujuh kabupaten di kawasan itu. Selain itu mengonvrservasi dan mendayagunakan air Danau Toba, membangun infrastruktur air minum dan sanitasi, drainase, serta sarana prasarana air limbah skala kota dan komunal. Kualitas air danau akan selalu dipantau secara berkala.

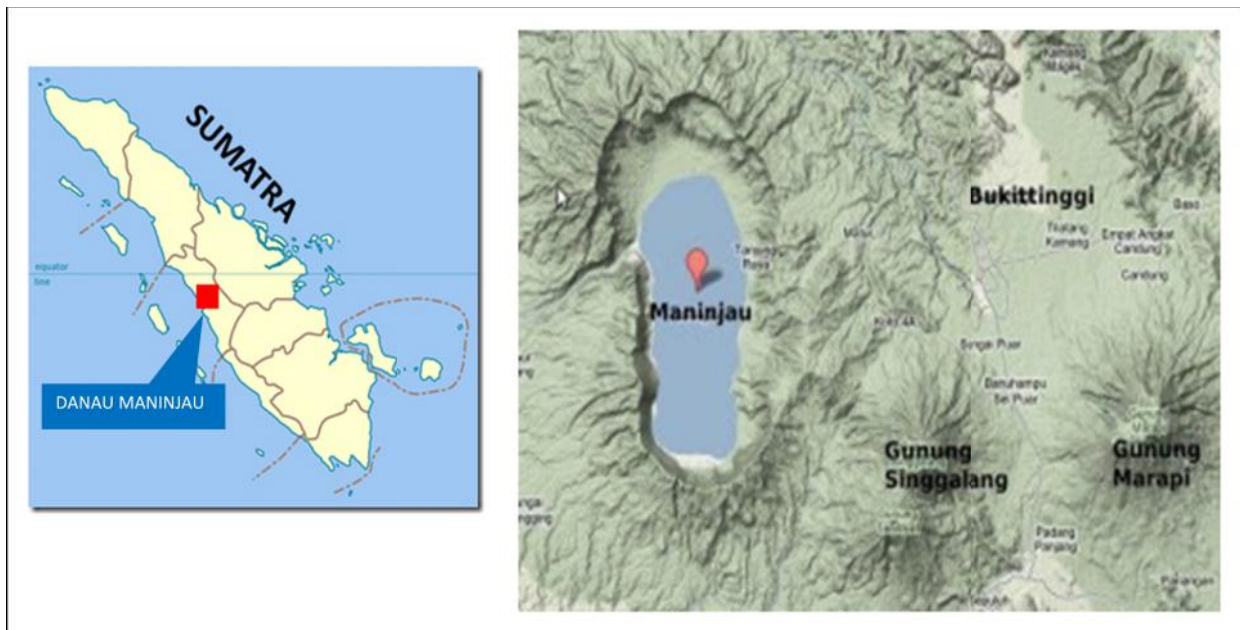
## RUJUKAN

Arjuna, J. 2010. Danau Toba, pemanfaatan dan permasalahannya. <http://serasah.blogspot.co.id>.

- Balitbang KP, 2015. Balitbang KP rekomendasikan moratorium dan rasionalisasi KJA Danau Toba dan Waduk Citarum. (balitbangkp.kkp.go.id)
- Hehuwat, F. 1982. Tao Toba: Tumor Batak, tufa Toba, depresi vulkano-tektonik. Sejarah terjadinya Danau Toba. *Suara Alam* 16: 18-20.
- Kompas, 2016. Danau Toba: Kepala Daerah tanda tangani rencana aksi. *Harian Kompas*, 26 Juli 2016.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadi, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Lukman. 2010. Karakteristik komunitas fitoplankton dan kaitannya dengan ketersediaan hara di perairan Danau Toba. Seminar Nasional Biologi. Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta 24-25 September 2010.
- Lukman. 2013. *Danau Toba. Karakteristik limnology dan mitigasi ancaman lingkungan dan pengembangan karamba jarring apung*. LIPI Press 2013: 106 hlm.
- Lukman & I. Ridwansyah. 2010. Kajian kondisi morfometri dan beberapa parameter stratifikasi perairan Danau Toba. *Limnotek* 17(2): 158-170.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Toba. <http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau>.
- Sagala, E. P. 2012. Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks saprobik plankton untuk menilai kualitas perairan Danau Toba, Propinsi Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012*: 220 – 233.
- Whitten, T., S. Damanik, J. Anwar, N. Hisyam. 2000. *The ecology of Sumatra*. The cology of Indonesia Series. Volume I. Periplus: 478 hlm.
- Wikipedia. Danau Toba. ( [id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)).

## 5. DANAU MANINJAU

Danau Maninjau terletak di kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Agam, provinsi Sumatra Barat dengan posisi geografis  $0^{\circ}19'LU$  (Lintang Utara),  $100^{\circ}12' BT$  (Bujur Timur). Danau ini terletak sekitar 140 kilometer sebelah utara Kota Padang, ibukota Sumatera Barat, 36 kilometer dari Bukittinggi, 27 kilometer dari Lubuk Basung, ibukota Kabupaten Agam.



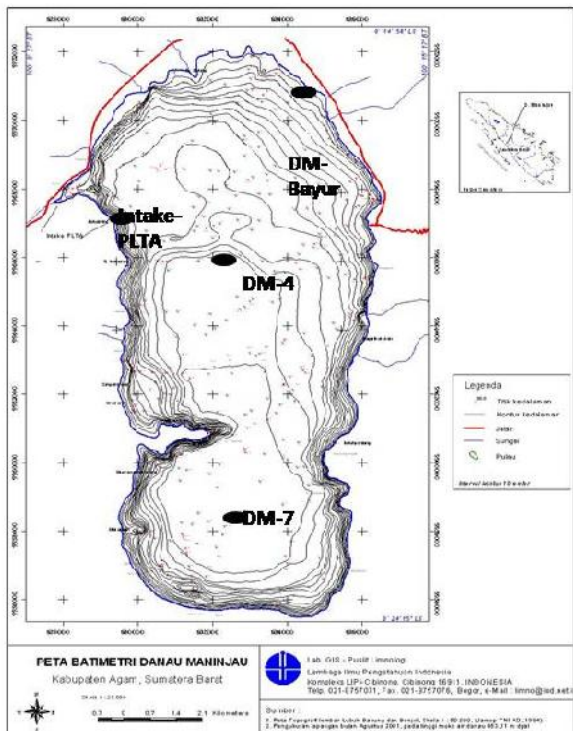
Gambar 1. Peta Danau Maninjau



Gambar 2. Panorama Danau Maninjau



Danau Maninjau tergolong tipe danau vulkanik berupa danau kaldera. Diperkirakan danau ini mulai terbentuk sekitar 60.000 tahun lalu, ketika gunung api Maninjau Purba meletus dengan dahsyat. Letusannya menyemburkan 220-250 km<sup>3</sup> rempah vulkanik yang tersebar hingga 75 km dari pusat letusan. Gunung api Maninjau yang berkembang di zona Sesar Besar Sumatera itu diperkirakan tiga kali meletus besar. Masing-masing letusan membentuk kaldera yang saling menyambung hingga membentuk Danau Maninjau seperti saat ini dengan tepian yang curam (Setyahadi, 2012).



Gambar 3. Peta batimetri (kedalaman) Danau Maninjau (Puslit Limnologi LIPI)

Bentuk Danau Maninjau memanjang dari utara ke selatan dengan panjang maksimum sekitar 17 km dan lebar sekitar 8 km. Danau ini memiliki satu pintu keluar (*outlet*) alami yaitu Batang Antokan, sungai yang mengalir ke arah barat menuju ke Samudra Hindia. Semakin ke arah bagian selatan danau, kedalaman semakin tinggi dengan lereng (*slope*) yang semakin curam. Titik terdalam danau berada di cekungan bagian selatan sedalam 169 m.

Kondisi hidrologi kawasan danau secara umum dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan di kawasan danau sebagian besar mengalir melalui pola penyaluran yang telah terbentuk. Sumber air Danau Maninjau terutama berasal dari sungai-sungai yang mengalir sepanjang Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*) yang bermuara ke danau selain juga dari air hujan. Di kawasan danau terdapat 88 buah sungai besar dan kecil yang mengalir ke danau.

Tabel 1. Beberapa ciri fisik Danau Maninjau (Puslit Limnologi LIPI)

Parameter	Satuan	Nilai
Elevasi ( tinggi di atas permukaan laut)	m	463
Luas permukaan	km <sup>2</sup>	99,5
Panjang maksimum	km	16,7
Lebar maksimum	km	8,5
Kedalaman maksimum	m	169
Kedalaman rerata	m	106
Keliling	km	48,8
Volume	km <sup>3</sup>	10,4
Waktu tinggal ( <i>retention time</i> )	tahun	47
Luas Daerah Tangkapan Air	km <sup>2</sup>	248



Kebanyakan dari sungai-sungai tersebut bersifat musiman (*intermittent*), sekitar 61,4% kering pada waktu musim kemarau, sedangkan sungai-sungai yang berair sepanjang tahun hanya 34 sungai. Sungai-sungai tersebut mengalir dengan debit yang relatif kecil. Sungai-sungai yang bermuara ke Danau Maninjau memiliki pola linier (lurus atau tidak bercabang), sedangkan sungai di sebelah barat danau pada umumnya berpola dendritik (bercabang).

Ekspedisi *Indo-danau* yang merupakan kerjasama Indonesia-Finlandia yang dilaksanakan di Danau Maninjau di tahun 1992 memberikan gambaran sepintas tentang limnologi danau ini (Lehmusluoto *et al.* 1997). Stratifikasi suhu tercatat lemah, kandungan oksigen di lapisan dasar sudah habis (*anoxic*), konduktivitas agak tinggi di lapisan bawah (*hipolimnion*) dibandingkan dengan di lapisan permukaan. Namun nilai pH agak tinggi di permukaan. Konsentrasi nitrogen total berkisar 0,116 hingga 1,110 mg N /l dan fosfor total dari tak terdeteksi hingga 0,250 mg P /l. Sementara itu kandungan klorofil-a berkisar 1,30 – 2,52 mg/m<sup>3</sup>. Kecerahan (*transparency*) berkisar 3,4 m. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa danau ini tergolong miskin (oligotrofik) tetapi saat itu sudah mulai terdeteksi terjadinya pengayaan hara (eutrofikasi). Informasi yang lebih mutakhir (1997) tentang kualitas air permukaan di Danau Maninjau dapat disarikan sebagai berikut (dari Puslit Limnologi):

Tabel 2. Kualitas air Danau Maninjau tahun 1997 (Puslit Limnologi)

Parameter	Satuan	Nilai
Oksigen terlarut	mg/l	4,01 – 6,85
Suhu	°C	27,5 – 28,0
pH	-	7,2 – 7,6
CO <sub>2</sub>	mg/l	21,33 – 309,30
NO <sub>2</sub>	mg/l	ttd – 0,35
SO <sub>4</sub>	mg/l	ttd
H <sub>2</sub> S	mg/l	ttd

Keanekaragaman hayati di perairan Danau Maninjau antara lain telah disarikan dalam Nontji (1992) yang antara lain menyebutkan terdapat sebanyak 45 spesies tumbuhan di danau ini, sembilan diantaranya adalah spesies akuatik sejati. *Najas marina var. sumatrana* adalah tumbuhan akuatik endemik di Danau Maninjau. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan gulma yang terdapat di perairan danau yang terlindung. Gulma akuatik lainnya adalah *Hydrilla verticillata* yang ditemui hidup terbenam dalam air sampai pada kedalaman sekitar 5 m. Karena tepian danau umumnya curam maka gulma akuatik yang terbenam (*submerged aquatic weed*) hanya terdapat di jalur sempit sepanjang pantai yang dangkal. Dua spesies ikan endemik untuk danau-danau Sumatra Barat terdapat pula di Danau Maninjau yakni *Mystacoleucos padangensis* (ikan bilih) dan *Cyclocheilichthys dezwaani*.

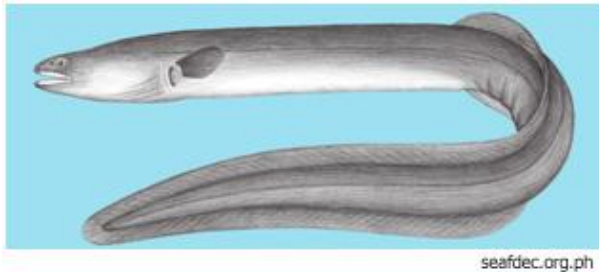
Sulastris (2012) merekam spesies ikan yang terdapat di Danau Maninjau (Tabel 3) yang menunjukkan beberapa spesies ikan introduksi, ikan pendarang baru, dan ikan asli.

Tabel 3. Spesies ikan yang terdapat di Danau Maninjau (Sulastrri, 2012)

Nama lokal	Spesies	Famili
Barau	<i>Hampala macrolepidota</i>	Cyprinidae
Garing	<i>Tor soro</i> ***	Cyprinidae
Asang	<i>Osteochilus hasselti</i>	Cyprinidae
Bada	<i>Rasbora argyrotaenia</i>	Cyprinidae
Mas	<i>Cyprinus carpio</i> *	Cyprinidae
Kalui	<i>Osphronemus gouramy</i>	Osphronemidae
Rinuak	<i>Psylopsis</i> sp.	
Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i> *	Cichlidae
Supareh	<i>Puntius</i> sp.	Cyprinidae
Nila	<i>Oreochromis niloticus</i> *	Cichlidae
Gabus	<i>Opheocephalus</i> sp.	Opheocephalinidae
Panjang/ sidat	<i>Anguilla</i> ***	Anguillidae
Indosiar	<i>Oxyeleotris marmorata</i> **	Elotridae
Baung	<i>Mystus</i> sp.	Bagridae

Keterangan: \* Ikan introduksi; \*\* Ikan pendatang baru; \*\*\* Ikan asli tak dijumpai

Suatu hal menarik adalah Danau Maninjau merupakan satu-satunya danau alami di Sumatra yang mempunyai ikan sidat (*Anguilla bicolor*) yang bentuknya panjang seperti ular. Hal ini dapat dijelaskan karena Danau Maninjau adalah satu-satunya danau alami di Sumatra yang mempunyai akses ke Samudra Hindia yang dalam, lewat sungai Batang Antokan. Sidat



Gambar 4. Ikan sidat (*Anguilla bicolor*).

diketahui menghabiskan sebagian masa hidupnya di perairan tawar. Namun jika menjelang dewasa dan tiba waktunya untuk kawin dan bertelur maka ditempuhnyalah migrasi menghilir, perjalanan panjang yang luar biasa, menuruni sungai menuju ke laut sampai jauh ke tengah samudra yang dalam. Larvanya yang lahir di sana akan menempuh perjalanan kembali ke darat berenang mengarungi samudra untuk kemudian memudiki sungai-sungai sampai ke hulu, dan danau yang dapat dicapainya. Di sana sidat ini bertumbuh menjadi dewasa dan bila akan memijah ia kembali bermigrasi panjang menuju ke laut-dalam (pola migrasi *catadromous*). Karena sidat makin banyak ditangkap dan terjadinya perubahan lingkungan sepanjang sungai dan pantai maka kini ikan sidat di Danau Maninjau makin sulit ditemui.

Pemanfaatan sumber daya air Danau Maninjau hingga saat ini terutama adalah untuk sumber air bersih, pembangkit listrik tenaga air, pariwisata dan perikanan.

Danau Maninjau mempunyai peran yang sangat penting sebagai sumber air bersih bagi masyarakat di sekitarnya. Sebagian besar kebutuhan air bagi masyarakat sekitar terpenuhi dari Danau Maninjau.



Gambar 5. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Maninjau mendapatkan pasokan airnya dari Danau Maninjau (nywaskito.files.wordpress.com)

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dengan kapasitas terpasang sebesar 66 MW, telah dimulai tahun 1983. Adanya pembangunan PLTA menyebabkan perubahan sistem hidrologi danau. Air danau yang semula keluar dari lapisan permukaan berubah menjadi dari lapisan bawah permukaan atau pada kedalaman 6-10 m. Sejak dibangunnya PLTA, air danau tidak keluar lagi melalui saluran air alami Batang Antokan, namun lewat *intake* ke PLTA karena diperlukan untuk menggerakkan turbin. Makin berkurangnya luas tutupan hutan di daerah tangkapan air di atas Danau Maninjau menyebabkan makin besarnya perbedaan tinggi muka air danau antara musim hujan dan musim kemarau. Pada musim kemarau, tinggi air semakin rendah hingga mengakibatkan terganggunya operasi PLTA.

Di sektor pariwisata, telah banyak dibangun fasilitas pelayanan jasa wisata, hotel dan restoran di bagian pinggir jalan yang melingkar sekitar Danau Maninjau ini. Namun kegiatan pariwisata yang kurang terkendali dapat berpotensi menghasilkan pencemaran yang dapat mengakibatkan turunnya kualitas air dan kualitas lingkungan danau.



Gambar 6. Danau Maninjau sebagai tujuan wisata yang penting.

Perikanan dilaksanakan terutama dengan pengembangan teknologi Karamba Jaring Apung (KJA), dengan pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan nila (*Oreochromis*

*niloticus*). KJA mulai dikembangkan di Danau Maninjau pada tahun 1991. Jumlah KJA berkembang pesat dari tahun ke tahun hingga telah melebihi daya dukung lingkungan. Sebagai contoh, jumlah KJA di tahun 1996 baru berjumlah 1.886 unit, kemudian pada tahun 2000 menjadi 3.856 unit, di tahun 2008 mencapai 15.051 unit, dan di tahun 2014 sudah sampai 18.000 unit. Padahal menurut Pusat Penelitian Limnologi LIPI danau ini hanya dapat mendukung kapasitas sebanyak 6.000 unit.



Gambar 7. Atas: Budidaya ikan dengan Karamba Jaring Apung berkembang dengan sangat pesat di Danau Maninjau ([travel.kompas.com](http://travel.kompas.com)) . Bawah: kematian massal ikan di Danau Maninjau di bulan Desember 2014. ([covesia.com](http://covesia.com))

Pengembangan KJA yang sangat pesat dengan pemberian makanan berlebihan (*over feeding*) menyebabkan banyak sisa makanan yang menumpuk di dasar danau. Diperkirakan sekitar 50-70 ton pakan yang ditebarkan per hari lewat kegiatan KJA di danau ini. Selain itu kotoran (feses) ikan juga menumpuk di dasar danau. Bahan-bahan organik ini kemudian



diuraikan oleh mikroba yang memerlukan banyak oksigen hingga mengakibatkan air di dasar danau kehabisan oksigen (anoksik) dan mengandung sulfide (belerang) yang beracun. Apabila terjadi perubahan cuaca yang menyebabkan perubahan kondisi hidrologi, yang selanjutnya mengakibatkan lapisan dalam ini terangkat ke atas (*overtorn*) maka ikan yang ada di permukaan akan mati secara massal kehabisan oksigen dan keracunan. Kematian massal ikan ini telah berulang kali terjadi di Danau Maninjau hingga menimbulkan kerugian ekonomi yang sangat besar yang harus ditanggung oleh masyarakat. Kasus yang terjadi pada bulan Desember 2014 misalnya menyebabkan kematian massal ikan sampai sekitar 100 ton dan mengakibatkan kerugian yang ditaksir sekitar Rp 3 miliar. Harian Kompas (4 September 2016) memberitakan bahwa kematian massal ikan di Danau Maninjau hampir setiap tahun terjadi. Pada tahun 2008, jumlah ikan yang mati 15.000 ton, 15.000 ton pada tahun 2009, 500 ton pada 2010, 500 ton pada 2011, 300 ton pada 2012, 8 ton pada 2013, 700 ton pada 2014, 175 ton pada 2015, 3.000 ton pada 2016.

Sebenarnya Pemda Kabupaten Agam telah mengeluarkan Peraturan Daerah (Perda) Nomor 5 tahun 2014 tentang “Pengelolaan Kelestarian Danau Maninjau”. Namun implementasinya bukanlah hal yang mudah karena terjadi benturan kepentingan berbagai pihak. Di satu pihak ekonomi perlu ditingkatkan sedangkan di lain pihak kelestarian lingkungan tak dapat diabaikan untuk kepentingan anak cucu di masa yang akan datang.

Menanggapi sering terjadinya bencana kematian massal ikan di danau, maka Puslitbang Limnologi LIPI telah mengembangkan sistem monitoring *on-line* suhu air di Danau Maninjau (Fakhrudin *et al.* 2012). Hasil pengukuran di lapangan langsung dikirim melalui gelombang GSM ke server di Puslit Limnologi LIPI di Cibinong, sehingga secara *real-time* kondisi danau dapat diketahui melalui web/internet. Sistem monitoring *online* ini diharapkan dapat dikembangkan lebih jauh lagi menjadi sistem peringatan dini bencana lingkungan.

Selain untuk budidaya ikan, Danau Maninjau juga dimanfaatkan untuk aktivitas perikanan tangkap. Ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) merupakan komoditas perikanan tangkap yang penting bagi masyarakat setempat karena memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai sumber protein. Harga ikan bada dapat mencapai ratusan ribu rupiah per kilogram pada hari raya Idulfitri. Disamping itu secara nasional juga penting sebagai ikan hias. Namun demikian, perikanan tangkap ikan bada telah dieksploitasi berlebihan terindikasi dari makin mengecilnya ukuran ikan yang ditangkap.



Gambar 8. Ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*). (Said *et al.* 2011)

Masalah lingkungan yang dihadapi dalam pengelolaan Danau Maninjau memang kompleks karena mencakup berbagai aspek. Untuk mencapai pemanfaatan sumberdaya ikan dan lingkungan berkelanjutan, Sulastri (2012) mengusulkan perlu adanya konsep pengelolaan yang bersifat komprehensif yang mencakup aspek nilai dan etika, dukungan hukum dan sanksi yang positif, sistem pembangunan ekonomi sumberdaya danau yang bersifat kerakyatan, sistem pengelolaan yang bersifat partisipatif (*co-management*), melibatkan kajian iptek dan perpaduan



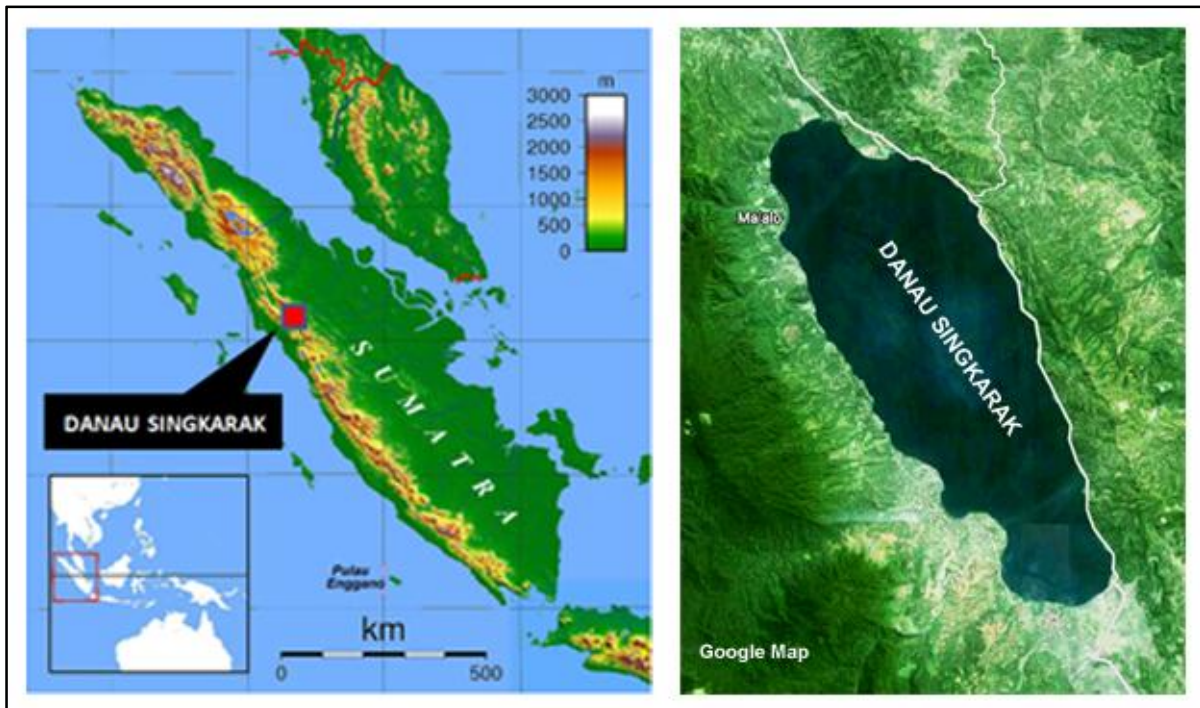
kearifan ekologis untuk menetapkan kebijakan pengelolaan serta melibatkan aktivitas seni-budaya.

## RUJUKAN

- Arjuna, J. Danau Maninjau, kondisi kekinian, permasalahan dan pengelolaannya. (www.academia.edu)
- Fakhrudin, M., A. S. Ika, C. Tjandra, A. Hamid, A. S. Foul, T. Endra & Kodarsiyah. 2012. Pengembangan sistem monitoring online dan peringatan dini bencana lingkungan: Studi kasus di Danau Maninjau. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012*.
- Kompas. 2016 a. Perikanan: Kematian ikan sulit dihentikan. *Harian Kompas*, 2 September 2016.
- Kompas. 2016 b. Danau Maninjau: Kematian ikan diprediksi hingga Desember. *Harian Kompas*, 4 September 2016.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Lukman (manuscript, 2016). Ada galau di Maninjau.
- Nontji, A. 1992. Lake Kerinci: Fisheries and aquatic problems. PHPA/AWB/Puslitbang Limnologi Sumatera Wetland Project Report No. 37, Bogor, 42 pp.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Maninjau. <http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau>.
- Said, D. S., Triyanto, Lukman, Sutrisno & A. Hamdani (2011). Aspek biologi ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumber Daya Ikan III*, 18 Oktober 2011.
- Setyahadi, A., P. Eko, I. Rinaldi & A. Arif. 2012. Danau-danau penanda jejak tektovulkanik. (<http://sains.kompas.com/read/2012/04/23/09035935>).
- Sulastri. 2012. Konsep pengelolaan sumberdaya dan lingkungannya di Danau Maninjau, Sumatra Barat. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012*.
- Wikipedia. Danau Maninjau. (id.wikipedia.org).

## 6. DANAU SINGKARAK

Danau Singkarak terletak di Propinsi Sumatra Barat, yang terentang dalam dua wilayah administrasi yakni Kabupaten Solok dan Kabupaten Tanah Datar. Posisi geografisnya adalah antara  $0^{\circ}31'46''$  dan  $0^{\circ}42'20''$  LS (Lintang Selatan), antara  $100^{\circ}26'15''$  dan  $100^{\circ}35'55''$  BT (Bujur Timur). Ketinggian muka airnya (*altitude*) adalah 364 m di atas permukaan laut, dengan luas area  $130 \text{ km}^2$ . Panjang maksimumnya 23 km, sedangkan lebar maksimumnya 7 km. Kedalaman maksimumnya 269 m dengan kedalaman rerata 203 m. Keliling danau sekitar 50 km, dan volume danau  $26,4 \text{ km}^3$ . Waktu tinggal (*retention time*) berkisar 57 tahun. Sungai yang keluar dari danau (*outflow*) hanya satu yakni Sungai/ Batang Ombilin.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Singkarak

Danau Singkarak terbentuk akibat proses tektonik dari sesar-sesar yang ada di sekitarnya. Danau ini merupakan bagian dari amblesan (*graben*) memanjang Singkarak-Solok yang merupakan salah satu segmen Sesar Besar Sumatra. Cekungan besar yang memanjang itu kemudian terbeludung material letusan gunung api muda Merapi, Singgalang, dan Tandike di sisi barat laut. Di sisi tenggara terbeludung oleh endapan material letusan Gunung Talang.

Danau Singkarak bertambah lebar seiring pergeseran dua sesar yang mengapit danau. Danau Singkarak diapit dua sesar pisah tarik (*pull apart fault*) yang merupakan bagian dari segmen Sianok dan segmen Sumani yang terpisah sejauh 7,5 km. Setiap kali terjadi gempa,

terjadi pergeseran sesar yang bervariasi mengikuti kekuatan gempa. Total pergeseran Singkarak diperkirakan 23 km hingga terbentuk danau seperti yang ada sekarang ini. Evolusi luas Danau Singkarak itu berawal dari pergeseran 3 km, kemudian berkembang menjadi 8 km, 13 km, dan sekarang ini sekitar 23 km. Danau ini terus tumbuh, menandai pergeseran yang terus terjadi.



Gambar 2. Panorama Danau Singkarak. (singkarakonline.blogspot.co.id &indoweb.org)

Tabel 1. Beberapa ciri fisik Danau Singkarak

Posisi Geografi	0°31'46" – 0°42'30" LS 100°26'15" – 100°35'55" BT
Ketinggian ( <i>altitude</i> ) (m)	364
Luas area (km <sup>2</sup> )	130,1
Panjang maksimum (km)	23
Lebar maksimum (km)	7
Kedalaman maksimm (m)	269
Kedalaman rerata (m)	203
Keliling (km)	50
Volume (km <sup>3</sup> )	26,4
Luas daerah tangkapan air (km <sup>2</sup> )	1.076
Waktu tinggal ( <i>retention time</i> ) (tahun)	57
Sungai keluar ( <i>outflowing river</i> )	1

Beberapa sungai besar dan kecil bermuara ke Danau Singkarak antara lain: Sungai Sumpur, Sungai Baing, Sungai Paninggahan, Sungai Saningbakar, Sungai Muaro Pingai dan Sungai Sumani. Pintu keluar (*outlet*) dari Danau Singkarak mengalir ke arah timur melalui sungai Batang Ombilin yang kemudian menyatu dengan Sungai Indragiri di Propinsi Riau dan akhirnya bermuara di Selat Malaka. Sejak tahun 1998 air dari Danau Singkarak dialirkan pula

melalui terowongan bawah tanah ke PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) Singkarak di Asam Pulau.

Iklim di kawasan Danau Singkarak tergolong iklim basah dengan intensitas curah hujan antara 1632 – 3063 mm/tahun atau 82 – 252 mm/bulan. Musim kering daerah sekitar Danau Singkarak hanya sekitar dua bulan yaitu pada bulan Juni-Juli (bulan dengan curah hujan bulanan kurang dari 100 mm). Suhu rata-rata di sekitar Danau Singkarak 26°C – 27 °C, sedangkan suhu air Danau Singkarak bekisar antara 25 °C – 27 °C. Kelembaban relatif rata-rata 80,7 %. Bulan kering terutama terjadi pada bulan Juni sampai Juli.

Kondisi danau sangat ditentukan oleh kondisi daerah tangkapannya (*catchment area*). Kerusakan atau degradasi lingkungan yang terjadi di daerah tangkapan di atas danau, akan memberi dampak negatif terhadap kondisi danau, antara lain makin berfluktuasinya aliran masuk ke danau. Di samping itu, menyebabkan meningkatnya sedimentasi di danau akibat penumpukan limbah padat dan erosi. Sedimentasi yang tinggi jika terus menerus terjadi akan menyebabkan pendangkalan, penurunan kualitas dan kuantitas air danau. Diperkirakan dalam satu tahun terangkut sedimen ke dalam Danau Singkarak rata-rata sebesar 39.517.632 m<sup>3</sup> atau setara 239 ton/ha/tahun yang sudah tergolong erosi kelas berat (Puslit Limnologi LIPI).

Ekspedisi limnologi *Indo-danau* yang merupakan kerjasama Indonesia-Finlandia, yang dilaksanakan tahun 1992 di Danau Singkarak memberikan sedikit gambaran tentang kondisi limnologi danau ini. Meskipun kedalaman maksimum danau ini sekitar 269 m, namun tebal lapisan epilimnion (lapisan di bagian atas yang hangat dan produktif) hanya berkisar sampai kedalaman 45-50 m saja. Air di lapisan bawahnya (lapisan hipolimnion) yang gelap dan dingin, sudah tak mengandung oksigen. Dengan demikian diperkirakan dua per tiga volume air danau ini, yang berada di lapisan bawah, yakni sebanyak 15,6 km<sup>3</sup> berada dalam kondisi tanpa oksigen (*anoxic*). Dalam beberapa dekade terakhir ini lapisan bawah tanpa oksigen ini makin naik menuju ke permukaan sampai sekitar kedalaman 50 m. Lapisan tanpa oksigen ini disertai pula dengan adanya kandungan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) yang beracun.

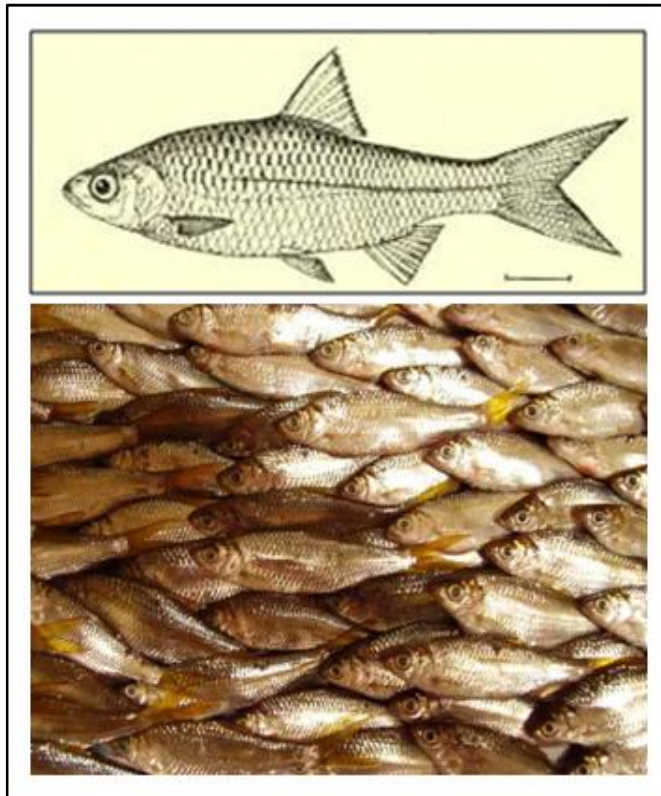
Kualitas air permukaan danau Singkarak antara lain telah dilaporkan oleh Puslitbang Pengairan (1986) seperti tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas air Danau Singkarak (Puslitbang Pengairan 1986)

Suhu (°C)	27 - 28,7
Konduktivitas (µmho/cm)	183 - 193
Kecerahan (m)	5,5 - 6,5
pH	8,4 - 8,6
Oksigen terlarut (mg/l)	6,6 - 7,9
Ortho-P (mg/l)	0,08 - 0,13
BOD (mg/l)	1,11
COD (mg/l)	5,98
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0,19
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,14 - 0,6

Dari aspek keanekaragaman hayati, Danau Singkarak meskipun tergolong luas, namun relatif tak banyak jenis ikan yang hidup di danau ini. Tercatat hanya ada 19 spesies ikan yang hidup di danau ini. Hal ini disebabkan karena terbatasnya jumlah plankton yang menjadi





Gambar 2. Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*), ikan endemik di Danau Singkarak yang terancam punah

sumber pakan ikan pada umumnya. Dari 19 spesies itu, tiga spesies diantaranya memiliki kepadatan tinggi yakni ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*), asang (*Osteochilus brachmoides*) dan rinuak (*Psilopsis* sp.). Spesies ikan lainnya yang hidup di Danau Singkarak adalah, turiak (*Cyclocheilichthys dezwaani*), lelan (*Osteochilus vittatus*), sasau/barau (*Hampala macrolepidota*) dan gariang/Tor (*Tor tambroides*).

Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) merupakan ikan endemik yang hanya terdapat di danau-danau Sumatra Barat, yakni di Danau Maninjau dan Singkarak. Ikan bilih normalnya berukuran kecil, panjang maksimalnya hanya sekitar 10 cm dengan sisik berwarna perak berkilauan. Ikan ini sangat terkenal sebagai bahan kuliner lokal yang banyak penggemarnya. Kondisinya sekarang makin terancam karena penangkapannya yang tak mengindahkan kelestariannya.

Budidaya ikan telah diperkenalkan untuk dikembangkan di Danau Singkarak dengan menggunakan Karamba Jaring Apung (KJA) di tahun 2010, yang kemudian tumbuh sangat pesat. Pertumbuhan KJA yang tak terkendali umumnya disertai dengan pemberian pakan yang berlebihan (*over feeding*) hingga banyak pakan tersisa yang mengendap dan membusuk di lapisan bawah. Selain itu kotoran (*faeces*) ikan yang mengendap menambah banyaknya bahan organik mengendap di lapisan bawah. Keseluruhan bahan organik ini diuraikan oleh mikroba yang mengkonsumsi banyak oksigen, hingga mempercepat habisnya oksigen di lapisan bawah. Apabila terjadi pembalikan air (*overtorn*) maka teraduklah kolom air yang mengakibatkan lapisan bawah yang anoksik (tanpa oksigen) dan



Gambar 3. Karamba Jaring Apung (KJA) di Danau Singkarak ([archive.kaskus.co.id/](http://archive.kaskus.co.id/))

bersifat toksik naik ke permukaan. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya kematian ikan secara massal. Bencana kematian massal ikan telah beberapa kali terjadi di Danau Singkarak. Salah satu kasus terjadi pada bulan Februari 2015 (Coubout, 2015), dimana setidaknya lebih 200 ton ikan mati. Kerugian yang dialami masyarakat mencapai Rp 4,8 miliar. Penduduk setempat melaporkan bahwa bencana ini berawal dari terjadinya perubahan warna air danau, yang semula bersih menjadi keruh dan disertai bau belerang. Proses pengadukan atau pembalikan air di danau ini terjadi secara alamiah terutama pada saat perubahan dari musim kemarau ke musim hujan atau sebaliknya, dengan angin kencang yang mengaduk kolom air danau. Cuaca ekstrim dapat mempercepat proses pengadukan ini.

Zooplankton di Danau Singkarak antara lain telah dikaji Wulandari *et al.* (2014) yang mengungkapkan bahwa zooplankton di danau ini tidaklah kaya, terdapat hanya ada 16 spesies zooplankton yang terdiri dari Crustacea (8 spesies), Protozoa (3 spesies), dan Rotifera (5 spesies).

Di Danau Singkarak terekam tumbuhan air makrofita (*macrophyte*) sebanyak 30 spesies (Giesen & Sukotjo, 1991), delapan diantaranya merupakan spesies akuatik sejati, seperti eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang mengambang di permukaan, dan lukut cai (*Hydrilla verticillata*) yang hidupnya terbenam dalam air. Sementara itu Sunanisari *et al.* (2008) mencatat tumbuhan air yang umum di danau ini antara lain rumput ikan (*Potamogeton malaiianus*), seroja (*Nelumbo nucifera*), *Potamogeton sumtranus*, eceng gondok (*Eichornia crassipes*), lukut cai (*Hydrilla verticillata*), eceng kebo (*Monochria hastata*) dan genjer (*Limnocharis flava*).

Salah satu peran penting Danau Singkarak adalah karena airnya sebagai pasokan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Air dari danau ini disalurkan lewat terowongan bawah tanah yang dibangun mulai tahun 1992 sepanjang 19 kilometer ke PLTA Singkarak di Desa Asam Pulau, Lubuk Alung Pariaman. PLTA Singkarak ini beroperasi penuh sejak tahun 1998 dengan kapasitas yang cukup besar yakni 175 MW. Dengan dibangunnya terowongan ini (terowongan bawah tanah



Gambar 4. Intake PLTA Singkarak di nagari Guguk Malalo. (Coubout, 2014)

yang terpanjang di Indonesia) maka saluran keluar (*outlet*) Danau Singkarak tidak hanya melalui Sungai Ombilin tetapi juga lewat saluran terowongan ke PLTA Singkarak. PLTA ini menggunakan air Danau Singkarak sebanyak 10-12 m<sup>3</sup>/detik. Beroperasinya PLTA Singkarak secara keseluruhan telah merubah tata air, sehingga sempat menimbulkan konflik antara masyarakat setempat dengan PLTA. Pasalnya, masyarakat nelayan setempat yang menangkap ikan bilis sebagai mata pencaharian utama, merasa tangkapan ikan mereka menurun setelah dibangunnya terowongan air ini. Kini perairan sekitar mulut terowongan itu menjadi objek kunjungan wisata.



Danau Singkarak menyajikan pemandangan alam yang indah dengan latar belakang Pegunungan Bukit Barisan. Oleh karena itu Danau Singkarak sudah sejak lama menjadi objek tujuan wisata, tidak saja bagi wisatawan nusantara tetapi juga bagi wisatawan mancanegara. Beragam jenis kegiatan wisata telah berkembang di kawasan ini. Selain wisata alam untuk menikmati suguhan keindahan alam, juga berkembang wisata air misalnya berenang di danau yang tenang dan jernih, bersampan atau berperahu motor keliling danau, atau memancing.



Gambar 5. Wisata air di Danau Singkarak dan balap sepeda internasional *Tour de Singkarak*. (rieko.files.wordpress.com & general.web.id)

Wisata kuliner juga salah satu pilihan, terutama terkait dengan berbagai sajian berbasis ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*), ikan endemik di danau ini, yang sangat digemari banyak orang. Selain itu Danau Singkarak menjadi bagian dari *Tour de Singkarak*, sebuah event balap sepeda tingkat internasional yang diselenggarakan tiap tahun, sejak tahun 2009. *Tour de Singkarak* tak hanya sekadar lomba balap sepeda di jalan raya, namun juga pengenalan budaya dan keindahan alam Sumatera Barat. Sepanjang rute yang harus ditempuh, peserta akan disugahi pemandangan keberagaman budaya Minang dan juga keindahan alam Sumatera Barat.

## RUJUKAN

- Coubout, R. 2014. Ikan bilih, ikan endemik Danau Singkarak terancam punah. Kenapa?  
<http://www.mongabay.co.id>
- Coubout, R. 2015. Tiba-tiba ikan mati di Danau Singkarak, Kenapa?.  
<http://www.mongabay.co.id/2015/02/18>.
- Giesen, W. & Sukotjo, 1991. The west Sumatran lakes. Draft reconnaissance survey report. PHPA/AWB Sumatra Wetland Project, Interim Report No. 16.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahma, B. Priadi, B. Setiadi, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Nontji, A. 1992. Lake Kerinci: Fisheries and aquatic problems. PHPA/AWB/Puslitbang Limnologi Sumatera Wetland Project Report No. 37, Bogor, 42 pp.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Singkarak. ([danau.limnologi.lipi.go.id/danau](http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau)).

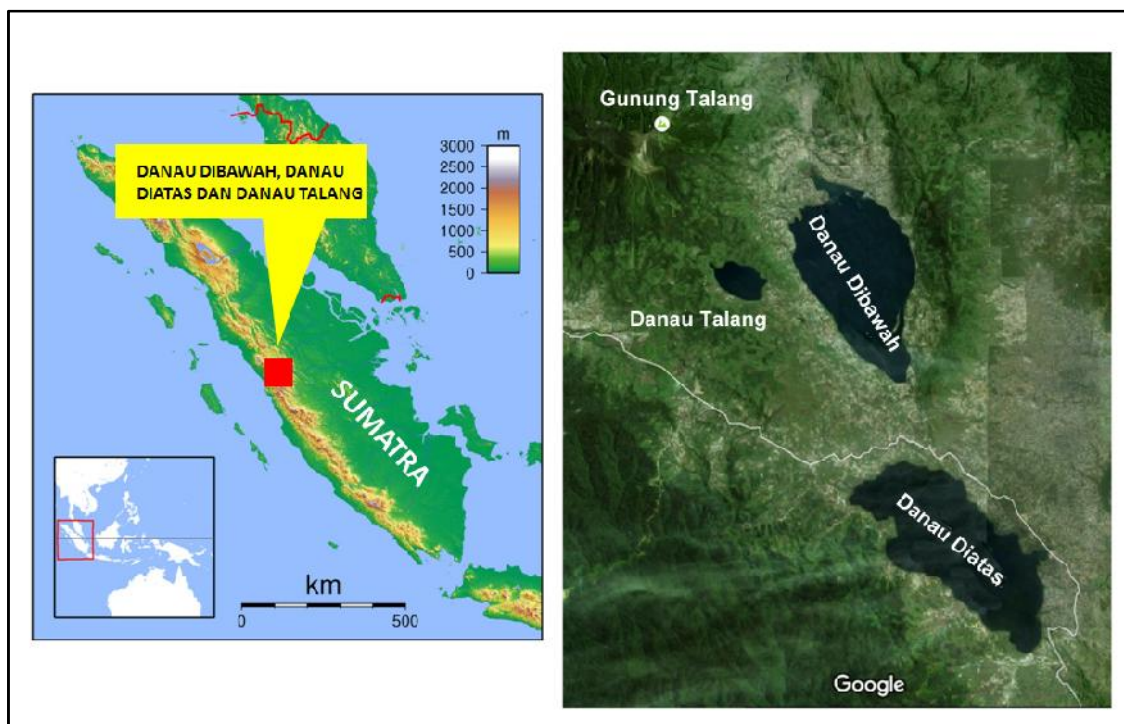
- Puslitbang Pengairan.1986. Penelitian kualitas air dan hidrobiologi danau-danau di Sumatra Barat. Puslitbang Pengairan 66/LA-12/1986.
- Setyahadi, A., P. Eko, I. Rinaldi & A. Arif. 2012. Danau-danau penanda jejak tektovulkanik. (sains.kompas.com/read/2012/04/23/09035935).
- Sunanisari, S., A. B. Santoso, E. Mulyana, S. Nomosatryo &Y. Mardiyati. 2008. Penyebaran populasi tumbuhan air Danau Singkarak. *Limotek* vol XV, No.2: 112 – 119.
- Wikipedia. Danau Singkarak. ( id.wikipedia.org).
- Wulandari, J., S. Afrizal & J. Nurdin. 2014. Komposisi dan struktur zooplankton di Danau Singkarak. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(1) – Maret 2014: 63-67.



## 7. DANAU DIBAWAH, DANAU DIATAS DAN DANAU TALANG

**D**anau Dibawah (Danau Dibaruh), Danau Diatas (Danau Diateh) dan Danau Talang terletak di Kabupaten Solok Sumatra Barat, di punggung Bukit Barisan yang memanjang di sepanjang Pulau Sumatra.

Bila kita membuka peta, maka lazimnya mata angin “utara” ditempatkan di sebelah “atas”, sedangkan “selatan” di tempatkan di sebelah “bawah”. Tetapi cobalah lihat peta danau di Kabupaten Solok ini. Disitu tercantum “Danau Dibawah” justru berada “di atas” (di utara) sedangkan “Danau Diatas” justru ada “di bawah” (di selatan). Rupanya penamaan kedua danau itu lebih merujuk pada ketinggian (*altitude*) muka danau itu, yakni Danau Diatas berada pada ketinggian 1.531 m dpl (diatas permukaan laut), yang berarti memang lebih tinggi atau lebih “di atas” dari Danau Dibawah yang ketinggiannya 1.462 m dpl.



Gambar 1. Peta Lokasi Danau Dibawah, Danau Diatas dan Danau Talang.

Danau Dibawah dan Danau Diatas terletak berdampingan, terpisah dengan jarak terdekat sekitar 2 km saja, dan karenanya keduanya sering dijuluki sebagai Danau Kembar. Kurang lebih 1 km sebelah barat dari Danau Dibawah terdapat lagi satu danau kecil yakni Danau Talang. Ketiga danau itu berada di kaki Gunung Talang (ketinggian 2.597 m dpl) yang merupakan gunung api yang masih aktif. Erupsi Gunung Talang yang terjadi pada bulan April 2005 misalnya, telah menyemburkan debu vulkanik yang endapannya menyelimuti daerah

sekitarnya hingga mengakibatkan kerugian besar pada penduduk sekitarnya. Meskipun ketiga danau berdekatan, tetapi ciri limnologinya berbeda.



Gambar 2. Danau Dibawah (kiri) dan Danau Diatas (kanan) yang dekat berdampingan, dilihat dari udara. Keduanya dijuluki Danau Kembar. (www.yudharentcar.com)

Data meteorologi tahun 2002 hingga 2005 mengindikasikan bahwa bagian Pegunungan Bukit Barisan di kawasan ini mempunyai iklim antara sangat basah (*super-humid*) dengan curah hujan antara 2.500 – 3.000 mm/tahun, dengan 140 – 170 hari hujan/tahun, dan iklim *hyper-humid* dengan curah hujan > 3.000 mm/tahun dengan 180 – 220 hari hujan/tahun. Puncak musim hujan terjadi pada bulan April dan Oktober sedangkan musim kemarau pada bulan Mei hingga Juni (Ridwansyah, 2009).

Danau Dibawah berada pada posisi geografi kurang lebih 1°0'35" Lintang Utara, dan 100°43'51" Bujur Timur. Dilihat dari asal-usul kejadiannya, Danau Dibawah tergolong danau tektonik, dengan ketinggian (*altitude*) 1.462 m di atas permukaan laut. Panjangnya kurang lebih 6,3 km dan lebar 2,9 km dengan luas perairan sekitar 11,2 km<sup>2</sup>. Volume danau ini adalah 2,54 km<sup>3</sup>. Danau Dibawah tergolong danau yang dalam, dengan kedalaman maksimum 309 m, dan kedalaman rata-rata 227 m. Aliran keluar utama dari danau ini adalah Sungai Lembang.

Daerah tangkapan air (*catchment area*) Danau Dibawah merupakan medan yang terjal dan telah dimanfaatkan untuk berbagai tujuan seperti pertanian, peladangan dan pemukiman. Areal pertanian dan peladangan tampak cukup intensif ditanami tanaman hortikultura seperti lobak, sawi, tomat, cabe merah dan sebagainya. Perairan danau sendiri dimanfaatkan sebagai sumber air minum, dan perikanan. Selain itu danau ini menjadi daerah tujuan wisata yang menarik.

Tumbuhan akuatik tidak banyak terdapat di Danau Dibawah. Umumnya terdapat di tepian danau. Beberapa diantaranya adalah *Eleocharis dulcis*, *Panicum repens*, *Polygonum barbatum*, *Potamogeton malayanus*, *Scirpus mucronatus* dan *Spirodela polyrhiza* (Giesen & Sukotjo, 1991).



Gambar 3. Panorama Danau Dibawah (jalan.thoughts.com/).

Ikan di Danau Dibawah terekam sebanyak 12 spesies (Giesen & Sukotjo, 1991), dua diantaranya merupakan ikan introduksi yakni ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan keperas (*Puntius gonionotus*). Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) yang endemik di danau-danau Sumatra Barat, terdapat juga di danau ini.

Moluska di Danau Dibawah tak banyak ragamnya. Giesen & Sukotjo (1991) merekam hanya ada empat spesies yakni siput *Brotia costula*, *Malanoides granifer*, *M. tuberculata*, dan kerang *Corbicula sumatrana*. Siput dan kerang ini umum ditemukan di bebatuan tepi danau,

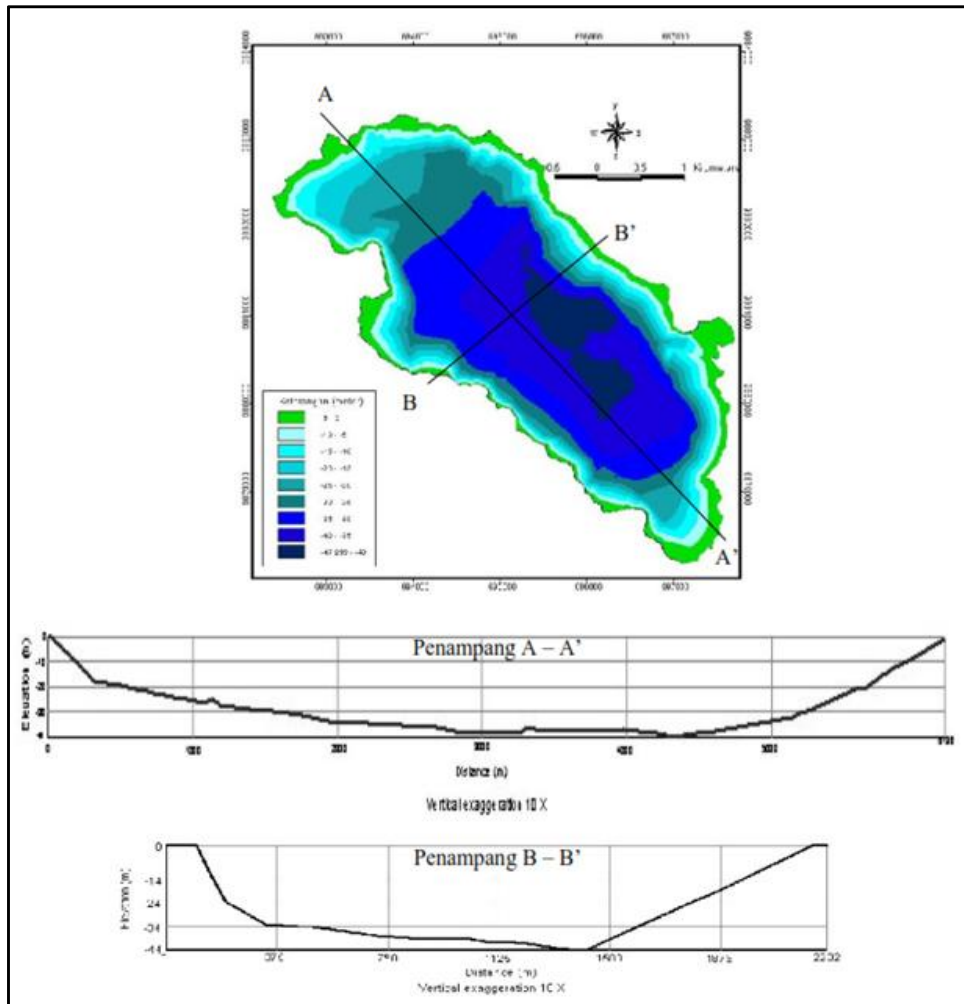
Ekspedisi limnologi *Indodanau* ke Danau Dibawah tahun 1992 (Lehmusluoto *et al.* 1997) mengungkapkan bahwa struktur perairan danau ini mempunyai stratifikasi vertikal yang lemah. Percampuran (*mixing*) air terjadi hanya pada lapisan teratas (*epilimnion*) saja, tidak sampai kedalaman sekitar 50 m. Kandungan oksigennya mulai habis pada kedalaman 50 – 60 m. Seterusnya ke bawah sampai ke lapisan dasar, oksigen sangat tipis atau telah habis hingga merupakan lapisan yang anoksik (tanpa oksigen). Berdasarkan kenyataan bahwa danau ini cukup dalam (maksimum 309 m) maka berarti sebagian besar volume danau ini dalam keadaan anoksik.

Nilai pH ditemukan cukup tinggi berkisar 7,7 – 8,5. Kandungan nitrogen total berkisar 0,180 hingga 0,466 mg N/l sedangkan kandungan fosfor total berkisar 0,015 hingga 0,080 mg P/l. Kandungan klorofil bervariasi dari 1,16 hingga 1,64 mg/m<sup>3</sup>, dan kecerahan air (*transparency*) sekitar 2,5 m. Kenyataan ini mengindikasikan bahwa danau ini merupakan danau yang miskin (oligotrofik).

Di samping itu, Hajjir *et al.* (2015) yang mengkaji lingkungan plankton di Danau Dibawah di bulan April – September tahun 2014 mengemukakan beberapa data tentang kualitas air danau ini antara lain suhu air berkisar 22,0 – 23,6 °C, TSS (*total suspended matter*) 30 – 40 mg/l, pH 8, oksigen terlarut 6,1 – 6,4 mg/l, nitrat 0,54 – 1,12 mg/l, fosfat 0,16 – 0,28 mg/l dan kecerahan air 3 – 12 m. Studi itu juga mengungkapkan terdapat 83 spesies

fitoplankton di danau ini yang tergolong dalam lima kelas yakni Bacillariophyceae (52 spesies), Chlorophyceae (22 spesies), Cyanophyceae (5 spesies), Dinophyceae (3 spesies) dan Euglenophyceae (1 spesies).

Danau Diatas terletak, pada posisi geografis antara 1°01'51" - 1° 07'39" Lintang Selatan, dan antara 100°43'01" – 100°50'26" Bujur Timur, kurang lebih di selatan Danau Dibawah. Dilihat dari asal pembentukannya, Danau Diatas tergolong danau tektonik.



Gambar 4. Peta batimetri (kedalaman) dan penampang Danau Diatas (Ridwansyah, 2009)

Danau Diatas mempunyai bentuk cekung dengan arah memanjang barat-laut-tenggara (Gambar 4) sebagai hasil proses tektonik sesar besar Sumatra. Danau Diatas mempunyai ketinggian (*altitude*) 1.531 m di atas permukaan laut. Luas perairannya sekitar 12,45 km<sup>2</sup> dengan panjang maksimum 6,4 km, lebar maksimum 2,9 km dan panjang garis pantai 19,9 km. Tidak seperti Danau Dibawah yang dalam (309 m), Danau Diatas merupakan danau yang relatif dangkal dengan kedalaman maksimum 47 m. Volume danau 302 juta m<sup>3</sup> dan waktu simpan (*retention time*) mencapai 7,7 tahun (Ridwansyah, 2009). Pintu keluar (*outlet*) utama adalah Sungai Gumanti yang akan menyatu dengan Sungai Batanghari, yang akhirnya bermuara di Selat Berhala, dekat Selat Malaka.





Gambar 5. Panorama Danau Diatas (jalan.thoughts.com)

Danau Diatas mempunyai daerah tangkapan air (*catchment area*) seluas 40,86 km<sup>2</sup>. Sungai-sungai yang masuk ke danau ini umumnya berupa sungai-sungai musiman (*intermittent*), yang kering di musim kemarau. Hanya beberapa sungai saja yang tetap mengalirkan air sepanjang tahun. Aliran keluar dari danau diperuntukkan terutama untuk kepentingan irigasi. Tutupan lahan didominasi oleh semak belukar dan di beberapa tempat digunakan sebagai lahan pertanian sayuran oleh penduduk sekitar danau.

Struktur vertikal suhu perairan Danau Diatas menunjukkan lapisan epilimnion (yang merupakan lapisan teratas yang terpengaruh dan teraduk oleh angin) terdapat hanya sampai pada kedalaman 12,5 m, sedangkan metalimnion yang merupakan lapisan transisi di bawahnya, terdapat pada kedalaman 12,5 m sampai 25 m. Di bawahnya lagi, yang merupakan lapisan hipolimnion mulai dari kedalaman 25 m dan seterusnya ke bawah cenderung stabil dari pengaruh eksternal.

Hasil penelitian limnologi Ekspedisi *Indodanau* menunjukkan bahwa Danau Diatas mempunyai stratifikasi vertikal yang lemah (*weakly stratified*) (Lehmusluoto *et al.* 1997). Kandungan oksigennya cukup baik karena danau ini dangkal, hingga sirkulasi air masih dimungkinkan terjadi secara periodik sampai ke dasar danau. Kandungan total nitrogennya berkisar 0,076 – 0,927 mg N/l, dan fosfor dari tak terdeteksi hingga 0,040 mg P/l. Kandungan klorofilnya berkisar 1,43 – 1,71 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan kecerahan air (*transparency*) berkisar 5,5 – 6,5 m. Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa Danau Diatas tergolong perairan yang miskin (oligotrofik)

Fitoplankton yang dominan di Danau Diatas pada bulan Maret 1992 antara lain alga biru-hijau *Cyanodictyon imperfectum*, dan alga hijau *Oocystis* spp, tetapi di bulan Agustus 1993 *Oocystis* sp mendominasi dan diatom *Aulacoseira granulate* umum dijumpai (Lehmusluoto *et al.* 1997).

Pemerintah Daerah Sumatra Barat tidak hanya mengembangkan Danau Diatas ini sebagai tujuan pariwisata, tetapi juga sebagai sumber irigasi. Selain itu direncanakan dibangun pembangkit tenaga listrik dengan memanfaatkan air danau ini..

Dari aspek pariwisata, Danau Kembar (Danau Dibawah dan Danau Diatas) merupakan destinasi wisata mengesankan dengan panorama indah serta suasana pedesaan yang asri. Kedua danau bisa terlihat dari puncak bukit yang berada di antaranya. Daerah ini berjarak sekitar 60 km dari Padang dan dapat ditempuh dengan kendaraan dalam waktu sekitar 1,5 jam.



Gambar 6. Danau Kembar (Danau Dibawah dan Danau Diatas) menjadi tujuan wisata alam unggulan di Sumatra Barat (telusurindonesia.com)

Dataran tinggi dan bukit-bukit di sekitarnya sangat cocok untuk penggemar olahraga *hiking*, *camping*, dan juga sebagai tempat rekreasi keluarga. Pemerintah Provinsi Sumatera Barat telah merencanakan kawasan wisata tersebut sebagai salah satu destinasi unggulan di Sumatera Barat. Pemerintah setempat pun mulai membangun beberapa fasilitas penunjang pariwisata di sekitar kawasan di atas bukit yang memisahkan Danau Kembar.

Di puncak bukit terdapat beberapa sarana wisata untuk memberikan kenyamanan wisatawan dalam menikmati keindahan Danau Kembar, seperti *gazebo* dan tempat duduk untuk bersantai. Sementara di sisi lain, wisata air bisa dilakukan di Danau Diatas. Pengunjung hanya bisa berperahu motor tradisional mengelilingi danau. Sementara di Danau Dibawah - karena kedalamannya yang dapat membahayakan - pengunjung tidak diperkenankan menjelajah dengan perahu. Sayangnya, tidak ada fasilitas seperti sepeda air dan sarana untuk memancing di lokasi wisata danau berair jernih itu. Rumah makan atau restoran juga belum banyak tersedia di sana.

Beberapa keunggulan Danau Kembar untuk tujuan pariwisata adalah: (a) dikelilingi oleh lahan pertanian hortikultura yang subur seperti sayur-sayuran dan buah-buahan, (b) adanya panorama yang luar biasa, yaitu dua danau yang bisa dilihat secara bersamaan dari puncak bukit yang berada di antara keduanya, (c) sepanjang jalan raya untuk menuju danau ini terdapat pemandangan yang bisa dinikmati dan menyejukkan mata, yaitu hamparan perkebunan teh yang terlihat bagai permadani hijau, (d) udara yang terasa sejuk tak terpolusi.

Danau Talang merupakan danau vulkanik yang terbentuk dari salah satu kawah Gunung Talang. Danau ini berada pada posisi geografis 1°0'45,71" Lintang Utara dan 100°42'3,59"

Bujur Timur. Bentuknya hampir persegi dengan panjang maksimum 1,71 km, lebar 0,94 km, keliling 4,52 km dan luas 1,02 km<sup>2</sup>. Kedalamannya diperkirakan sekitar 90 m.



Gambar 7. Panorama Danau Talang dengan latar belakang Gunung Talang  
(jalan.thoughts.com & imgrum.net )

Danau Talang mempunyai potensi untuk menjadi tujuan wisata dengan alamnya yang masih asli dan mempesona dengan latar belakang Gunung Talang, namun akses jalan menuju ke danau ini masih belum menunjang, masih sulit dicapai dengan mobil.

Pariwisata di Danau Talang belum berkembang seperti di Danau Kembar tetangganya, meskipun potensinya cukup baik. Alamnya yang asri dan masih asli dengan latar belakang Gunung Talang merupakan nilai tersendiri. Wisata berperahu di danau ini merupakan salah satu pilihan. Kendala utamanya adalah karena akses jalan menuju ke danau ini masih sulit.

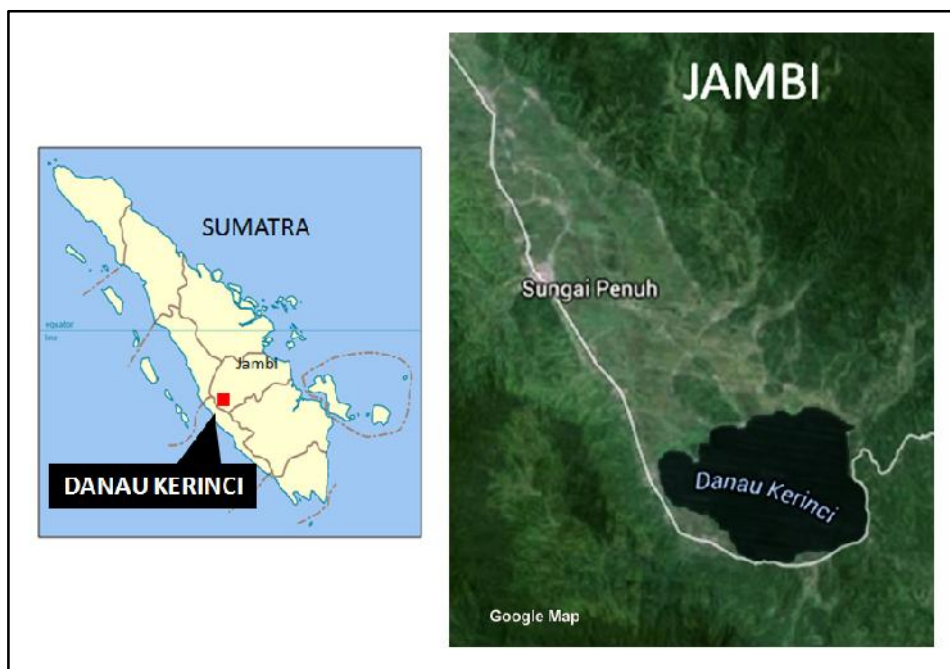
## RUJUKAN

- Giesen, W. & Sukotjo. 1991. The west Sumatran lakes. PHPA/AWB Sumatra Wetland Project Report No. 16, Bogor: 37 pp.
- Hajjir, S., J. Nurdin & A. Dharma. 2015. Komunitas fitoplankton dan kandungan pestisida di Danau Dibawah Kabupaten Solok Sumatera Barat. *Online Journal of Natural Science* Vol 4 (2): 33-42.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Ridwansyah, I. 2009. Kajian morfometri, zona perairan dan stratifikasi suhu Danau Diatas, Sumatera Barat. *Limnotek*, vol XVI, No. 1: 22 – 32.

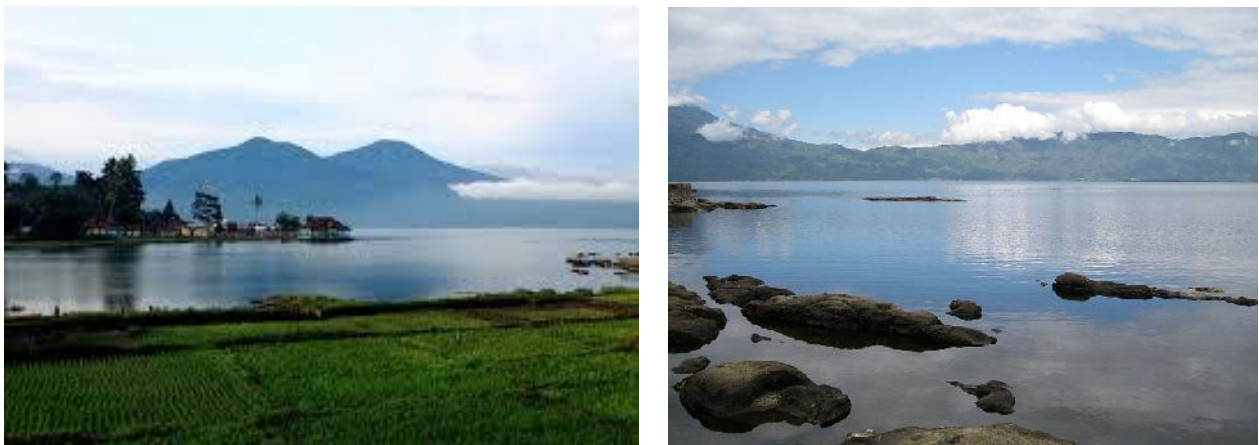


## 8. DANAU KERINCI

**D**anau Kerinci terletak di Pegunungan Bukit Barisan di Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi, Sumatra. Secara geografis danau ini berada antara  $2^{\circ}7'28''$  sampai  $2^{\circ}8'14''$  Lintang Selatan dan  $101^{\circ}26'50''$  sampai  $101^{\circ}31'34''$  Bujur Timur. Danau ini beserta daerah tangkapan airnya (*catchment area*) merupakan *enclave* dalam kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat. Ada enam kecamatan yang berbatasan dengan Daerah Tangkapan Air Danau Kerinci yakni: Kecamatan Sungai Penuh, Air Hangat, Gunung Kerinci, Danau Kerinci, Sitiinjau Laut dan Gunung Raya.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Kerinci



Gambar 2. Panorama Danau Kerinci ([galeriwisata.wordpress.com](http://galeriwisata.wordpress.com) & [id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org))



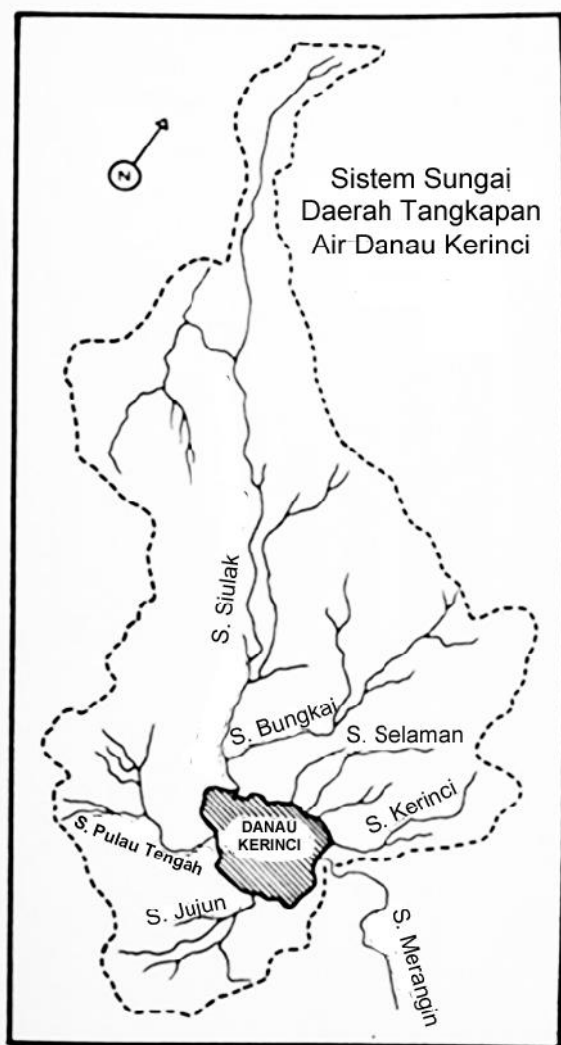
Dilihat dari asal-usul kejadiannya, Danau Kerinci tergolong danau tekto-vulkanik yang diakibatkan oleh gabungan fenomena tektonik dan vulkanik. Dari kajian Verstappen (1961) dan Pardede (1982) perihal terjadinya Danau Kerinci dapat disarikan bahwa lembah Kerinci dimulai terbentuk pada kala Miosen Akhir sampai Pleistosen (sekitar 3-5 juta tahun lalu) dengan terjadinya amblesan tektonik (*graben*) antara dua sesar aktif yakni Sesar Sungai Penuh dan Sesar Sungai Abu. Kedua sesar ini merupakan segmen dari Sesar Besar Sumatra (*the Great Fault of Sumatra*) yang terentang sepanjang Bukit Barisan. Aktivitas vulkanik di selatan amblesan selama kala Plio- Pleistosen menghasilkan material *tuff* yang mengendap dan membendung bagian tenggara lembah itu. Lembah itu kemudian terisi air dan membentuk Danau Kerinci tua yang mengalir keluar lewat bagian tenggara (sekitar lokasi Batang Merangin sekarang). Pengikisan-pengikisan kemudian terjadi hingga membentuk danau seperti yang ada sekarang.

Iklim Danau Kerinci merupakan iklim tropis basah. Hujan terjadi hampir setiap bulan dengan maksimum pada bulan Januari (sekitar 250 mm/bulan), sedangkan bulan Juni-Juli agak

kering (sekitar 100 mm/bulan). Curah hujan di kawasan ini menunjukkan pola bipolar, yakni dengan dua puncak, yang primer pada bulan Januari dan sekunder di bulan April. Secara keseluruhan Danau Kerinci mendapat curah hujan sebesar 2.000 – 3.000 mm/tahun (DPU & Yaramaya, 1983). Suhu udara rata-rata di kawasan Danau Kerinci berkisar 19,2 – 20,2 °C dengan rerata 19,6 °C, sedangkan kelembaban berkisar 81 – 86 % dengan rerata 84 % (DPU & Yaramaya, 1983).

Danau Kerinci berada dalam Daerah Tangkapan Air (*Water Catchment Area*) yang terentang dengan arah barat laut – tenggara seperti ditampilkan dalam Gambar 3. Luas total Daerah Tangkapan Air ini adalah sekitar 1.000 km<sup>2</sup> (DPU & Yaramaya, 1983). Sistem sungai pada Daerah Tangkapan yang mengalirkan airnya ke Danau Kerinci terdiri dari lima subsistem yakni Sungai Siulak (712,25 km<sup>2</sup>), Sungai Selaman (52,80 km<sup>2</sup>), Sungai Kerinci (56,25 km<sup>2</sup>), Sungai Lebo/Sungai Kapur (115,03 km<sup>2</sup>) dan Sungai Jujun (68,57 km<sup>2</sup>). Sistem Sungai Siulak dengan daerah tangkapannya 712,25 km<sup>2</sup> menyumbangkan sekitar 70,9 % dari seluruh luas daerah tangkapan Danau Kerinci.

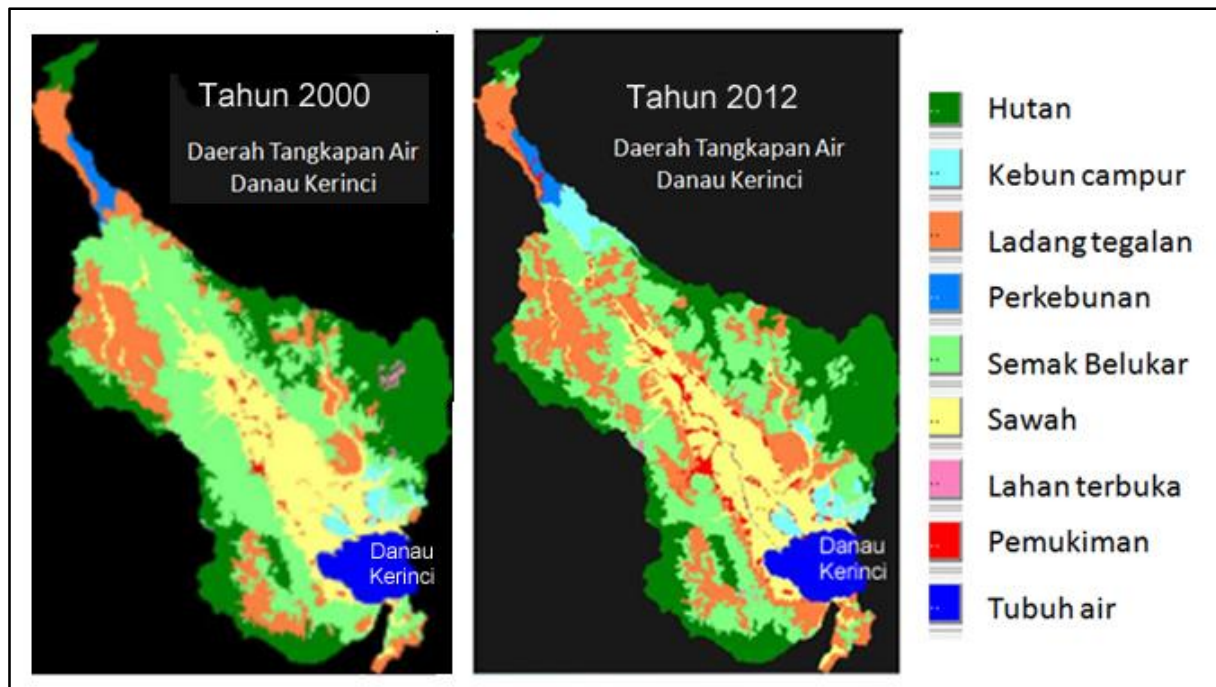
Total debit air dari seluruh sungai yang masuk ke Danau Kerinci berkisar antara 37,9 m<sup>3</sup>/det (pada puncak musim terkering bulan Juli)



Gambar 3. Sistem Sungai di Daerah Tangkapan Air Danau Kerinci (DPU & Yaramaya, 1983)

dan 74,3 m<sup>3</sup>/det (pada puncak musim hujan bulan Januari), sedangkan Sungai Siulak sendiri menyumbang sebesar 26,9 – 52,6 m<sup>3</sup>/ det. Air yang keluar dari Danau Kerinci hanya melalui Batang Merangin dengan debit berkisar 29,7 m<sup>3</sup>/det (di bulan Juli) sampai 94,6 m<sup>3</sup>/det (di bulan Desember), sedangkan rerata tahunannya adalah 57,31 m<sup>3</sup>/det (DPU & Yaramaya, 1983). Pada bulan-bulan tertentu total air yang masuk (*inflow*) adalah lebih besar dari air yang keluar (*outflow*).

Kawasan Daerah Tangkapan Air Danau Kerinci telah banyak mengalami berbagai perubahan tata guna lahan. Hal ini menyebabkan makin meningkatnya laju erosi, sedimentasi dan eutrofikasi yang menimbulkan berbagai masalah di lingkungan perairan danau.



Gambar 4. Perubahan tutupan lahan di Daerah Tangkapan Air Danau Kerinci tahun 2000 dan 2012 (Mukhoriyah & Triskati, 2012)

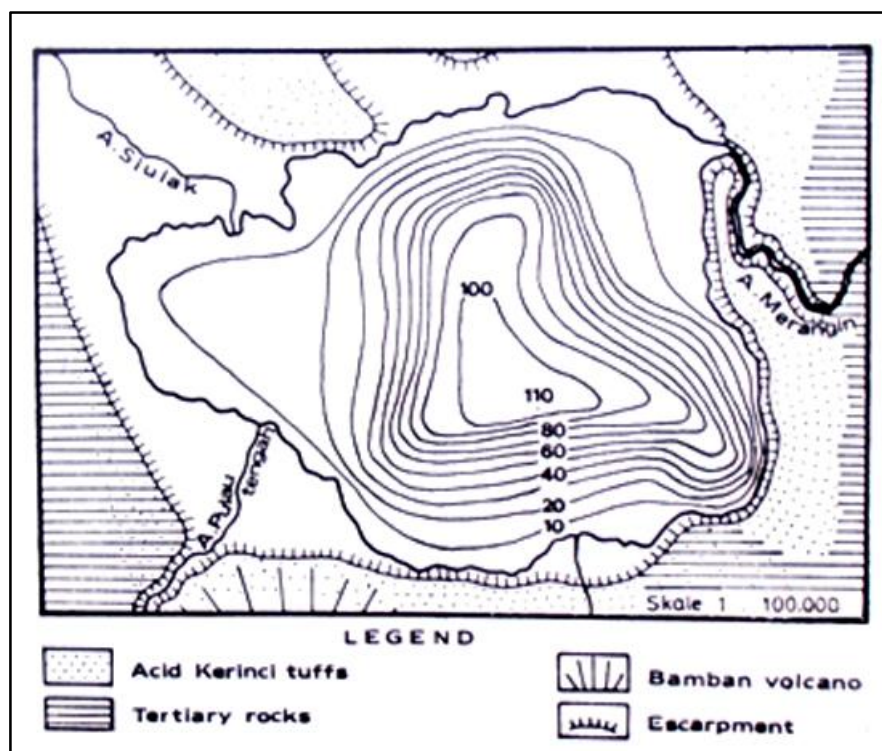
Kajian yang dilaksanakan oleh Mukhoriyah & Trisakti (2014) misalnya, telah mengindikasikan telah terjadinya perubahan tutupan lahan Daerah Tangkapan Air Danau Kerinci dalam kurun tahun 2000 hingga 2012 (Gambar 4), antara lain makin bertambahnya area pemukiman, sedangkan luas hutan dan sawah mengalami penurunan. Vegetasi tutupan berupa tanaman keras (hutan, perkebunan, kebun campur, semak/belukar) menjadi sebesar 55,2 %, sehingga telah masuk dalam kategori terancam berdasarkan Pedoman Pengelolaan Ekosistem Danau. Perubahan tata guna lahan ini mengakibatkan terjadinya peningkatan koefisien aliran permukaan ke danau, dari 0,420 (tahun 2000) menjadi 0,437 (tahun 2012), dimana peningkatan yang paling besar terjadi pada lahan pemukiman dan sawah. Perubahan luas tutupan vegetasi di Daerah Tangkapan Air mengakibatkan makin besarnya laju sedimentasi di danau.

Dari aspek morfometri, dapat disebutkan bahwa Danau Kerinci berada pada ketinggian (elevasi) 787 m di atas permukaan laut, luas permukaan 46 km<sup>2</sup>, panjang rerata 9,80 km, lebar rerata 4,59 km, kedalaman maksimum 97 m, volume sebesar 1,6 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>, dan waktu tinggal

(*retention time*) 10,8 bulan (DPU & Yaramaya, 1983). Sedikit berbeda, Verstappen (1995) sebelumnya mencatat kedalaman maksimum Danau Kerinci sekitar 110 m. Beberapa ciri morfometri Danau Kerinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa ciri morfologi Danau Kerinci (DPU & Yaramaya, 1983)

• Elevasi (ketinggian muka air) (m dpl)	787 (max)
• Luas permukaan (km <sup>2</sup> )	46 (max)
• Panjang rerata (km)	9,80
• Lebar rerata (km)	4,59
• Kedalaman rerata (m)	35,60
• Kedalaman maksimum (m)	97
• Volume maksimum (m <sup>3</sup> )	1,6 x 10 <sup>9</sup>
• Panjang garis pantai (km)	31,47
• <i>Outflow</i> rerata tahunan (m <sup>3</sup> /s)	57.31
• Waktu tinggal ( <i>retention time</i> ) (bulan)	10,8



Gambar 5. Peta batimetri (kedalaman) Danau Kerinci (Verstappen, 1955)

Peta batimetri (kedalaman) Danau Kerinci disajikan pada Gambar 5 yang bersumber dari karya Verstappen (1955). Peta tersebut mengindikasikan bahwa Danau Kerinci membentuk cekungan dengan dasar yang agak mendatar disertai lereng yang curam ke arah tepi, terutama di sebelah tenggara (dekat Tanjung Batu), sedangkan di cekungan barat (dekat Sumerap) dan di pojok barat-laut dasarnya dangkal dan melandai.

Kajian kualitas air di Danau Kerinci pada bulan Maret 1979 disampaikan dalam Tabel 2. Kualitas air danau (setidaknya yang terekam saat itu) mengindikasikan bahwa air danau pada

umumnya dalam kondisi baik untuk perikanan dan tingkat kesuburannya tergolong menengah (mesotrofik). Data kualitas air Danau Kerinci yang lebih mutakhir disajikan di Tabel 3.

Tabel 2. Kualitas air Danau Kerinci (DPU & Yaramaya, 1983)

• pH	6,5 – 7,9
• Oksigen terlarut	4,5 – 6,8 ppm
• Konduktivitas elektrik	20 – 110 $\mu$ hos/cm
• Alkalinitas	29,6 – 34,9 ppm CaCO <sub>3</sub> equivalent
• Kalsium	12,5 – 25,2 ppm
• Orto-fosfat	0,10 – 0,60 ppm
• Silikat	2,10 – 12,95 ppm
• Kecerahan ( <i>transparency</i> )	3,0 – 3,5 m

Tabel 3. Kualitas air Danau Kerinci (danau.limnologi.lipi.go.id, 2015)

No.	Parameter Analisa	Satuan	Kisaran Nilai
<b>FISIKA</b>			
1.	Bau	-	Tdk Berbau
2.	Rasa	-	Tdk Berasa
3.	Temperatur	°C	22 – 29
4.	DHL	us/cm	22 -98
5.	Zat Padat Terlarut	mg/L	10,2 – 46,5
6.	TSS	mg/L	24 - 28
7.	Kekeruhan	NTU	1 - 15
8.	Wama	Pt Co.	1,85 - 17
9.	Oksigen Terlarut	mg/L	6,0 – 6,2
<b>KIMIA</b>			
1.	pH	-	6,8 – 7,1
2.	BOD <sub>5</sub>	mg/L	2 - 5
3.	COD	mg/L	6 - 15
4.	Fluorida (F)	mg/L	< 0,01
5.	Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	0,174 – 0,304
6.	Kloroda (Cl)	mg/L	1,75 – 5,55
7.	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> )	mg/L	0,333 – 1,06
8.	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,005 – 0,007
9.	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/L	1,87 – 2,00
10.	Phosfat (PO <sub>4</sub> )	mg/L	0,09 - 0,36
11.	Besi (Fe)	mg/L	0,05 – 0,64
12.	Mangan (Mn)	mg/L	< 0,02
13.	Timbal (Pb)	mg/L	<0,02
14.	Minyak dan Lemak	ug/L	400 - 800
15.	Deterjen (MBAS)	mg/L	< 0,001
16.	Fenol	mg/L	< 0,001
17.	Raksa ( Hg)	mg/L	< 0,001
<b>KIMIA ORGANIK</b>			
18.	Zat Organik (KmnO <sub>4</sub> )	mg/L	

Dari segi keanekaragaman hayati dapat disebutkan bahwa di perairan Danau Kerinci dapat ditemui berbagai tumbuhan air, terekam sebanyak 49 spesies. Soerjani (1981) menyebutkan bahwa tumbuhan air di Danau Kerinci umumnya terdapat dalam tiga formasi utama yakni formasi bakung (*Hanguana malayana*) yang terdapat di tepian pantai, formasi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang hidup mengambang di permukaan baik di perairan



terbuka maupun di sepanjang pantai, dan formasi *Hydrilla verticillata* yang hidup terendam di dalam air yang dangkal.



Gambar 6. Formasi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan bakung (*Hanguana malayana*) di tepi Danau Kerinci. (wordpress.com & Nontji, 1992)

Tabel 4. Ikan yang terekam dari Danau Kerinci (Nontji, 1992)

Spesies	Nama Lokal	Sumber
<b>A. IKAN AIR TAWAR PRIMER</b>		
1. <i>Anabas testudineus</i>	Puyu	C,D
2. <i>Trichogaster trichopterus</i>	Sepat rawa	C,D
3. <i>Mystus planiceps</i> ( <i>Macrones planiceps</i> )	Baung	A,C
4. <i>Mystus</i> sp. ( <i>Macrones</i> ap.)	Baung	D
5. <i>Channa gachua</i> ( <i>Ophiocephalus gachua</i> )	Uan/ Ruan	C,D
6. <i>Channa striata</i> ( <i>Opheocephalus striata</i> )	Muju	C,D
7. <i>Clarias teysmanii</i>	Limbat	A,C,D
8. <i>Cyprinus carpio</i>	Ikan rayo/Mas	C,D
9. <i>Hampala macrolepidota</i>	Barau	A,C,D
10. <i>Hampala</i> sp.	Barau	C
11. <i>Labeobarbus tambra</i>	Semah	A,C,D
12. <i>Osteochillus vittatus</i>	Medik	C,D
13. <i>Puntius huguenini</i>	Ikalari/Lahoi	A,B,D
14. <i>Puntius</i> sp.	Keperas	C,D
15. <i>Rasbora</i> sp.	Seluang	C,D
16. <i>Mastacembelus maculatus</i>	Tilan	A,C,D
17. <i>Mastacembelus</i> sp.	Tilan	C
<b>B. IKAN AIR TAWAR SEKUNDER</b>		
18. <i>Oreochromis mossambicus</i> ( <i>Tilapia mossambica</i> )	Mujaer	C,D
19. <i>Oreochromis niloticus</i> ( <i>Tilapia niloticus</i> )	Nila	D
20. <i>Aplochilus panchax</i> ( <i>Panchax panchax</i> )	Kepala timah	C,D
21. <i>Fluta alba</i> ( <i>Monopterus alba</i> )	Ikan panjang /belut	C.D
<p>Sumber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Regan (1920)</li> <li>B. Weber &amp; de Beaufort (1916)</li> <li>C. UI &amp; DPU (1979)</li> <li>D. Riyanto (1991)</li> </ul>		

Di Danau Kerinci terdapat sedikitnya 21 jenis ikan (Tabel 4). Sebagian besar merupakan ikan tawar primer yang hanya dapat hidup di perairan tawar seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*), semah (*Labeobarbus tambra*), sepat rawa (*Trichogaster trichopterus*) dan puyu (*Anabas testiduneus*), sedangkan yang lainnya berupa ikan tawar sekunder yang dapat pula beradaptasi di perairan payau seperti ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*), dan nila (*Oreochromis niloticus*).

Beberapa jenis ikan yang dapat ditemukan di Danau Kerinci bukanlah ikan asli danau ini, tetapi merupakan ikan introduksi, yang didatangkan dari luar. Ikan mas (*Cyprinus carpio*) misalnya, di introduksi ke Danau Kerinci tahun 1953, setelah itu kemudian dimasukkan lagi (*restocking*) beberapa kali. Ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*) diintroduksi ke danau ini tahun 1963, dan telah berkembang dengan baik. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) juga menyusul kemudian. Ikan-ikan introduksi ini telah menjadi jenis ikan andalan produksi danau ini. Yang juga menarik adalah dimasukkannya ikan koan atau *grass carp* (*Ctenopharyngodon idella*), ikan herbivor untuk pengendalian gulma eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di Danau Kerinci.

Pada tahun 1970-an Danau Kerinci terancam oleh maraknya tumbuhan gulma eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang hidupnya mengambang di permukaan air. Tumbuhan ini menutupi sebagian besar permukaan danau. Hamparan eceng gondok yang meluas ini sangat mengganggu kegiatan perikanan masyarakat setempat. Di samping itu juga menghambat jalur transportasi lewat perairan. Pada tahun 1995 Pemerintah Daerah mendatangkan dan menebar ikan herbivor yakni ikan koan atau *grass carp* (*Ctenopharyngodon idella*) untuk mengendalikan pertumbuhan gulma eceng gondok di danau ini. Ikan koan sangat rakus memakan akar eceng gondok. Pengendalian secara biologi ini disertai pula dengan pengendalian secara mekanis dengan mengangkat eceng gondok dari perairan. Pengendalian eceng gondok dengan cara ini tampaknya berhasil. Kini perairan Danau Kerinci boleh dikatakan sudah aman dari ancaman gulma ini. Ikan koan dewasa dapat mencapai ukuran panjang maksimal



Gambar 7. Atas: Ikan koan (*Ctenopharungodon idella*), ikan herbivor yang dimanfaatkan untuk pengendalian eceng gondok di Danau Kerinci. Bawah: Ikan semah (*Labeobarbus tambra*) ikan endemik Danau Kerinci yang kondisinya semakin terancam. (tipspetani.blogspot.co.id & kerinciinspirasi.blogspot.co.id )

120 cm dan bobot 20 kg, dan merupakan pula ikan konsumsi bagi masyarakat.

Selain itu terdapat pula ikan semah (*Labeobarbus tambra*) yang merupakan ikan asli Danau Kerinci yang dulu banyak ditemukan tetapi kemudian makin langka dan makin terancam. Ikan ini bisa mencapai ukuran panjang sampai 0,65-1,0 m, dan sangat dihargai karena kelezatannya dan harganya yang cukup mahal. Ikan ini makin sulit dijumpai di danau tetapi masih bisa dijumpai di sungai-sungai terdekat, terutama sungai Batang Merangin yang merupakan pintu keluar dari Danau Kerinci. Diduga ikan semah memijah dan meletakkan telurnya di dasar bebatuan sungai dengan air besih yang mengalir dan menjelang besar baru bermigrasi ke danau untuk mencari makan. Oleh karena itu daerah konservasinya perlu diperluas tidak hanya meliputi perairan danau, tetapi juga perairan sungai sekitarnya. Belum lama ini (21 April 2016) Gubernur Jambi Zumi Zola menebarkan benih ikan semah dan ikan bedik sebanyak 25.000 ekor di Danau Kerinci untuk menunjang perikanan dan melestarikan ikan di danau ini. Benih ikan yang ditebar itu berasal dari Balai Benih Ikan di Desa Pendung Semurup, Jambi.

Adapun mengenai moluska di perairan Danau Kerinci tak banyak informasi yang dapat diperoleh. Kajian oleh Hamidah (2015) mengindikasikan terdapatnya sembilan spesies di danau ini, satu diantaranya termasuk Kelas Bivalvia (kerang) sedangkan lainnya termasuk Kelas Gastropoda (keong/siput). Bivalvia yang ditemukan adalah *Corbicula javanica*, sedangkan Gastropoda terdiri dari spesies *Bellamyia sumatrensis*, *Thiara scabra*, *Melanooides tuberculata*, *Melanooides maculata*, *Brotia costula*, *Pomacea canaliculata*, *Gyraulus convexiusculus* dan *Indoplanorbis exustus*. Salah satu spesies yakni *Pomacea canaliculata*, umum dikenal sebagai keong emas atau keong murbai, bukanlah spesies asli di perairan ini, tetapi berasal dari Amerika Selatan. Keong emas diintroduksi ke Indonesia tahun 1981 semula sebagai hewan hias, tetapi kemudian menyebar kemana-mana. Tak jelas sejak kapan dan bagaimana spesies ini masuk ke Danau Kerinci. Di banyak tempat lain di Indonesia dan Asia, keong emas telah menjadi hama di sawah dan perairan tergenang lainnya yang menimbulkan banyak kerugian.

Salah satu aspek lain yang penting dari Danau Kerinci adalah pariwisata. Danau ini menyajikan bentangan alam yang indah, dengan latar belakang pegunungan Bukit Barisan dan hamparan danau yang asri. Pariwisata di kawasan ini dapat berupa wisata alam, wisata air seperti berenang, berperahu di danau, memancing atau wisata budaya. Pemerintah Daerah telah menjadikan danau ini sebagai destinasi wisata utama di Jambi. Danau ini menjadi tempat berlangsungnya Festival Danau Kerinci yang diadakan setiap tahun, dimulai sejak tahun 1999. Kegiatannya antara lain menampilkan berbagai macam atraksi kesenian masyarakat Jambi sebagai suguhan untuk para wisatawan yang datang berkunjung.



Gambar 8. Keong emas (*Pomacea canaliculata*).  
(petanitop.blogspot.com)





Gambar 9. Festival Danau Kerinci dilaksanakan tiap tahun untuk menunjang pariwisata Danau Kerinci. (gosumatra.com)

Fungsi lain Danau Kerinci yang tak kalah pentingnya adalah sebagai sumber air baku untuk keperluan air minum, mandi dan mencuci. Saat ini air Danau Kerinci untuk sumber air baku dikelola oleh PDAM Kabupaten Kerinci.

Air Danau Kerinci berperan penting pula untuk irigasi yang mengairi sawah yang berada di hilir *outflow* danau, terutama sawah-sawah yang berada di sekitar Sungai Merangin.

Selain itu air danau dimanfaatkan pula untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Merangin

yang sekarang masih dalam tahap pembangunan, dan diharapkan baru akan mulai beroperasi penuh tahun 2017 dengan kapasitas 350 MW.

## RUJUKAN

- DPU & Yaramaya, PT. 1983. Draft final report, studi perimbangan tata air Danau Kerinci, Laporan Utama. Departemen Pekerjaan Umum: 85 hlm.
- Hamidah, A. 2015. Jenis dan kepadatan moluska di Danau Kerinci Provinsi Jambi. Prosiding Semirata 2015 bidang IPA BKS-PTN Barat, Universitas Tanjungpura Pontianak: 65-73.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Maruli, A. 2011. Ikan koan bersihkan eceng gondok Danau Kerinci. antaranews.com
- Mukhoriyah & B. Trisakti. 2014. Kajian kondisi Daerah Tangkapan Air Danau Kerinci berdasarkan perubahan penutup lahan dan koefisien aliran permukaan. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014: 543-550.
- Nontji, A. 1992. Lake Kerinci: Fisheries and aquatic problems. PHPA/AWB/Puslitbang Limnologi, Sumatera Wetland Project Report No. 37, Bogor, 42 pp.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Kerinci (danau.limnologi.lipi.go.id).
- Riyanto, W. 1991. Fisheries survey in Lake Kerinci June-July 1991. Puslitbang Limnologi LIPI and AWB.
- Soerjani, M. 1981. Pemanfaatan gulma air sebagai bagian dalam pengelolaan Danau Kerinci. PSLM UI – Ditjen Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum: 33 hal.
- Verstappen, H. T. 1955. Geomorphic note on Kerinci (Central Sumatra). Majalah Ilmu Alam untuk Indonesia 111: 166-177.



Verstappen, H. T. 1961. Some “volcano-tectonic” depressions of Sumatra, their origin and mode of development. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Proc. Ser. B. vol. 64: 428-443.

## 9. DANAU DENDAM TAK SUDAH

**S**iapa pun akan tergelitik bila pertama kali mendengar nama danau yang aneh: “Danau Dendam Tak Sudah”. Mengenai nama unik danau tersebut, terdapat dua kisah yang diduga menjadi dasar penamaan danau ini. Kisah pertama merupakan legenda tentang dendam asmara yang tak kesampaian, yang menyebutkan bahwa dahulu kala, ada sepasang kekasih yang cintanya tidak direstui oleh orang tua mereka. Keduanya pun melakukan bunuh diri dengan menceburkan diri ke danau. Menurut cerita, sejak saat itu, di danau tersebut terdapat dua ekor lintah raksasa yang dipercaya sebagai jelmaan dari sepasang kekasih tadi. Sementara itu, kisah kedua didasarkan sejarah ketika pemerintahan kolonial Hindia Belanda dulu berniat untuk membangun sebuah dam atau bendung di danau tersebut. Tujuan pembangunan dam itu agar air danau tak mudah meluap supaya proses pembangunan jalan di sekitar danau menjadi lebih mudah. Namun, pembangunan dam pun akhirnya terhenti di tengah jalan, tak berlanjut, karena kesulitan pendanaannya akibat berkecamuknya Perang Pasifik. Masyarakat setempat pun akhirnya menyebutnya sebagai “Dam Tak Sudah” yang bermakna dam atau bendung yang tak kunjung selesai. Seiring berjalannya waktu, nama danau “Dam Tak Sudah” pun berubah menjadi “Dendam Tak Sudah” yang digunakan sampai saat ini.



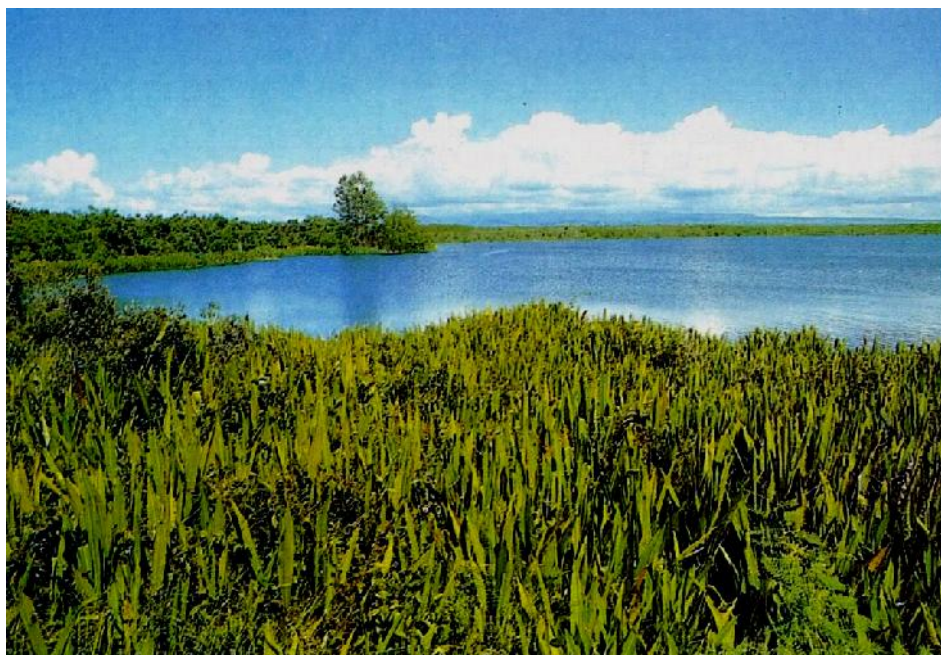
Gambar Peta lokasi Danau Dendam Tak Sudah, Bengkulu

Kawasan Danau Dendam Tak Sudah sebagian besar masuk dalam wilayah kota Bengkulu, tepatnya berada di Kecamatan Gading Cempaka yang berjarak sekitar 8 km dari pusat kota, dan sebagian kecil masuk wilayah Kecamatan Talang Empat Kabupaten Bengkulu

Utara. Secara geografis terletak pada posisi 102°18'07" - 102°20'11" Bujur Timur dan 3° 47'45" – 3°49'01" Lintang Selatan dengan luas wilayah 577 ha.



Gambar 1. Perairan terbuka Danau Dendam Tak Sudah, Bengkulu  
(yukpegi.com/wisata)



Gambar 2 . Danau Dendam Tak Sudah dengan tumbuhan sempadan yang didominasi oleh bakung *Crinum asiaticum*. (photobucket.com)

Kawasan Danau Dendam Tak Sudah menunjukkan ciri-ciri klimatologis daerah tropis. Dari pengamatan meteorologi selama dua puluh tahun terakhir, dapat ditunjukkan suhu udara rerata di kawasan ini berfluktuasi dari suhu minimum 21 °C sampai maksimum 31 °C. Lama

penyinaran matahari berkisar antara 40 – 80 %, sedangkan kelembaban udara berkisar antara 80 – 87 %. Tekanan udara antara 1009,7 – 1012,1. Kecepatan angin rata-rata antara 10 – 60 km/jam, sedangkan curah hujan rerata antara 210 – 266 mm/bulan.

Kawasan Danau Dendam Tak Sudah pertama kali ditetapkan sebagai cagar alam oleh pemerintah kolonial Hindia Belanda di tahun 1936 dengan luas 11,5 ha. Kemudian di tahun 1981 kawasan cagar alam ini diperluas hingga menjadi 441,50 ha. Setelah mengalami beberapa kali perubahan maka luas definitif ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan tahun 1999 seluas 577 ha dan diberi nama Cagar Alam Danau Dusun Besar, namun oleh masyarakat masih saja lebih dikenal sebagai kawasan Cagar Alam Danau Dendam Tak Sudah.

Kawasan Cagar Alam Danau Dusun Besar (Dendam Tak Sudah) memiliki dua tipe ekosistem yaitu: (1) ekosistem perairan dengan luas  $\pm$  90 ha (15,60 %) terbagi atas genangan perairan danau seluas  $\pm$  69 ha dan habitat tumbuhan bakung (*Crinum asiaticum*) seluas  $\pm$  21 ha, dan (2) ekosistem hutan rawa dengan luas  $\pm$  487 ha (84,49 %) yang didominasi oleh pohon-pohon hutan rawa.

Zona ekosistem kawasan perairan Danau Dendam Tak Sudah umumnya merupakan hamparan danau yang relatif tak ada tumbuh-tumbuhan di permukaan airnya. Di sempadan sekeliling danau yang berbatasan dengan daratan tumbuh bakung, sagu dan rumbia, dan ada pula pulau-pulau yang ditumbuhi bakung. Kelompok tumbuhan bakung (*Crinum asiaticum*) merupakan inang dan habitat tempat tumbuhnya anggrek pensil (*Vanda hookeriana*) yang endemik di kawasan ini. Disebut anggrek pensil karena daunnya bulat panjang seperti pensil. Jenis anggrek ini kini sudah sangat jarang di jumpai.



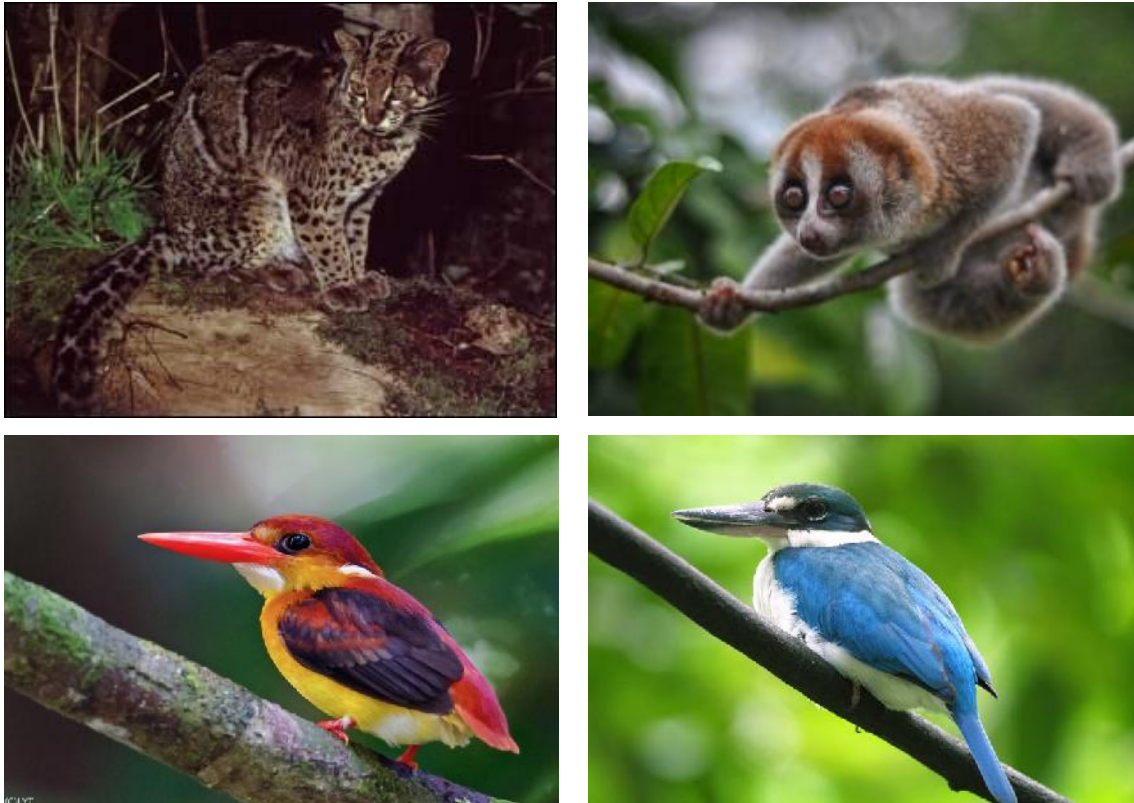
Gambar 3. Anggrek pensil *Vanda hookeriana* yang endemik di Danau Dendam Tak Sudah. (2.bp.blogspot.com)

Keindahan anggrek pensil ini sangat mempesona hingga pada tahun 1882 anggrek yang hanya terdapat di danau ini dinobatkan sebagai “*Queen of Orchids*” dan mendapat anugerah “*First Class Certificate*” dari Pemerintah Inggris. Hal ini pula yang ikut melatar belakangi Danau Dendam Tak Sudah kelak dinyatakan sebagai cagar alam sejak tahun 1936. Semakin terancamnya ratu anggrek ini karena semakin rusaknya lingkungan sekitar kawasan danau. Namun belakangan ini BKSDA (Balai Konservasi Sumber Daya Alam) Bengkulu diberitakan telah berhasil membudidayakan jenis anggrek langka ini dan rencananya kelak akan dikembalikan ke alam aslinya.

Selain itu, di dalam zona perairan Danau Dendam Tak Sudah pun masih banyak ditemui jenis-jenis ikan tawar seperti gabus, lele, gurami, sepat siam, dan jenis setempat berupa ikan tebakang, ikan palau. Selain itu juga ada labi-labi atau kura-kura bertempurung lunak, dan ular air.



Sementara itu studi yang dilakukan Supriati (2013) mengenai tumbuhan makrofita litoral yang hidup di perairan pantai danau ditemui sebanyak 25 jenis yang tergolong dalam empat kelas, 13 bangsa dan 16 suku. Pengukuran parameter lingkungan di perairan ini menunjukkan kisaran suhu air permukaan 27 °C – 30 °C, kecerahan 1 – 5 m, pH 5,5 – 6,5, dan oksigen terlarut 6,2 – 6,9 ppm. Dari hasil pengukuran faktor fisika dan kimia di perairan Danau Dendam Tak Sudah dapat dikatakan danau ini cukup baik untuk kelangsungan hidup biota air.



Gambar Beberapa satwa yang masih hidup di Cagar Alam Danau Dendam Tak Sudah antara lain kucing hutan (*Felis marmorata*), kukang (*Nycticebus coucang*), raja udang merah (*Ceyx rufidorsa*), cekakak sungai (*Todirhamphus chloris*).

Selanjutnya zona ekosistem kawasan hutan memiliki pohon-pohon jenis kayu komersial, dan menjadi sasaran penduduk yang berada di sekitar lokasi untuk ditebang dan diambil kayunya. Tumbuhan yang dapat ditemui adalah jenis pohon-pohon hutan yang pada umumnya berupa jenis-jenis pulai, terentang, gelam merah dan sebagainya. Jenis-jenis tumbuhan bawah dapat dijumpai seperti jenis pakis, rumput-rumputan, liana dan alang-alang. Dalam zone ini masih dapat ditemui satwa langka antara lain burung rangkong, belibis, bangau putih, bangau hitam, burung hantu dan raja udang. Sedang hewan lain adalah babi hutan, kera ekor panjang, lutung, kukang, biawak, ular senca, kucing hutan.

Di kawasan Cagar Alam Danau Dendam Tak Sudah terdapat bangunan irigasi yang memanfaatkan air danau, dan sepanjang tahun tidak pernah kering untuk mengairi sawah-sawah penduduk yang berada di sekitar bagian hilir kawasan.

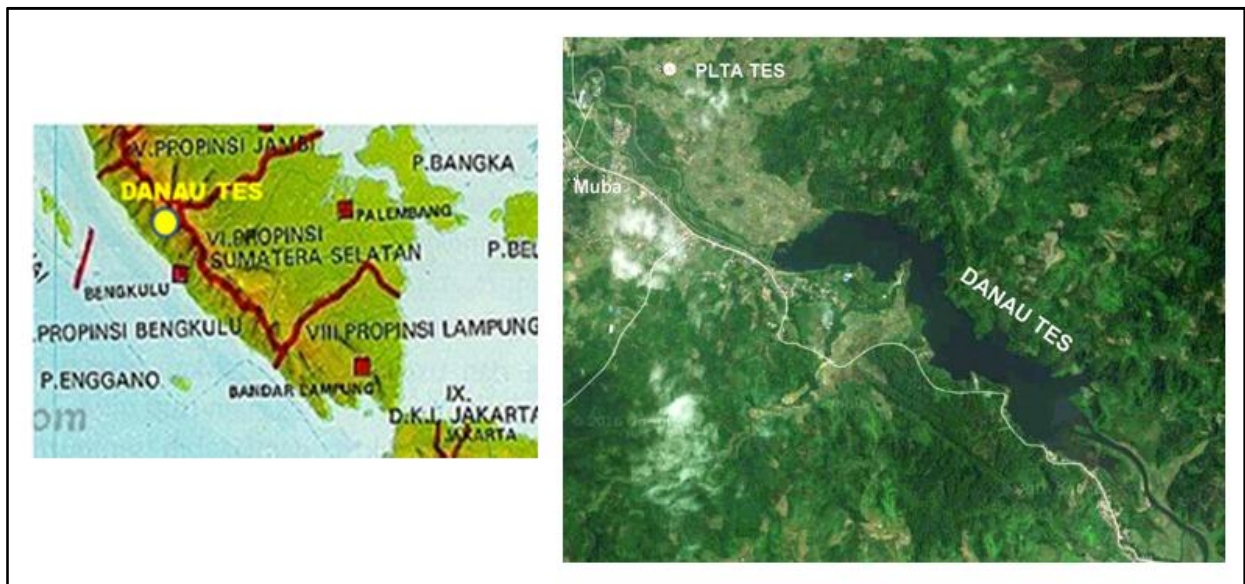
Kawasan cagar alam saat ini menghadapi masalah pada fungsinya, terutama karena tekanan penduduk kota terhadap kelestarian kawasan. Berdasarkan keadaan yang terjadi di kawasan Cagar Alam Danau Dendam Tak Sudah, permasalahan lingkungan yang ada dapat dikelompokkan sebagai berikut: (a) Penggarapan kawasan hutan Cagar Alam secara ilegal, (b) pengambilan hasil hutan, (c) pencemaran lingkungan, dan (d) pembangunan pemukiman. Penanganan masalah lingkungan ini cukup rumit dan perlu melibatkan para pemangku kepentingan baik dari kalangan pemerintah, swasta, maupun masyarakat.

## RUJUKAN

- PSL – IPB. 2006. Pengelolaan Cagar Alam Danau Dusun Besar.  
<http://psl-ipb.blogspot.co.id/2006>
- Roziaty, E. Ecological analysis of understory vegetation around endangered orchid pencil (*Vanda hookeriana* Rchb) from Lake Dusun Besar Nature Reserve Bengkulu. FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Supriati, R., Armila & Rizwar. 2013. Studi komunitas makrofita litoral di permukaan perairan Danau Dendam Tak Sudah Kota Bengkulu. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Zulkarnain, R. 2004. Konflik pada kawasan Cagar Alam Danau Dendam Tak Sudah di Kota Bengkulu. Program Studi Magister Teknik Pembangunan Kota, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

## 10. DANAU TES

**D**anau Tes terletak di kecamatan Lebong Selatan, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu, Sumatra. Secara geografis, posisinya berada pada koordinat  $3^{\circ}13'40''$  Lintang Selatan dan  $102^{\circ}20'54''$  Bujur Timur. Danau Tes berada di lereng Bukit Barisan pada ketinggian (elevasi) sekitar 500 m di atas permukaan laut. Hal ini praktis menjadikan Danau Tes dan daerah sekitarnya memiliki cuaca yang sejuk dengan curah hujan yang kebanyakan merata sepanjang tahun.



Gambar 1. Lokasi Danau Tes di Propinsi Bengkulu



Gambar 2. Panorama Danau Tes

Luas permukaan danauya sekitar 5 km<sup>2</sup>, dengan panjang maksimum 5 km dan lebar maksimum 1 km. Kedalaman maksimumnya 56 m dengan kedalaman rata-rata 10 m. Volume air untuk seluruh danau berkisar 0,05 km<sup>3</sup>. Aliran masuk (*inlet*) utama adalah Sungai Ketahun dan Sungai Air Pauh, yang bermuara ke Danau Tes di desa Kotadonok, sedangkan aliran keluar (*outlet*) utama adalah Sungai Air Putih.

Salah satu fungsi Danau Tes adalah sebagai sumber mata pencaharian penduduk di sekitarnya. Di danau ini, masyarakat mencari ikan dengan berbagai cara dan alat tangkap misalnya dengan menggunakan pancing, jala, bubu, jaring, tajua (pancing yang dipasang malam hari), menyuluak (mencari ikan di malam hari dengan peralatan lampu petromak), tombak ikan bermata tiga (trisula) dan sebagainya. Bila siang hari, ketika melintas di jalan raya di pinggir Danau Tes, dengan jelas dapat dilihat masyarakat mencari ikan di tengah danau, sedangkan yang mencari ikan dengan peralatan kecil, biasanya berada di tepi danau.

Pada bulan Juni 2016 Pemda Bengkulu menebar benih (*restocking*) ikan jelawat sebanyak 75.000 ekor, ikan nila 87 ekor dan ikan tambakan 250 kg, untuk mendorong produksi perikanan di danau ini.



Gambar 3. Kiri: Danau Tes di Desa Kotadonok, di seberang danau tampak perbukitan yang merupakan Taman Nasional Kerinci Seblat. Di bawah perbukitan tampak hamparan dataran sedimen yang semakin melebar, yang telah beralih fungsi sebagai persawahan dan kebun. Kanan: Dataran sedimen di Desa Kotadonok sebagian telah berubah fungsi menjadi persawahan. Sementara tampak sebagian perbukitan telah gundul karena perambahan hutan secara illegal.

(haryanto.wordpress.com/2011)

Di sisi lain, Danau Tes merupakan media transportasi air bagi masyarakat setempat. Penduduk Desa Kotadonok yang mengolah areal persawahan di kawasan sawah Baten di seberang danau menggunakan perahu sebagai alat transportasi termasuk untuk mengangkut hasil panen.

Salah satu masalah yang dihadapi di Danau Tes adalah pendangkalan perairan. Perambahan hutan secara illegal di sebelah hulu danau telah menyebabkan terjadinya sedimentasi yang meningkat dari waktu ke waktu. Akibatnya telah muncul lahan baru di perairan danau yang kemudian oleh penduduk dimanfaatkan untuk persawahan dan perkebunan.



Dari aspek keanekaragaman hayati, kawasan sekitar Danau Tes mengandung berbagai jenis flora, yang dominan adalah pasang (*Quercus lineata*), umbel-umbelan (*Spondia spinata*) dan pandan duri (*Pandanus* sp.). Fauna khas Danau Tes adalah burung belibis *Cairina scutulata*, yang endemik di danau ini. Burung ini disebut juga sebagai itik tebet.



Gambar 4. Burung belibis *Cairina scutulata*, endemik di Danau Tes dan Danau Menghijau, Kabupaten Lebong. Disebut juga sebagai itik tebet (rejang-lebong.blogspot.co.id)

Danau Tes juga berpotensi untuk pengembangan pariwisata. Keindahan alamnya yang bersisian dengan Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS) merupakan nilai positif tersendiri.



Gambar 5. Air Danau Tes dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Danau Tes di daerah Desa Hujan Mas, Kabupaten Kepahyang, Provinsi Bengkulu.

Salah satu fungsi penting Danau Tes adalah sebagai pemasok air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang lebih dikenal sebagai PLTA Danau Tes. PLTA ini mempunyai peran vital sebagai sumber energi bagi propinsi Bengkulu, dan telah mempunyai sejarah yang panjang sebagai PLTA tertua di Indonesia. PLTA ini terdiri dari dua unit, yang pertama mulai dibangun oleh pemerintahan kolonial Hindia-Belanda di Desa Turan Tiging

Kabupaten Rejang Lebong tahun 1912- 1923 dan beroperasi mulai tahun 1923. Pembangunan PLTA tersebut di saat itu dilatarbelakangi oleh adanya areal pertambangan emas yang berada di daerah Lebong Tandai dan Muara Aman sehingga seluruh kebutuhan listrik untuk pertambangan dipenuhi oleh PLTA tersebut. PLTA ini kemudian telah beberapa kali mengalami renovasi dan sejak tahun 1991 PLTA Danau Tes telah berkapasitas sebesar 18.960 kW. Saat ini daya listrik yang dibangkitkan oleh PLTA ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di Provinsi Bengkulu.

## RUJUKAN

Wikipedia 2015. Danau Tes. [https://id.wikipedia.org/wiki/Danau\\_Tes](https://id.wikipedia.org/wiki/Danau_Tes)

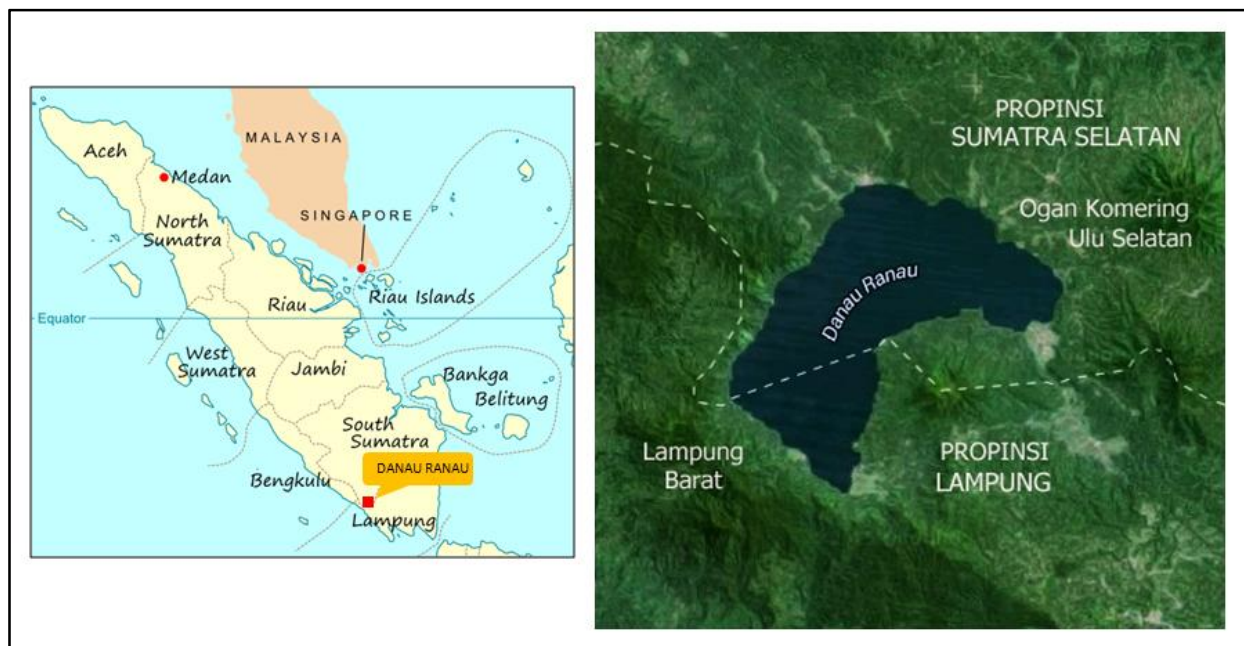
Burung belibis (*Cairina scutulata*) endemik Danau Tes dan Danau Menghijau, Kab. Lebong (rejang-lebong.blogspot.co.id)

Heri Haryanto. 2011. Danau Tes alami pedangkalan. (haryanto.wordpress.com)

Pembangkit Listrik Tenaga Air ( PLTA ) Tes - Lebong - Bengkulu (duniateknikelektro2013.blogspot.co.id)

## 11. DANAU RANAU

Danau Ranau terletak di perbatasan Kabupaten Lampung Barat, Propinsi Lampung dan Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Propinsi Sumatra Selatan. Posisi geografisnya kurang lebih antara  $4^{\circ}51'59'' - 4^{\circ}58'42''$  LS (Lintang Selatan) dan antara  $103^{\circ}55'07'' - 104^{\circ}01'37''$  BT (Bujur Timur). Secara administratif wilayah perairan Danau Ranau masuk dalam kecamatan Banding Agung, Kabupaten OKU (Ogan Komering Ulu) Selatan, Propinsi Sumatra Selatan seluas  $84,23 \text{ km}^2$  dan selebihnya seluas  $41,67 \text{ km}^2$  masuk ke dalam wilayah administrasi Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Luas seluruh permukaan danau adalah  $125,9 \text{ km}^2$ . Di Danau Ranau terdapat pulau kecil, Pulau Marisa (Meriza), yang mempunyai sumber air panas yang sering dimanfaatkan oleh penduduk setempat dan oleh wisatawan. Beberapa sumber air panas juga terdapat di daerah pantai Danau Ranau.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Ranau

Ketinggian (*altitude*) muka air danau adalah 540 m di atas permukaan laut, dan kedalaman rata-ratanya 174 m, sedangkan kedalaman maksimumnya 229 m. Volume air kurang lebih  $21,95 \text{ km}^3$ . Aliran masuk utama ke dalam Danau Ranau adalah Sungai Warkuk sedangkan aliran keluar utama adalah Sungai Komering yang bermuara ke Selat Bangka. Danau Ranau dikitari daerah pegunungan dengan Gunung Seminung di latar belakangnya dengan ketinggian  $\pm 1.880$  m di atas permukaan laut. Di kaki Gunung Seminung terdapat sumber air panas alam yang keluar dari dasar danau.

Tabel 1. Beberapa ciri fisik Danau Ranau (Sulastri *et al.* 1999)

Parameter	Besaran
Ketinggian ( <i>altitude</i> ) m	540
Luas (km <sup>2</sup> )	125,9
Kedalaman maksimum (m)	229
Kedalaman rata-rata (m)	174
Volume (km <sup>3</sup> )	21,95



Gambar 2. Danau Ranau dengan latar belakang Gunung Seminung.  
([www.senapati.net](http://www.senapati.net))



Gambar 3. Pulau Marisa (Meriza) tedapat di Danau Ranau,  
mempunyai sumber air panas. ([tophatmissoula.com](http://tophatmissoula.com))



Dilihat dari sejarah pembentukannya, Danau Ranau tergolong danau tekto-vulkanik. Evolusi Danau Ranau bermula dari terbentuknya cekungan akibat sesar pisah-tarik (*pull-apart fault*). Dalam cekungan berukuran 12 km x 16,5 km ini, gunung api dan panas bumi bermunculan. Letusan dahsyat Ranau terjadi sekitar 55.000 tahun yang lalu dan menyemburkan 150 km<sup>3</sup> rempah vulkanik. Endapan aliran awan panas dan material jatuhnya menyelimuti area seluas 140 km<sup>2</sup>. Proses ini diikuti perkembangan kaldera-kaldera kecil yang kemudian terisi air. Peningkatan aktivitas vulkanik ini kemudian memperluas kaldera hingga ke bentuk seperti sekarang (Setyahadi *et al.* 2012).

Danau Kerinci mempunyai ciri khas antar lain airnya tenang tergenang, tepian danau landai sampai curam, Daerah Tangkapan Air –nya sempit, masa simpan air lama, keberadaan tumbuhan air terbatas pada tepian danau, dan fluktuasi permukaan air berkisar 1-2 m.

Ekspedisi limnologi *Indo-danau* yang dilaksanakan bersama oleh peneliti Finlandia dan Indonesia di tahun 1992 (Lehmusluoto, *et al.* 1997), memberikan gambaran tentang kondisi limnologi Danau Ranau saat itu. Hasilnya antara lain menunjukkan karakteristik perairan danau ini yang mempunyai stratifikasi yang lemah. Di lapisan bawah (lapisan hipolimnion) yang terdapat mulai dari kedalaman sekitar 70 m dan seterusnya ke bawah, sudah tidak lagi mengandung oksigen (*anoxic*). Pada lapisan-dalam ini juga terdeteksi adanya gas belerang H<sub>2</sub>S yang bersifat toksik. Pada musim hujan, ketika suhu permukaan turun maka dapat terjadi pengadukan air secara vertikal (*overturn*) yang berpotensi menyebabkan naiknya air dari bawah yang tanpa oksigen dan mengandung gas belerang yang toksik ke permukaan, hingga dapat mengakibatkan terjadinya kematian massal ikan di danau.



Gambar 4. Nelayan di Danau Ranau. (wisbenbae.blogspot.com)

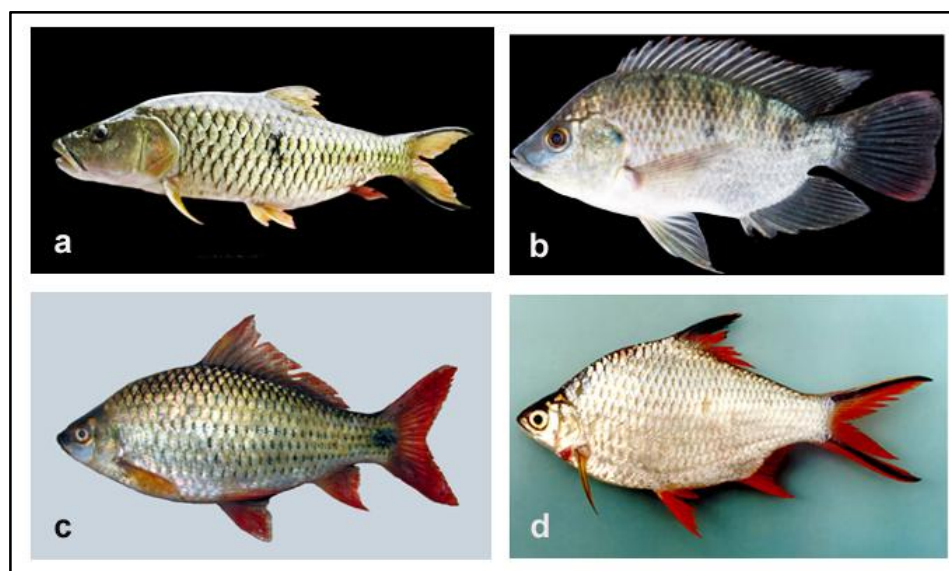
Setyahadi *et al.* (2012) mencatat fenomena matinya ikan di Danau Ranau dalam jumlah besar telah beberapa kali terjadi dalam 50 tahun terakhir. Kejadian itu diantaranya di tahun 1962, 1993, 1995, 1998, dan 2011. Sementara itu penelitian oleh Kementarian Energi dan Sumberdaya Mineral (2011) mengindikasikan kematian ikan pada tanggal 4 April 2011, tidak terjadi di seluruh daerah danau, tetapi hanya di sekitar keluarnya mata air panas yakni di mata air panas Kota Batu, Ujung, dan mata air panas Way Wahid. Pada saat kejadian, air danau di

lokasi matinya ikan biasanya berwarna putih susu dan berbau gas belerang. Dari penelitian itu, terungkap pula bahwa pada sekitar waktu kejadian ada gempa mikro di garis sesar yang melintang sepanjang danau.

Tabel 1. Kualitas air Danau Ranau tahun 2010 (Samuel *et al.* 2010)

Parameter	Juli 2010	Oktober 2010
Kecerahan (m)	15-20	20-25
Suhu (°C)	26,0-26,5	26,0-26,7
DHL (µmhos/cm)	280-320	310-340
Warna air	Hijau-Biru	Hijau
Oksigen (mg/l)	7,20-9,20	6,96-8,04
CO <sub>2</sub> -bebas (mg/l)	0-1,76	0-1,76
pH air	8,0-8,5	8,0-8,2
Alkalinitas (mg/l)	57-70	58-62
Hardness (mg/l)	56-62	56-60
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,10-0,21	0,20- 0,32
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,01-0,15	0,18-0,48
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	0,015-0,045	0,038-0,062

Berdasarkan kajian Samuel *et al.* (2010) di Danau Ranau, beberapa parameter kualitas air seperti suhu, kecerahan, pH, oksigen terlarut, karbon dioksida, nitrat, dan fosfat (Tabel 1) dapat disimpulkan bahwa perairan danau ini masih cukup baik untuk kehidupan biota akuatik. Demikian pula kajian mengenai plankton (terekam fitoplankton 19 spesies, dan zooplankton 5 spesies) dan bentos, secara keseluruhan mengindikasikan perairan ini tergolong perairan meso-eutrophic yakni perairan dengan kesuburan menengah hingga tinggi.



Gambar 5. Ikan-ikan yang umum ditangkap di Danau Ranau: (a) arongan (*Hampala macrolepidota*); (b) mujaer (*Oreochromis mossambicus*); (c) palau (*Osteochilus hasselti*); (d) kepiat (*Barbonymus schwanenfeldii*)

Penelitian Samuel *et al.* (2010) selanjutnya mengungkapkan bahwa kegiatan perikanan di danau ini lebih ditekankan pada perikanan tangkap. Perikanan budidaya dengan karamba jaring apung (KJA) tidak direkomendasikan oleh Pemda setempat. Tercatat ada 17 spesies ikan di perairan ini, empat diantaranya sangat umum ditangkap yakni arongan (*Hampala macrolepidota*), mujaer (*Oreochromis mossambicus*), palau (*Osteochilus hasselti*) dan kepiat (*Barbonymus schwanenfeldii*), sedangkan yang agak jarang adalah ikan semah (*Tor sp.*). Ikan mujaer adalah ikan introduksi yang dimasukkan ke perairan ini tahun 1957.

Danau Ranau dan sekitarnya mempunyai potensi wisata yang baik, yang merupakan perpaduan antara bentang alam pegunungan dan perbukitan serta perairan danau yang asri. Jenis wisata yang dapat dikembangkan antara lain wisata danau, gunung api, panas bumi, wisata hutan dan agrowisata, yang semuanya berada dalam jarak yang terjangkau. Namun kegiatan pariwisata ini baru dapat memberi manfaat yang optimal bila dilaksanakan secara terpadu antara semua potensi tersebut. Dengan demikian selain dapat menghasilkan pendapatan atau pemasukan bagi daerah dapat sekaligus menjaga kelestarian lingkungan dan memberdayakan kehidupan masyarakat setempat.

Wisata danau misalnya dengan beperahu mengelilingi Danau Ranau sambil menikmati sajian alam seperti singkapan batuan beku di sekiling danau, hamparan sawah, perkampungan tepi danau, hijaunya hutan lindung/hutan wisata. Wisata panas bumi dapat dengan menyediakan fasilitas pemandian air panas (potensi cukup tinggi di daerah ini), spa, tempat peristirahatan di sekitar lokasi menifestasi panas bumi. Gunung Seminung yang melatar belakangi Danau Ranau dengan ketinggian  $\pm 1880$  m di atas permukaan laut merupakan tantangan tersendiri bagi para pencinta alam. Wisata hutan dapat dikembangkan dilekang bawah Gunung Seminung dan perbukitan sekitar Danau Ranau.



Gambar 5. Pariwisata Danau Ranau. Atraksi seni “Berdikekh” yakni menabuh alat musik hadra sambil menjaga keseimbangan di atas perahu jukung dengan pemandangan hamparan Danau Ranau dengan latar belakang Gunung Seminung.

(<http://lampung.antaranews.com>)

Dengan kekayaan daerah yang beragam ini, pariwisata dapat dikembangkan lebih efisien bila pengelolaannya dilakukan secara terpadu dan bersifat berkelanjutan (*sustainable tourism*).

## RUJUKAN

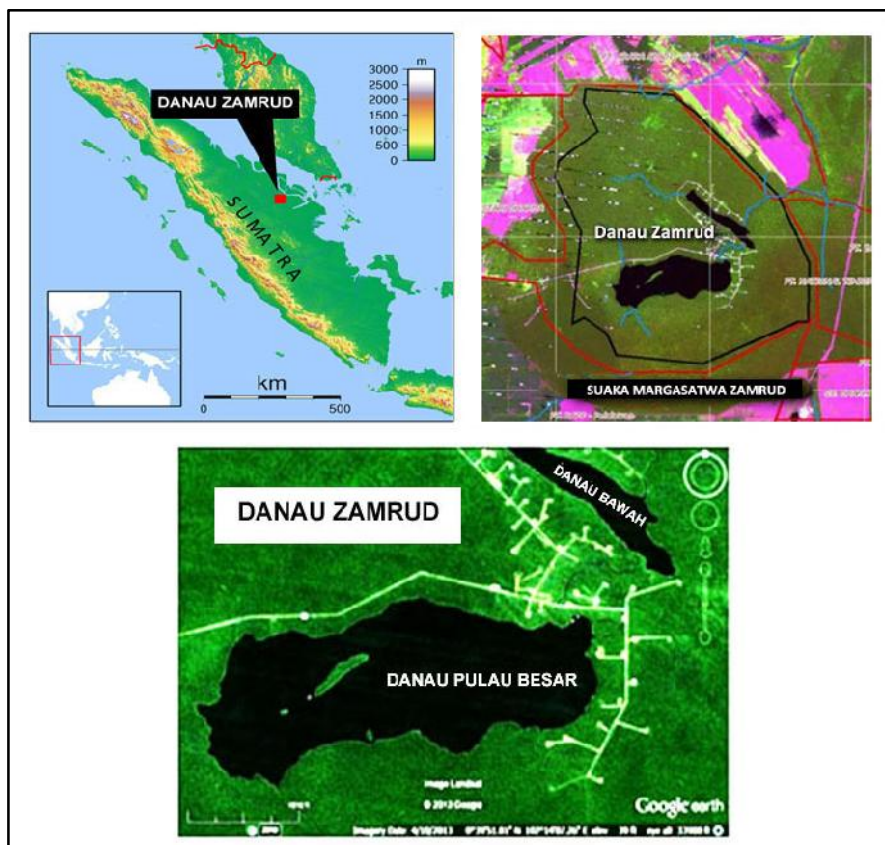
Hehanussa & G. S. Haryani.2009. Klasifikasi morfogenesis danau di Indonesia untuk mitigasi dampak perubahan iklim. Konferensi Nasional Danau Indonesia I. Sanur-Denpasar, Bali, 13-15 Agustus 2009.

- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Samuel & Subagdja. 2011. Karakteristik habitat dan biologi ikan mujaier (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Ranau, Sumatera Selatan. *Bawal* Vol. 3: 287 – 297.
- Samuel, S.N. Aida, S. Makmur & Subagdja. (2010 ). Perikanan dan kualitas lingkungan perairan Danau Ranau dalam upaya pelestarian dan mendukung produksi hasil tangkap nelayan. Laporan Akhir Riset. Balai Riset Perikanan Perairan Umum, Palembang. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan: 28 hlm.
- Setyahadi, A., P. Eko, I. Rinaldi & A. Arif. 2012. Danau-danau penanda jejak tektovulkanik. (<http://sains.kompas.com/read/2012/04/23>).
- Sulastri, M. Badjoeri, Y. Sudarso & M. S. Syawal. 1999. Kondisi fisika-kimia dan biologi perairan Danau Ranau, Sumatera Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. *Limnotek* vol. VI, No. 1: 25-38.
- Widodo, S. Pengelolaan terpadu pemanfaatan sumberdaya panas bumi dan potensi wisata Danau Ranau. Kelompok Kerja Panas Bumi.



## 12. DANAU ZAMRUD

**D**anau Zamrud berada di bagian timur Provinsi Riau, tepatnya di Desa Zamrud, Kecamatan Siak Sri Indrapura, Kabupaen Siak, dan berjarak sekitar 180 km dari ibukota Provinsi Riau, Pekanbaru. Kawasan ini berada di antara DAS Kampar dan DAS Siak. Danau Zamrud terdiri dari dua danau yakni Danau Pulau Besar dan Danau Bawah, yang berada dalam kawasan Suaka Margasatwa Zamrud (Gambar 1). Semula kawasan ini ditetapkan sebagai Kawasan Suaka Margasatwa Zamrud pada tahun 1980 seluas 28.237 ha, kemudian sejak 4 Mei 2016 oleh Menteri LHK ditetapkan menjadi Taman Nasional Zamrud dengan areal yang diperluas menjadi 31.480 ha, dan diresmiks sebagai Taman Nasional ke-52 oleh Wapres Jusuf Kalla tanggal 22 Juli 2016. Kawasan ini berupa hutan rawa primer di atas lahan gambut dengan ketinggian 100-200 m di atas permukaan laut. Lapisan tanahnya berupa cekungan raksasa dimana air yang berasal dari daerah sekitarnya tertampung di danau ini. Warna air danau ini umumnya hitam bening, ciri yang umum ditemukan di perairan rawa gambut.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Zamrud di Provinsi Riau, yang terdiri dari dua danau yaitu Danau Pulau Besar dan Danau Bawah

Menurut BMKG Pekanbaru (2013) kawasan konservasi Danau Zamrud mempunyai curah hujan sebesar 1.977 mm per tahun dan dengan demikian tergolong dalam iklim hutan hujan tropis, dan curah hujan bulannya lebih dari 60 mm. Suhu udara pada bulan terpanas dapat mencapai lebih 22°C.



Gambar 2. Pemandangan Danau Pulau Besar di Suaka Margasatwa Zamrud.

Danau Pulau Besar secara geografis berada pada posisi antara 0°35' – 0°45' Lintang Utara dan 102°10' – 102°19' Bujur timur. Danau ini dinamai Danau Pulau Besar karena di tengah danau ini terdapat sebuah pulau yang relatif berukuran besar yakni Pulau Besar. Danau Pulau Besar ini mempunyai luas sekitar 2.416 ha dengan kedalaman berkisar 3 - 13 m dan kedalaman rata-rata 6 m. Air Danau Pulau Besar selain berasal dari areal hutan gambut di sekitarnya, juga berasal dari Teluk Paku dan Sungai Sejuk yang merupakan pintu masuk (*inlet*)



ke danau ini sedangkan Sungai Rasau merupakan pintu keluar (*outlet*) yang mengalir ke Danau Bawah. Danau Bawah yang berdampingan dengan Danau Pulau Besar mempunyai luas sekitar 360 ha.

Di Danau Pulau Besar terdapat empat pulau, yakni Pulau Besar (10 ha), Pulau Tengah (1 ha), Pulau Bungsu (1 ha) dan Pulau Beruk (2 ha) yang banyak dihuni oleh beruk (kera tak berekor). Dilaporkan bahwa pulau-pulau kecil ini merupakan pulau-pulau yang terdiri dari endapan lumpur dan tumbuh-tumbuhan, oleh karenanya posisinya sewaktu-waktu dapat berubah karena hanyut.

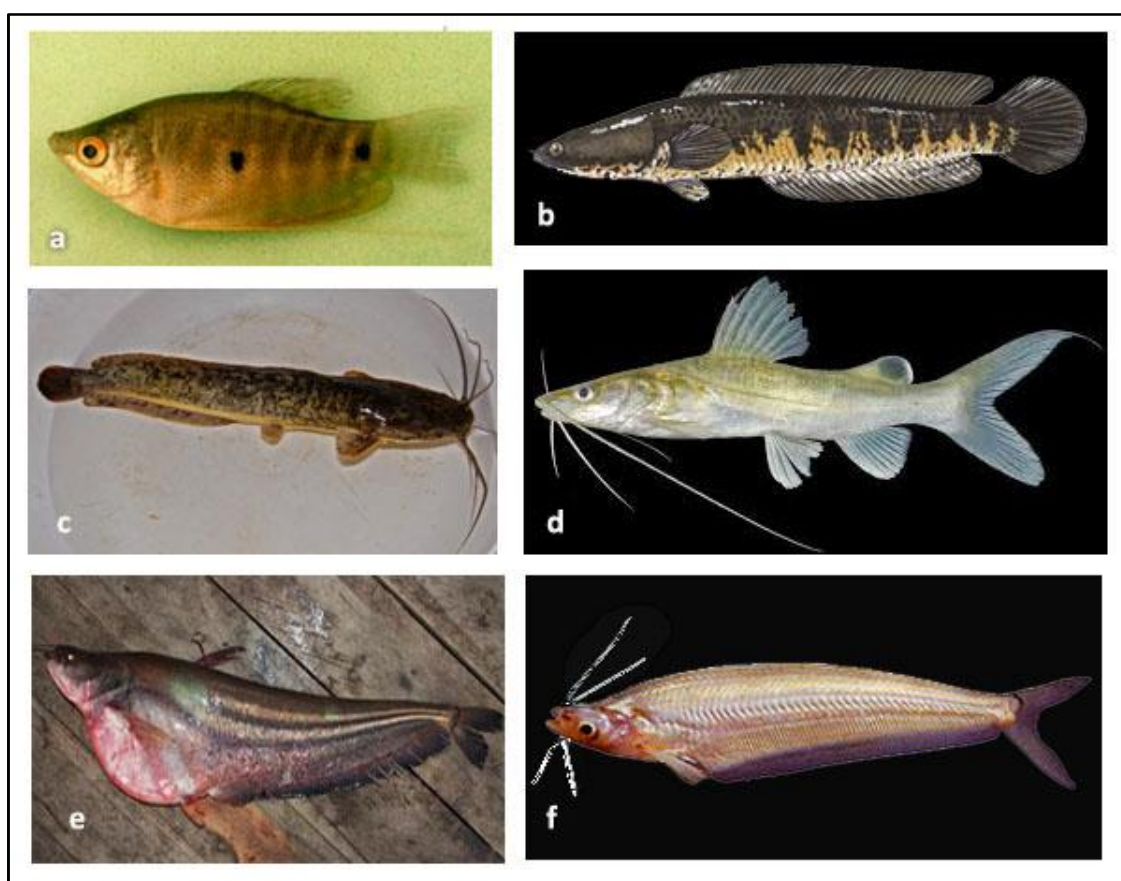
Suaka Margasatwa Zamrud mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi, banyak diantara flora-faunanya bersifat endemik dan telah dilindungi. Flora kawasan ini didominasi kayu meranti (*Shorea* sp.), kempas (*Koompassia malacensis*), bintangur (*Calophyllum* spp.), balam (*Palagium* sp.), resak (*Vatica wallichii*), punak (*Tetramenstaglabra miq*), perupuk (*Solenuspermum javanicus*), nipah (*Nypa fruticans*), rengas (*Gluta rengas*), pandan (*Pandanus* sp.), sagu hutan (*Metroxylon sagu*), dll. Hal ini menunjukkan bahwa kawasan ini masih relatif baik. Beberapa jenis diantaranya telah dilindungi berdasarkan IUCN dan Peraturan Pemerintah RI misalnya: ramin (*Gonystylus bancanus*), meranti lilin (*Shorea teysmaniana*), resak paya (*Vatica pauciflora*), mersawa (*Anisoptera maginata*), kempas (*Koompassia malacensis*), palem merah (*Cystostachys lakka*), kantong semar (*Nepenthes* spp.).



Gambar 3. Flora riparian Danau Pulau Besar (Henny *et al.* 2013 )

Zona tepian danau dikenal sebagai zona riparian merupakan zona transisi antara lingkungan akuatik (perairan) dan lingkungan terestrial (daratan). Zona ini dikenal pula sebagai ekoton (*ecotone*) yang merupakan transisi antara dua ekosistem yang berbeda. Zona riparian di Danau Pulau Besar antara lain ditumbuhi jenis *Pandanus* sp., paku-pakuan *Stenochlaena* sp., palem merah (*Cystostachys lakka*) dan meranti (*Shorea* sp.). Zona riparian memberikan tempat berlindung bagi berbagai jenis hewan akuatik dan terestrial.

Beberapa fauna penting yang dilindungi juga terdapat di kawasan ini seperti harimau sumatra (*Panthera tigris*), harimau dahan (*Neofelis nebulosa*), beruang madu (*Helarctos malayanus*), dan napu (*Tragulus napu*). Terdapat pula beberapa jenis primata yang dilindungi seperti monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), beruk (*Macaca nemestrina*), dan kokah (*Presbytis melalophos*). Selain itu terdapat reptil yang dilindungi seperti buaya sinyulong (*Tomistoma schlegelii*) dan buaya muara (*Crocodylus porosus*). Terdapat juga berbagai jenis ikan seperti sepat rawa (*Trichogaster* sp.), toman (*Ophiocephalus* sp.), lele (*Clarias* sp.), baung (*Macrones nemurus*), tapah (*Wallago leeri*), dan selais (*Kryptopterus apogon*) (Gambar 4).

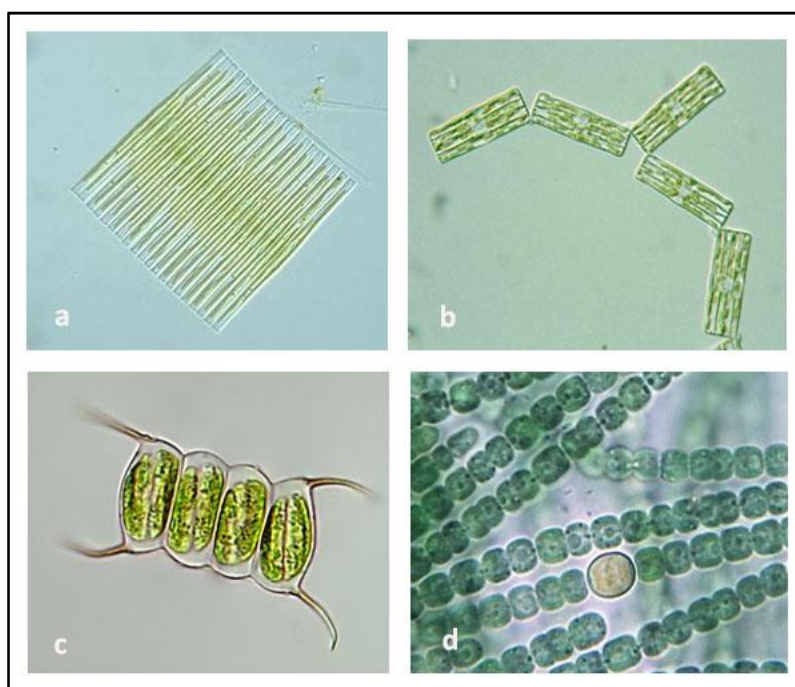


Gambar 4. Beberapa jenis ikan yang terdapat di Danau Zamrud. a) Sepat rawa (*Trichogaster* sp.); b) toman (*Ophiocephalus* sp.); c) lele (*Clarias* sp.); d) baung (*Macrones nemurus*); e) tapah (*Wallago leeri*); f. selais (*Kryptopterus apogon*).

Di dalam dan sekitar kawasan Zamrud tidak ada pemukiman menetap, namun para nelayan sampai ke wilayah ini untuk mencari ikan. Walaupun masyarakat tidak ada yang bermukim, namun kawasan ini sangat penting dalam keberlangsungan hidup dan penyeimbang ekosistem sekitarnya. Kajian Henny *et al.* (2013) di Danau Zamrud mengindikasikan keanekaragaman jenis ikan sudah jauh berkurang dibandingkan tahun 1985. Danau Pulau Besar sudah mengalami eksploitasi penangkapan ikan dengan tingkat mendekati 89% dan dikategorikan sudah mengalami tangkap lebih (*over fishing*). Beberapa jenis ikan yang dulu ada disini kini sudah tidak pernah ditemukan lagi.



Informasi limnologis tentang Danau Zamrud masih sangat terbatas. Henny *et al.* (2013) memberikan gambaran umum karakteristik fisika dan kimia Danau Pulau Besar. Danau Pulau Besar dengan kedalaman rata-rata 6 m, mempunyai kualitas air yang mencirikan air rawa gambut yang berwarna hitam dan bersifat asam dengan nilai pH < 4, konduktivitas < 85  $\mu\text{mS/cm}$ , padatan terlarut (TDS) < 0.05 g/L, dan oksigen terlarut (DO) di permukaan < 5 mg/l. Namun di bagian dasar danau, kondisi air sudah anoksik (tanpa oksigen). Sementara itu suhu di permukaan berkisar 30,1 – 31,7 °C, sedangkan air di bagian dasar sedikit lebih rendah berkisar 29,3 – 30,4 °C. Perairan gambut ini juga dicirikan dengan kandungan C-asam humat (*humic acid*) yang tinggi berkisar 30-80 mg/L disertai total bahan organik (*total organic matter/ TOM*) yang juga tinggi berkisar 230 – 255 mg/L.



Gambar 5 . Beberapa jenis fitoplankton yang terdapat di Danau Zamrud. a) *Fragilaria* sp.; b) *Tabellaria fenestrata*; c) *Scenedesmus* sp.; d) *Anabaena* sp.

Fitoplankton merupakan komponen biota yang penting di suatu perairan karena berfungsi sebagai produsen primer bahan organik, dan sebagai pangkal rantai makanan di suatu lingkungan perairan. Fitoplankton merupakan mikroflora atau tumbuhan mikroskopis yang mengandung klorofil dan mampu melaksanakan fotosintesis. Kajian fitoplankton di Danau Pulau Besar oleh Henny *et al.* (2013) menunjukkan bahwa fitoplankton di danau ini terdiri dari tiga golongan utama yakni Bacillariophyta (30,30 %), Chlorophyta (68,18 %) dan Cyanophyta (0,76 %). Dari golongan Bacillariophyta (diatom) terdapat antara lain jenis-jenis *Fragilaria* sp. dan *Tabellaria fenestrata*. Dari golongan Chlorophyta (alga hijau) antara lain *Scenedesmus bijuga*, *Ankistrodesmus falcatus*, dan *Actinastrum* sp. Dari golongan Cyanophyta (alga biru-hijau) terdapat jenis *Anabaena* sp. yang dapat mengikat (fiksasi) nitrogen dari udara dalam bentuk  $\text{NH}_4$  hingga dapat menambah penyediaan nitrogen dalam air. Fitoplankton ini menjamin ketersediaan pakan bagi berbagai jenis hewan dan larvanya di danau ini.

Suka Margasatwa Zamrud merupakan kawasan konservasi, namun di sekitarnya terdapat lahan pertanian industri dan pemukiman yang dihuni oleh masyarakat lokal yang kehidupannya sangat bergantung pada sumberdaya hutan. Konsekuensinya adalah hutan semakin banyak dirambah hingga kondisinya pun semakin memprihatinkan. Tak sedikit lahan hutan yang kemudian dikonversi menjadi lahan pemukiman, peladangan dan pertanian industri. Kajian Promono *et al.* (2013) dalam kurun 1998-2012 di kawasan ini menunjukkan kawasan hutan di kawasan ini telah mengalami perambahan dan pembalakan liar yang memusnahkan sekitar 39.344,23 m<sup>3</sup> pohon per tahun. Dalam kurun itu hutan konservasi telah tergradasi seluas 2.339,73 ha atau 8,29 % dari luas total.

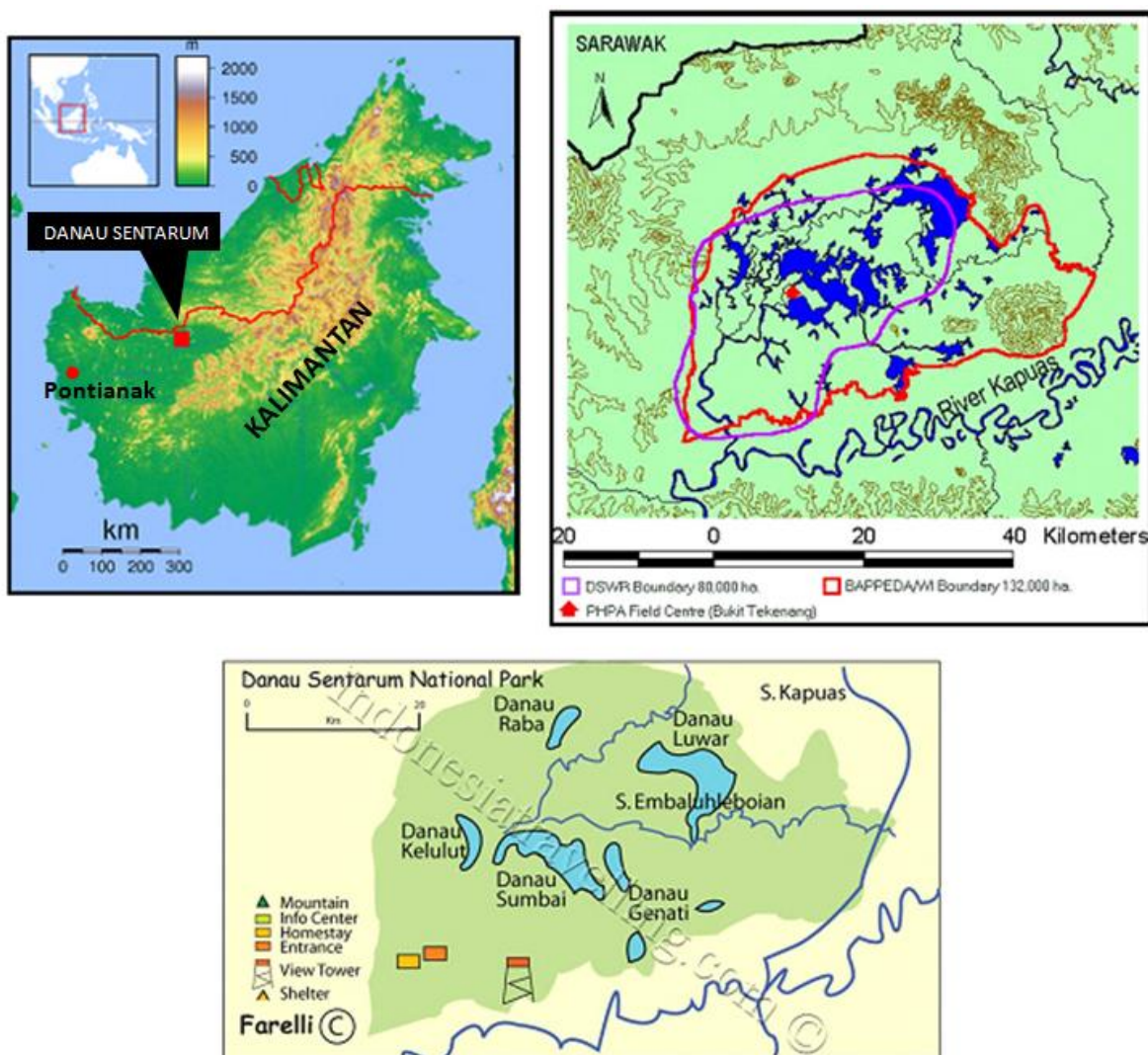
Kerusakan lingkungan yang terjadi di lahan sebelah hulu danau pada akhirnya akan menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi perairan danau. Bagaimana masa depan kondisi Danau Zamrud akan bergantung pada kebijakan-kebijakan komprehensif yang diambil yang harus didukung oleh segenap pemangku kepentingan (*stake holders*).

## RUJUKAN

- Amri, A. T. 2008. Karakteristik Taman Nasional Zamrud ditinjau dari aspek biogeofisik. Makalah pada workshop pengembangan dan pengelolaan Taman Nasional Zamrud Pekanbaru. Pemda Kabupaten Siak – BPPT Pekanbaru.
- Hendrik. 2010. Potensi sumberdaya perikanan dan tingkat eksploitasinya. (Kajian terhadap Danau Pulau Besar dan Danau Bawah Zamrud Kabupaten Siak Provinsi Riau). *J. Perikanan dan Kelautan* 15 (2): 121-131.
- Henny, C., S. Nomosatryo, E. Susanti, R. Kurniawan & I. Akhdiana. 2013. Kondisi limnologis danau gambut Pulau Besar di Kawasan Margasatwa Zamrud Kabupaten Siak Propinsi Riau. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI, Cibinong 3 Desember 2013: 453-468.
- Himakova, K.P.E. 2016. Danau Zamrud, dari Siak untuk dunia. ([himakova.lk.ipb.ac.id/2016](http://himakova.lk.ipb.ac.id/2016)).
- Kompas. 2016. Pemda siap kelola TN Zamrud. *Harian Kompas*, 13 Juli 2016.
- Pramono, T. H., B. Amin, Syafriadiman, R. Mahatma. 2013. Vegetation degradations of Wildlife Sanctuary Danau Pulau Besar Danau Bawah Siak District Riau Province. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, ISSN (Online):2319-7064, Index Copernicus Value (2013): 6.14. Impact Factor (2013):4.438.
- Silalahi, M. 2009. Strategi penyelamatan dan masa depan ekosistem hutan rawa gambut Zamrud, Siak di tengah balada kehancuran hutan Riau. ([alamsumatra.wordpress.com](http://alamsumatra.wordpress.com)).

### 13. DANAU SENTARUM

Danau Sentarum merupakan bagian tak terpisahkan dari Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS) yang berada di wilayah Kabupaten Kapuas Hulu Provinsi Kalimantan Barat. Letaknya kira-kira 700 km dari Pontianak, ibu kota Provinsi Kalimantan Barat. Secara administrasi kawasan ini meliputi tujuh kecamatan yaitu Kecamatan Batang Lupar, Badau, Embau, Bunut Hilir, Suhaid, Selimbau, dan Semitau. Secara geografis kawasan TNDS terletak antara  $00^{\circ}45' - 01^{\circ}02'$  LU (Lintang Utara) dan  $111^{\circ}55' - 112^{\circ}26'$  BT (Bujur Timur) atau berjarak sekitar 100 km di sebelah utara garis katulistiwa.



Gambar 1. Peta lokasi Taman Nasional Danau Sentarum

Penunjukan kawasan Danau Sentarum sebagai kawasan suaka alam untuk pertama kalinya pada tahun 1981 dengan status sebagai Cagar Alam berdasarkan Surat Keputusan

Direktur Jenderal Kehutanan No. 2240/DJ/I/1981 tanggal 15 Juni 1981 dengan luas 80.000 ha. Kemudian kawasan Danau Sentarum ditetapkan menjadi kawasan Suaka Alam pada tahun 1982 dengan Surat Keputusan No. 757/Kpts/Um/10/1982 dengan luas 80.000 ha. Daerah ini dikelola sebagai Suaka Margasatwa oleh Departemen Kehutanan yang diwakili oleh kantor Sub Balai Konservasi Sumber Daya Alam Kalimantan Barat yang berkantor di Pontianak.

Pada tahun 1994 Suaka Margasatwa Danau Sentarum ditetapkan menjadi lokasi Ramsar (kawasan perlindungan lahan basah mengacu pada Konvensi Ramsar Internasional) di Indonesia karena merupakan salah satu wakil daerah hamparan banjir (lebak lebung, *floodplain*) yang sangat penting, tidak saja bagi Indonesia, namun juga bagi dunia. Taman Nasional Danau Sentarum merupakan salah satu ekosistem hamparan banjir paling luas yang masih tersisa dalam kondisi baik di Indonesia, bahkan di Asia Tenggara.

Pada tahun 1999, kawasan Suaka Margasatwa Danau Sentarum kembali berubah fungsi menjadi Taman Nasional Danau Sentarum melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 34/Kpts-II/1999 tanggal 4 Pebruari 1999 dengan luas 132.000 ha.

Danau Sentarum terletak pada sebelah hulu Sungai Kapuas, yaitu sekitar 700 km dari muaranya yang menghadap ke Laut Cina Selatan. Dibatasi oleh bukit-bukit dan dataran tinggi yang mengelilinginya, Danau Sentarum merupakan daerah tangkapan air dan sekaligus sebagai pengatur tata air bagi Daerah Aliran Sungai Kapuas. Dengan demikian, daerah-daerah yang terletak di hilir Sungai Kapuas sangat tergantung pada fluktuasi jumlah air yang tertampung di danau tersebut.

Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson Taman Nasional Danau Sentarum termasuk ke dalam klasifikasi type A dengan curah hujan berkisar antara 4.000 mm sampai 4.727 mm/tahun. Kondisi suhu berkisar antara 22,90-31,05 °C.

Tingginya curah hujan sangat mempengaruhi kondisi kawasan Taman Nasional Danau Sentarum. Dengan letak dan kondisinya yang berada di tengah-tengah jajaran pegunungan menjadikan kawasan ini sebagai daerah tangkapan air. Pada musim hujan danau-danau di kawasan Taman Nasional ini akan tergenang akibat adanya aliran air yang berasal dari bukit-bukit di sekitarnya dan dari luapan Sungai Kapuas yang masuk ke kawasan. Sekitar 9-10 bulan dalam setahun kondisi kawasan yang sebagian besar merupakan dataran rendah berupa cekungan (lebak lebung) akan terendam dengan kedalaman 6 – 14 m, sedangkan pada musim kemarau panjang sebagian besar danau akan kering, hanya menyisakan alur tali-tali air dan danau-danau kecil permanen yang masih terisi air yang terpisah-pisah (Gambar 2).

Kawasan TNDS (Taman Nasional Danau Sentarum) memiliki fungsi hidrologi yang sangat penting dan unik, yaitu menjadi kantung air yang menyerap 25% air Kapuas di saat musim hujan. Di musim kemarau, 50% air Kapuas berasal dari TNDS. Air danau umumnya berwarna hitam kemerah-merahan karena mengandung tannin yang berasal dari hutan gambut di sekitarnya.

Di kawasan Danau Sentarum terdapat dua sungai utama yaitu Sungai Tawang dan Sungai Leboyan. Sungai Tawang merupakan sungai yang menghubungkan Sungai Kapuas dengan kompleks danau di Taman Nasional Danau Sentarum, sedangkan Sungai Leboyan berhulu ke Sungai Embaloh.





Gambar 2. Atas: Danau Sentarum di musim hujan. Bawah: Danau Sentarum di musim kemarau, sebagian besar danau mengering.

Taman Nasional Danau Sentarum dikenal kaya akan keanekaragaman hayatinya, banyak di antaranya bersifat endemik. Kekayaan floranya tercatat sebanyak 675 jenis yang tergolong dalam 97 suku (familia). Data-data tersebut belum sepenuhnya terinventarisasikan, terutama jenis pohon yang berada di hutan dataran rendah perbukitan, demikian pula jenis-jenis anggrek

dan parasit. Dari jumlah tersebut tercatat 33 jenis merupakan jenis endemik, dan 10 jenis merupakan jenis baru.

Jenis tumbuhan yang ada antara lain: menungau (*Vatica menungau*), putat (*Barringtonia acutanguala*), kayu tahun (*Carallia bracteata*), rengas (*Gluta rengas*), kawi (*Shorea balangeran*), ramin (*Gonystylus bancanus*), ransa (*Eugeisoma ambigua*), tembesu (*Fagrarea fragrans*), simpur (*Delenis excelsa*), bintangur (*Calophyllum* sp), bungur (*Largestonis speciosa*).



Kayu tahun (*Carallia bracteata*)



Menungau (*Vatica menungau*)



Tembesu (*Fagrarea fragrans*)



Simpur (*Delenis excelsa*)



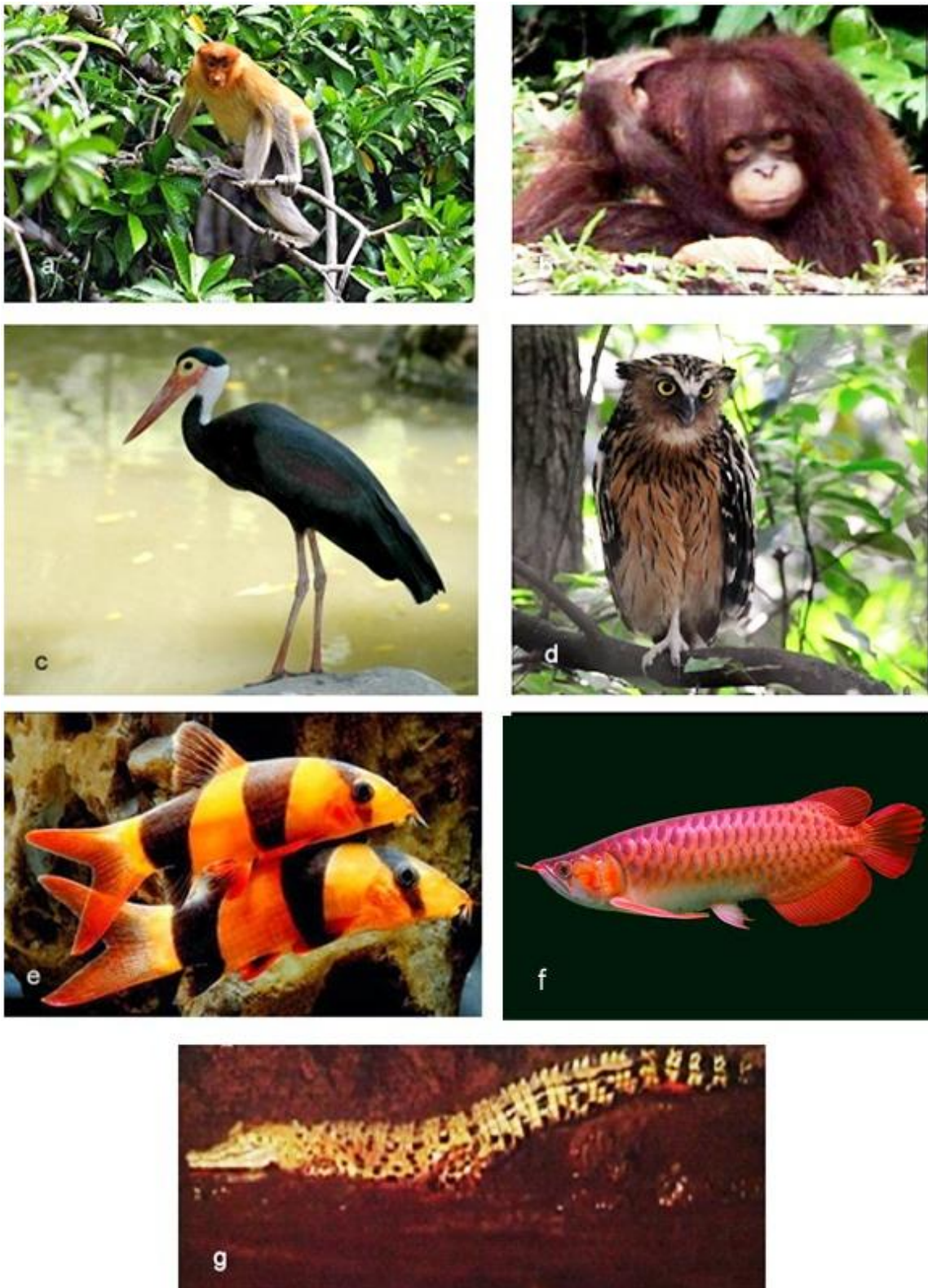
Bintangur (*Calophyllum* sp)



Bungur (*Largestonis speciosa*)

Gambar 3. Flora Taman Nasional Danau Sentarum





Gambar 4. Fauna Taman Nasional Danau Sentarum. a. Bekantan (*Nasalis larvatus*), b. Orang utan (*Pongo pygmaeus*); c. Bangau hutan rawa (*Ciconia stormi*); d. Beluk ketupa (*Ketupa ketupu*); e. Ulang uli (*Botia macracantha*); f. Arwana merah (*Scelrophagus formosus*); g. Buaya muara (*Crocodylus porosus*).

Kawasan hutan di Taman Nasional ini juga kaya akan berbagai jenis pohon penghasil kayu yang baik seperti *Shorea beccariana*, keruing (*Diterocarpus* sp), ramin (*Gonystylus bancanus*), kayu besi (*Eusideroxylon zwageri*), jelutung (*Dyena costulata*). Di samping itu juga berbagai tanaman obat tradisional seperti *Blumea balsamifera*, *Garanja* sp., *Alpinia* sp., *Zingiber urpureum*, *Eurycoma longifolia*, *Pogostemon cablin*.

Taman Nasional Danau Sentarum juga kaya akan berbagai jenis fauna. Hewan Mamalia misalnya disini terdapat 147 jenis, yang merupakan 67 % dari seluruh jenis mamalia yang terdapat di Kalimantan. Sebagian besar jenis mamalia yang ada di kawasan ini merupakan jenis endemik, langka atau menjelang kepunahan seperti bekantan (*Nasalis larvatus*), orang utan (*Pongo pygmaeus*), kepuh (*Presbytis melalaphos cruniger*), kelempiau Kalimantan (*Hylobates muelleri*), macan dahan (*Neofelis nebulosa*) dan sekitar 23 jenis lainnya.

Di kawasan ini juga terdapat 310 jenis burung, antara lain bangau hutan rawa (*Ciconia stormi*), beluk ketupa (*Ketupa ketupu*), bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus*), dan delapan jenis rangkong (Bucerotidae) yang dilindungi secara internasional. Dari 1.519 jenis burung yang tercatat di Indonesia, sekitar 20 % dapat ditemukan di Taman Nasional Danau Sentarum.

Hewan melata atau Reptilia di kawasan ini terdapat sebanyak 31 jenis, delapan di antaranya merupakan jenis yang dilindungi seperti buaya muara (*Crocodylus porosus*), buaya senyulong (*Tomistoma schlegeli*), labi-labi, ular, biawak dan lain-lain. Bahkan buaya katak atau buaya rabin (*Crocodylus ranimus*) yang telah dinyatakan punah di Asia sejak 150 tahun lalu diperkirakan masih ditemukan di kawasan ini.

Ikan air tawar di Taman Nasional Danau Sentarum tercatat sebanyak 265 jenis, mulai dari yang berukuran kecil sekitar 1 cm yaitu ikan linut (*Sundasalax cf microps*) sampai ikan tapah (*Wallago leeri*) yang dapat mencapai ukuran lebih 200 cm. Jenis ikan yang banyak dikonsumsi antara lain ikan toman, lais, belida, jelawat dan patin, sedangkan jenis ikan hias antara lain ikan ulanguli (*Botia macracantha*), dan ikan siluk atau arwana merah (*Sclerophagus formosus*). Ikan arwana ini banyak ditangkap untuk diekspor keluar daerah karena harganya yang sangat mahal, hingga sekarang sudah sangat sulit ditemui di alam aslinya.

Pada saat memasuki musim kemarau sungai-sungai mulai mengering, dan ikan-ikan banyak yang terperangkap di lubuk-lubuk yang dalam yang masih berair. Penangkapan ikan secara intensif di lubuk-lubuk itu pada saat air sangat surut dipandang bukanlah cara yang mengindahkan kelestarian sumberdaya ikan.

Kajian Dharyati (2012) mengenai beberapa parameter kualitas air di Danau Sentarum

menunjukkan suhu air berkisar 29-31°C, kecerahan air 25-120 cm, pH 5,0-5,5, karbon dioksida 10,56-17,6 mg/l, oksigen 4,04-5,17 mg/l, alkalinitas 65-125 mg/l. Data tersebut



Gambar 5. Danau Sentarum: Penangkapan ikan di lubuk pada saat air surut rendah tidak mendukung kelestarian sumberdaya ikan



mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan perairan Danau Sentarum masih layak untuk mendukung kehidupan biota air termasuk ikan.

Namun di bagian hulu Sungai Kapuas banyak ditemui penambangan emas dan dampaknya diperkirakan masuk ke DAS Kapuas sampai ke Danau Sentarum. Di sekitar danau telah dibuka pula kebun kelapa sawit yang tentu limbahnya akan berdampak pada lingkungan Danau Sentarum. Tekanan ekologis yang tinggi berpotensi merusak ekosistem dan lingkungan Danau Sentarum.

Dari aspek sosial-budaya dapat disebutkan bahwa kawasan Taman Nasional Danau Sentarum terutama dihuni oleh masyarakat Dayak dan Melayu. Masyarakat Dayak terdiri dari beberapa grup etnis seperti Iban, Embaloh, dan Kantu. Dayak Iban menghuni area di sebelah utara dan timur laut, sedangkan Dayak Embaloh sebelah timur dan Dayak Kantu di sebelah barat danau. Pada umumnya masyarakat Dayak menghuni daerah perbukitan di sekitar danau, dan mengandalkan hidupnya dari hasil hutan, berburu dan menangkap ikan. Masyarakat Dayak umumnya tinggal di rumah-rumah betang (rumah panjang) dan sebagian kecil membangun rumah secara terpisah.



Gambar 6. Rumah betang (rumah panjang) masyarakat Dayak

Masyarakat Melayu yang menghuni kawasan Taman Nasional Danau Sentarum pada awalnya berasal dari Sumatra dan Malaysia yang mulai masuk ke daerah ini sejak abad 18. Mereka kemudian menerobos makin jauh ke pedalaman untuk mencari hasil bumi sambil membawa serta kebudayaan mereka dan agama Islam. Masyarakat Melayu tinggal



Gambar 7. Rumah panggung di Danau Sentarum.  
(www.ipernity.com)

di rumah lanting (rumah terapung), rumah panggung (di atas tiang tinggi) dan di perahu motor (motor bandung/kelotok). Mata pencaharian mayoritas masyarakat Melayu adalah nelayan dengan berbagai kegiatan seperti menjala, memukat, memasang sentaban (jebakan ikan), memelihara ikan dalam karamba serta mengumpulkan ikan hias. Selain itu, masyarakat Melayu juga bermata pencaharian sebagai pengumpul dan

peternak madu liar (*Apis dorsata*) yang keaslian madunya telah diakui secara internasional. Pengambilan madu dilakukan secara tradisional melalui tiga cara yaitu: tikung (sarang buatan), lalau (lebah bersarang di kayu besar), dan rapak (lebah yang bersarang di sembarang tempat).

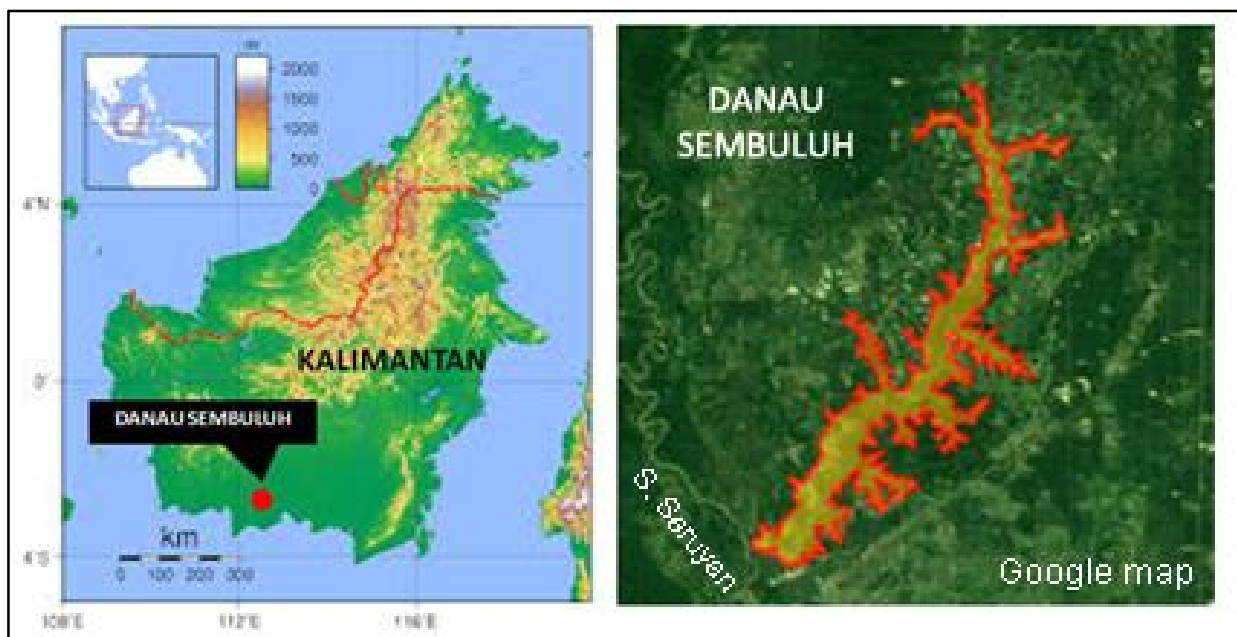
Danau Sentarum mempunyai sejumlah keunikan eksotik yang menarik untuk diangkat dalam sektor pariwisata. Namun jenis pariwisata yang dapat dikembangkan haruslah yang lebih terarah pada pariwisata berkelanjutan (*sustainable tourism*). Pada prinsipnya pariwisata berkelanjutan adalah pariwisata yang aktivitasnya memperhatikan keseimbangan alam, lingkungan, budaya dan ekonomi agar pariwisata tersebut dapat terus berlanjut. Salah satu bentuknya adalah ekowisata. Ekowisata merupakan pariwisata bertanggung jawab yang dilakukan pada tempat-tempat alami serta memberi kontribusi terhadap kelestarian alam dan peningkatan kesejahteraan masyarakat setempat. Pengembangan ekowisata ini tampaknya belum optimal dilaksanakan di Danau Sentarum dan menjadi tantangan ke depan.

## RUJUKAN

- Dephut. 2007. Buku Informasi Taman Nasional Danau Sentarum.  
Dephut. Taman Nasional Danau Sentarum. [dephut.go.id](http://dephut.go.id).  
Dharyati, E. 2012. Hasil tangkap ikan dan karakteristik lingkungan Danau Sentarum DAS Kapuas Kalimantan Barat. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI: 269-286.  
Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional: 148 hlm.  
Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Sentarum. [danau.limnologi.lipi.go.id/danau](http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau).

## 14. DANAU SEMBULUH

Danau Sembuluh adalah danau terbesar yang terdapat di Provinsi Kalimantan Tengah, yang terletak di Kabupaten Waringin, pada posisi geografi kurang lebih  $2^{\circ}43'14''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}21'14''$  Bujur Timur. Danau ini merupakan danau paparan banjir (*flood lake*) yang berada di bagian hilir DAS (Daerah Aliran Sungai) Seruyan, dengan luas 7.832,5 ha dan memiliki panjang sekitar 36 km. Danau ini berada pada ketinggian sekitar 37,5 m di atas permukaan laut, dan mempunyai bentuk yang memanjang dengan banyak cabang tempat bermuaranya banyak sungai-sungai besar dan kecil ke danau ini, seperti Sungai Kupang, Rungau, dan Rumania. Kedalaman danau dalam keadaan normal berkisar 3-5 m. Danau ini juga meliputi beberapa danau kecil yang berupa anak sungai yang berbentuk danau yang lebih kecil yang kembali ke aliran utama atau berupa aliran sungai mati (*oxbow lakes*). Pintu keluarnya (*outlet*) melalui Sungai Seruyan yang mengalir ke selatan yang akhirnya bemuara di Laut Jawa.



Gambar 1. Kiri: Peta lokasi Danau Sembuluh. Kanan: Peta morfologi Danau Sembuluh.

Di sekitar danau terdapat beberapa desa, yaitu Sembuluh I, Sembuluh II, Bangkal dan Terawan. Danau ini dapat dicapai dari Palangkaraya, ibukota Kalimantan Tengah, dengan menggunakan kendaraan darat sejauh 240 km menuju Sampit, dan dari Sampit menuju Desa Bangkal sejauh 80 km. Selanjutnya dari Desa Bangkal, Danau Sembuluh bisa dicapai dengan perahu motor sekitar 20 menit.



Gambar 2. Beberapa pojok pemandangan Danau Sembuluh, Kalimantan Tengah

Tak banyak informasi yang dapat diperoleh mengenai karakteristik fisika-kimia perairan Danau Sembuluh. Penelitian plankton di danau ini antara lain telah dilaksanakan oleh Umar (2010) yang melaporkan terdapat 70 genera fitoplankton. Genera fitoplankton yang dominan adalah *Chlorella*, *Cosmarium*, *Staurastrum*, dan *Navicula*. Dari kelompok zooplankton ditemukan 19 genera yang terdiri dari 4 Kelas yakni Copepoda, Cladocera, Rotifera dan Protozoa.

Danau Sembuluh dengan airnya yang hitam, tampaknya tidak menunjukkan keanekaragaman ikan yang tinggi dari aspek perikanan. Penelitian Fahmi *et al.* (2009) misalnya menunjukkan di Danau Sembuluh terdapat lima jenis ikan yang dominan tertangkap yakni baung (*Mystus nemurus*), sanggang (*Puntoliptes bulu*), kapas-kapas (*Gerres erythrourus*), lais (*Kryptopterus macrocephalus*), baga-baga (*Priacanthus macracanthus*) dan selain itu juga udang galah (*Macrobrachium sp.*).

Masyarakat yang menghuni kawasan sekitar Danau Sembuluh terdiri dari masyarakat adat asli suku Banjar yang sudah berbaur dengan para pendatang yang berasal dari suku Jawa, Madura, Bugis, dan juga Flores. Kegiatan masyarakat di kawasan ini pada dasarnya cukup beragam diantaranya dalam industri galangan kapal, perkebunan karet, kelapa sawit dan kopi, peternakan dan perikanan. Daerah ini cukup terkenal sebagai pembuat kapal/ perahu tradisional dengan bahan kayu yang berkualitas tinggi seperti kayu ulin dan blangiran, yang berasal dari hutan sekitarnya. Namun kini hutan alami yang dulu menjadi tumpuan masyarakat telah lenyap dan tergantikan oleh kebun kelapa sawit.



Perkebunan kelapa sawit yang sangat ekspansif di kawasan ini dalam beberapa dekade terakhir telah membawa banyak perubahan lingkungan dan berdampak pula pada pola mata pencaharian penduduk setempat. Perkebunan kelapa sawit telah mengepung Danau Sembuluh dan menimbulkan kerusakan ekosistem yang sangat signifikan. Hamparan areal perkebunan kelapa sawit telah menggantikan hutan alami, bahkan telah meluas sampai ke tepi danau yang seharusnya sebagai kawasan penyangga. Tak kurang dari delapan Perusahaan Besar Sawit yang bersentuhan langsung dengan Danau Sembuluh. Di samping itu, saat ini ada dua Pabrik Kelapa Sawit yang langsung menggelontorkan limbahnya ke Danau Sembuluh.



Gambar 3. Atas: Perkebunan sawit di sekitar Danau Sembuluh. Bawah: Hamparan areal perkebunan sawit telah mengepung Danau Sembuluh, sampai ke tepi danau ([hadiwaluh.blogspot.co.id](http://hadiwaluh.blogspot.co.id))

Hilangnya hutan asli menyebabkan peningkatan sedimentasi pun tak terelakkan. Di samping itu, limbah pabrik pengolahan kelapa sawit juga banyak dibuang langsung ke danau atau ke sungai yang akhirnya mencemari perairan Danau Sembuluh. Nelayan pun banyak mengeluhkan bahwa hasil tangkap perikanan mereka telah jauh merosot setelah merebaknya perkebunan kelapa sawit.

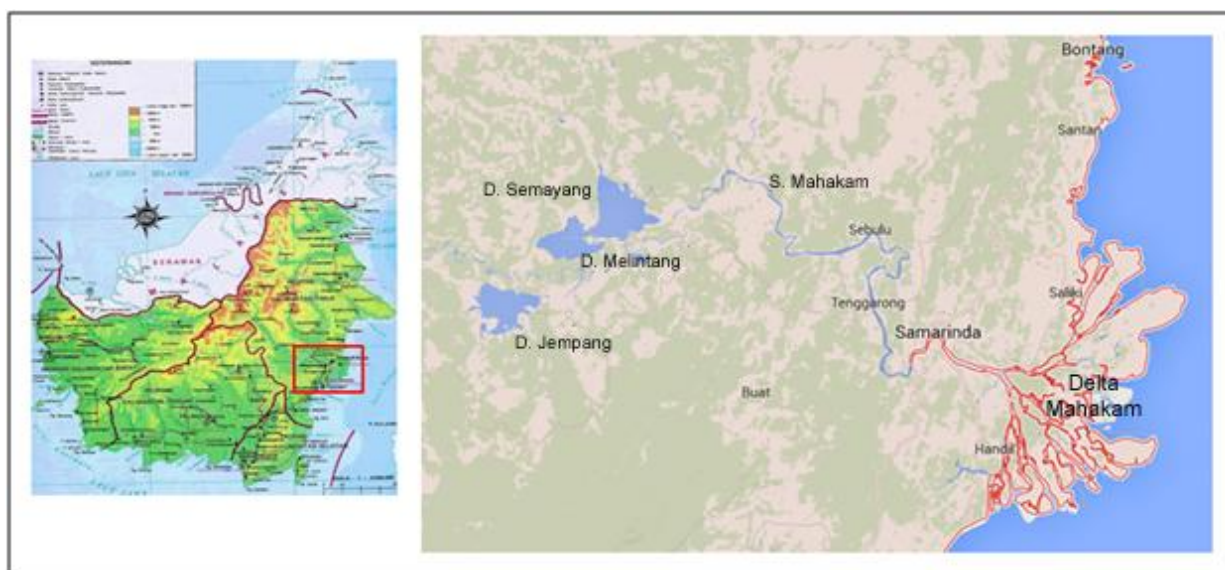
Perubahan lingkungan sekitar Danau Sembuluh dengan merebaknya perkebunan kelapa sawit sering menimbulkan konflik sosial baik secara horizontal antara masyarakat yang pro dan kontra perluasan perkebunan kelapa sawit maupun konflik vertikal antara masyarakat lokal dan pihak perkebunan dan pemerintah daerah yang dipandang bertanggung jawab dalam perizinan dan pengendalian kawasan perkebunan. Sebagian masyarakat lokal menuntut bahwa mereka berhak untuk memanfaatkan sumberdaya hutan secara tradisional sebagaimana yang telah berlangsung sejak dulu kala namun kini mereka telah tersingkir dan terabaikan dengan masuknya dan meluasnya perkebunan kelapa sawit tanpa kontrol yang memadai. Hutan yang dulu menjadi tumpuan kehidupan masyarakat telah hilang. Perubahan signifikan ini merupakan contoh kerusakan ekosistem yang tak mungkin pulih kembali. Sejalan dengan itu transformasi kehidupan masyarakat terus mengalami dinamika seiring perubahan ekosistem di kawasan ini.

## RUJUKAN

- Fahmi, Z., C. Umar & E. S. Kartamihardja. 2009. Studi identifikasi habitat ikan menggunakan parameter akustik di Anak Danau Sembuluh dan Danau Pepudak, Kalimantan Tengah. Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan II, 2009.  
<http://anaktenda.blogspot.co.id/2010>. PBS Sawitancam kerusakan Danau Sembuluh.  
<http://hadiwaluh.blogspot.co.id/2010>. Danau Sembuluh contoh kerusakan ekosistem.
- Suryanta, J. & Niendyawati. 2016. Bencana sosial masyarakat di hilir DAS Seruyan dan perubahan iklim lokal (Studi kasus di Provinsi Kalimantan Tengah). Seminar Nasional Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Umar, C. 2010. Struktur komunitas dan kelimpahan plankton di Danau Sembuluh, Kalimantan Tengah. Semnar Nasional Biologi 2010.
- WALHI Kalimantan Tengah. 2013. Potensi pencemaran di Danau Sembuluh.  
<http://walhikalteng.org>. 3 Februari 2013.

## 15. DANAU MAHAKAM (SEMAYANG, MELINTANG, JEMPANG)

**D**anau-Danau Mahakam terdiri dari tiga danau yang saling berdekatan yakni Danau Semayang, Danau Melintang, dan Danau Jempang yang semuanya terkait dengan aliran Sungai Mahakam. Ketiga danau ini termasuk tipe danau paparan banjir (*flood plain*) yang umumnya tedapat di dataran rendah. Danau-Danau Mahakam ini terletak di Kabupaten Kutai Kertanegara dan Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis Danau Semayang terletak kurang lebih pada kordinat  $0^{\circ}13'24,48''$  Lintang Selatan dan  $116^{\circ}27'17''$  Bujur Timur, Danau Melintang pada kordinat  $0^{\circ}17'33''$  Lintang Selatan dan  $116^{\circ}19'42''$  Bujur Timur, sedangkan Danau Jempang pada kordinat  $0^{\circ}26'33,87''$  Lintang Selatan dan  $116^{\circ}11'41''$  Bujur Timur.

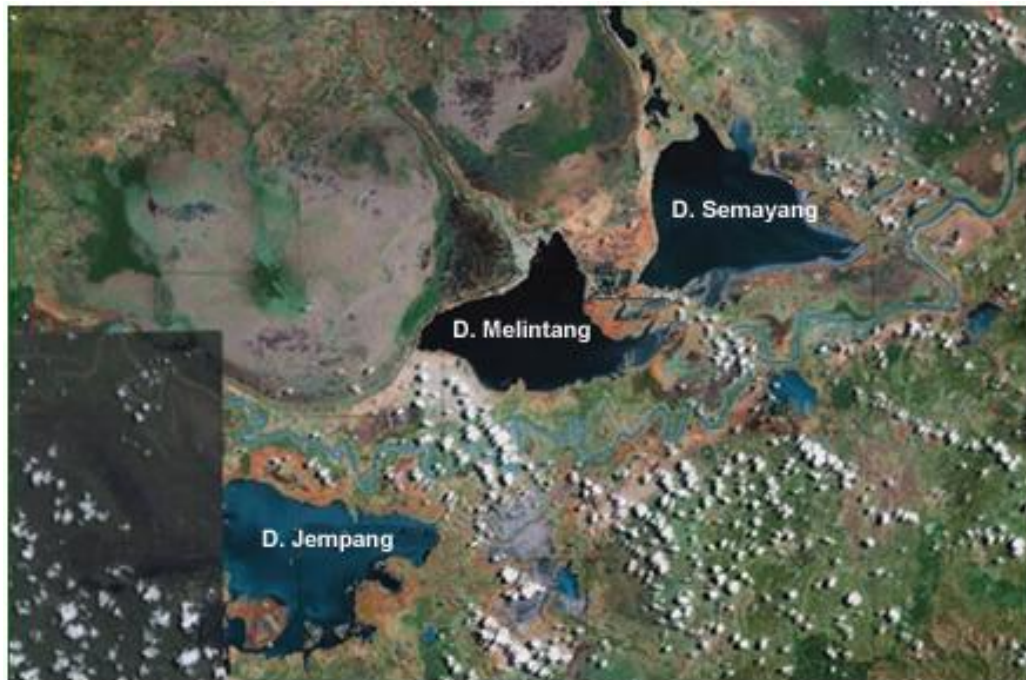


Gambar 1. Peta Lokasi Danau-Danau Mahakam (Danau Semayang, Danau Melintang, dan Danau Jempang)

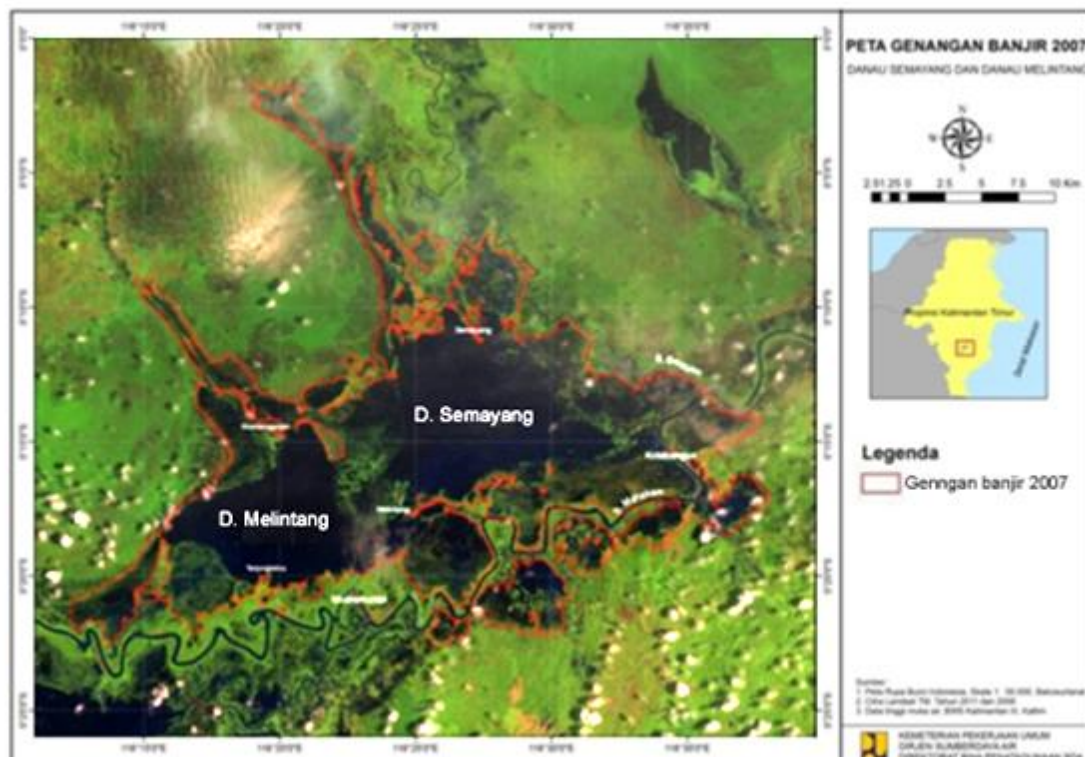
Danau Semayang mempunyai luas 13.000 ha dengan kedalaman 3,5 m, Danau Melintang dengan luas 11.000 ha dan kedalaman 2 m, sedangkan Danau Jempang dengan luas 15.000 ha dan kedalaman 3,50 m. Kedalaman ini merupakan kedalaman rata-rata, karena tinggi muka air Danau-Danau Mahakan sangat dipengaruhi oleh musim. Pada musim hujan, air danau melimpah dan membanjir hingga Danau Semayang menyatu dengan Danau Melintang. Namun pada musim kemarau air danau menyusut, hingga sebagian danau menjadi lahan kering dan meninggalkan alur-alur dan lubang kecil saja yang masih tersisa. Danau yang berubah menjadi lahan kering di musim kemarau ini dimanfaatkan oleh penduduk untuk keperluan pertanian,



misalnya ditanami padi. Perubahan musiman ini menyebabkan nelayan di danau-danau ini beralih dari semula nelayan pada saat air tinggi menjadi petani di musim kemarau yang kering.



Gambar 2. Citra satelit Danau Semayang, Melintang dan Jempang



Gambar 3. Citra satelit mencakup daerah genangan banjir tahun 2007 yang menunjukkan perairan Danau Semayang menyatu dengan Danau Melintang.



Salah satu fungsi penting Danau-Danau Mahakam adalah sebagai media transportasi. Transportasi darat selama ini belum berkembang dengan baik di sekitar danau ini, terutama karena kondisi lahannya yang berawa-rawa. Oleh karena itu transportasi air lewat sungai dan danau merupakan andalan, baik itu untuk angkutan penumpang, maupun untuk angkutan



Gambar 4. Transportasi air merupakan aspek yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat di kawasan Danau-Danau Mahakam.

barang seperti hasil bumi, perikanan dan barang lainnya. Transportasi air ini umumnya dilakukan dengan menggunakan kapal atau perahu motor, yang menghubungkan desa satu dengan yang lainnya di kawasan danau, bahkan lewat sungai sampai ke Samarinda, ibu kota provinsi Kalimantan Timur. Dengan demikian peran transportasi air sangat penting dalam pengembangan ekonomi lokal. Pada umumnya di luar musim kemarau air danau cukup dalam untuk dilayari dengan aman, tetapi pada musim kemarau banyak bagian danau yang menjadi kering tak bisa dilayari hingga kegiatan transportasi air pun terganggu.



Gambar 5. Kiri: Pepohonan di sempadan Danau Semayang saat air tinggi.  
Kanan: Perumahan penduduk di tepian Danau Semayang  
(adinandra.lingkungan.org)



Gambar 6. Kiri: Nelayan di Danau Semayang di kala senja. (iftfishing.com).  
Kanan: Danau Semayang di musim kemarau menjadi hamparan luas yang kering kerontang (semayangboy.com)



Gambar 7. Kiri: Danau Semayang mulai mengering di musim kemarau, disiapkan untuk ditanami padi. Kanan: Kegiatan mencari kijang (kerang) danau di musim kemarau yang kering (semayangboy.com)

Danau-Danau Mahakam juga mempunyai peran penting dalam kegiatan perikanan masyarakat. Perikanan dilaksanakan baik dengan perikanan tangkap maupun dengan perikanan budidaya. Hasil perikanan tidak saja untuk memenuhi kebutuhan masyarakat setempat tetapi juga dipasarkan hingga ke kota Samarinda. Kegiatan perikanan danau akan turun drastis pada musim kemarau karena banyak bagian danau yang mengering. Terjadinya kekeringan danau ini terkait dengan tingkat sedimentasi yang terus meningkat akibat makin rusaknya lingkungan di sebelah hulu danau.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Haryono (2006) di Danau Semayang dan Danau Jempang tahun 1995 menunjukkan bahwa di danau-danau ini terdapat 15 jenis ikan, yang terbanyak adalah dari famili Cyprinidae (enam jenis). Umumnya ikan yang ditemui disini berpotensi sebagai ikan konsumsi. Jenis yang paling melimpah adalah ikan repang (*Barbodes collingwood*) sedangkan yang paling rendah kelimpahannya adalah ikan betutu (*Oxyeleotris*



*marmorata*). Ikan gabus (*Channa sriata*) dan ikan betutu di danau ini dibudidayakan dalam karamba dari kayu (haba) dan pakannya adalah ikan rucah berupa ikan-ikan kecil yang ditangkap dari alam. Pada tahun 2004 produktivitas ikan yang terbesar yang dihasilkan danau-danau Mahakam adalah dari hasil tangkapan, yaitu rata-rata sebesar 750 ton/tahun sedangkan hasil dari karamba sebesar 300 ton/tahun dari beberapa desa di sekitarnya.

Penelitian Haryono (2006) lebih lanjut mengemukakan bahwa parameter lingkungan perairan pada saat penelitiannya menunjukkan kisaran suhu 28,0 – 32,7 °C, oksigen terlarut 2,6 – 4,5 ppm dan pH 6 – 7, yang mengindikasikan bahwa kualitas perairan disini masih cukup baik untuk pengembangan perikanan.



Gambar 8. Atas: Danau Melintang pada saat air tinggi (wordpress.com). Bawah: Pada saat air surut rendah Danau Melintang mendangkal dan ditanami padi (pinal-news.com)



Gambar 9. Atas: Kampung terapung di Danau Jempang (denieksukarya.com).  
Bawah: Burung kuntul di Danau Jempang (wikimedia.org)

Dilihat dari segi fungsi estetika, Danau Semayang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tujuan wisata. Jika mengarungi danau yang luas ini, terasa berada di tengah lautan karena tepi danau di seberang tidak terlihat. Matahari terbenam (*sunset*) yang indah juga akan tampak di ufuk cakrawala Danau Semayang apabila cuaca mendukung. Sesaat menjelang terbenam, bias cahaya kuning kemerahan dari matahari tampak mewarnai awan disekitarnya, dan hal tersebut terpantul di permukaan air danau yang seakan menjadi cermin. Tak kalah dengan *sunset*, matahari terbit (*sunrise*) di danau tersebut juga tak kalah menariknya. Cahaya matahari yang seakan timbul dari ujung danau, menjadi tanda dan penerang bagi para



nelayan untuk turun ke danau untuk mencari nafkah. Selain itu, keberadaan rumah-rumah apung di atas air merupakan pemandangan khas dan menarik yang banyak dapat ditemukan di Danau-danau Mahakam.

Dari aspek keanekaragaman hayati, Danau-Danau Mahakam sangat kaya akan berbagai jenis biota, baik biota akuatik maupun biota terrestrial (daratan) di sekitarnya. Banyak di antaranya bersifat endemik yang hanya terdapat di Kalimantan. Di sekitar kawasan Danau-danau Mahakam terdapat kurang lebih 300 jenis pohon, 12 jenis reptil, 4 jenis amfibi, 125 jenis burung, 86 jenis ikan dan 25 jenis mamalia.

Vegetasi akuatik perairan Danau Semayang dan Danau Melintang tersusun dari berbagai jenis tumbuhan, baik yang mengapung maupun yang menancap di dasar. Beberapa diantaranya adalah kumpai minyak (*Panicum stagnium*), kumpai biasa (*Panicum colorum*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*), babatungan (*Polygonum barbatum*), wlingi (*Cyperus elatus*), kiambang (*Salvina natans*), bunga telepok (*Nymphoides indica*) dan ada beberapa jenis tumbuhan yang hidupnya tenggelam antara lain *Hydrilla verticillata* dan *Ceratophyllum sp.*

Di perairan Danau Melintang, eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang distribusinya paling luas dan pertumbuhannya paling subur. Hampir seluruh permukaan alur perairan yang menuju Desa Melintang dan perairan Desa Semayang tertutup oleh eceng gondok. Pada bagian tepi banyak ditumbuhi oleh *Panicum repens*, *Leersia* dan *Cyperus*. Secara keseluruhan jenis tumbuhan yang tumbuh diperairan Danau Semayang dan Danau Melintang ada 12 jenis, yakni *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum sp*, *Eichornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Pistia sp*, *Azolla pinnata*, *Cyperus rotundus*, *Leersia sp*, *Panicum repens*, *Nymphaea sp* dan *Ipomoea aquatica*.

Ikan yang umum terdapat di Danau Semayang dan Danau Melintang adalah sebagai tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis ikan yang terdapat di Danau Semayang dan Danau Melintang

No.	Nama Indonesia	Nama Latin	No.	Nama Indonesia	Nama Latin
1.	Pepuyu	<i>Anabas tertudeneus</i>	15.	Lampa	<i>Arius thalassinus</i>
2.	Tempe	<i>Pristolepis fasciatus</i>	16.	Bentilap	<i>Cryptopterus apaqon</i>
3.	Biawan	<i>Helastoma femmincki</i>	17.	Berokong	<i>Barbichthya laevis</i>
4.	Sepat Siam	<i>Trichogaster pectoralis</i>	18.	Curing	<i>Osteochilus hasselti</i>
5.	Sepat Jawa	<i>T. Trichopterus</i>	19.	Tengkarak	<i>Leiocassis stenosus</i>
6.	Kesong	<i>Ophiocephalus lucius</i>	20.	Repanq	<i>Osteochilus repang</i>
7.	Gabus	<i>O. striatus</i>	21.	Lalang	<i>Chela xygastroiaes</i>
8.	Gaok	<i>Arius maculatus</i>	22.	Lancang	<i>Pangasius micronema</i>
9.	Baung	<i>Macrones nemurus</i>	23.	Jelawat	<i>Labeobarbus soro</i>
10.	Patin	<i>Pangasius nasutus</i>	24.	Kalaberi	<i>Arius caelatus</i>
11.	Penang	<i>C. Leiacanthus</i>	25.	Lampok	<i>Pterosis russelli</i>
12.	Betutu	<i>Macrognathusa culaetus</i>	26.	Lais	<i>Lasi sp.</i>
13.	Seluang	<i>Puntius sp.</i>	27.	Kalabu	<i>Osteochilus kalabu</i>
14.	Kendia	<i>Thynnichthys vaillanti</i>			

Sumber : Lokakarya Pengelolaan Danau Terpadu, 2001

Menarik untuk diungkapkan hasil penelitian Sugeha & Suharti (2008) yang menemukan ikan sidat (*Anguilla borneensis*) di Danau Semayang. Temuan ini dikukuhkan baik dengan metode morfologi maupun dengan metode genetika. Ikan sidat ini merupakan ikan endemik

Kalimantan dan oleh para ahli ikhtiologi (bilogi ikan) dipandang sebagai salah satu nenek moyang yang menurunkan genus *Anguilla* di dunia.



Gambar 10. Beberapa jenis ikan dan udang yang terdapat di kawasan Danau-danau Mahakam. a) ikan kelabau (*Osteochylus kelabau*), b) jelawat (*Leptobarbus hoevenii*), c) sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*), d) udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*).



Gambar 11. Beberapa jenis burung-burung air yang terdapat di Danau-Danau Mahakam. a) pecuk ular (*Anhinga melanogaster*), b) bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus*), c) kuntul besar (*Egreta alba*), d) cagak merah (*Ardea purpurea*), e) blekok sawah (*Ardeola speciosa*), f) belibis kembang (*Dendrocygna arcuata*).

Jenis-jenis burung banyak ditemui di Danau-danau Mahakam misalnya di Danau Jempang terdapat 47 jenis, Danau Melintang 34 jenis, Danau Semayang 22 jenis. Jenis-jenis burung yang sering diamati di sekitar danau adalah walet raksasa, cangkak merah, kuntul perak, kuntul kerbau, kuntul besar, kuntul kecil, blekok sawah, trinil pantai, bangau tongtong dan pecuk ular Asia. Ditinjau dari jumlah populasi, jenis dengan populasi paling besar ditemui di kawasan danau adalah blekok sawah, belibis kembang, trinil pantai, kuntul besar, kuntul kerbau, kuntul perak, cangkak merah, dara laut kumis, dara laut tengkuk hitam dan elang bondol. Pada tingkat air tinggi populasi lebih rendah untuk jenis kuntul, trinil dan blekok sawah.

Pesut (*Orcaella brevirostris*) adalah satu dari banyak hewan khas Provinsi Kalimantan Timur. Bentuknya mirip dengan lumba-lumba air laut. Hanya saja kepala pesut berbentuk bulat dan bermata kecil serta moncong yang sedikit pendek. Warna kulitnya keabu-abuan tanpa ada pola yang khas. Warga sekitar menamakannya pesut mahakam. Pesut bukanlah ikan yang dicirikan dengan bernafas dengan insang, tetapi hewan air yang menyusui anaknya (Mamalia).



Gambar 12. Pesut Mahakam (*Orcaella brevirostris*) yang semakin terancam punah

Keberadaan pesut di alam sekarang makin terancam punah dan karenanya pesut telah dimasukkan dalam hewan yang dilindungi undang-undang. Pesut mahakam ditemukan tidak hanya di Sungai Mahakam (sepanjang sekitar 980 kilometer), namun juga di Danau Semayang, Danau Melintang, dan Danau Jempang. Di dunia, jenis hewan ini hanya bisa ditemui di tiga sungai, yaitu di Sungai Mahakam (Kalimantan Timur), Sungai Mekong (yang membentang dari China, Laos, Kamboja dan Vietnam) dan Sungai Irawady (Myanmar). Sayangnya, keberadaan pesut di sungai dan danau-danau Mahakam saat ini telah diambang kepunahan. Survei yang dilakukan oleh Yayasan RASI (*Rare Aquatic Species of Indonesia*) tahun 2014 mengindikasikan bahwa pesut mahakam di sungai dan danau-danau Mahakam diperkirakan tinggal sebanyak 86 ekor.



Gambar 13. Kiri: Pesut Mahakam (*Orcaella brevirostris*) yang tertangkap dengan jaring nelayan. Kanan: Pesut Mahakam mati tertabrak kapal motor (2.bp.blogspot.com)



Seekor pesut betina hanya melahirkan satu ekor anak dengan masa hamil 14 bulan dan masa menyusui dua tahun, sementara umur pesut relatif pendek, hanya sekitar 30 tahun. Pesut dewasa rata-rata memiliki berat 90-200 kilogram dengan panjang antara 2 - 2,75 meter.

Pesut Mahakam kini menjadi salah satu objek observasi bagi wisatawan yang berkunjung ke sungai dan Danau-Danau Mahakam. Satwa ini biasanya menampakan diri sejak matahari terbit sampai pukul 08:00 dan antara pukul 16:00 sampai magrib.

Ancaman terbesar bagi kelangsungan hidup pesut adalah menurunnya kualitas air sungai dan danau akibat tingginya tingkat pencemaran sungai dari industri perkayuan dan batu bara di sepanjang Sungai Mahakam. Sibuknya lalu-lintas sungai dengan hilir-mudiknya baik kapal-kapal besar maupun perahu kecil bermotor yang suaranya sangat memekakkan, jadi ancaman serius lainnya. Kehidupan manusia yang bertambah ramai memanfaatkan sungai dan danau sebagai urat nadi transportasi telah “merampas” habitat Pesut Mahakam. Bahkan tidak sedikit diantara pesut-pesut tersebut cedera atau mati terhantam baling-baling kapal.

## RUJUKAN

- Chrismada, T., Lukman, Triyanto & M. Fakhrudin. 2012. Peran sumberdaya perikanan dalam pengembangan wilayah pedesaan di Danau Semayang-Melintang. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI.
- Fakhrudin, M., T. Chrismada & I. Ridwamsyah. 2012. Kajian garis sempadan Danau Semayang-Melintang untukantisipasi penerapan PP No. 38 tahun 2011 tentang sungai. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI.
- Harian Kompas. 2015. Populasi pesut Sungai Mahakam makin menyusut. 25 Juli 2015. (<http://regional.kompas.com>)
- Haryono. 2006. Iktiofauna di Danau Semayang –Melintang Kawasan Mahakam Tengah, Kalimantan Timur. *Jurnal Biologi Indonesia*, Vol 6, Nomor 1: 75-78.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional: 148 hlm.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Semayang, Melintang dan Jempang. [danau.limnologi.lipi.go.id/danau](http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau).
- Sugeha, H. Y. & S. R. Suharti. 2008. Biological aspects of the endemic eels, *Anguilla borneensis*, from Lake Semayang, Mahakam watershed (East Kalimantan, Indonesia). Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV: 103-110.



## 16. DANAU KAKABAN

Danau Kakaban terletak di Pulau Kakaban, sebuah pulau kecil tak berpenghuni dalam gugus Kepulauan Derawan. Secara administratif pulau ini termasuk dalam wilayah Kecamatan Maratua, Kabupaten Berau, sebelumnya Provinsi Kalimantan Timur, tetapi sejak tanggal 25 Oktober 2012 masuk Provinsi Kalimantan Utara. Posisi geografisnya adalah pada koordinat  $02^{\circ}08'35''$  Lintang Utara dan  $118^{\circ}31'13''$  Bujur Timur.

Pulau ini mempunyai panjang 6 km, lebar 2,5 km dan luas 774,20 ha. Danau Kakaban yang berada di tengah pulau itu memiliki panjang 2,6 km, lebar 1,5 km, luas sekitar 390 ha, dengan kedalaman maksimum 11 m. Bentuk pulau beserta danaunya menyerupai angka-9 dan didominasi oleh daratan karst berbukit kecil dengan lapisan tanah permukaan yang dangkal (< 10 cm).

Vegetasi yang terdapat di dataran berbukit ini cukup lebat namun secara ekologis tergolong sangat rapuh. Vegetasi mangrove dan hutan berbukit kecil terdapat di sekitar danau.



Gambar 1. Peta lokasi Pulau Kakaban di Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur

Saat ini Danau Kakaban telah dimasukkan sebagai salah satu daerah Kawasan Konservasi Laut di Kabupaten Berau dan diusulkan sebagai salah satu situs warisan dunia. Sebagai salah satu daerah tujuan wisata, Danau Kakaban yang unik dan langka ini pun banyak diminati turis mancanegara.



Gambar 2 . Suasana pantai Danau Kakaban. Vegetasi mangrove dan hutan bukit kecil tumbuh di sepanjang tepian danau.

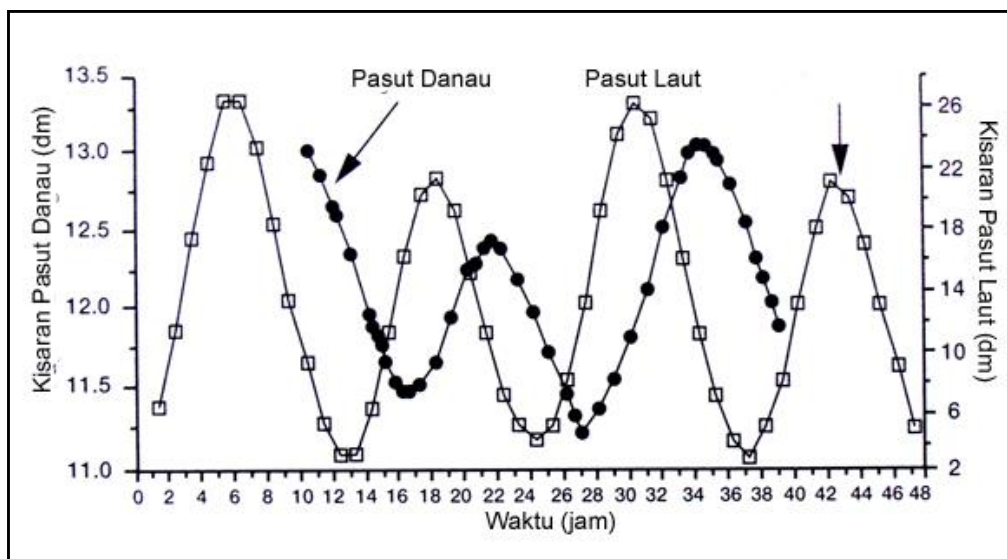
Danau Kakaban terbentuk dari sebuah pulau karang berbentuk cincin yang disebut atol. Umumnya, daratan atol yang muncul ke permukaan laut berukuran sempit dan melingkar. Di tengah atol terdapat semacam kolam berisi air laut yang disebut laguna atau goba. Adanya pergerakan lempeng kulit bumi dan berbagai aktivitas geologi yang kompleks di pesisir timur Kalimantan, menyebabkan karang atol ini perlahan-lahan mengalami pengangkatan (*up lift*) setinggi 40-60 m di atas permukaan laut. Proses ini diperkirakan terbentuk selama 1-2 juta tahun. Akibatnya, air laut yang berada di tengah atol pun terjebak dan tidak dapat keluar lagi, dan terbentuklah sebuah danau yang seolah-olah dipeluk oleh daratan yang ada disekelilingnya. Dari penampakan itulah danau ini mendapatkan namanya: “Kakaban”. Dalam bahasa daerah setempat “kakaban” berarti “pelukan”.

Biota yang terjebak di dalam Danau Kakaban mengalami evolusi dan adaptasi yang mengakibatkan sebagian besar biota Danau Kakaban merupakan jenis-jenis endemik yang tidak atau jarang ditemukan di tempat lain.

Danau atau laguna yang airnya terjebak dan tidak memiliki hubungan dengan air laut di sekitarnya melalui permukaan, tergolong jarang ditemukan di alam. Meskipun terisolasi, Danau Kakaban masih tetap mempertahankan karakternya sebagai danau berair asin/payau, sebab di dasar danau terdapat berbagai macam lubang, saluran, atau retakan kecil yang memungkinkan pertukaran air danau dengan lingkungan laut di sekitarnya.

Pasut (Pasang-surut) laut di sekitar Pulau Kakaban mempunyai tipe campuran condong ke harian ganda (*mixed tide, prevailing semidiurnal*) berarti terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, tetapi berbeda dalam tinggi dan waktunya, dengan kisaran pasut (*tidal range*) sekitar 3 m. Pasut di dalam Danau Kakaban mempunyai tipe yang sama dengan pola pasut di laut tetapi kisaran pasutnya hanya sekitar 0,19 m, sedangkan waktu pasutnya selalu bergeser atau terlambat sekitar 3 jam dibandingkan dengan pasut di laut (Gambar 3). Sementara

itu perbandingan parameter lingkungan perairan di Danau Kakaban dan di laut sekitarnya disampaikan dalam Tabel 1.



Gambar 3. Perbandingan pola pasut (pasang-surut) di Danau Kakaban dan di laut sekitar Pulau Kakaban (Tomascik *et al*, 1997)

Tabel 1. Parameter lingkungan perairan Danau Kakaban dan laut sekitar Pulau Kakaban

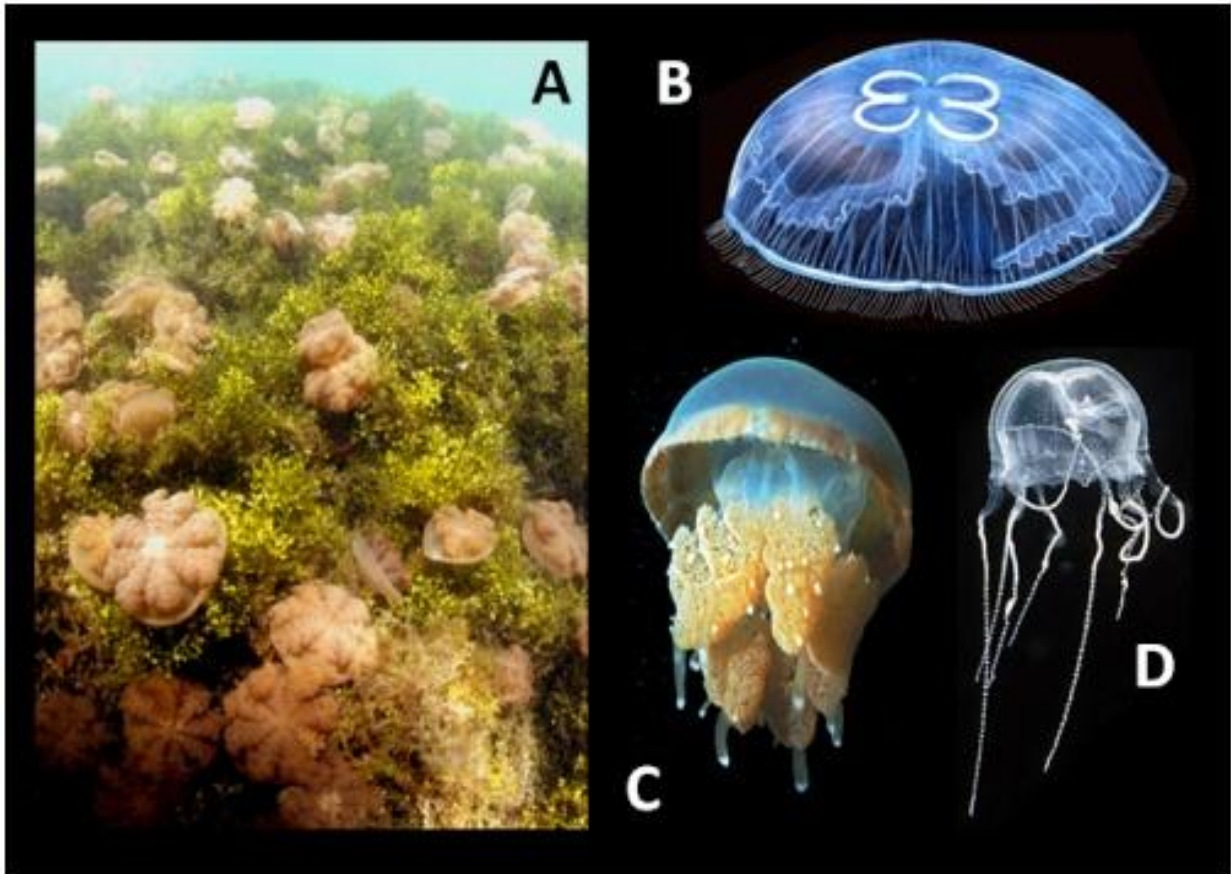
Parameter Lingkungan	Danau Kakaban	Laut sekitar P. Kakaban
Kisaran pasang-surut (m)	0,19	3,0
Suhu (°C)	32,0	28,0 – 29,0
Salinitas (‰)	24,0 – 26,0	34,0 – 36,0
Oksigen (mg/l)	5,9 – 6,6	6,0 – 6,4
pH	7,8	8,1 – 8,3
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N μM)	0,34	0,26 – 1,06

Sumber: Tomascik & Mah (1994)

Dasar Danau Kakaban didominasi oleh tutupan vegetasi alga hijau berkapur (*calcareous*) jenis *Halimeda opuntia* dan *Halimeda tuna*. Jenis *Halimeda opuntia* bahkan dapat membentuk hamparan yang luas menutupi dasar danau yang bisa sampai setebal 1,5 m. Karena itu danau ini kadang disebut sebagai “*Halimeda lagoon*” atau laguna yang dipenuhi *Halimeda*. Sementara *Halimeda tuna* hanya terdapat sedikit di sekitar mangrove di tepian danau.

Satu hal yang paling mengagumkan dari Danau Kakaban adalah ubur-ubur yang populasinya sangat menyolok hingga danau ini populer disebut sebagai danau ubur-ubur. Danau Kakaban memiliki setidaknya empat jenis ubur-ubur yaitu: Ubur-ubur bulan *Aurelia aurita* (5-50 cm), ubur-ubur totol *Mastigias papua* (1-20 cm), ubur-ubur kotak *Tripedalia cystophora* (7-10 mm) dan ubur-ubur terbalik *Cassiopea ornata* (15-20 cm) (Gambar 3).





Gambar 3 . Spesies ubur-ubur Danau Kakaban. A. Ubur-ubur terbalik (*upside-down jellyfish*) *Cassiopea ornata* (15-20 cm); B. Ubur-ubur bulan *Aurelia aurita* (5-50 cm); C. Ubur-ubur totol *Mastigias papua* (1-20 cm); D. Ubur-ubur kotak *Tripedalia cystosphora* (7-10 cm). (Pandito, 2012)



Gambar 4. Seorang penyelam diantara massa ubur-ubur totol *Mastigias papua* di Danau Kakaban (blog.reservasi.com)

Ubur-ubur bulan (Gambar 3) merupakan jenis ubur-ubur terbesar. Tubuhnya dapat dikenali dari warnanya yang putih agak transparan dengan motif daun semanggi di ujung tudungnya. Struktur seperti daun semanggi ini sebenarnya adalah gonad dari ubur-ubur tersebut.

Ubur-ubur totol *Mastigias papua* (Gambar 3) merupakan jenis ubur-ubur yang paling padat populasinya di Danau Kakaban. Akibat isolasi selama ribuan tahun, ubur-ubur di danau ini mengalami evolusi



hingga memiliki karakter fisik yang berbeda dengan saudaranya yang hidup di laut. Kurangnya predator menyebabkan kelenjar sengat (nematosist) pada ubur-ubur ini mengalami reduksi sehingga berukuran sangat kecil dan tidak efektif lagi sebagai senjata penyengat mangsanya. Dalam ekosistem Danau Kakaban, yang nyaris tanpa predator dan memiliki sumber makanan yang melimpah, keberadaan kelenjar sengat tidak diperlukan lagi. Ubur-ubur ini pun dikenal sebagai ubur-ubur tanpa penyengat atau *stingless jellyfish*.

Jenis lainnya adalah ubur-ubur kotak *Tripedalia cystophora* (Gambar 3) yang merupakan spesies ubur-ubur terkecil di Danau Kakaban. Meskipun ukurannya paling kecil, keluarga ubur-ubur ini (kelas Cubozoa) terkenal sebagai kelompok ubur-ubur dengan daya sengat paling mematikan. Namun, sebagaimana jenis ubur-ubur lainnya, kelenjar nematosist ubur-ubur kotak di danau ini telah tereduksi sehingga tidak lagi membahayakan bagi manusia.

Jenis ubur-ubur lainnya yang juga unik adalah ubur-ubur terbalik (*upside-down jellyfish*) *Cassiopea ornata* (Gambar 3 & 5).



Gambar 6. Anemon putih (Actinidae) menangkap dan akan melahap ubur-ubur *Cassiopea ornata*. (Tomascik *et al.* 1997)



Gambar 5. Ubur-ubur terbalik (*Cassiopea ornata*) di pandang alga *Halimeda* di Danau Kakaban.

Disebut terbalik karena tudungnya justru di posisi bawah bagaikan kuali, sedangkan umbai-umbai atau tentakelnya yang justru melambai-lambai ke atas. Ubur-ubur ini tergolong hewan yang terspesialisasi hidup di dasar perairan. Ubur-ubur terbalik mendapatkan makanan dari zooxanthella, mikroalga yang “bersemayam” di dalam jaringan tubuhnya. Ubur-ubur ini dan zooxanthella hidup bersimbiosis yang saling menguntungkan (mutualistis). Zooxanthella mampu memproduksi makanannya sendiri melalui proses fotosintesis dan memasok energi bagi inang ubur-uburnya. Sebaliknya zooxanthella mendapatkan hara dan perlindungan dari ubur-ubur. Sebagian besar zooxanthella dalam ubur ubur ini terkonsentrasi di bagian bawah tudung dan tentakel sehingga

untuk memaksimalkan proses fotosintesis, ubur-ubur ini membalik tubuhnya, bagaikan payung terbalik menghadap matahari.

Suatu hal yang menarik bahwa di Danau Kakaban terdapat anemon putih (famili Actinidae) yang dapat dengan buas memangsa ubur-ubur *Cassiopea ornata* dan bisa melahapnya seutuhnya. Anemon itu dapat merentangkan mulut dan perutnya sedemikian besar hingga dapat menelan seluruh tubuh ubur-ubur yang berukuran jauh lebih besar (Gambar 6). Anemon ini meskipun tak mempunyai sel penyengat (nematocyst) tetapi mempunyai daya rekat yang sangat kuat (*sticky*) yang bisa mencengkeram mangsanya dengan erat.



Gambar 7. Ular air *Acrochordus granulatus* di Danau Kakaban. (indonesia.travel)

karnivor puncak (*top carnivore*) yakni ular *Acrochordus granulatus* yang mencari makanannya di lingkungan padang *Halimeda*. Ular ini bukan tergolong ular yang berbisa dan makanannya adalah ikan-ikan kecil.

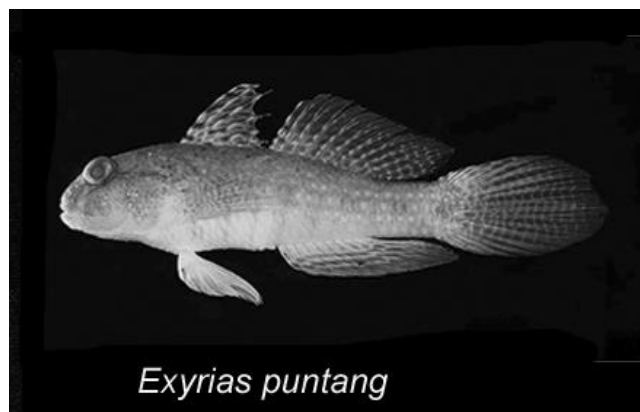
Ikan yang hidup di danau ini umumnya ikan-ikan kecil, seperti serinding (*Apogon lateralis*), julung-julung (*Zenachopterus dispar*). Ikan yang terbesar adalah ikan gelodok *Exyrias puntang* (Gambar 8) dengan panjang total 60-165 mm yang bersifat omnivor dan hidup di sekitar akar-akar tunjang mangrove.

Daratan yang mengelilingi danau merupakan jalur sempit yang ditumbuhi mangrove dengan lebar sekitar 3 – 5 m, yang terdiri terutama jenis bakau (*Rhizophora mucronata*), tanjang (*Bruguiera* sp.), api-api (*Avicennia* sp.), dan pedada (*Sonneratia* sp.).

Keunikan Danau Kakaban, terutama dengan ubur-uburnya yang melimpah dan tak menyengat menjadikan Pulau Kakaban mejadi tujuan wisata alam yang sangat unik dan menarik. Di luar Indonesia hal yang mirip hanya

Melimpahnya jumlah individu tetapi hanya dengan beberapa spesies di Danau Kakaban menunjukkan adanya faktor pembatas yang menghalangi spesies lain untuk tumbuh dan berkembang disini. Suhu dan salinitas kemungkinan menjadi faktor pembatas utama yang berpengaruh terhadap populasi berbagai jenis biota di Danau Kakaban. Hanya spesies yang memiliki daya adaptasi tinggi dan toleransi lingkungan yang besar saja yang mampu bertahan.

Fauna invertebrata lain yang hidup di Danau Kakaban antara lain beberapa jenis moluska, krustasea dan teripang. Di danau ini terdapat juga ular air sebagai



Gambar 8. Ikan gelodok *Exyrias puntang*, jenis ikan terbesar di Danau Kakaban, 60-165 mm. (fishwisepro.com)

terdapat di Palau, negara kecil di bagian barat Samudra Pasifik. Berenang bersama massa ubur-ubur merupakan sensasi tersendiri yang tidak bisa dijumpai di tempat lain di Indonesia. Oleh sebab itu Danau Kakaban banyak diminati wisatawan untuk dikunjungi, tidak saja oleh wisatawan nusantara tetapi juga wisatawan mancanegara.

## RUJUKAN

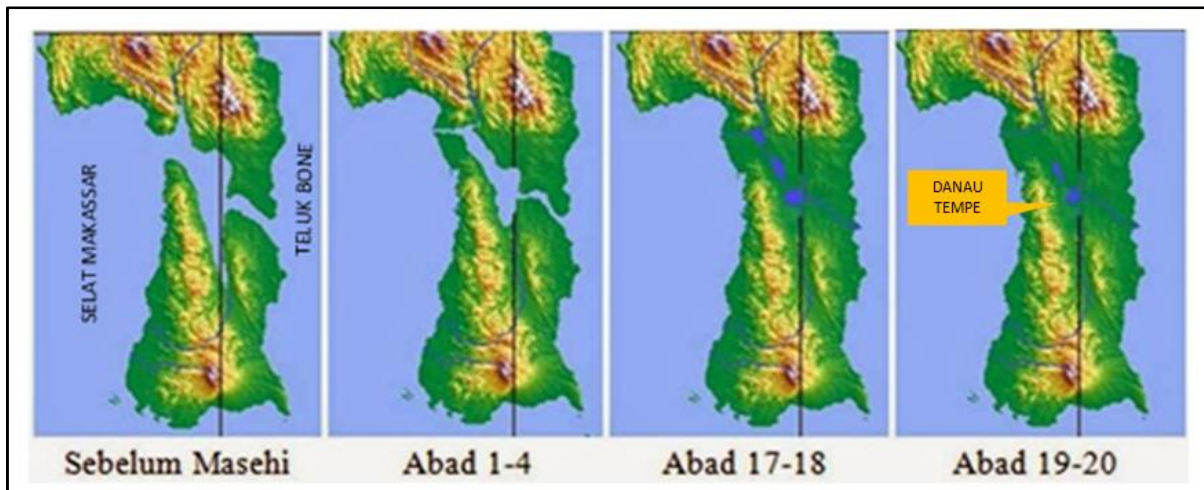
- Ismuranty, C., A. Mardiasuti & J. H. Steffen. 2004. Merintis konservasi Pulau Kakaban: kerangka pengembangan model pengelolaan kolaboratif Kepulauan Derawan berbasis masyarakat. Yayasan Kehati, Januari 2004.
- Ng, P. K. L. & T. Tomascik. 1994. *Orcovita saltatrix*, a new genus and species of anchialine varunine crab (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Grapsidae) from Kakaban Island, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology* 1994. 42 (4): 937-948
- Pandito. 2012. Kakaban: danau ubur-ubur yang unik dan langka. . <http://www.bluefame.com>
- Tomascik, T. & A. J. Mah. 1994. The ecology of 'Halimeda Lagoon' : An achialine lagoon of raised atoll, Kakaban Island, East Kalimantan, Indonesia. *Tropical Biodiversity* 2 (3): 385
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji & M. K. Moosa. 1997. *The Ecology of the Indonesian Seas*. The Ecology of Indonesia Series, Vol. VIII. Dalhousie University. Periplus, Singapore.



## 17. DANAU TEMPE

**D**anau Tempe terletak dalam tiga kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan yakni Kabupaten Wajo, Kabupaten Sidrap dan Kabupaten Soppeng. Bagian terbesar (70 %) danau ini berada di Kabupaten Wajo. Danau ini melintasi 10 Kecamatan dan 51 desa. Posisi geografinya terletak antara 4° 00'00" – 4° 15' 00" Lintang Selatan dan 119° 52' 30" – 120° 07' 30" Bujur Timur.

Asal mula terjadinya Danau Tempe tidak lepas dari sejarah perubahan geografis yang terjadi di Sulawesi Selatan. Terdapat empat tahapan perubahan bentuk fisik dari lokasi di sekitar Danau Tempe (Gambar 1). Tahap pertama yaitu pulau Sulawesi bagian selatan masih terpisah dari pulau Sulawesi di bagian utaranya oleh selat yang membentang dari Selat Makassar ke Teluk Bone. Kondisi ini diperkirakan berlangsung pada masa sebelum Masehi.

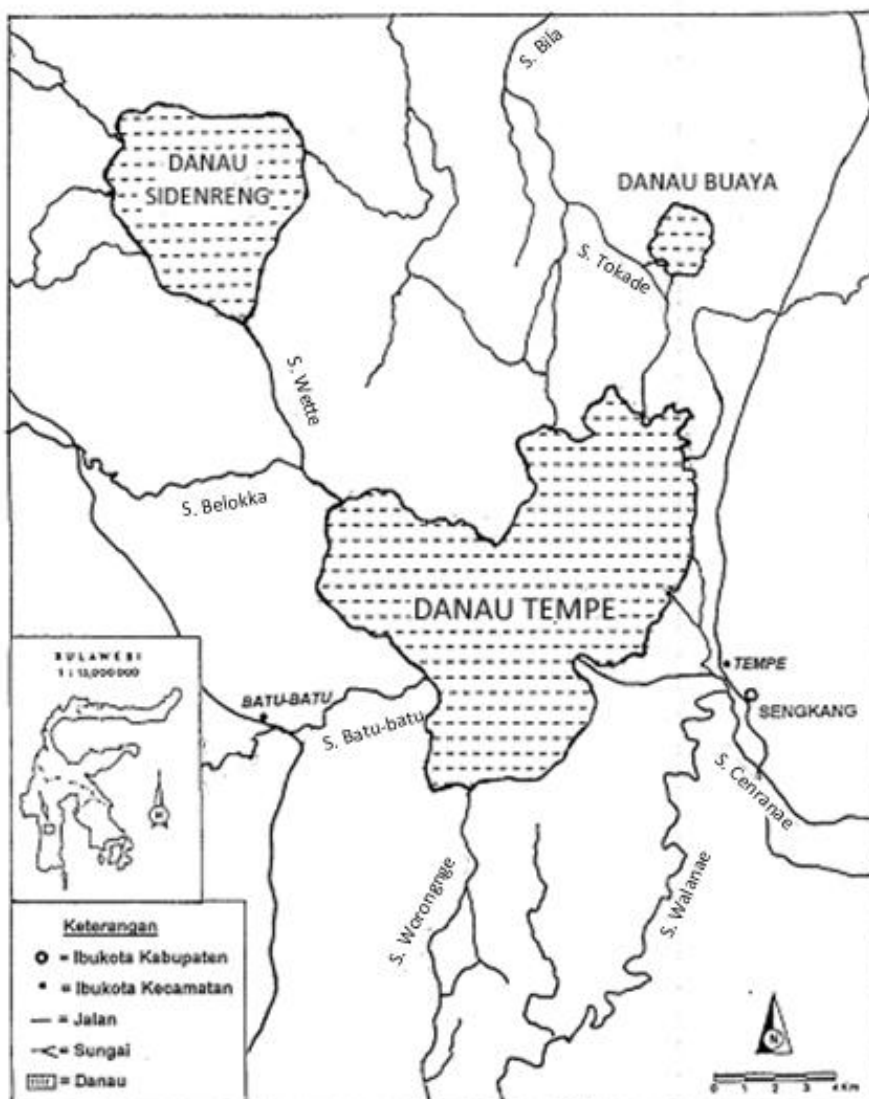


Gambar 1 . Sejarah perubahan geografis jazirah selatan Sulawesi hingga terbentuknya Danau Tempe. (orangecoklat.blogspot.co.id)

Tahap kedua yaitu ketika terjadi pendangkalan dan penyempitan pada kedua ujung selat sehingga membentuk sebuah danau besar. Tahap kedua ini diperkirakan berlangsung pada abad pertama sampai abad ke-4 Masehi. Proses pendangkalan terus terjadi sehingga terbentuk empat sub danau. Masa ini adalah tahap ketiga perubahan kondisi geografis yang diperkirakan berlangsung sampai pada abad ke-17 sampai abad ke-18. Empat sub danau yang terbentuk pada tahap ini yaitu Danau Alitta, Danau Sidenreng, Danau Tempe dan Danau Lalongpakka. Pada tahap ke-4, tepatnya pada abad ke-19 hingga ke-20, Danau Alitta telah hilang. Danau yang tersisa yaitu Danau Tempe, Danau Sidenreng, Danau Lalongpakka dan Danau Lampulung. Pada masa ini, jalur yang menghubungkan Selat Makassar dengan Teluk Bone telah benar-benar terputus. Perubahan kondisi geografis tersebut di atas digambarkan dalam Gambar 1. Sejarawan Christian Pelras (2006) mengungkapkan bahwa seorang saksi mata Portugis, Manuel Pinto, pada tahun 1548 menggambarkan danau tersebut sebagai danau besar yang oleh



penduduk setempat disebut *Tappareng Karaja* yang berarti *Danau Besar*, yang sekarang mencakup wilayah Danau Tempe - Sidenreng dan sekitarnya. Disebutkan bahwa *Tappareng Karaja* saat itu sebagai tempat yang banyak dilalui perahu-perahu layar yang berlayar dari laut menuju Sidenreng. Sedimentasi yang terus menerus terjadi menyebabkan danau-danau ini kemudian terus menyusut luasnya dan juga semakin dangkal.

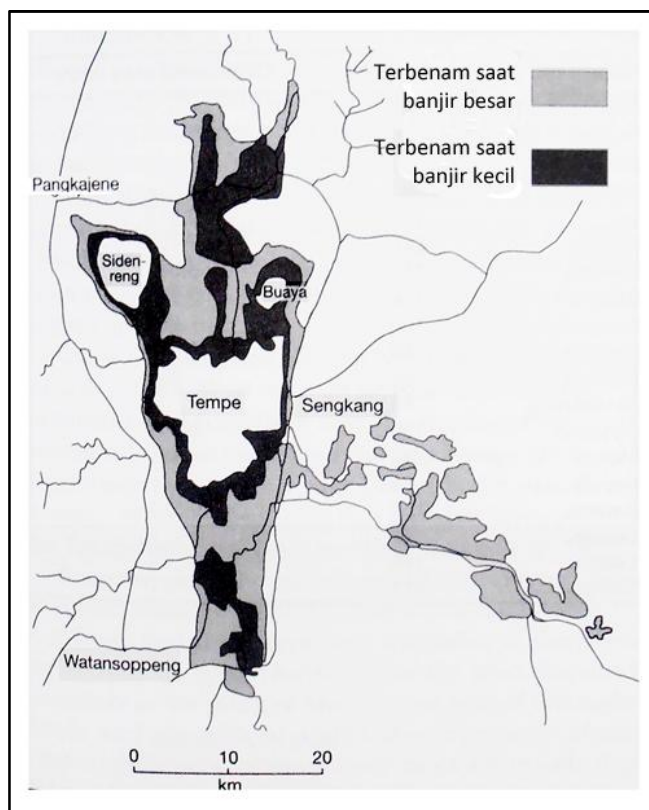


Gambar 2. Peta lokasi Danau Tempe, Danau Sidenreng dan Danau Buaya (Saleh, 1998)

Peta Danau Tempe dan sekitarnya pada masa kini disajikan pada Gambar 2. Danau Tempe mendapatkan masukan air dari 23 sungai besar dan kecil. Namun saluran keluarnya (*outlet*) hanya satu yakni Sungai Cenranae yang memiliki panjang sekitar 70 km dan bermuara di Teluk Bone.

Danau Tempe mempunyai kaitan dengan dua danau lainnya yakni Danau Sidenreng dan Danau Buaya. Pada musim kemarau, ketika air surut, ketiga danau itu terpisah dan hanya dihubungkan dengan aliran kecil saja. Tetapi pada musim hujan, terjadi banjir yang menjadikan

ketiga danau itu terbenam menjadi satu hamparan yang luas. Pada saat banjir besar daerah yang terbenam mencapai area yang jauh lebih luas lagi seperti terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Danau Tempe dan kawasan sekitarnya, termasuk Danau Sidenreng dan Danau Buaya yang terendam pada saat banjir kecil dan banjir besar (Whitten *et al.* 2002)



Gambar 4. Panorama Danau Tempe dengan rumah-rumah terapung yang unik. (rumahpengetahuan.web.id) & (anekawisatanusantara.blogspot.com)

Iklm di Danau Tempe dan sekitarnya tergolong iklim monsun tropis, yang memiliki perbedaan yang jelas antara musim kemarau dan musim hujan. Musim hujan terjadi pada bulan Maret – Juli, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Agustus – Februari. Di sekitar Danau Tempe, musim kemarau bervariasi dari tahun ke tahun.



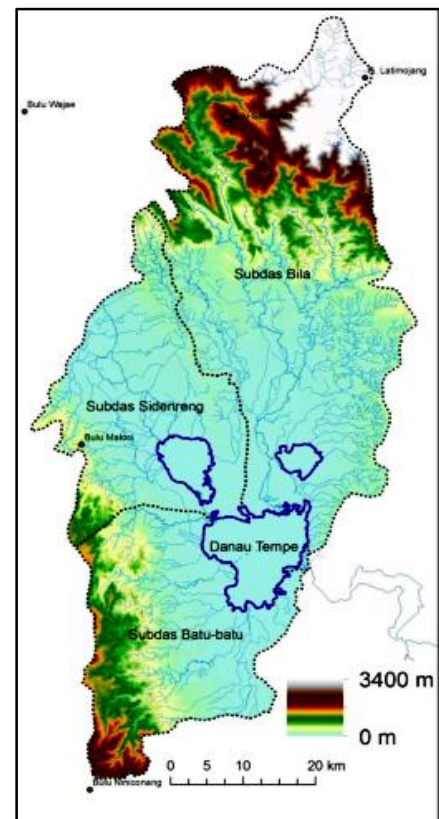
Gambar 5. Danau Tempe saat banjir (kiri) dan kemarau (kanan). Pada musim kemarau sebagian kawasan danau mengering dan menjadi lahan pertanian. (mongabay.co.id & Surur 2012)

Dalam keadaan normal, luas Danau Sidenreng sekitar 15.000 - 20.000 ha. Pada musim kemarau yang kering, luasnya bisa menyusut sampai sekitar 1.000 ha saja, sedangkan pada musim hujan muka air naik meluap sampai sekitar 26.000 ha yang membanjiri kawasan yang meliputi Danau Sidenreng dan Danau Buaya. Pada saat banjir besar kawasan banjir bisa mencapai 48.000 ha dan menggenangi areal persawahan, perkebunan, rumah penduduk, prasarna jalan dan jembatan serta prasarana sosial lainnya yang menimbulkan kerugian yang sangat besar.

Elevasi atau tinggi muka air Danau Tempe berkisar 4 - 8 m di atas permukaan laut sedangkan kedalaman danau sekitar 3 m saat musim hujan dan hanya sekitar 1 m di musim kering. Pada saat musim kemarau lahan yang sebelumnya tergenang air sebagian besar menjadi kering dan berubah menjadi lahan pertanian. Dengan besarnya kisaran perubahan tinggi muka airnya, maka Danau Tempe dapat dicirikan sebagai danau paparan banjir.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Danau Tempe luasnya 3.288 km<sup>2</sup> yang terdiri dari tiga Sub-DAS yakni sub-DAS Bila dengan luas 1.667 km<sup>2</sup>, sub-DAS Sidenreng seluas 739 km<sup>2</sup> dan sub-DAS Batu-batu seluas 738 km<sup>2</sup> (Gambar 6). Dari kenyataan ini dapat terlihat bahwa Sub-DAS Bila memberi kontribusi terbesar dan paling berpengaruh terhadap fluktuasi tinggi muka air Danau Tempe.

Sedimentasi yang terjadi di suatu danau berkorelasi dengan erosi yang terjadi di daerah hulunya. Studi Nipponkoei (1997, dalam Setiawan & Wibowo, 2013) menyebutkan potensi erosi di DAS Danau Tempe adalah sebesar 600.000 m<sup>3</sup> per tahun.



Gambar 6. DAS Danau Tempe (Setiawan & Wibowo, 2013)

Salah satu fungsi penting Danau Tempe adalah untuk perikanan. Danau ini pernah sangat terkenal dengan tingginya produksi perikanannya di dekade 1940-an sampai 1960-an hingga dijuluki sebagai “mangkuk ikan” (*fish bowl*) nya Indonesia yang mampu memproduksi ikan tawar sampai sebesar 55.000 ton per tahun. Seiring dengan perjalanan waktu, dan terjadinya berbagai perubahan lingkungan setempat akibat sedimentasi, pencemaran, dan eksploitasi lebih (*overfishing*) maka produksi ikan danau ini telah merosot. Dalam 15 tahun terakhir produksi ikan air tawarnya berfluktuasi hanya sekitar 12.000 – 18.000 ton per tahun.

Di Danau Tempe terdapat sekitar 20 jenis ikan antara lain ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan nilam (*Osteochilus hasselti*), ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*), ikan sepat siam (*Trichogaster pectoralis*), ikan bungo (*Glossogobius giuris*), ikan tambakan (*Helostoma temmincki*), dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan mas dan ikan nila adalah ikan introduksi yang semakin mendominasi perairan danau ini, sedangkan ikan endemik seperti bungo dan tambakan sudah semakin langka.



Gambar 7. Ikan bungo (*Glossogobius giuris*) yang endemik di Danau Tempe sudah semakin langka

Selain menggunakan alat-alat tangkap yang lazim juga digunakan di daerah lain seperti pancing, jala, dan bubu, para nelayan Danau Tempe mempunyai kearifan lokal yang unik dengan mengembangkan teknik penangkapan dengan memanfaatkan apa yang disebut “bungka toddo”.



Gambar 8. Kiri: Nelayan tengah menggarap *bungka toddo*, semacam rumput dari tumbuhan air yang mengapung. Kanan: *Bungka toddo* juga menjadi habitat burung-burung air

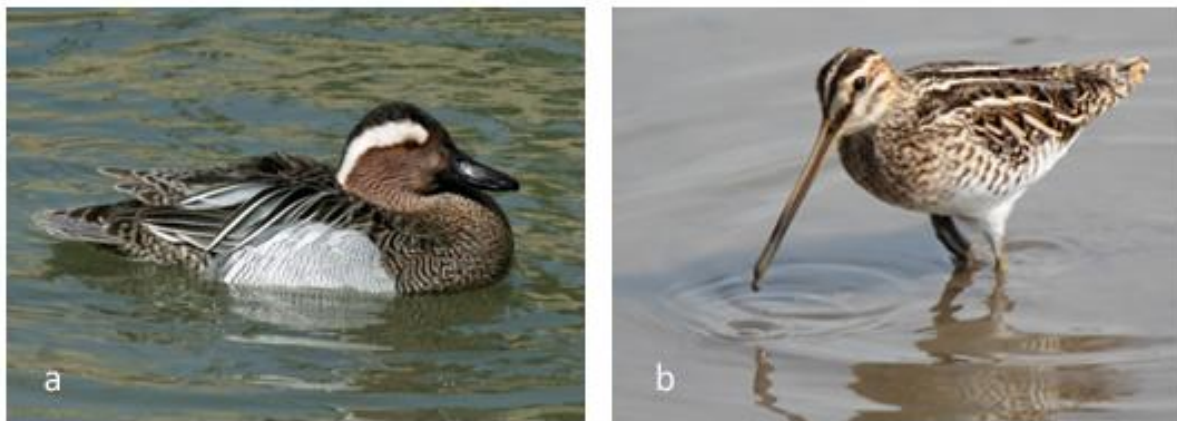
*Bungka toddo* terdiri dari tumbuhan akuatik eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan tumbuhan akuatik lainnya yang mengapung, yang digiring dan dikumpulkan pada suatu lokasi dan ditahan dengan patok-patok bambu agar tidak hanyut. Himpunan tumbuhan akuatik yang mengambang ini bagaikan rumput dan menjadi habitat yang disenangi oleh ikan untuk hidup karena kaya akan sumber makanan, selain juga sebagai tempat yang aman untuk berlindung dan berbiak. Setelah permukaan air danau mulai surut para nelayan menutup pulau terapung buatan itu dengan pagar bambu (*belle*), dan terus dipersempit hingga beberapa ton ikan yang terjebak



di dalamnya dapat dengan mudah dipanen. *Bungka toddo* bisa berjumlah banyak dan menutupi wilayah perairan danau hingga berhektar luasnya.

Ternyata *bungka toddo* tidak saja bermanfaat untuk ikan, tetapi habitat buatan itu juga disenangi oleh berbagai jenis burung-burung air untuk singgah, mencari makan, dan bersarang. Kotoran burung-burung ini pun memberi kontribusi terhadap pengayaan hara di perairan ini, hingga perairan sekitar *bungka toddo* ini tergolong hiper-eutrofik (tingkat kesuburan sangat tinggi). Penelitian tentang *bungka toddo* juga mengungkapkan bahwa perairan sekitar *bungka toddo* ini mempunyai produktivitas primer yang tinggi yang sangat penting maknanya dalam berfungsinya suatu ekosistem.

Danau Tempe merupakan habitat burung air yang penting di Sulawesi Selatan dan memiliki keanekaragaman spesies burung air yang tertinggi di antara danau-danau yang ada di Sulawesi. Di Danau Tempe dan sekitarnya terdapat 40 spesies burung air dan 22 spesies burung terestrial. Di antara burung-burung air itu, 19 spesies burung pengunjung dan lima spesies burung migran (*Anas querquedula*, *Pluvialis scutarola*, *Tringa glareola*, *Actitis hypoleucos* dan *Gallinago gallinago*). Dari 40 spesies burung air ini, terdapat 12 spesies burung yang dilindungi. Burung air yang dominan di Danau Tempe ada enam spesies yaitu *Tachybaptus roficollis*, *Phalacrocorax melanoicos*, *Egretta garzetta*, *Bubulcus ibis*, *Anas querquedula* dan *Chlidonias hybridus*.



Gambar 9. Burung air yang dapat ditemukan di Danau Tempe. a) belibis alis putih (*Anas querquedula*); b) senip biasa (*Gallinago gallinago*)

Danau Tempe juga merupakan tempat persinggahan burung migran seperti trulek klui (*Pluvialis scutarola*), trinil semak (*Tringa glareola*), trinil pantai (*Actitis hypoleucos*), senip biasa (*Gallinago gallinago*) dan belibis alis putih (*Anas querquedula*). Burung-burung ini, kecuali belibis alis putih, diduga berasal dari wilayah Asia Utara yang sedang mengalami musim dingin kemudian melakukan migrasi ke Australia yang sedang mengalami musim panas, namun burung tersebut singgah di beberapa pulau di Indonesia pada bulan November hingga Januari.

Indonesia termasuk salah satu negara yang telah meratifikasi Konvensi Ramsar yang merupakan kesepakatan internasional untuk menjaga kelestarian lahan basah (*wet land*) beserta flora dan faunanya, terutama spesies-spesies burung air. Oleh karena itu ekosistem Danau Tempe sebagai salah satu lahan basah yang mempunyai kepentingan internasional perlu

mendapat perhatian dalam pengelolaan / pemanfaatannya agar fungsinya sebagai habitat burung air dapat dipertahankan.

Salah satu spesies burung migran yang perlu mendapat perlindungan khusus dari kegiatan perburuan/ penangkapan yaitu belibis *Anas querquedula*, karena burung ini termasuk spesies yang banyak diburu dan dijual untuk menjadi santapan sebagai kuliner unik di rumah-rumah makan, terutama di Pangkajene, Kabupaten Sidrap. Konon belibis goreng (*wette cawiwi*) merupakan santapan para raja di zaman kerajaan Bugis-Makassar zaman dulu. Burung ini mengunjungi danau secara berkelompok dalam jumlah besar sehingga mudah ditangkap dalam jumlah besar pula. Hal ini bila terus dibiarkan akan dapat berakibat fatal terhadap kelestarian burung tersebut.



Gambar 10. Reptil yang dapat ditemukan di Danau Tempe. a) Soa-soa (*Hydosaurus amboinensis*); b) Kura-kura (*Coura amboinensis*).

Selain burung air beberapa spesies reptil juga terdapat di Danau Tempe antara lain soa-soa (*Hydosaurus amboinensis*), kura-kura (*Coura amboinensis*), biawak (*Varanus salvator*). Kura-kura (*Coura amboinensis*) sampai sekitar dua dekade lalu banyak diburu untuk dijual karapasnya dan diekspor, mungkin sekarang telah punah.

Danau Tempe dan kawasan sekitarnya mempunyai potensi yang sangat besar untuk dikembangkan dalam bidang pariwisata. Bentangan alam, keanekaragaman hayati dan budaya masyarakat setempat merupakan modal penting untuk pengembangan pariwisata. Pemda dan masyarakat Kabupaten Wajo telah mengambil langkah-langkah untuk promosi pariwisata, salah satunya dengan penyelenggaraan Festival Danau Tempe secara berkala. Dalam kegiatan ini misalnya diadakan acara budaya *maccera tappareng* yakni mensucikan danau menurut adat budaya setempat, disertai berbagai atraksi lain yang terkait seni budaya lokal.



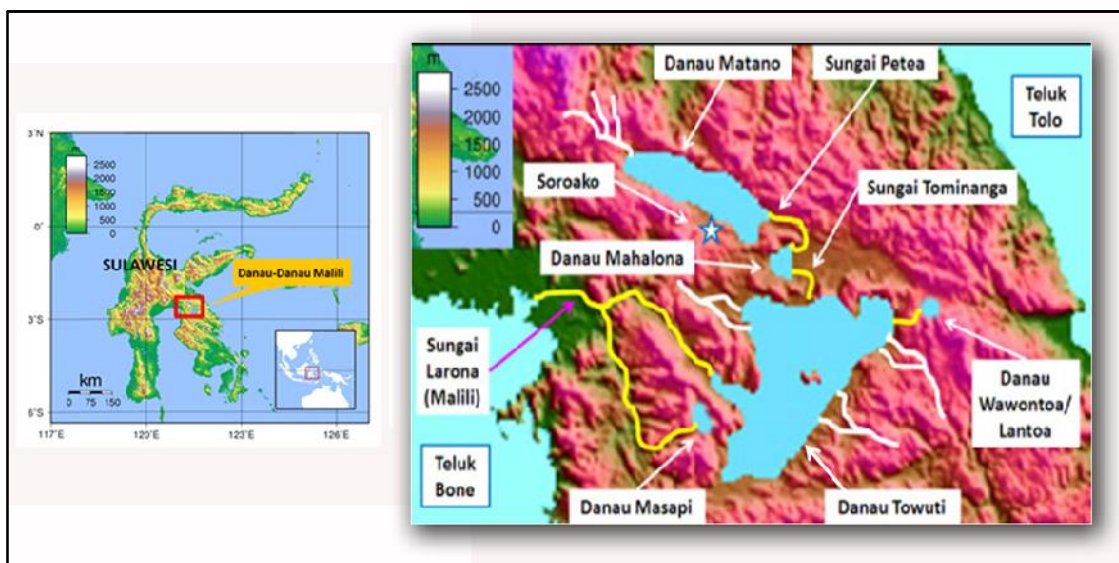
Gambar 11. Festival Danau Tempe (2014) untuk mendorong pengembangan pariwisata

## RUJUKAN

- Amri, U. A. 2015. Mengenal lebih dekat dengan bungka toddo terhadap kondisi Danau Tempe. Pusat Penyuluhan dan Pembedayaan Masyarakat Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. [www.pusluh.kkp.go.id](http://www.pusluh.kkp.go.id).
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional.
- Mansor, M. & Onrizal. 2013. Danau Tempe, South Sulawesi, Indonesia: Habitat and Biodiversity. [wetecol.blogspot.co.id/2013](http://wetecol.blogspot.co.id/2013).
- Musdah, E. 2014. Sejarah Danau Tempe. <http://orangecoklat.blogspot.co.id/2014>.
- Nofdianto. 2013. Aktivitas “bungka toddo” dan laju produktivitas primer Danau Tempe, Sulawesi Selatan. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI, Cibinong 3 Desember 2013.
- Pelras, C. 2006. *Manusia Bugis*. Forum Jakarta-Paris. École française d’Extrême-Orient, Jakarta, 2006: 449 hlm.
- Saleh, N. 1998. Kelimpahan dan keanekaragaman burung air di Danau Tempe dalam upaya pelestariannya. Tesis Program Pasaca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, F. & . Wibowo. 2013. Karakteristik fisik Danau Tempe sebagai Danau paparan banjir. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI I, Cibinong 3 Desember 2013.
- Sudirman & N. Nessa. 2005. Distribusi, keanekaragaman jenis dan pengelolaan sumberdaya perikanan di Danau Tempe. Pertemuan Pakar Perairan Umum dalam Rangka Memperbaharui Informasi Keanekaragaman Hayati Sumberdaya Perairan UMum di Sulawesi, Jakarta 2 Agustus 2005.
- Surur, F. 2012. Danau Tempe Kabupaten Wajo, dulu dan sekarang. <http://fadhilplano07.blogspot.co.id/2012>.
- Whitten, T., M. Mustafa & G. S. Hendersen. 2002. *The Ecology of Sulawesi*. The Ecology of Indonesia Series Volume IV. Periplus Edition 2002: 754 hlm.

## 18. KOMPLEKS DANAU MALILI (MATANO, MAHALONA, TOWUTI)

**K**ompleks Danau Malili merupakan untaian danau yang terdiri dari Danau Matano, Danau Mahalona, Danau Towuti, Danau Wawontoa /Lantoa, dan Danau Masapi yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Nama Malili juga merupakan nama ibukota Kabupaten Luwu Timur, yang terletak di ujung utara Teluk Bone.



1. Kompleks Danau Malili (Matano, Mahalona, Towuti, Wawontoa/ Lantoa/, Masapi Gambar) dan sistem sungainya. Garis kuning menunjukkan sistem sungai yang menghubungkan masing-masing danau dan akhirnya bermuara ke Teluk Bone. Garis putih menunjukkan sungai pemasok air (*river inlet*).



Gambar 2. Panorama Danau Matano (kiri), dan Danau Towuti (kanan).

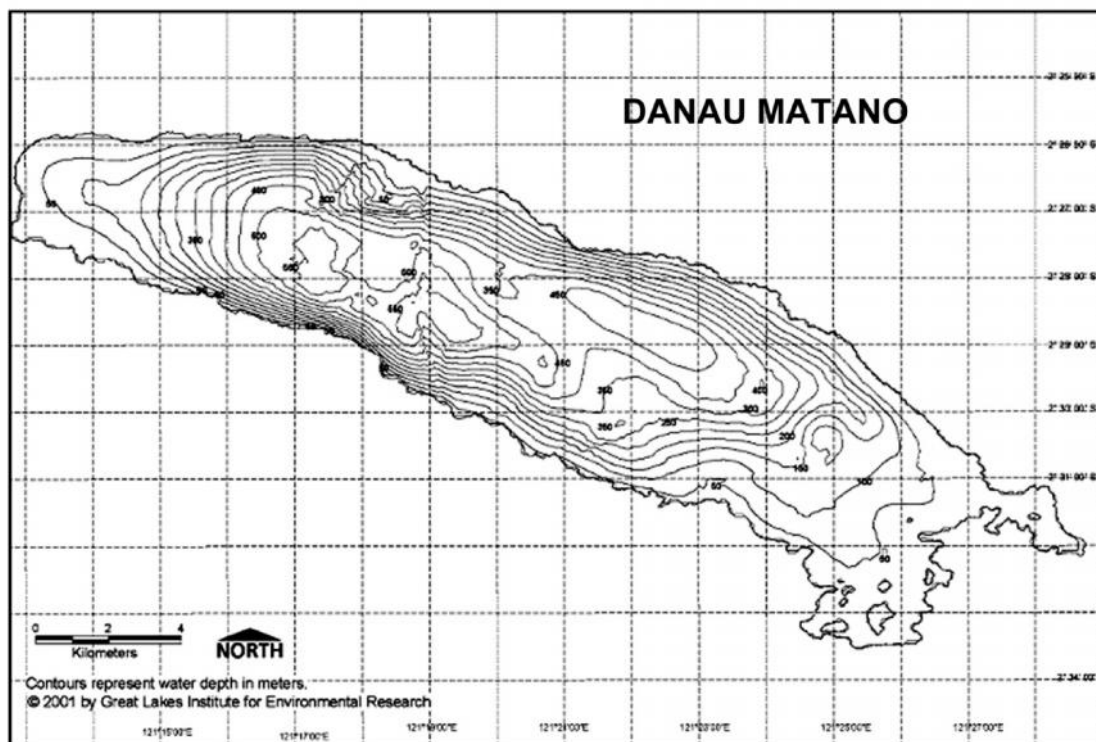


Danau Matano merupakan sebuah danau tektonik purba yang terbentuk dari aktivitas pergerakan lempeng kerak bumi pada akhir masa Pliosin sekitar 1-4 juta tahun yang lalu. Posisi danau ini tepat berada di atas zona patahan/sesar aktif yang disebut “sesar Matano”. Selain danau Matano, di sekitar zona sesar ini juga terbentuk dua danau besar: Mahalona dan Towuti serta dua danau satelit yang ukurannya jauh lebih kecil, yaitu : Danau Wawontoa (disebut juga Danau Lantoa/ Lontoa) dan Danau Masapi (Gambar 1). Beberapa karakteristik Kompleks Danau Malili disampaikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Kompleks Danau Malili (dari berbagai sumber)

	Matano	Mahalona	Towuti	Wawontoa	Masapi
Luas area (km <sup>2</sup> )	164,0	24,4	561,1	1,6	2,2
Ketinggian (m dpl)	382	310	283	586	434
Kedalaman maksimum (m)	590	73	203	3	4
Kecerahan Secchi (m)	20	20	22	<3	< 3

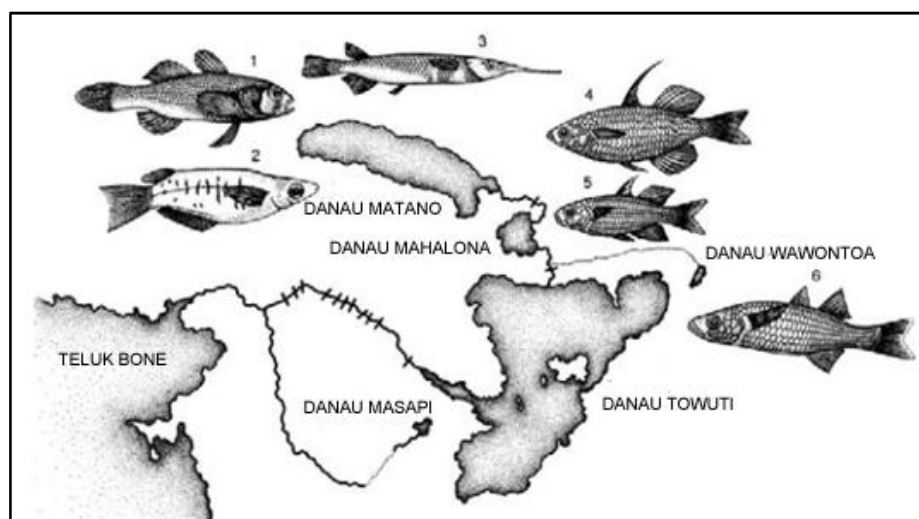
Perbedaan ketinggian pada tiap danau, menyebabkan dimungkinkannya aliran air dari danau yang letaknya lebih tinggi menuju ke danau yang lebih rendah. Air dari Danau Matano mengalir ke Danau Mahalona melalui Sungai Petea. Selanjutnya air dari Danau Mahalona mengalir ke Danau Towuti melalui Sungai Tominanga, sedangkan air dari Danau Towuti keluar melalui Sungai Larona (Malili) yang bermuara di Teluk Bone. Dua danau satelit kecil, yakni Danau Wawontoa dan Danau Masapi tidak berhubungan langsung dalam sistem sungai ini. Danau Masapi mengalir tersendiri ke Danau Larona/Malili (Gambar 1).



Gambar 3. Peta detail batimetri (kedalaman) Danau Matano. Bagian terdalam (590 m) terdapat di cekungan barat dengan dasar berada sekitar 208 m di bawah permukaan laut (Sabo *et al.* 2008)

Danau Matano memiliki perairan yang sangat dalam (danau terdalam ke-7 di dunia dan dan terdalam di Asia tenggara) dan merupakan satu-satunya danau di Nusantara yang bagian dasarnya yang terdalam berada di bawah level permukaan air laut (*cryptodepression*). Ketinggian Danau Matano adalah 382 m di atas permukaan laut, sedangkan kedalaman maksimumnya adalah 590 m, berarti bagian terdalam danau ini berada sekitar 208 m di bawah permukaan laut.

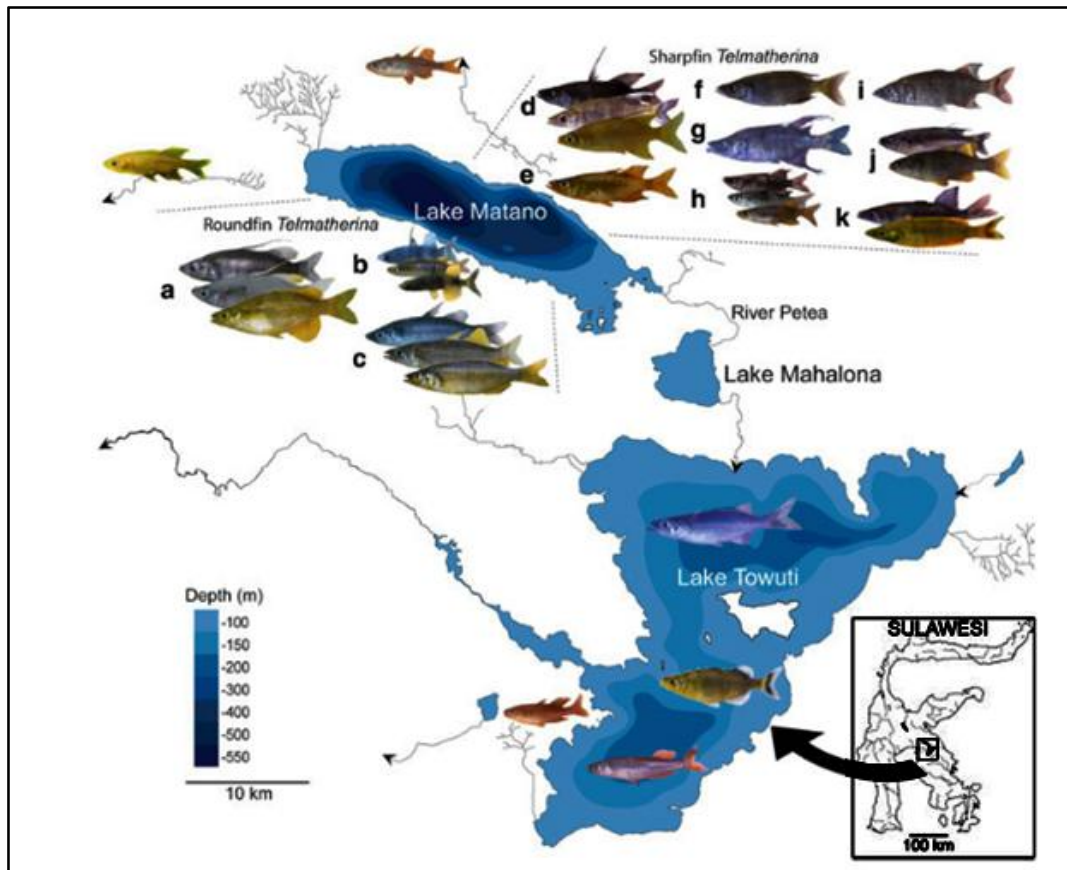
Perbedaan ketinggian danau satu dengan lainnya juga menjadi penghalang (*barrier*) bagi migrasi organisme antar danau terutama dari arah hilir menuju hulu. Hal ini menimbulkan pola penyebaran/distribusi organisme yang unik, dimana beberapa danau memiliki spesies endemiknya sendiri walaupun letak danau-danau tersebut saling berdekatan.



Gambar 4. Beberapa contoh keberagaman ikan-ikan endemik di Kompleks Danau Malili

- Danau Matano : 1. *Tamanka sarasinorum*; 2. *Oryzias matanensis*; 3. *Dermogenys weberi*  
 Danau Mahalona : 4. *Telmatherina bonti*; 5. *Telmatherina celebensis*  
 Danau Wawantoa : 6. *Paratherina labiosa*. (Göltenboth *et al.* 2006).

Kompleks Danau Malili yang tergolong danau purba yang telah berusia jutaan tahun disertai lokasi-lokasi danau yang terisolasi satu dengan lainnya, yang masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda telah menjadikan Kompleks Danau Malili ini menjadi lokasi yang sangat ideal untuk mengkaji teori biologi evolusi (*evolutionary biology*). Banyak kajian-kajian yang telah dilaksanakan di kawasan ini untuk mengkaji *adaptive radiation*, yakni proses evolusi yang mencoba menjelaskan terjadinya berbagai variasi spesies (*speciation*) yang merupakan adaptasi biota terhadap lingkungan yang sangat spesifik. Kombinasi kepurbaan dan variasi lingkungan yang sangat spesifik ini pulalah yang menjadikan kawasan Kompleks Danau Malili sangat kaya akan biota endemik. Demikian kayanya variasi spesies endemik yang ada di kawasan ini hingga Herder (2010) menyebutnya sebagai “*Wallace’s dream pond*” yang bisa dimaknai sebagai laboratorium alam yang super (*a superb natural laboratory*) untuk pengkajian hal-hal yang terkait dengan asal-usul terjadinya spesies (*speciation*). Bahkan kawasan danau ini dapat ditandingkan dengan Kepulauan Galapagos yang sangat terkenal keanekaragaman biotanya, yang telah mengantarkan lahirnya teori evolusi hayati melalui mekanisme seleksi alami yang dipelopori Charles Darwin.



Gambar 5. *Adaptive radiation* menghasilkan keanekaragaman bentuk dan warna ikan *Telmatherina* di Kompleks Danau Malili (Herder, 2010). (a) *Telmatherina antoniae* “large”, (b) *T. antoniae* “small”, (c) *T. prognatha*, (d) *T. sarasinorum*, (e) *T. sarasinorum* “big mouth”, (f) *T. sarasinorum* “large head”, (g) *T. sp.* “thick lip”, (h) *T. opudi*, (i) *T. abendanoni*, (j) *T. wahjui*, (k) *T. sp.* “elongated”.

Sebagai contoh Herder & Schliewen (2010) menunjukkan berbagai variasi ikan *Telmatherina* di kawasan ini. *Telmatherina* sering disebut sebagai ikan beseng-beseng, atau ikan pelangi Sulawesi (*Sulawesi rainbow*), tetapi penduduk lokal di sekeliling Danau Matano menyebut semua jenis *Telmatherina* sebagai ikan opudi. Sedikitnya sembilan variasi spesies *Telmatherina* yang tercatat di kawasan ini (Gambar 5).

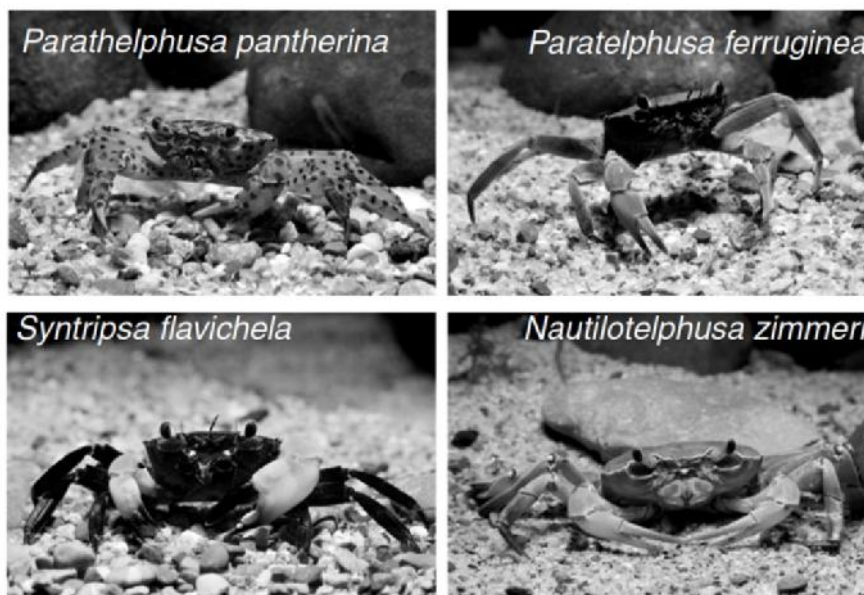


Gambar 6. Kiri: Ikan endemik Danau Matano, *Telmatherina sarasinorum*. Kanan: Ikan endemik Danau Towuti, *Glossogobius flavipinnis*.



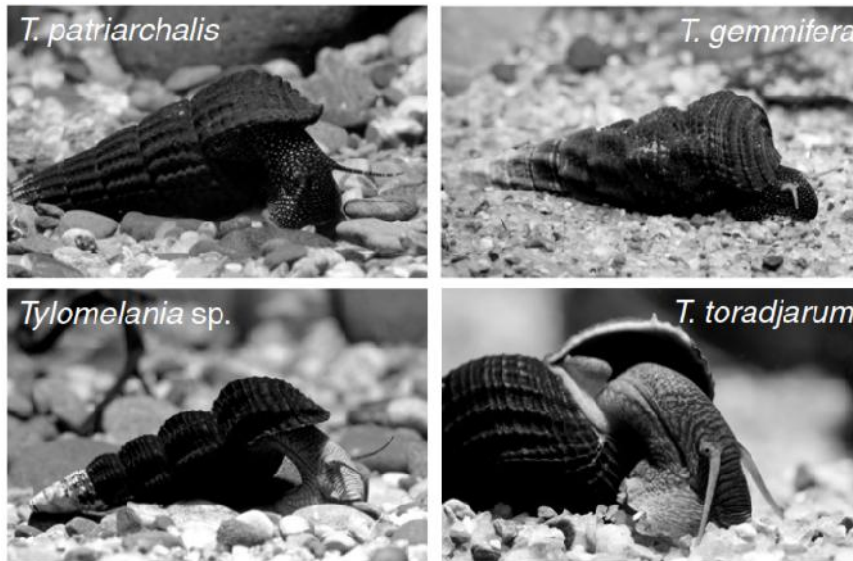
Gambar 7 . Udang endemik di Kompleks Danau Malili: (a) *Caridina dennerly*; (b) *Caridina woltereckae*; (c) *Caridina masapi*; (d) *Caridina holthuisi*.

Selain ikan, udang-udangan pun banyak yang bersifat endemik di kawasan Kompleks Danau Malili seperti: (a) *Caridina dennerly*; b) *Caridina woltereckae*; c) *Caridina masapi*; d) *Caridina holthuisi* (Gambar 7). Demikian pula berbagai ketam endemik di kawasan ini seperti *Parathelphusa pantherina*, *Parathelphusa ferruginea*, *Syntripsa flavichela* dan *Nautilotelphusa zimmeri* (Gambar 8). Selain itu siput/ gastropod *Tylomelania* tedapat sebanyak 28 spesies yang endemik di Kompleks Danau Malili, antara lain *Tylomelania patriarchalis*, *T. gemmifera* dan *T. toradjarum* (Gambar 9).



Gambar 8. Ketam endemik di Kompleks Danau Malili: (a) *Parathelphusa pantherina*, (b) *Parathelphusa ferruginea*, (c) *Syntripsa flavichela*, (d) *Nautilotelphusa zimmeri*. (von Rintelen *et al.* 2012)





Gambar 9. Beberapa spesies siput/ gastropod *Tylomelania* endemik dari Kompleks Danau Malili. (von Rintelen *et al.* 2012)

Bukan hanya makro-fauna berukuran besar yang menunjukkan endemisme yang tinggi di kawasan ini, tetapi juga mikro-fauna seperti zooplankton. Alekseev *et al.* (2013) misalnya menemukan copepoda endemik Danau Matano yang dinamai *Tropocyclops matanoensis* tahun 2013 (Gambar 10).

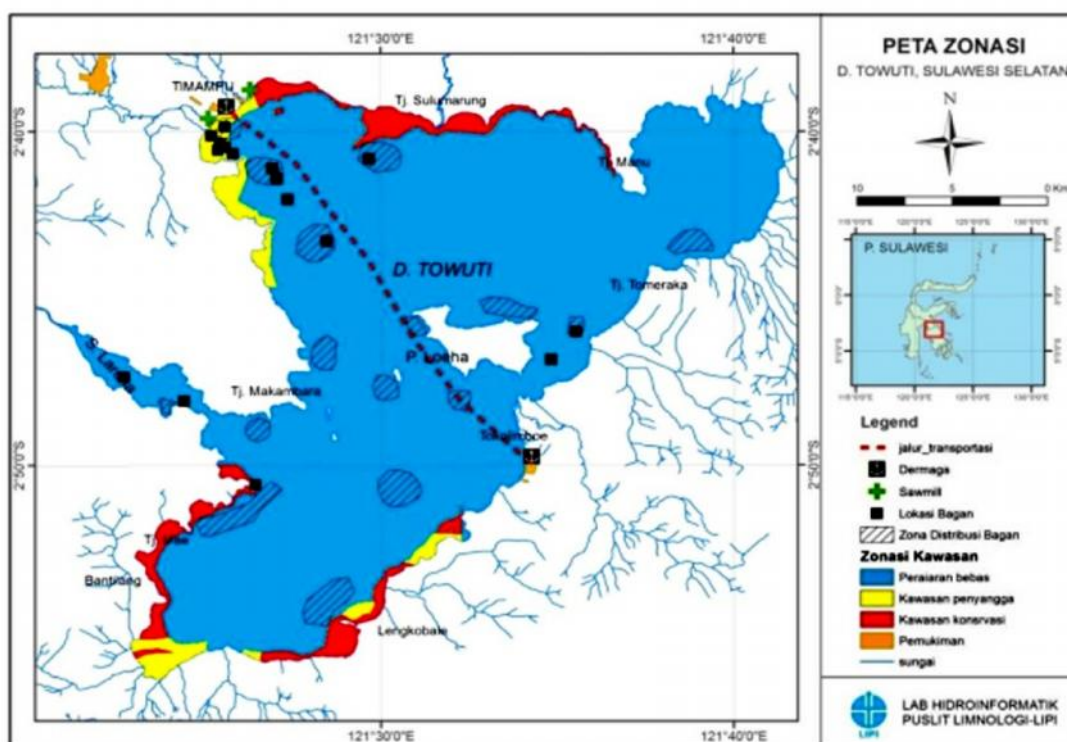
Kompleks Danau-Danau Malili merupakan salah satu “*biodiversity hotspot*” yang perlu mendapat perhatian penyelamatannya. *Biodiversity hotspot* adalah suatu kawasan yang kaya akan biota endemik namun kelestariannya semakin terancam. Beberapa sumber ancaman datang dari beberapa faktor misalnya pencemaran asal darat (*land based pollution*) baik dari limbah pemukiman, industri, dan pertanian. Pertambangan nikel oleh PT Vale Indonesia (dulu PT INCO) di Soroako dapat memberi dampak terhadap kondisi danau. Demikian pula pembalakan liar di sekitar danau yang sulit dikendalikan. Eksploitasi berlebihan terhadap ikan-ikan endemik yang diusahakan sebagai ikan hias untuk diekspor besar-besaran akan memberi dampak yang negatif. Demikian pula introduksi ikan-ikan pendatang seperti mujaer (*Oreochromis mossambicus*) dan nila (*Oreochromis niloticus*) akan mendesak kehidupan ikan-asli setempat. Salah satu contoh tentang makin turunnya keanekaragaman hayati di Danau Towuti diungkapkan dalam kajian mutakhir oleh Nasution *et al.* (2015) yang mengemukakan bahwa ikan yang ditemukan di Danau Towuti sebanyak 11 spesies, 9 diantaranya endemik, sedangkan sebelumnya Wirjoatmodjo *et al.* (2003) merekam sebanyak 29 spesies ikan di danau ini, 19 diantaranya endemik.

Meskipun Danau Matano dan Towuti merupakan rumah bagi banyak spesies endemik namun rupanya tidak didukung dengan



Gambar 10. Copepod endemik dari Danau Matano, *Tropocyclops matanoensis*, spesies yang baru ditemukan (Alekseev *et al.* 2013)

produktivitas perairan yang tinggi. Danau-danau ini tergolong danau oligotrofik (kesuburan rendah). Salah satu indikatornya adalah perairannya mempunyai kecerahan yang tinggi sampai lebih 20 m (diukur dengan cakram Secchi), disertai kandungan plankton yang sangat rendah. Sabo *et al.* (2008) bahkan menemukan biomassa fitoplankton di Danau Matano yang ekstrim rendah hanya  $< 15 \mu\text{g.l}^{-1}$ , hingga menempatkan Danau Matano dalam golongan perairan *ultra-oligotrophic* (kesuburan amat-sangat rendah), bahkan salah satu yang terendah di dunia. Rendahnya biomassa fitoplankton ini diduga sebagai kombinasi akibat rendahnya kandungan hara dan adanya logam toksik. Demikian pula biomassa zooplanktonnya sangat rendah, hanya  $2,5 \text{ mg.l}^{-1}$ . Sementara itu kondisi lingkungannya menunjukkan lapisan perairan teratas yang produktif (lapisan eufotik) hanya sampai kedalaman sekitar 40 m saja. Pada kedalaman di bawah 100 m, kandungan oksigen sudah habis atau sudah bersifat anoksik (tanpa oksigen).



Gambar 11. Peta zonasi kawasan Danau Towuti (biru: perairan bebas; kuning: perairan penyangga; merah: kawasan konservasi; jingga: pemukiman). (Nasution *et al.* 2013).

Keprihatinan akan nasib yang menimpa Kompleks Danau Malili telah menimbulkan serangkaian upaya untuk menyelamatkan danau-danau ini. Kajian yang dilaksanakan oleh Nasution *et al.* (2013) misalnya mengemukakan Peta Zonasi Danau Towuti (Gambar 11) yang mendasari pengembangan konsep-konsep konservasi Danau Towuti melalui enam pendekatan konservasi meliputi: 1) sistem nilai/etika, 2) sistem pengembangan usaha dalam pemanfaatan sumberdaya, 3) sistem hukum/peraturan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya, 4) perpaduan iptek dan kearifan ekologi lokal, 5) model pengelolaan sumberdaya secara komanajemen, dan 6) simbolisasi karya seni dalam kehidupan konservasi. Dari kegiatan ini akan disusun Naskah Akademik Konservasi Danau Towuti, sebagai acuan dan yang akan diakomodasi dalam bentuk Peraturan Daerah Pengelolaan Danau Towuti.

Danau-danau purba seperti Kompleks Danau Malili tidak saja menarik dalam masalah keanekaragaman hayatinya yang sangat kaya akan spesies endemik, tetapi kepurbaannya juga menarik dikaitkan dengan sejarahnya yang telah berusia jutaan tahun. Banyak peneliti dari mancanegara bekerjasama dengan peneliti Indonesia mencoba mengungkap sejarah bumi masa lalu dengan membor dasar danau jeluk (*deep lake*) di kawasan ini. Lapisan



Gambar 12. Pemboran sedimen dasar Danau Towuti (Towuti Drilling Project) (mongabay.co.id)

sedimen yang terpendam di dasar danau merupakan kunci untuk menguak informasi tentang iklim serta perubahannya di masa lampau. *Towuti Drilling Project* misalnya merupakan kerjasama lima negara (Amerika Serikat, Jerman, Swis, Kanada dan Indonesia) yang digagas sejak tahun 2007. Hasil pemboran sedimen ini dapat menguak kondisi iklim sampai sekitar 700.000 tahun lampau. Diharapkan kajian ini dapat pula lebih menjelaskan proses terjadinya danau-danau purba di kawasan ini. Pengetahuan kita tentang sejarah perubahan iklim masa lampau merupakan kunci untuk dapat memahami perubahan iklim global masa depan.

## RUJUKAN

- Alekseev, V. R., D. G. Haffner, J. Valiant, F. M. Yusoff. 2013. Cyclopoid and calanoid copepod biodiversity in Indonesia. *Journal of Limnology* 72 (s 2): 245-274.
- Crowe, S.A., A. H. O'Neill, S. Katsev, P. Hehanussa, G. D. Haffner, B. Sundby, A. Mucci & D. A. Fowle . 2008. The biochemistry of tropical lakes: A case study from Lake Matano, Indonesia. *Limnology and Oceanography*. 53 (1): 319 – 331.
- Göltenboth, F., K. H. Timotius, P. P. Milan & J. Margraf (eds). 2006. *Ecology of Insular Southesat Asia. The Indonesian Archipelago*. Elsevier, Amsterdam: 557 pp.
- Hadiaty, R. K. & S. Wirjoatmodjo. 2002. Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 2 (2): 23-29.
- Herder, F. & U. K. Schliewen. 2010. Beyond sympatric spesiation: Radiation of sailfin silverside fishes in the Malili Lakes (Sulawesi). In M. Glubrecht (ed.). *Evolution in Action*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hoese, D. F., R. K. Hadiaty & F. Herder. 2015. Review of the dwarf *Glossogobius* lacking head pores from the Malili lakes, Sulawesi, with a discussion of the definition of the genus. *Raffles Bulletin of Zoolog* 63: 14-26.
- Lehmusluoto, P., B. Mahbub, N. Terangna, S. Sudarmadji, Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. National inventory of major lakes and reservoirs in Indonesia. Expedition Indodanau Technical Report: 71 pp.

- Nasution, S. H., Sulastri, & Z. A. Muchlisin. 2015. Habitat characteristics of Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia - the home of endemic fishes. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*. 8 (2): 213 – 223.
- Nasution, S. H., Sulastri, Lukman, S. Koeshendrajana, I. Ridwansyah & R. Dina. 2013. Penyusunan konsep konservasi Danau Towuti dan Danau Toba melalui pendekatan enam komponen konservasi. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI, Cibinong 3 Desember 2013*: 417- 440.
- Rusdianto, E. 2015. Menguak masa lalu lewat sedimen Danau Towuti. Seperti apa? [www.mongabay.co.id](http://www.mongabay.co.id).
- Sabo, E., D. Roy, P. B. Hamilton, P.E. Hehanussa, R. McNeely & G. D. Haffner. 2008. The plankton community of Lake Maano: factors regulating plankton composition and relative abundance in an ancient, tropical lake of Indonesia. *Hydrobiologia* (2008) 615: 225-235.
- von Rintelen, T.v., K.von Rintelen, M. Glaubrecht, C. D. Schubart & F. Herder. 2012. Aquatic biodiversity hotspots in Wallacea: the species flocks in the ancient lakes of Sulawesi, Indonesia. In (eds. D. J. Gower *et al.*): *Biotic Evolution and Environmental Change in Southeast Asia*. University Press. The Systematic Association 2012: 290 – 316.
- Whitten, T., M. Mustafa & G. S. Hendersen. 1987. *The Ecology of Sulawesi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta: 777 pp.



## 19. DANAU POSO

Danau Poso terletak di Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah, dengan posisi geografi pada kordinat  $120^{\circ}21'27.10''$  –  $120^{\circ} 51'9,28''$  Bujur Timur dan  $1^{\circ}41'18.42''$  –  $2^{\circ}18'3.411''$  Lintang Selatan. Danau Poso adalah danau tektonik yang pembentukannya merupakan akibat dari aktivitas tektonik di kawasan ini. Danau ini dikenal juga sebagai salah satu danau purba di Indonesia. Danau Poso adalah danau terluas ketiga di Indonesia setelah Danau Toba di Sumatera Utara dan Danau Towuti di Sulawesi Selatan. Salah satu kota dekat Danau Poso adalah Kota Tentena, yang merupakan ibu kota Kecamatan Tentena, sekitar 55 km dari kota Poso, ibu kota Kabupaten Poso yang berada di pantai Teluk Tomini.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Poso.



Gambar 2. Panorama Danau Poso yang asri. (anekainfounik.files.wordpress.com)

Beberapa karakter fisik Danau Poso adalah sebagai berikut (dari Lukman dan Ridwansyah, 2009):

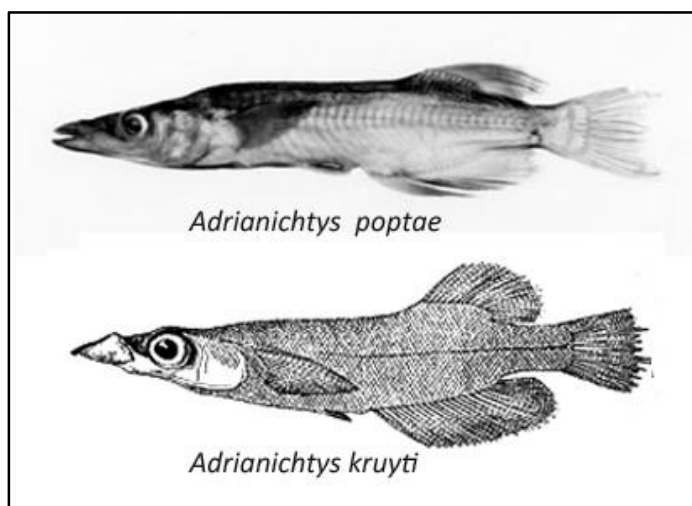
- Ketinggian di atas permukaan laut 657 m
- Panjang maksimum 32 km
- Lebar maksimum 16 km
- Luas 36.890 ha (368,9 km<sup>2</sup>)
- Panjang total garis pantai 127 km
- Kedalaman maksimum 384 m
- Kedalaman rata-rata 194 m

Ekspedisi Indodanau ke Danau Poso tahun 1993 (Leshmusluoto *et al.* 1997) menunjukkan bahwa bagian bawah dari lapisan hipolimnion di danau ini bersifat anoksik (tak mengandung oksigen). Kandungan klorofil yang rendah dan kecerahan sekitar 4,8 m mencirikan Danau Poso sebagai perairan oligotrofik (kesuburan rendah). Namun kondisi fisika-kimia air Danau Poso pada pengukuran Mei 2007 (Triyanto *et al.* 2008) telah mengindikasikan terjadinya eutrofikasi atau peningkatan kesuburan. Sementara itu Sawestri & Atminarso (2013) dalam penelitiannya di tahun 2011 mengemukakan bahwa tingkat kesuburan Danau Poso yang didasari pada data kandungan hara (*nutrient*) dan klorofil menunjukkan bahwa perairan danau ini sudah termasuk dalam kategori mesotrofik (kesuburan sedang) hingga eutrofik ringan. Selain itu dikemukakan pula bahwa kualitas air Danau Poso masih ideal untuk mendukung kehidupan dan perkembangan ikan serta organisme lainnya. Semakin meningkatnya kesuburan Danau Poso diduga karena masukan unsur hara yang berasal dari aktivitas penduduk, perkebunan, dan pertanian yang banyak ditemukan di tepian perairan danau.

Di Danau Poso terdapat berbagai jenis ikan antara lain ikan gabus (*Channa striata*), betok (*Anabas testudineus*), nilem (*Osteochilus hasselti*), sidat/ sogili (*Anguilla marmorata*), nila (*Oreochromis niloticus*), anasa (*Nomorhampus celebensis*), tempel batu (*Tamanka sarasinorum*) dan romo (*Oryzias nigricans*).

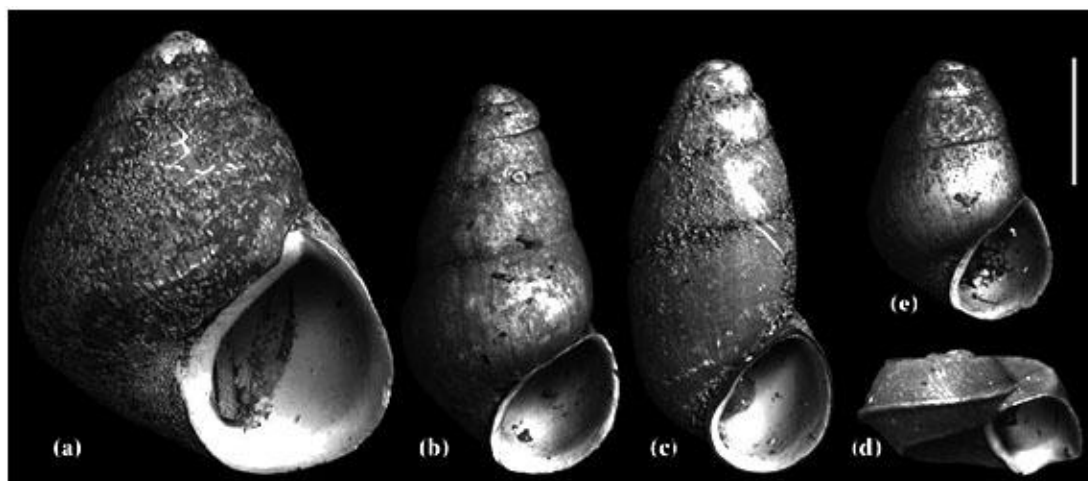
Selain itu terdapat juga ikan yang endemik untuk Danau Poso yakni *Adrianichtys poptae* (Popta's buntingi) dan *Adrianichtys kruyti* (duckbilled buntingi) (Gambar 3). Kedua jenis ikan ini telah terancam punah dan masuk *IUCN Red List of Threatened Species: Critically endangered*.

Sebagai danau purba, Danau Poso merupakan lokasi yang memungkinkan terjadinya evolusi yang mendorong berkembangnya jenis (*speciation*) yang spesifik dan lokal.



Gambar 3 . Ikan endemik di Danau Poso: *Adrianichtys poptae* dan *Adrianichtys kruyti* yang terancam punah (fishbase.org)

Oleh sebab itu berbagai temuan telah dilaporkan tentang spesies baru yang bersifat endemik, yang hanya terdapat di lokasi tertentu saja. Suatu contoh yang menarik misalnya, hasil kajian Haase & Bouchet (2006) yang menemukan siput Gastropoda di Danau Poso terdiri dari 16 spesies, 14 diantaranya tergolong dalam dua genus baru yang namanya cukup menarik yakni *Sulawesiidrobia* dan *Keindahan* (Gambar 4).



Gambar 4. Beberapa siput spesies baru yang ditemukan di Danau Poso (Haase & Bouchet, 2006). (a) *Sulawesiidrobia siput*, (b) *Sulawesiidrobia langsing*, (c) *Sulawesiidrobia angusta*, (d) *Sulawesiidrobia kecil*, (e) *Keindahan fragilis*.

Adapun mengenai perikanan di Danau Toba dapat disebutkan bahwa potensi produksi di danau ini diprediksi berkisar antara 12,54 – 14,15 kg/ha/tahun dengan nilai rata-rata sebesar 13,15 kg/ha/tahun (Sawestri & Atminarso, 2013). Berdasarkan data luas permukaan danau maka produksi ikan di Danau Poso dalam kondisi normal diperkirakan sebesar 524.553, 5 kg/tahun (524,55 ton/tahun) . Aktivitas penangkapan ikan di Danau Poso masih bersifat skala kecil. Hasil tangkapan ikan didominasi oleh jenis ikan sidat/ sogili (*Anguilla marmorata*). Ikan ini dicirikan oleh tubuh yang panjang dengan warna kuning kehitaman dengan terdapat corak seperti kembang berwarna coklat kehitaman. Ukuran sidat *Anguilla marmorata* bisa mencapai ukuran sekitar 2 m (Gambar 5) .

Di Danau dan Sungai Poso sebenarnya terdapat lima jenis ikan sidat yaitu *Anguilla marmorata*, *Anguilla celebensis*, *Anguilla bicolor pacifica*, *Anguilla interiores* dan *Anguilla borneensis*, namun sidat/sogili (*Anguilla marmorata*) merupakan tangkapan perikanan yang utama.



Gambar 5. Sidat/sogili (*Anguilla marmorata*) berukuran besar yang tertangkap di Danau Poso. (australianmuseum.net.au)



Sidat (*Anguilla* spp) merupakan ikan katadromus yang memiliki karakteristik unik yaitu melakukan ruaya (migrasi) untuk keperluan reproduksinya ke laut-dalam. Larva sidat yang baru menetas di laut-dalam akan berenang kembali ke perairan darat mengarungi muara-muara sungai untuk selanjutnya tumbuh dan berkembang sampai ukuran dewasa pada habitat perairan tawar seperti sungai dan danau. Aktivitas ruaya menghilir dari perairan tawar untuk kembali ke laut (*downstream migration*) mencapai puncaknya sekitar bulan April, hal tersebut terkait dengan tinggi muka air Danau Poso yang meningkat akibat curah hujan yang tinggi pada bulan tersebut.



Gambar 6 . Pagar perangkap sidat (*waya masapi*) yang terentang di *outlet* Danau Poso. (thinkoholic.com/2011)

Perairan Poso (meliputi Danau Poso dan sungai-sungai di sekitarnya) merupakan daerah penghasil sidat yang penting. Sidat ditangkap dengan menggunakan *maya masapi* yang merupakan pagar perangkap sidat yang terentang melintang sungai yang menjadi jalur ruaya sidat. Ukuran sidat yang tertangkap di Tentena berkisar 0,2 – 5.6 kg atau dengan panjang total antara 40 – 130 cm. Dalam alam, ukuran sidat/ sogili *Anguilla marmorata* bisa mencapai ukuran sekitar 2 m (Gambar 5).

Banyak pakar yang berpendapat perlunya pengelolaan penangkapan sidat yang bijak yang dapat mengatur penggunaan *waya masapi*. Alat ini pemasangannya menghadang jalur ruaya sidat untuk bereproduksi. Padahal ruaya sidat itu untuk menjamin keberlangsungan proses rekrutmennya. Namun



Gambar 7 . PLTA Sulewana di Sungai Poso. (indonesiatimur.co)

belakangan ini ancaman lain yang lebih besar juga sudah ada di depan mata yakni



pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Sulewana, Kabupaten Pamona Utara, yang memanfaatkan aliran Sungai Poso. PLTA Sulewana ini dijadwalkan mulai beroperasi penuh pada tahun 2016 yang dapat memasok daya listrik sebesar 65 megawatt untuk Sulawesi Tengah. Adanya PLTA Sulewana di Sungai Poso ini akan memutus jalur migrasi sidat/sogili (*Anguilla marmorata*), salah satu kebanggaan masyarakat Tentena, hingga ke depan mungkin kejayaan perikanan sidat/sogili Tentena akan sirna dan hanya tinggal kenangan sejarah belaka.



Gambar 8. Kiri: Prasasti di Tentena dengan tulisan bermakna “*Kenangan untuk Reinder Fennema insinyur kepala untuk pertambangan, tenggelam di Danau Poso 27 November 1897*”. Kanan: Reinder Fennema. (blog.fitb.itb.ac.id)

Danau Poso pada umumnya memberikan gambaran danau yang indah dengan permukaan air yang tenang. Tetapi rupanya kenyataannya tidak selalu demikian. Sesekali dapat terjadi gelombang besar yang dapat menimbulkan *seiche*, yakni gelombang tegak (*standing wave*) yang tingginya merupakan akumulasi dua gelombang yang merambat berlawanan arah, yakni gelombang yang merambat sesuai arah angin, dan gelombang balik yang terpantul kembali setelah membentur daratan pantai. Bila terjadi gangguan cuaca yang menimbulkan angin yang kuat atau badai, maka gelombang *seiche* ini bisa sangat besar dan membahayakan. Gelombang *seiche* ini bisa terjadi di danau-danau besar. Kiranya inilah yang terjadi di Danau Poso tahun 1897 yang mengakibatkan tenggelamnya seorang geologist Belanda, Reinder Fennema, yang dengan timnya sedang melakukan survei geologi di Danau Poso. Reinder Fennema dikenal sebagai salah seorang perintis geologi di Indonesia. Ketika terjadi badai, gelombang menjadi sangat besar, perahu yang mereka tumpangi terbalik. Reinder Fennema, akhirnya tenggelam dan mayatnya tak pernah ditemukan, sedangkan rekan lainnya selamat. Kejadian tragis ini diabadikan oleh Pemerintah Kolonial Belanda dalam suatu monumen prasasti yang bertuliskan: “*Herrinering aan Reinder Fennema, hoofdingeneur by het mynwezen verdrongen in het Posso Meer 27 November 1897*” (Kenangan untuk Reinder Fennema insinyur kepala untuk pertambangan, tenggelam di Danau Poso, 27 November 1897). Monumen prasasti itu masih berdiri di dekat satu pompa bensin (SPBU) di Tentena, tetapi tak ada lagi orang yang hirau, bahkan orang yang tinggal di sekitarnya pun tak mengerti apa makna prasasti

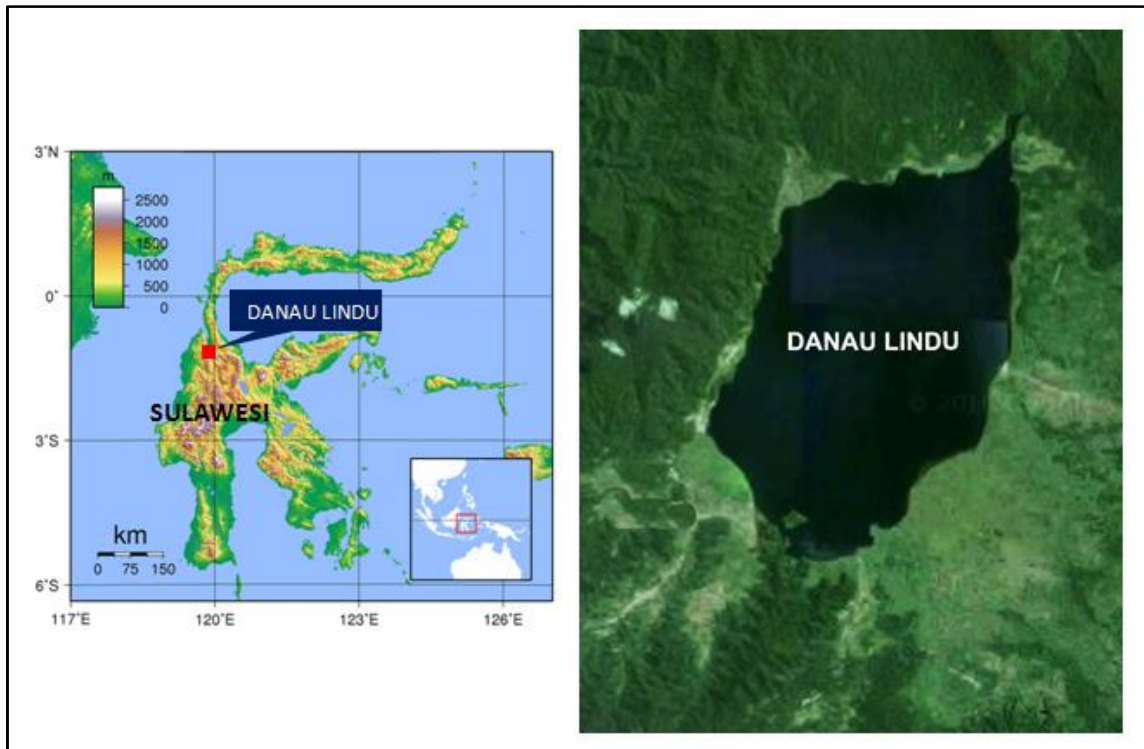
marmer itu. Padahal ada pembelajaran penting yang dapat dipetik dari peristiwa tragis itu yakni: 1) perairan yang tenang di Danau Poso dapat sesekali berubah menjadi bergelombang besar yang berbahaya, 2) dedikasi para peneliti patut dihargai, dan 3) peneliti di lapangan sebaiknya membekali diri dengan peralatan dan perlengkapan pengamanan yang baik.

## RUJUKAN

- Anonim. 2011. Reinder Fennema: Geolog yang tenggelam di Danau Poso 1897. <http://blog.fitb.itb.ac.id>.
- Haase, M. & P. Bouchet. 2006. The radiation of Hydrobioid gastropods (Caenogastropoda, Rissooidea) in ancient lake of Poso. *Hydrobiologia*, 556 (1): 17-46.
- Haryani, G. S. & P. E. Hehanussa. 2000. Preliminary study of eel fish in Lake Poso, Sulawesi Island, Indonesia. *Rep. Suwa Hydrobiol.* 12: 75-80.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2010-2014.
- Lehmusluoto, P., B. Mahbub, N. Terangna, S. Sudarmadji, Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. National inventory of major lakes and reservoirs in Indonesia. Expedition Indodanau Technical Report: 71 pp.
- Lukman & I. Ridwansyah. 2009. Telaah kondisi fisik Danau Poso dan prediksi ciri ekosistem perairannya. *Limnotek* 16 (2): 64-73.
- Sawetri, S. & D. Atmiarso. 2013. Status trofik dan estimasi potensi produksi ikan di perairan Danau Poso, Sulawesi Tengah. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI I, Cibinong 3 Desember 2013.
- Sugeha, H. Y., J. Aoyama & T. Tsukamoto. 2006. Downstream migration of tropical anguillid silver eels from Lake Poso, Sentral Slawes, Indonesia. *Limnotek* 13 (1): 18-25.
- Triyanto, Lukman & I. Yuniarti. 2008. Bioekologi dan aspek penangkapan sidat (*Anguilla* spp.) di perairan Poso, Sulawesi Tengah. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV, 2008.

## 20. DANAU LINDU

**D**anau Lindu terletak di Kecamatan Lindu, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Danau ini berada di dalam kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Taman Nasional ini yang ditetapkan oleh Menteri Kehutanan tahun 1999 mempunyai luas 217.991 ha dan berada pada ketinggian 500 – 3.000 m di atas permukaan laut, dengan posisi geografis 1°3' – 1°58' Lintang Selatan, 119°57' – 120°22' Bujur Timur.



Gambar 1. Peta lokasi dan citra satelit Danau Lindu (Google map)

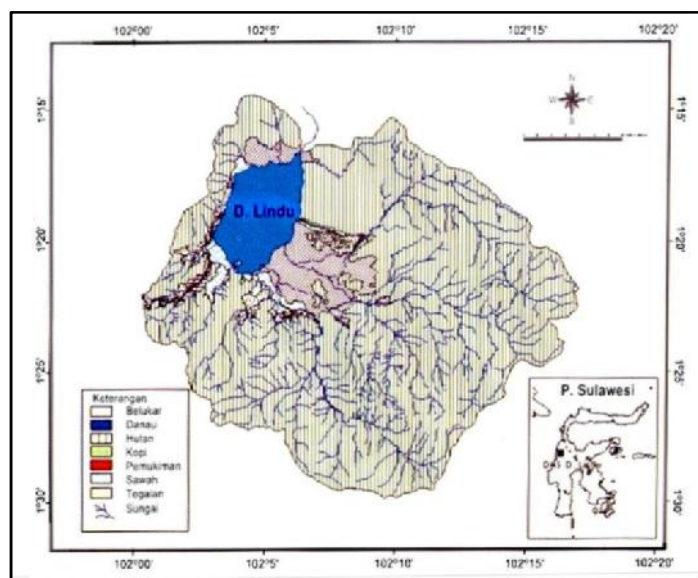


Gambar 2. Panorama Danau Lindu (id.wikipedia.org), (wanalaua.wordpress.com)

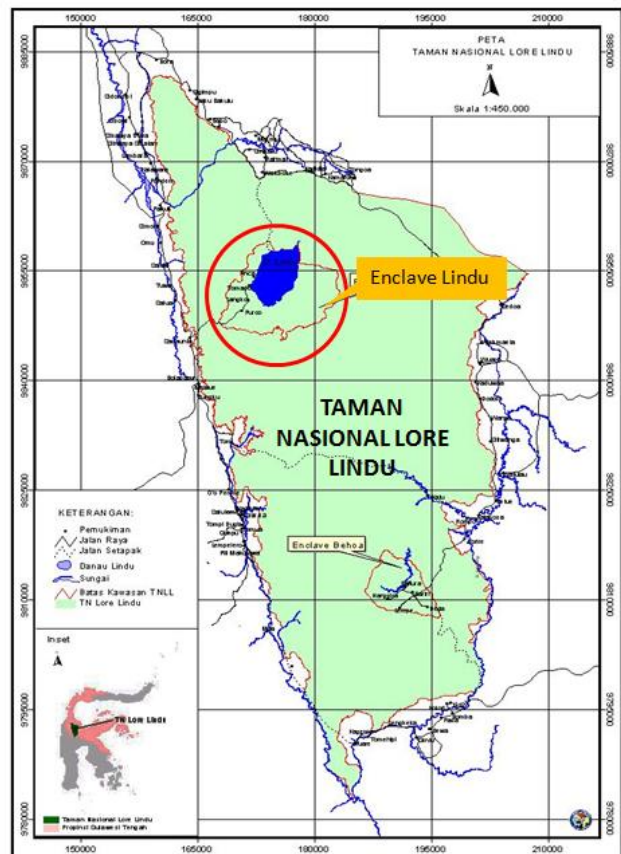
Taman Nasional Lore Lindu terletak sekitar 60 km di sebelah tenggara kota Palu. Taman ini terkenal kaya akan fauna endemiknya seperti mamalia babi rusa, anoa, rusa, kuskus, dan berbagai jenis burung endemik seperti burung maleo, enggang dan banyak lainnya. Di taman ini juga terdapat berbagai peninggalan prasejarah dalam berbagai bentuk patung-patung megalitik yang sudah berusia ribuan tahun.

Untuk kepentingan masyarakat yang tinggal di desa-desa dalam kawasan Taman Nasional Lore Lindu, maka pada tahun 1980/1981 kawasan Danau Lindu dan perkampungan sekitarnya ditetapkan sebagai *Enclave Lindu* dan tidak termasuk kawasan hutan lindung. Beberapa desa di antaranya adalah Desa Puro'o, Langko, Tomado, Anca, Bamba, Paku, dan Kanavu.

Untuk dapat mencapai kawasan ini diperlukan usaha yang lumayan berat, karena kawasan ini cukup terpencil dikelilingi hutan perawan yang lebat. Kawasan ini hanya bisa diakses dengan berjalan kaki menaiki pegunungan selama kurang lebih 5 jam dari Palu, atau naik motor, bukan sembarang motor tentunya, karena lebar *track* hanya cukup untuk dua orang pejalan kaki.



Gambar 4 . Daerah Tangkapan Air Danau Lindu (Lukman & Ridwansyah, 2003)



Gambar 3 . Peta Taman Nasional Lore Lindu, menunjukkan posisi *Enclave Lindu* (bbtnllposo.wordpress.com)

Penduduk setempat memodifikasi motor mereka sedemikian rupa untuk dapat digunakan sebagai angkutan barang-barang kebutuhan sehari-hari. Sebelum ada motor, masyarakat setempat menggunakan kuda sebagai sarana transportasi.

Dari segi geologi, Danau Lindu berada di wilayah Sesar Palu (*Palu Fault*). Aktivitas tektonis pada masa lampau telah membentuk lembah besar di kawasan Taman Nasional Lore Lindu, seperti Lembah Besoa, Napu, Palolo, dan Lindu. Lembah-lembah ini pada asalnya merupakan danau-danau besar, namun pada saat ini sebagian diantaranya telah tertutup sedimen.



Hanya Danau Lindu yang sekarang masih berupa danau.

Daerah tangkapan air Danau Lindu sebagian besar berada pada sisi timur (Gambar 4). Kawasan perairan danau itu sendiri hanya merupakan bagian kecil dari daerah tangkapannya. Kondisi hidrologis kawasan Lindu dibentuk oleh aliran sungai, minimal terdapat 16 sungai yang umumnya berukuran kecil. Sungai Rawa adalah satu-satunya pintu keluar (*outlet*) Danau Lindu yang mengalir ke Sungai Gumbasa dan menyatu dengan Sungai Palu. Debit rata-rata tahunan Sungai Rawa mencapai  $18,65 \text{ m}^3 \cdot \text{dt}^{-1}$ . Curah hujan rata-rata tahunan di dataran Lindu mencapai 2.300 mm, dan daerah ini merupakan wilayah yang selalu basah.

Tabel 1. Beberapa karakter Danau Lindu (Lukman & Ridwansyah 2003)

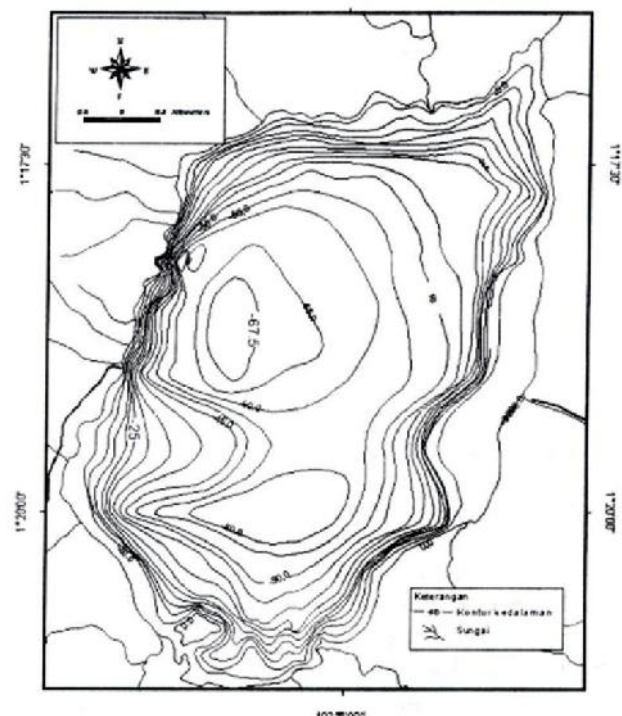
No.	Parameter	Dimensi
1	Luas permukaan (ha) ( $\text{m}^3$ )	3.447,4 34.474.090
2	Keliling (km)	26,5
3	Panjang maksimum (km)	9,6
4	Lebar maksimum (km)	4,8
5	Kedalaman maksimum (m)	72,6
6	Volume ( $\text{km}^3$ ) ( $\text{m}^3$ )	1.327,8 1.327.795.404
7	Kedalaman rata-rata (m)	38
8	Waktu tinggal ( <i>retention time</i> ) (hari) (tahun)	824 2,26

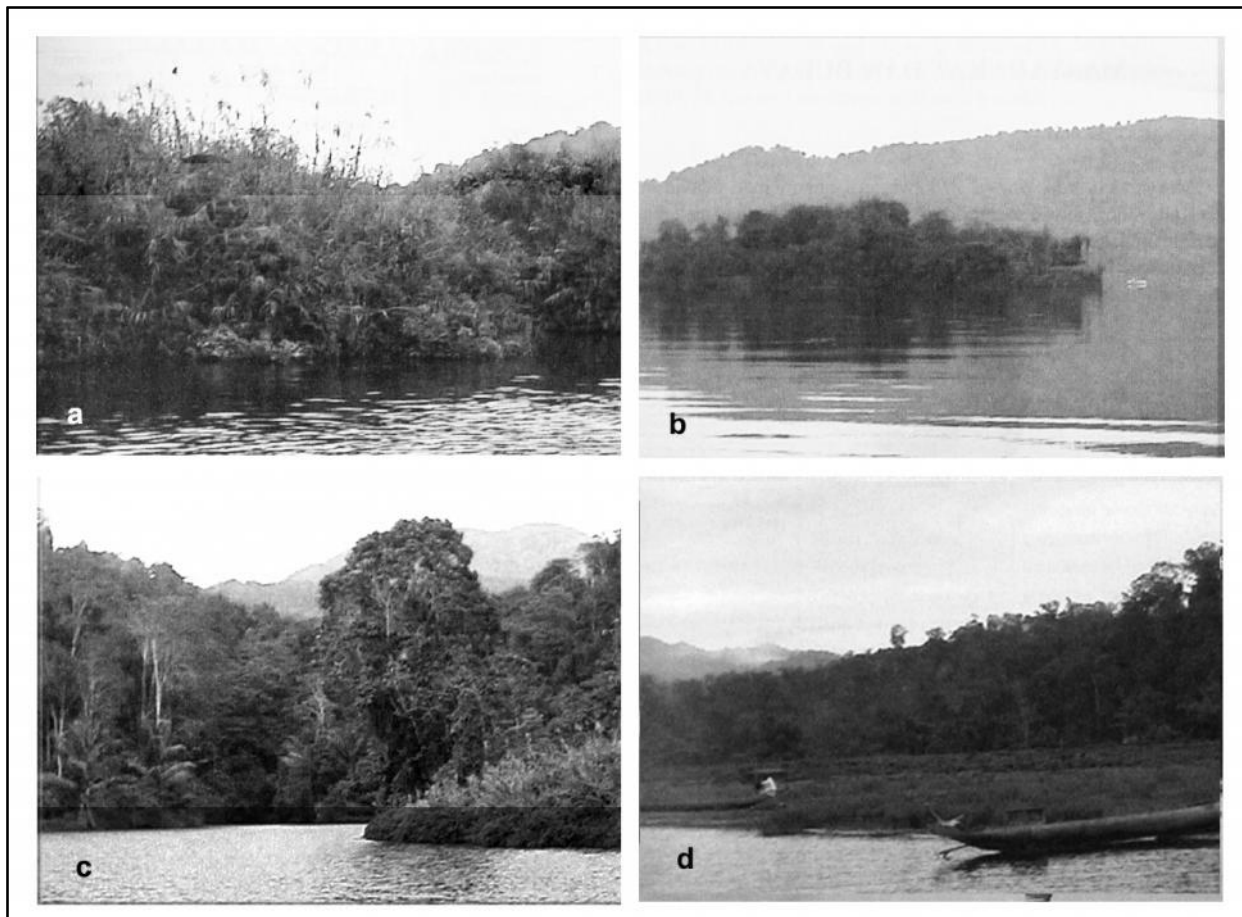
Ciri-ciri morfometri Danau Lindu telah dikaji oleh Lukman & Ridwansyah (2003) yang hasilnya dapat disarikan dalam Tabel 1 dan Gambar 5 .

Danau Lindu merupakan danau tektonik dan berada pada ketinggian  $\pm 1.000 \text{ m}$  di atas permukaan laut. Profil kedalaman Danau Lindu membentuk dua cekungan dalam, yakni di sisi utara dan selatan. Kedalaman masimum terukur 72,6 m berada di cekungan utara Gambar 5).

Berdasarkan debit keluaran air danau rata-rata untuk tahun 1985 sebesar  $18.656 \text{ m}^3 \cdot \text{dt}^{-1}$  dan volume danau  $1.327.795 \text{ m}^3$ , maka Danau Lindu diperkirakan akan memiliki waktu tinggal (*retention time*) dalam waktu 824 hari atau dalam kurun 2,26 tahun. Dengan kata lain diperlukan waktu selama 2,26 tahun untuk menggantikan seluruh volume air danau. Masa pergantian air Danau Lindu ini relatif cukup singkat dibandingkan dengan danau-danau dalam lainnya.

Gambar 5. Peta batimetri (kedalaman) Danau Lindu (Lukman & Ridwansyah, 2003)





Gambar 6. Berbagai sudut Danau Lindu (Lukman, 2007). (a) Rerumpunan *Phragmites karka* di tepian danau; (b) Pulau kecil, Bola, di tepi danau. (c) Saluran keluar (*outlet*) dari danau; (d) Muara Langko di Danau Lindu.

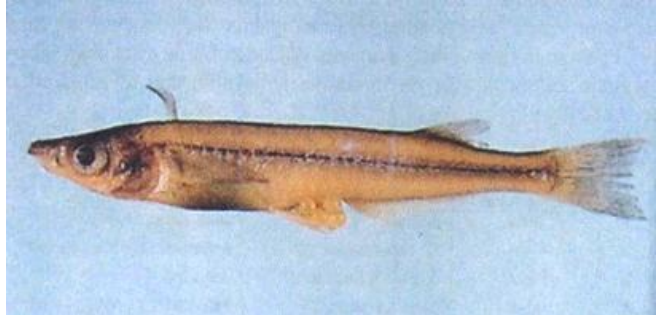
Beberapa kajian tentang kualitas air Danau Lindu yang menyangkut suhu, kandungan oksigen, hara, dan parameter lainnya menunjukkan bahwa kondisi perairan danau ini masih cukup baik untuk menunjang kehidupan biota di danau ini (Lukman 2003, Sawestri *et al.* 2013). Keterisolasian danau ini dalam suatu taman nasional, merupakan salah satu sebab minimumnya gangguan yang dapat menyebabkan turunnya kualitas perairan. Lapisan eufotik atau lapisan teratas yang produktif, yang masih memungkinkan terjadinya fotosintesis berada pada kedalaman sampai sekitar 6 m. Makin dalam, kandungan oksigen makin turun, dan pada kedalaman 25 m ke bawah kandungan oksigen sudah hampir habis.

Fitoplankton yang sangat berperan dalam proses fotosintesis di danau ini ditemukan sebanyak 25 spesies, yang terbanyak tergolong dalam kelas Chlorophyceae (12 spesies), disusul Bacillariophyceae (11 spesies), dan yang paling sedikit Cyanophyceae (2 spesies). Kelimpahan fitoplankton di perairan ini berkisar 200-2.954 sel/l.

Sementara itu kajian mengenai makrozoobentos (fauna makro yang hidup di dalam atau di permukaan sedimen) menunjukkan komunitas makrozoobentos di danau ini terdiri dari empat golongan yakni Oligochaeta, Hirudinea, Insecta dan Mollusca (Suryati *et al.* 2013). Makrozoobentos berperan penting dalam ekosistem antara lain: 1) melakukan proses

mineralisasi dan daur ulang bahan organik; 2) sebagai bagian dalam rantai makanan detritus dalam sumberdaya perikanan; 3) sebagai bioindikator perubahan lingkungan.

Fauna ikan di Danau Lindu terdapat sebanyak 10 spesies, tetapi enam spesies diantaranya merupakan ikan introduksi yang dimasukkan pada kurun 1950-an untuk meningkatkan produksi perikanan. Ikan introduksi ini adalah: ikan mas (*Cyprinus carpio*), mujaer (*Oreochromis mossambicus*), tawes (*Puntius javanicus*), sepat (*Trichogaster pectoralis*), gurame (*Osphronemus gourami*) dan lele (*Clarias batrachus*). Ikan asli danau ini adalah sidat (*Anguilla* sp) dan *Xenopoecilus sarasinorum*.



Ikan *Xenopoecilus sarasinorum* adalah ikan endemik Danau Lindu, namun keberadaannya saat ini tidak diketahui. Pada tahun 1996 jenis ikan ini telah dinyatakan sebagai spesies terancam punah (*endangered*) dalam *IUCN Red List of Threatened Animals*. Kriteria terancam (*endangered*) adalah manakala jenis tersebut menghadapi risiko kepunahan yang tinggi di alam dan dalam waktu dekat mendatang.

Gambar 7. Ikan *Xenopoecilus sarasinorum*, ikan endemik Danau Lindu yang terancam punah (*IUCN Red List of Threatened Animals*, 1996: *Endangered*)

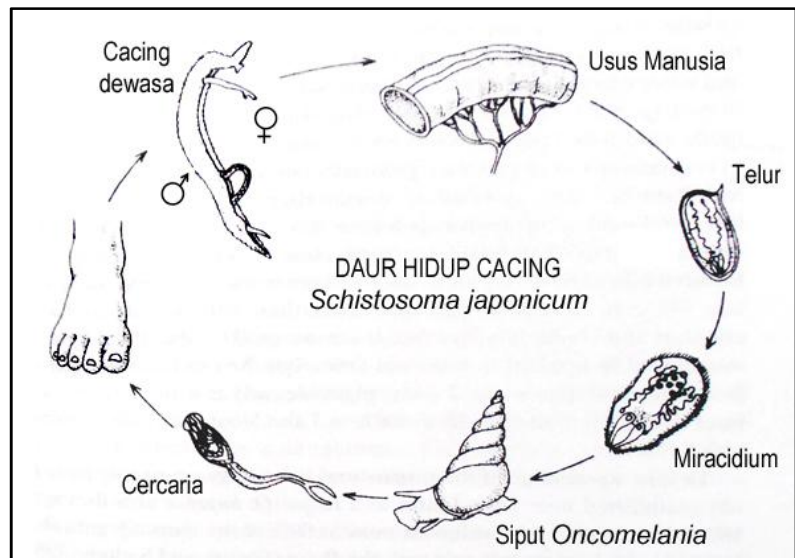
Burung-burung air yang dapat ditemui di Danau Lindu tercatat sebanyak 15 jenis. Beberapa diantaranya yang sering dijumpai adalah belibis hutan (*Anas gibberifrons*) yang biasanya mengelompok, jelanak (*Podiceps ruficollis*), kuntul kecil (*Egretta garzetta*), dan trinil pantai (*Actitis hypoleucos*) (Gambar 8).



Gambar 8. Burung-burung air yang sering dijumpai di Danau Lindu. (a) *Anas gibberifrons*; (b) *Podiceps ruficollis*; (c) *Egretta garzetta*; (d) *Actitis hypoleucos*.

Dari aspek kesehatan, Danau Lindu mempunyai makna tersendiri, karena sejak tahun 1930-an telah ditemukan penyakit Schistosomiasis yang endemik melanda penduduk yang menghuni kawasan sekitar Danau Lindu. Schistosomiasis disebabkan oleh cacing *Schistosoma japonicum* yang menjadi parasit dalam tubuh manusia. Cacing ini adalah sejenis cacing pipih (Trematoda), yang dewasa bisa berukuran sekitar 1 cm, hidup di saluran darah manusia atau bisa juga pada hewan mamalia. Manusia terjangkit penyakit ini lewat kontakannya dengan air danau atau air yang tergenang, yang mengandung cacing yang masih dalam taraf larva cercaria. Bagian tubuh atau kaki manusia yang ditembus cacing ini akan terasa gatal dan bisa meradang.

Cacing ini kemudian masuk dan terbawa dalam saluran darah manusia dan bisa kemudian mengendap di hati atau limpa. Gejala awal menunjukkan pasien mulai batuk-batuk, demam, dan merasa lemah tak bernafsu. Cacing ini, yang jantan dan betina, menjadi dewasa dalam tubuh manusia. Bila akan bertelur, usus manusia ditembus olehnya hingga telur-telur cacing dilepaskan dalam jumlah besar dan akan ikut



Gambar 9. Daur hidup cacing *Schistosoma japonicum* di kawasan Danau Lindu (Whitten *et al.* 1987)

keluar bersama tinja (faeces), yang mengakibatkan penderita terserang diare berdarah disertai lendir. Telur-telur cacing itu yang terlepas ke dalam air akan menetas dan menjadi miracidium yang mempunyai bulu-bulu getar untuk berenang. Miracidium ini kemudian akan mencari dan menginfeksi inang perantara berupa siput *Oncomelania hupensis* yang hidup di dalam air atau tempat lembab di tepi danau. Siput ini, *Oncomelania hupensis* var. *lindoensis*, bersifat endemik di Danau Lindu. Setelah hidup beberapa saat dalam tubuh inang perantara ini, ia akan keluar dan berubah menjadi fase cercaria yang akan berenang dalam air mencari inang baru, bisa manusia atau mamalia yang berada di air seperti rusa dsb. Demikianlah daur hidup cacing *Schistosoma* itu sebagaimana dapat diilustrasikan dalam Gambar 9. Penyakit schistosomiasis ini, yang sering disebut juga sebagai demam Lindu, menjadi perhatian para ilmuwan kedokteran, karena sifatnya yang endemik. Korban yang terserang penyakit ini mungkin masih bisa hidup bertahun-tahun setelah pertama kali terinfeksi cacing parasit ini tetapi akan membuatnya terus semakin lemah, dan banyak yang kemudian meninggal karena kelelahan yang berlarut-larut atau rentan terserang penyakit lain karena daya tahan tubuh yang sudah sangat rapuh. Berbagai upaya telah dilaksanakan untuk menangani penyakit endemik ini, baik dengan pengobatan maupun dengan perbaikan lingkungan dan perilaku masyarakat, yang tampaknya belakangan ini sudah menunjukkan hasil yang membaik.



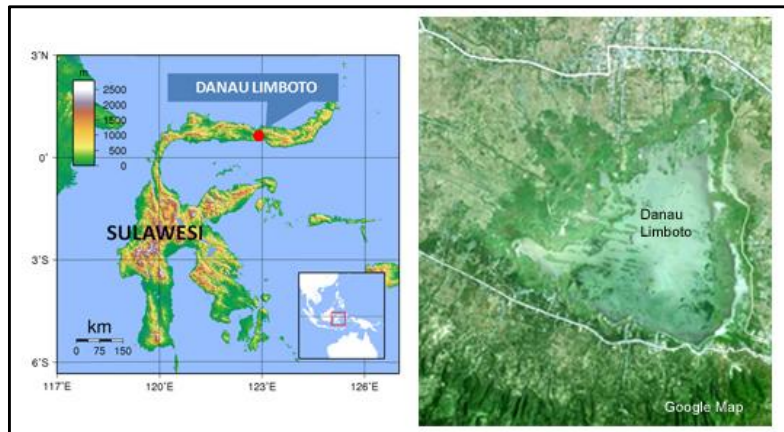
## RUJUKAN

- Arif, A. & A. Sodikn. 2012. Schistosomiasis, penyakit kuno di Lore Lindu. (health.kompas.com)
- Lukman & Ridwansyah. 2003. Kondisi daerah tangkapan dan ciri morfometri Danau Lindu. *Oseanologi & Limnologi Indonesia* 35: 11-20.
- Lukman, 2005. Distribusi spasial zooplankton di Danau Lindu, dan beberapa faktor yang mempengaruhi kelimpahannya. *J. Tek. Lingk. P3TL – BPPT*. 6 (2): 378-384.
- Lukman. 2007. *Danau Lindu. Keteduhan yang Merindu*. LIPI Press, Jakarta: 61 pp
- Sawestri, S., Samuel & N. K. Suryati. 2013. Composition and diversity of phytoplankton in Lake Lindu, Central Sulawesi. 4<sup>th</sup> International Conference on Biology, Environment and Chemistry. IPCBEE vol. 58 (2013). LACSIT Press Singapore.
- Suryati, N. K., Samuel & S. Sawestri. 2013. Struktur komunitas makrozoobentos Danau Lindu Sulawesi Tengah. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI, Cibinong 3 Desember 2013*: 150 – 158
- Whitten, T., M. Mustafa & G. S. Hendersen. 1987. *The Ecology of Sulawesi*. Gajah Mada Univesity Press, Yogyakarta: 777 pp.

## 21. DANAU LIMBOTO

Danau Limboto terletak di bagian tengah Provinsi Gorontalo, di jazirah utara Pulau Sulawesi. Danau ini berada dalam DAS (Daerah Aliran Sungai) Limboto dengan posisi geografis antara  $122^{\circ} 42' 0.24''$  –  $123^{\circ} 03' 1.17''$  Bujur Timur dan antara  $00^{\circ} 30' 2.035''$  –  $00^{\circ} 47' 0.49''$  Lintang Utara. Areal danau ini berada pada dua wilayah administratif yaitu  $\pm 30\%$  di wilayah Kota Gorontalo dan  $\pm 70\%$  di wilayah Kabupaten Gorontalo, dan dikelilingi tujuh kecamatan.

Data meteorologi menunjukkan kawasan Danau Limboto terletak pada daerah bayang-bayang hujan yang dalam 45 tahun terakhir menunjukkan rerata sebesar 1.426 mm per tahun. Curah hujan bulanan lebih kecil dari 100 mm (bulan kering) terjadi selama tiga bulan yaitu pada bulan Agustus, September dan Oktober, sedangkan curah hujan di atas 100 mm (bulan basah) terjadi selama sembilan bulan, yaitu bulan Januari-Juli dan bulan November - Desember.

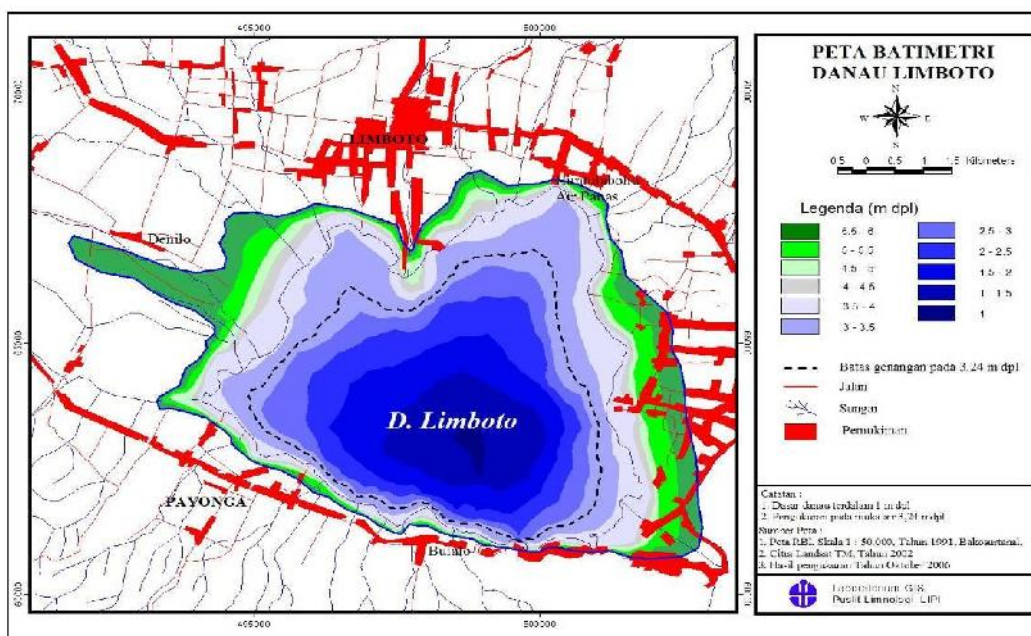


Gambar 1. Peta lokasi dan citra satelit Danau Limboto



Gambar 2. Berbagai sudut tampilan Danau Limboto yang semakin dangkal.

Air yang masuk ke Danau Limboto bersumber dari air hujan yang langsung jatuh ke danau dan air yang berasal dari sungai-sungai yang masuk ke danau. Sungai-sungai yang mengalir dan bermuara ke Danau Limboto terdapat sebanyak 23 sungai diantaranya Aloe, Marisa, Meluopo, Biyonga, Bulota, Talubongo, Bolango, Puhu, Ritenga, Topodu. Anak sungai yang terbesar adalah sungai Alo Molalahu dan Sungai Puhu. Dari seluruh sungai tersebut hanya satu sungai yang mengalir sepanjang tahun, yaitu sungai Biyonga.



Gambar 3 . Peta batimetri (kedalaman) Danau Limboto. (Puslit Limnologi LIPI, 2011)

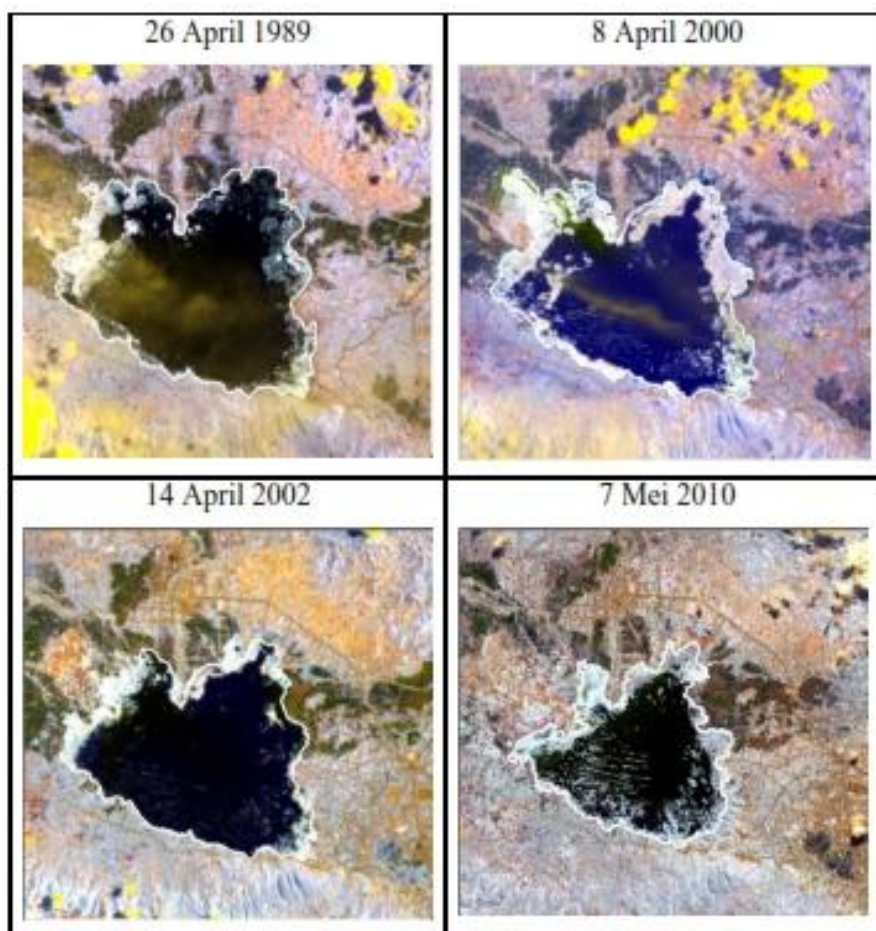
Luas Danau Limboto dan kedalamannya telah mengalami perubahan yang signifikan sesuai dengan perjalanan waktu. Pada tahun 1932 misalnya, luas danau sekitar 7.000 ha dengan kedalaman rata-rata sebesar 30 m. Pada tahun tahun 1961 luasnya turun menjadi 4.250 ha dengan kedalaman rata-rata menjadi 10 m. Kemudian pada tahun 2008 luasnya sudah menjadi 3.000 ha dengan kedalaman rata-rata tinggal 2,5 m. Pendangkalan yang terus menerus terjadi dari waktu ke waktu telah menimbulkan kekhawatiran akan nasib danau ini di masa depan. Apabila kecenderungan ini berjalan terus maka diperkirakan dalam beberapa dekade ke depan danau ini sudah akan lenyap, berubah menjadi daratan. Peta batimetri (kedalaman) Danau Limboto yang disusun oleh Puslit Limnologi LIPI (2011) dicantumkan dalam Gambar 3.

Menarik untuk menyimak kajian mutakhir yang dilaksanakan oleh Trisakti & Nugroho (2012) dalam pemantauan perubahan kualitas Danau Limboto selama periode 1989-2010 dengan menggunakan citra satelit multitemporal. Dari kajian itu dapat ditunjukkan bahwa penyusutan luas muka air danau selama kurun 1989-2002 terjadi dengan rata-rata penyusutan sebesar 0,48 km<sup>2</sup>/tahun. Sedangkan penyusutan luas permukaan air danau terjadi sangat signifikan pada kurun 2002-2010, dengan rata-rata penyusutan sebesar 1,29 km<sup>2</sup>/tahun (Gambar 4).

Selain perubahan luasan permukaan air, perlu juga diperhatikan penambahan sebaran vegetasi air di Danau Limboto. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4 terlihat bahwa penyebaran



vegetasi air (seperti eceng gondok), semakin bertambah luas dari tahun ke tahun. Pada tahun 2010, vegetasi air sudah menyebar sampai ke bagian tengah Danau Limboto.



Gambar 4. Batas permukaan air Danau Limboto selama periode 1989-2010. Penyebaran vegetasi air (eceng gondok) terlihat berwarna putih dalam citra. Pada tahun 2010, vegetasi air sudah menyebar sampai ke bagian tengah danau (Trisakti & Nugroho (2012))



Gambar 5. Gulma eceng gondok di Danau Limboto telah tersebar meluas hingga mengepung kegiatan perikanan tangkap dan budidaya dengan Karamba Jaring Apung.



Kualitas air merupakan faktor penting dalam pengelolaan lingkungan perairan danau. Salah satu penelitian mengenai kualitas perairan Danau Limboto telah dilaksanakan oleh Aisyah & Subehi (2012) yang pada kesimpulannya menunjukkan bahwa kualitas perairan di danau ini masih memenuhi atau menunjang untuk kehidupan biota air termasuk untuk pengembangan perikanan. Beberapa cuplikan data tentang Danau Limboto disampaikan dalam Tabel 1.

Kualitas perairan Danau Limboto (Aisyah & Subehi, 2012)

Parameter	Satuan	Kisaran
Suhu	°C	29,5-30,0
Padatan tersuspensi (TSS)	mg/l	26-41,5
Kecerahan	cm	48-68,5
pH	-	7,09-7,67
Oksigen terlarut (DO)	mg/l	3,15-4,97
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	0,083-0,128
P-PO <sub>4</sub>	mg/l	0,009-0,036
Klorofil-a	mg/m <sup>3</sup>	3.141-21.252

Meskipun kualitas air danau masih cukup baik, namun perlu diwaspadai faktor-faktor yang berpotensi menurunkan kualitas air ini, misalnya perikanan dengan karamba apung yang menggunakan pakan berlebihan (*over feeding*) yang dapat menurunkan kualitas air. Demikian pula pencemaran yang bisa bersumber dari pemukiman, pertanian dan sedimentasi yang bersumber dari daratan sekitar danau.

Dari aspek keanekaragaman hayati, Danau Limboto dihuni oleh beragam flora dan fauna, baik yang hidup di perairan maupun di sepanjang sempadan pantainya. Flora perairan yang hidup di Danau Limboto sedikitnya terdiri atas sembilan jenis yaitu eceng gondok (*Eichornia crassipes*), kangkung air (*Ipomoea aquatica*, *Ipomoea crassicaulis*), rumput air (*Panicum repens*, *Scirpus mucronatus*), kapu-kapu (*Pistia stratiotes*), ganggang (*Hydrilla verticalata*), teratai (*Nelumbium* sp.) dan kiambang (*Azolla pinnata*). Di antara flora air ini, eceng gondok merupakan gulma atau tumbuhan pengganggu yang

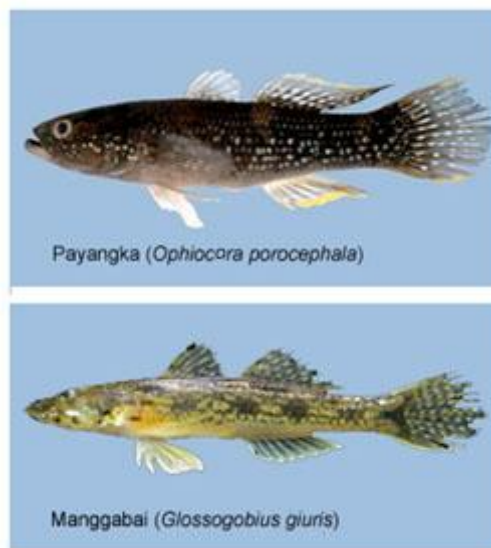


Gambar 6. Danau Limboto pada saat mengering dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian dan penggembalaan ternak.

telah berkembang sangat pesat dan telah menutupi bagian yang cukup besar danau ini, hingga mengganggu kegiatan perikanan di danau ini.

Ikan yang hidup di Danau Limboto tercatat sedikitnya sebanyak 17 spesies, yang terdiri dari sembilan spesies ikan asli dan delapan spesies ikan introduksi. Ikan asli di danau ini antara lain ikan payangka (*Ophiocora porocephala*) dan manggabai (*Glossogobius giuris*) yang kondisinya semakin terdesak dengan dimasukkannya ikan introduksi seperti ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*), mas (*Cyprinus carpio*), sepat siam (*Trichogaster pectoralis*), tawes (*Barbonymus gonionotus*), nilem (*Osteochilus hasselti*). Ikan-ikan yang diintroduksi ini dimaksudkan untuk menunjang produksi perikanan di danau ini. Untuk pengendalian gulma eceng gondok (*Eichornia crassipes*) telah dipertimbangkan pula untuk mengintroduksi ikan koan /grass carp (*Ctenopharyngodon idella*).

Namun di lain pihak, harus diperhatikan bahwa ikan yang diintroduksi itu berpotensi untuk



Gambar 7. Ikan payangka (*Ophiocora porocephala*) dan manggabai (*Glossogobius giuris*), ikan asli Danau Limboto

mendesak dan mengancam kelestarian ikan-ikan asli.

Danau Limboto merupakan habitat yang sering dikunjungi oleh burung-burung migran yang melakukan perjalanan jarak jauh antar benua. Burung-burung ini merupakan burung-burung air yang secara musiman melaksanakan perjalanan panjang. Menjelang musim dingin di belahan bumi utara, burung-burung ini mulai bermigrasi ke selatan menuju daerah yang hangat. Perjalanan jauh itu bisa dimulai dari pantai di Cina di utara sampai ke Australia di selatan. Sebaliknya bila musim dingin di belahan bumi selatan, maka burung-burung ini kembali bermigrasi ke utara melintasi Indonesia. Oleh sebab itu banyak danau-danau di Indonesia merupakan tempat persinggahan burung-burung migran ini untuk beristirahat mencari makan sebelum meneruskan perjalanan panjangnya.

Di Danau Limboto, tercatat sebanyak 13 spesies burung migran yang



Gambar 8. Burung-burung migran penjelajah antar benua yang sering singgah di Danau Limboto. Atas: gagang bayam timur (*Himantopus leucocephalus*). Bawah: trinil pantai (*Actitis hypoleucos*)



sering berkunjung, antara lain terik asia oriental (*Glareola maldivarum*), ibis rokoroko (*Plegadis falcinellus*), berkik kembang besar (*Rostratula benghalensis*), gajahan penggala (*Numenius phaeopus*) kedidi ekor tajam (*Calidris acuminata*), trinil pantai (*Actitis hypoleucos*). Burung lainnya yakni gajahan kecil (*Numenius minutus*), gagang bayam (*Himantopus leucocephalus*), cerek pasir besar (*Charadrius leschenaultii*), trinil semak (*Tringa glareola*), cerek asia (*Charadrius veredus*), dara laut kumis (*Chlidonias hybridus*) dan trinil pantai (*Actitis hypoleucos*).

Indonesia termasuk salah satu negara yang telah meratifikasi Konvensi Ramsar yang merupakan kesepakatan internasional untuk menjaga kelestarian lahan basah (*wet land*) beserta flora dan faunanya, terutama spesies-spesies burung air. Oleh karena itu ekosistem Danau Limboto sebagai salah satu lahan basah yang mempunyai kepentingan internasional perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan / pemanfaatannya agar fungsinya sebagai habitat burung air dapat dipertahankan.



Gambar 9. Danau Limboto menyediakan berbagai kekayaan alam yang dapat dikembangkan untuk mendukung pariwisata.

Danau Limboto mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai tujuan wisata. Danau ini mempunyai kekayaan alam yang dapat dinikmati oleh wisatawan antara lain dengan mengunjungi dan menikmati keindahan panorama alamnya, hamparan teratai dan eceng gondok yang berbunga, berperahu keliling danau, memancing ikan, memotret kehidupan burung-burung air yang banyak terdapat disini, atau mengunjungi tempat kegiatan nelayan setempat.

Meskipun Danau Limboto mempunyai potensi yang cukup besar untuk dikembangkan dalam berbagai aspek, namun terdapat berbagai masalah yang dihadapi sebagai tantangan. Beberapa pokok masalah yang mengemuka dan perlu mendapat perhatian untuk lebih menjamin kelestarian lingkungan di kawasan ini disarikan sebagai berikut:

1. Kerusakan Daerah Tangkapan Air
  - a. Penataan ruang
  - b. Perubahan fungsi lahan
  - c. Pembalakan liar (*illegal logging*), kebakaran hutan dan lahan
2. Kerusakan kawasan sempadan danau
3. Kualitas perairan
  - a. Pencemaran air dan eutrofikasi
  - b. Sedimentasi
  - c. Pertumbuhan eceng gondok
4. Pemanfaatan air danau
5. Risiko bencana: banjir .

Sehubungan dengan hal tersebut di atas Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah menyusun dokumen penting mengenai Rencana Aksi Tindak untuk Danau Limboto yang perlu ditangani lintas instansi sebagai salah satu prioritas nasional dalam penyelamatan danau-danau Indonesia (KLH, 2011).

## RUJUKAN

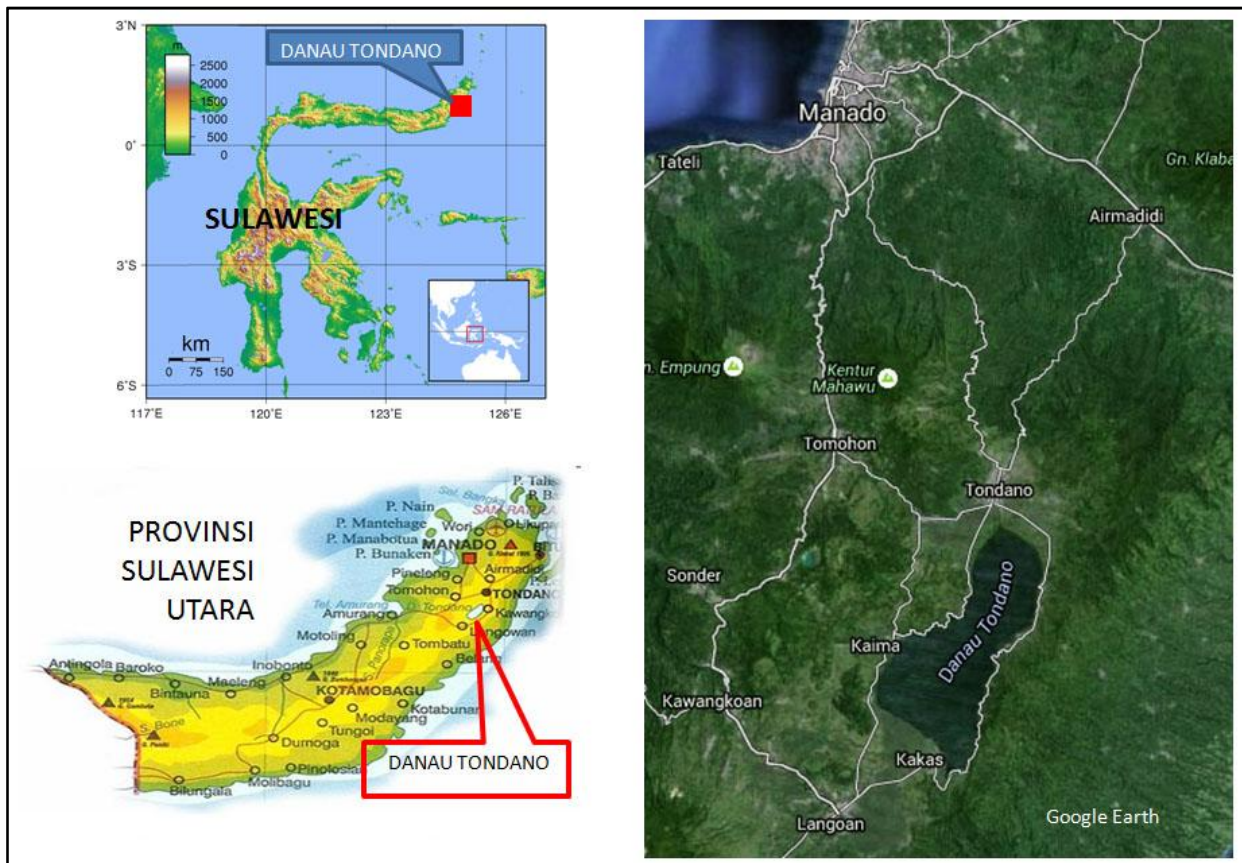
- Aisyah, S. & L. Subehi. 2012. Pengukuran dan evaluasi kualitas air dalam rangka mendukung pengelolaan perikanan di Danau Limboto. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI, Tahun 2012.
- Hasim, A. Sapei, S. Budidharsono & Y. Wardiatno. 2012. Analsia status keberlanjutan untuk pengembangan pengelolaan pada Danau Limboto Provinsi Gorontalo. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional.
- Mano, D. B. 2015. 13 Jenis burung migran singgah di Limboto. antaranews.com.
- Puslit Limnologi LIPI. Danau Limboto. (limnologi.lipi.go.id)
- Suwargana, N. & Susanto. 2012. Dampak musim hujan terhadap pola sebaran TSM (Total Suspended Matter) di Danau Limboto Gorontalo menggunakan data Landsat-TM. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Trisakti, B. & G. Nugroho. 2012. Pemantauan perubahan kualitas danau selama periode 1990-2011 menggunakan citra satelit multitemporal. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Warsa, A., Krismono & L. M. Astuti. 2012. Evaluasi kesesuaian habitat grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) untuk pengendalian eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di Danau Limboto. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.



Yulianti, M. & D. Daruati. 2012. Prediksi erodibilitas dan pengaruh pedogenesis tanah terhadap sedimentasi di DAS Limboto. Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2012.

## 22. DANAU TONDANO

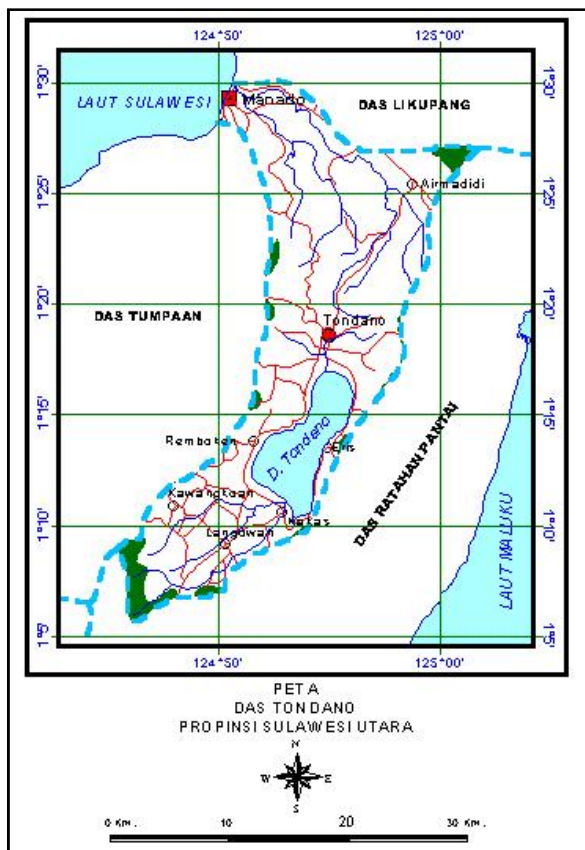
Nama *Tondano* mempunyai makna yang penting bagi masyarakat Minahasa yang menghuni jazirah paling utara Pulau Sulawesi. Menurut bahasa daerah setempat, nama *Tondano* bermakna *Orang Danau*. Selain itu nama *Tondano* melekat pula pada berbagai atribut Minahasa lainnya, misalnya Danau Tondano, Sungai Tondano, DAS (Daerah Aliran Sungai) Tondano, Sub-DAS Tondano, dan juga kota Tondano, yang menjadi nama ibukota Kabupaten Tondano. Tak berlebihan jika Danau Tondano dan sekitarnya diidentikkan sebagai pusat budaya Minahasa. Danau ini terletak sekitar 36 km sebelah selatan dari kota Manado, ibukota Provinsi Sulawesi Utara.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Tondano, Provinsi Sulawesi Utara

Secara administratif DAS Tondano menempati sebagian wilayah kabupaten Minahasa (10 kecamatan), Kota Tomohon (satu kecamatan) dan sebagian kota Manado (satu kecamatan). Luas DAS Tondano adalah sekitar 54.775 ha. DAS Tondano berbatasan dengan DAS Tumpaan di sisi kirinya, DAS Ratahan Pantai di sisi kanan, dan di sisi utara bagian mendekati ke hilirnya berbatasan dengan DAS Likupang. DAS Tondano sebenarnya terbagi lagi menjadi empat Sub

DAS, yaitu Sub DAS Tondano, Sub DAS Tikala, Sub DAS Noongan, dan Sub DAS Klabat. Danau Tondano sendiri berada dalam Sub DAS Tondano (Gambar 2).



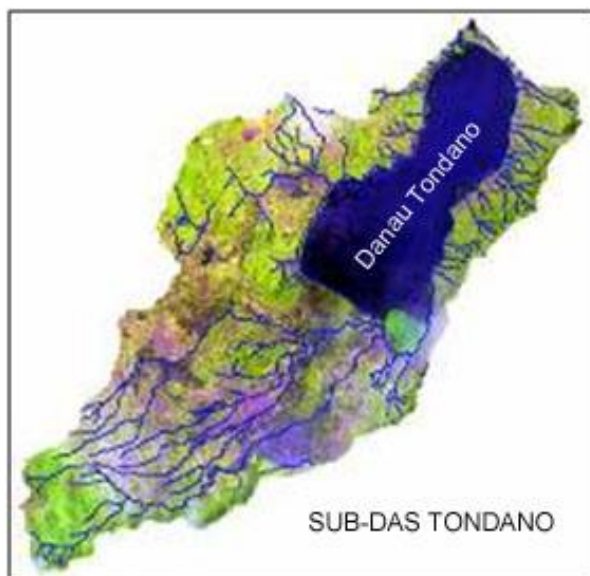
Gambar 2. Peta DAS (Daerah Aliran Sungai) Tondano (dephut.go.id)

DAS Tondano begitu kaya akan badan air. Selain Danau Tondano, sungai-sungai pemasok air danau sangat banyak. Sungai-sungai kecil yang mengisi Danau Tondano, mencapai 35 sungai (Gambar 3). Namun banyak di antara sungai-sungai tersebut merupakan sungai *intermittent* atau sungai musiman yang hanya sewaktu-waktu saja teraliri air yakni pada musim hujan sedangkan pada musim kemarau sungai itu kering. Sungai utama yang masuk ke Danau Tondano adalah Sungai Panas. Di samping itu ada juga Sungai Noongan, Sungai Wuliling, dan lainnya.

Sungai terbesar di DAS Tondano adalah Sungai Tondano. Sungai Tondano mengalirkan air (*outlet*) dari Danau Tondano ke laut. Dalam perjalanannya, Sungai Tikala bergabung dengan Sungai Tondano, kemudian bermuara ke Teluk Manado di Laut Sulawesi.

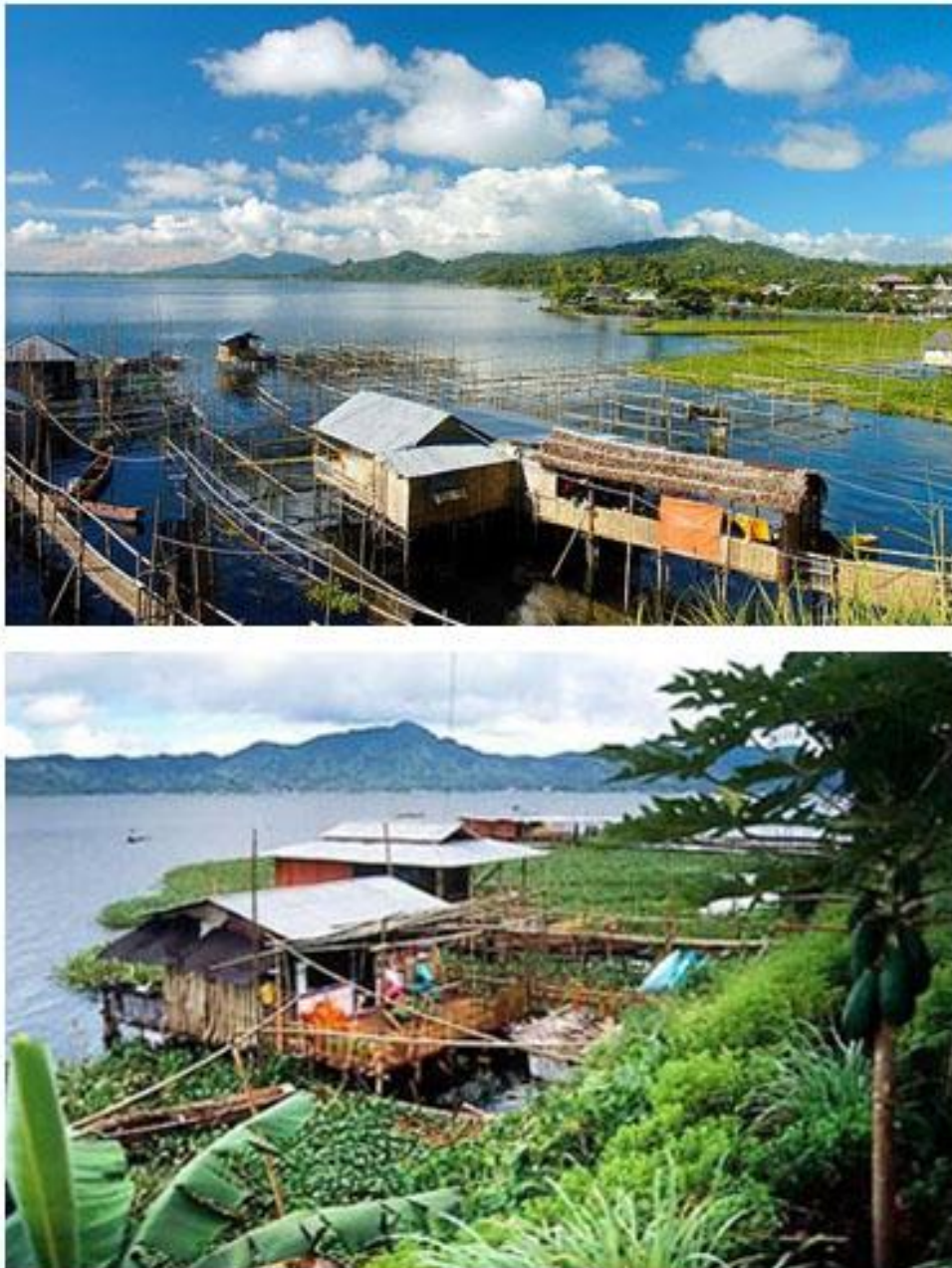
Dilihat dari proses terbentuknya, terdapat dua versi untuk menjelaskan asal mula terjadinya Danau Tondano. Pada versi pertama, danau ini terbentuk sebagai hasil letusan gunung api purba yang membentuk danau kawah (*crater lake*), sedangkan versi kedua menjelaskan bahwa danau ini terjadi karena terbendungnya sistem drainase sebagai akibat geantiklinal Minahasa yaitu munculnya dua gunung api Soputan dan Mahawu.

Dilihat dari proses terbentuknya, terdapat dua versi untuk menjelaskan asal mula terjadinya Danau Tondano. Pada versi pertama, danau ini terbentuk sebagai hasil letusan gunung api purba yang membentuk danau kawah (*crater lake*), sedangkan versi kedua menjelaskan bahwa danau ini terjadi karena terbendungnya sistem drainase sebagai akibat geantiklinal Minahasa yaitu munculnya dua gunung api Soputan dan Mahawu.



Gambar 3. Sebaran aliran sungai di Sub-DAS Tondano (Kartika *et al.* 2012)





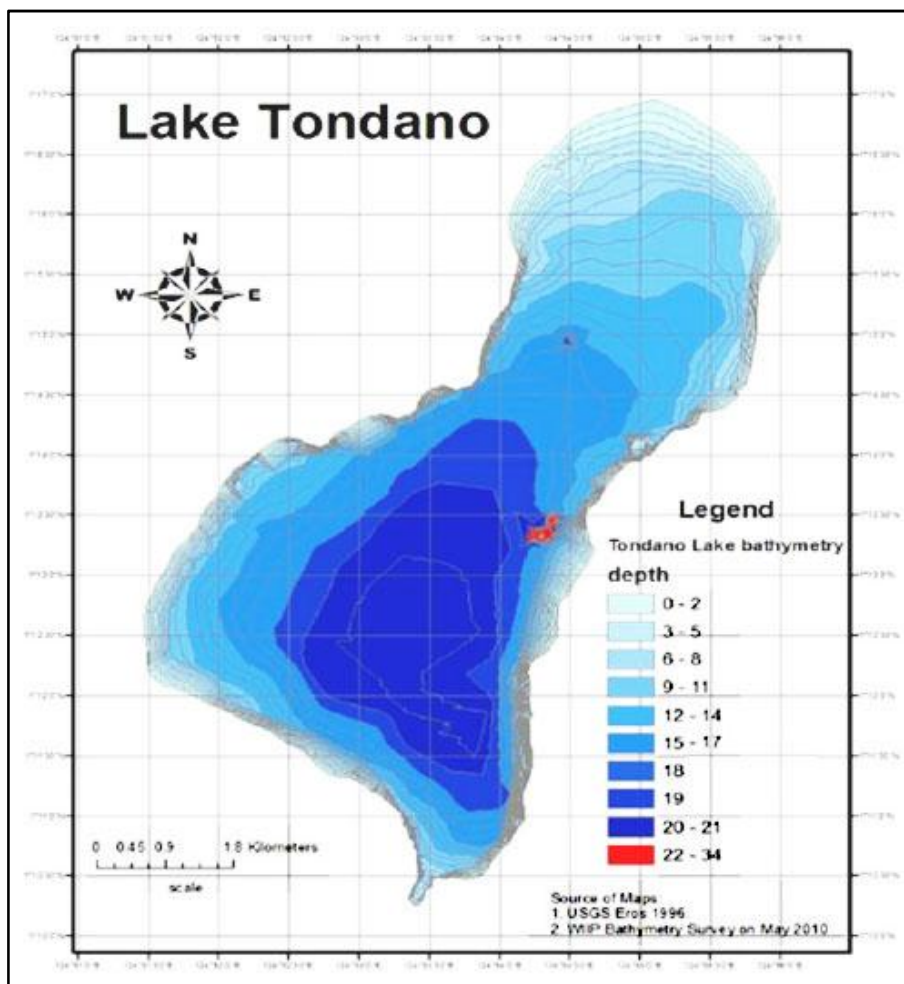
Gambar 4. Suasana pantai Danau Tondano (beritakawanua.com & indophoto.com)

Iklm di daerah Danau Tondano adalah iklim katulistiwa, dicirikan oleh suhu yang tinggi dengan variasi musiman kecil, kelembaban yang tinggi sepanjang tahun, dan dua arah angin musim utama dengan kecepatan angin pada umumnya rendah. Suhu udara tahunan rata-rata adalah 32°C pada siang hari dan 24°C pada malam hari. Curah hujan rata-rata bervariasi antara 1500 mm sampai dengan 2800 mm per tahun. Puncak curah hujan bulanan terjadi pada bulan April/Mei, dan puncak berikutnya umumnya terjadi pada bulan November. Musim kemarau dengan curah hujan <100 mm berlangsung dari bulan Agustus sampai dengan September. Bulan Februari juga merupakan bulan dengan curah hujan yang rendah setelah



mengalami puncaknya yang kedua pada bulan November akan tetapi tidak sampai di bawah 100 mm.

Danau Tondano berada pada ketinggian  $\pm 600$  m di atas permukaan laut. Luas danau bervariasi antara 44 km<sup>2</sup> pada musim kemarau dan 48 km<sup>2</sup> pada musim penghujan dengan keliling danau kurang lebih 35 km. Peta batimetri (kedalaman) Danau Tondano disajikan dalam Gambar 5, yang menunjukkan bagian danau yang terdalam terdapat di cekungan bagian selatan.



Gambar 5. Peta batimetri (kedalaman) Danau Tondano.

Tabel 1. Luas menurut selang kedalaman Danau Tondano

Selang Kedalaman	Luas (ha)
0-5	889,81
5-10	1.026,97
10-15	1.584,00
15-20	1.153,65
20-24	0,120

Danau Tondano mengalami pendangkalan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir yang terutama disebabkan karena erosi dan sedimentasi dari kawasan lahan sekitar danau. Pada tahun 1934 misalnya, kedalaman maksimum Danau Tondano adalah 40 m, pada tahun 1987 tinggal separuhnya atau sedalam 20 m, sedangkan pada tahun 2000 kedalamannya telah menyusut menjadi hanya 14 m (Tabel 2). Erosi dan sedimentasi ini terjadi karena penebangan dan perubahan fungsi hutan di bagian hulu dan berbagai aktivitas pertanian, pemukiman dan pariwisata di sekitar danau yang tidak mempertimbangkan aspek konservasi.

Tabel 2. Perubahan kedalaman Danau Tondano

Tahun	Kedalaman (m)
1934	40
1974	28
1983	27
1987	20
1992	16
1996	15
2000	14

UNSRAT (2000) memprediksi erosi yang terjadi di bagian hulu DAS Tondano berkisar 28,86 – 63,00 ton/ha/tahun. JICA (2001) mengemukakan angka yang lebih kecil dari UNSRAT (2000) yaitu sebesar 12,5 – 27,6 ton/ha/tahun. Meskipun demikian, JICA (2001) mengindikasikan bahwa 9% – 45% dari daerah ini memiliki laju erosi yang telah melebihi nilai yang diperbolehkan.

Seiring dengan terjadinya pendangkalan, luas Danau Tondano juga semakin menyempit. Pada tahun 1976 misalnya, luas danau adalah 5.600 ha, dan pada tahun 1996 menjadi 4.400 ha. Ini berarti telah terjadi proses penyempitan seluas 1.200 ha selama 20 tahun atau sebesar 60 ha/tahun. Laju sedimentasi yang tinggi dan makin menyempitnya luasan danau telah menyebabkan berbagai pihak semakin risau akan masa depan danau ini, apakah danau ini akan lenyap dan mejadi daratan dalam beberapa dekade ke depan?

Masalah lain yang dihadapi di Danau Tondano adalah masalah eutrofikasi atau penyuburan perairan. Limbah pemukiman, pertanian dan industri telah menyumbangkan banyak hara (*nutrient*) terutama fosfat dan nitrat yang masuk ke dalam danau. Di samping itu teknik perikanan dengan menggunakan KJA (Karamba Jaring Apung) juga memberi kontribusi yang signifikan, karena pemberian pakan yang berlebihan (*over feeding*) menyebabkan banyak bahan pakan yang berlebihan mengendap dan terurai menjadi sumber hara yang tinggi. Pengayaan (*enrichment*) hara ini di perairan telah memicu maraknya pertumbuhan flora akuatik di danau seperti eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Eceng gondok sebagai tumbuhan terapung telah menutupi luasan yang cukup besar di Danau Tondano, diperkirakan mencapai sekitar 20 % luas danau (Sittadewi, 2008).

Pengendalian eceng gondok ini tidaklah mudah karena kecepatan pertumbuhannya yang sangat tinggi. Kajian Kartika *et al.* (2012) dengan teknik satelit penginderaan jauh misalnya, menunjukkan bahwa dari tahun 2003 sampai 2011 luasan tutupan eceng gondok sudah berlipat menjadi lima kalinya. Bertambahnya penutup lahan tersebut memberi dampak terhadap turunnya kualitas Danau Tondano.



Gambar 6. Atas: Tumbuhan air eceng gondok (*Eichornia crassipes*) menutupi perairan yang luas di Danau Tondano (wordpress.com). Bawah: Usaha pengendalian eceng gondok (ciputranews.com).

Maraknya pertumbuhan eceng gondok di Danau Tondano telah mendorong berbagai kegiatan untuk pengendaliannya, misalnya dengan melibatkan masyarakat untuk mengangkat eceng tersebut dari danau, atau memanfaatkannya sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Bagaimanapun pengendalian eceng gondok tentu bukanlah hal yang mudah mengingat kecepatan tumbuh eceng gondok yang sangat cepat di lingkungan yang kaya akan hara.

Perikanan di Danau Tondano di laksanakan oleh nelayan dengan menggunakan alat tangkap seperti jala, dan alat tangkap lainnya. Tetapi yang lebih pesat perkembangannya belakangan ini adalah budidaya dengan menggunakan KJA (Karamba Jaring Apung). Di tahun 2010 saja jumlah jaring apung di danau ini sudah mencapai sekitar 10.000 unit, yang menutupi sekitar sekitar 2,2 % luas danau. Hal ini akan menyebabkan makin turunnya kualitas air danau.

Danau Tondano secara umum merupakan tempat hidup yang baik bagi beragam jenis ikan. Ikan-ikan yang hidup di danau ini antara lain gabus, mas, mujaer, nila, payangka, gurame, sepat, nilem, tawes, betok, lele, koan. Ikan payangka merupakan ikan endemik di danau ini.

Pada tahun 1980, produksi payangka (*Ophieleotris aporos*) mencapai sekitar 35 % dari seluruh produksi ikan dan mendominasi hasil tangkapan di Danau Tonado. Total tangkapan bisa mencapai lebih dari 2000 ton ikan (1998), yang berasal dari KJA (Karaamba Jaring Apung) sebesar 1357 ton dan dari perikanan tradisional sebesar 776 ton. Kegiatan perikanan dengan KJA berkembang secara signifikan sejak tahun 1990.



Gambar 7. Perikanan tangkap dan budidaya dengan karamba di Danau Tondano. (nationalgeographic.co.id & antarafoto.com)

Salah satu potensi Danau Tondano adalah dalam bidang pariwisata. Kegiatan pariwisata di Danau Tondano lebih banyak berada di pesisir barat danau. Kawasan wisata Remboken terkenal sebagai lokasi yang ideal untuk menikmati terbitnya dan naiknya matahari pagi. Di samping itu berbagai fasilitas kegiatan wisata air juga tersedia, pengunjung dapat pula menikmati lingkungan danau dengan berlayar menggunakan perahu motor.



Gambar 8. Kawasan wisata Remboken di pantai barat Danau Tondano (panoramio.com)



Fungsi lain Danau Tondano yang tak kalah pentingnya adalah sebagai pemasok air baku untuk keperluan pemukiman dan juga untuk pertanian dan industri. Disamping itu air dari danau ini yang keluar melalui Sungai Tondano dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).



Gambar 9. PLTA Tonsea memanfaatkan aliran air dari Danau Tondano.  
(manado.tribunnews.com)

PT PLN (Pesero) menggunakan jasa lingkungan Danau Tondano dengan debit air rata-rata  $9,5 \text{ m}^3/\text{detik}$  untuk menghasilkan tenaga listrik melalui tiga PLTA, yaitu PLTA Tonsea Lama (dibangun tahun 1950) dengan kapasitas 15 MW, PLTA Tanggarai Satu (tahun 1987) dengan kapasitas 18 MW, dan PLTA Tanggarai Dua (1998) dengan kapasitas 19 MW. Dengan total produksi sekitar 51 MW, kota-kota besar di bagian timur Provinsi Sulawesi Utara dapat dicukupi kebutuhannya dari PLTA ini. Produksi listrik memberi kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian masyarakat luas.

## RUJUKAN

- Kartika, T., Parsa, I. M. & S. Harini. 2012. Analisis perubahan penutup lahan di daerah tangkapan air Sub DAS Tondano terhadap kualitas Danau Tondano menggunakan data satelit penginderaan jauh. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI, Tahun 2012. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional.
- Nugroho, S. P. 2005. Analisis dan evaluasi kerusakan lahan di Daerah Aliran Sungai Danau Tondano, Provinsi Sulawesi Utara. *Alami*, Vol.10 No. 1: 62- 72.
- Puslit Limnologi LIPI. Profil Danau Tondano. (danau.limnologi.lipi.go.id)
- Sittadewi, E. H. 2008. Fungsi strategis Danau Tondano, perubahan ekosistem. *Jurnal Teknologi Lingkungan* vol.9, No.1: 59-66.

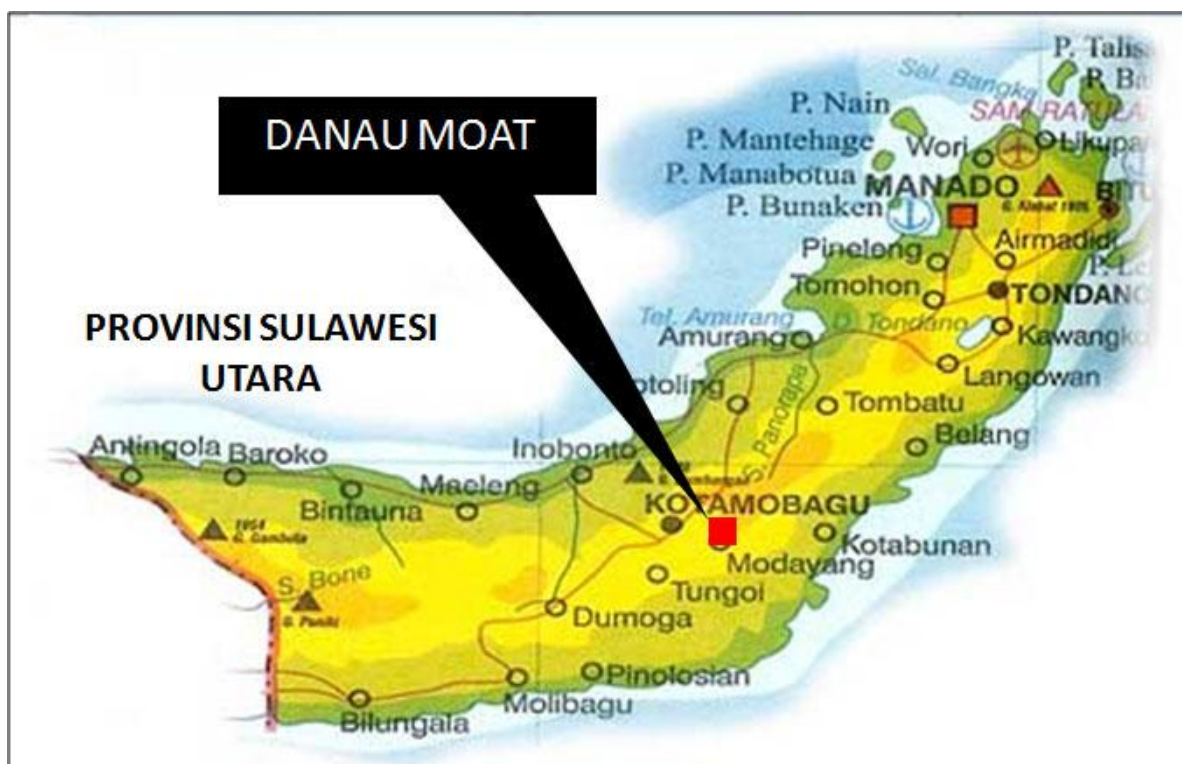
- Sudarmadji, S. Wantasen & S. Suprayogi. 2012. Dampak penggunaan lahan daerah tangkapan dan pemanfaatan perairan danau pada eutrofikasi dan keberlanjutan Danau Tondano, Provinsi Sulawesi Utara. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI, Tahun 2012.
- Sudarso, J., Imroatussholikhah & Muit. 2015. Komunitas makrozoobentos di dua tipe mikrohabitat Danau Tondano. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 2015 1(3) 329-340.
- Sumapapua Meneg LH. 2016. DAS Tondano, Pusat budaya Minahasa yang terancam. (konservasidanautondano.wordpress.com).
- Watansen, S. Kajian tingkat trofik Danau Tondano di Provinsi Sulawesi Utara. (konservasidanautondano.wordpress.com)

## 23. DANAU MOAT

Danau Moat terletak terutama di Kecamatan Modayang, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara, sekitar 20 km ke arah timur dari Kotamobagu. Sebagian kecil danau di bagian utara termasuk kecamatan Modinding, Kabupaten Minahasa Selatan. Posisi geografisnya kurang lebih pada kordinat  $0^{\circ}44'37,64''$  Lintang Utara, dan  $124^{\circ}27'14,41''$  Bujur Timur.

Istilah “*moat*” berasal dari kata dalam bahasa Mongondow “*mo'oat*” yang berarti “*tanah yang timbul di tengah air*”. Dalam kenyataannya memang di danau ini terdapat suatu pulau kecil bernama Pulau Mintu yang merupakan ciri khas danau ini.

Dilihat dari asal usul kejadiannya, Danau Moat tergolong dalam danau vulkanik. Letusan gunung api purba di kawasan ini menyebabkan terjadinya kawah yang kemudian terisi air hingga menjadi danau.



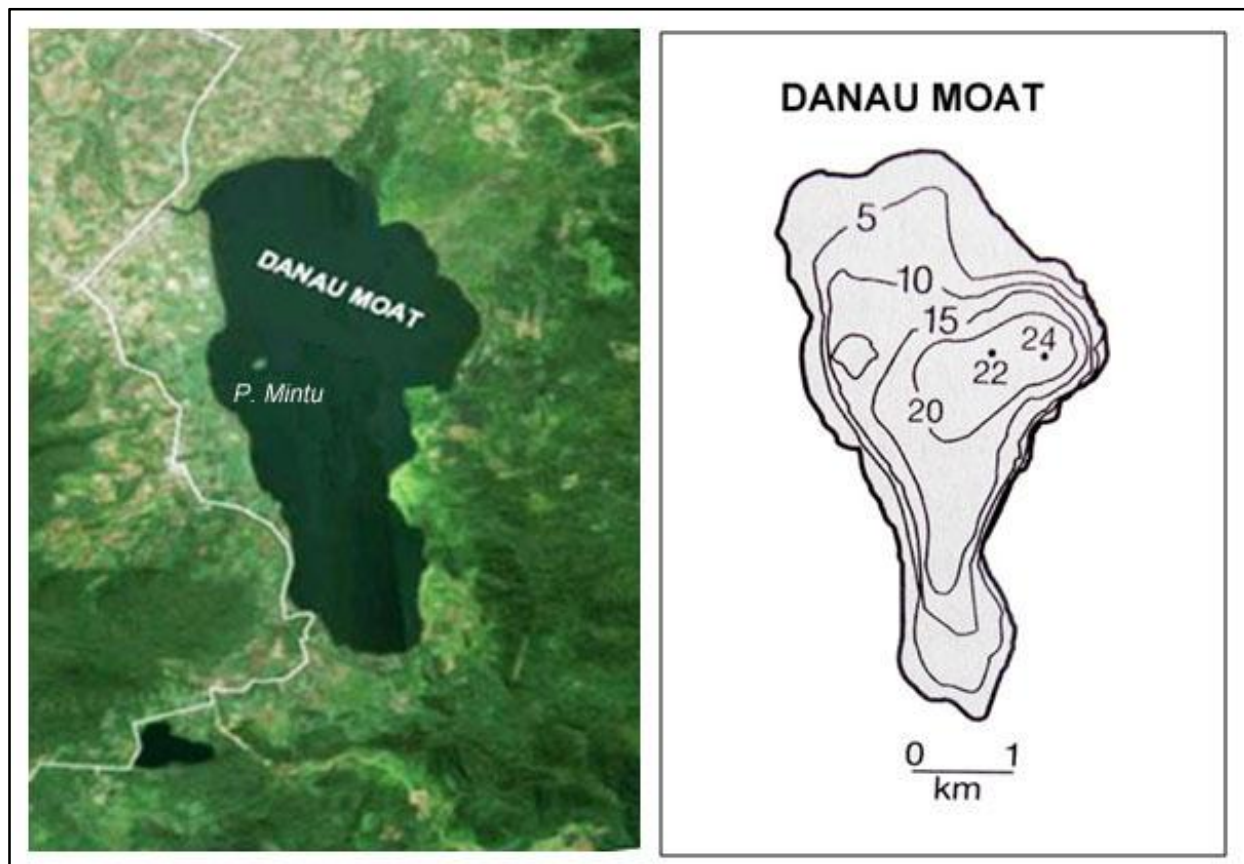
Gambar 1. Peta lokasi Danau Moat di Sulawesi Utara.

Danau Moat merupakan danau kedua terbesar di Provinsi Sulawesi Utara, yakni setelah Danau Tondano. Dalam beberapa literatur disebutkan luas danau yang beragam dari semula 1.050 ha, kemudian 950 ha. Namun bila merujuk pada peta yang diakses lewat Google Map yang terakhir dapat diperoleh petunjuk bahwa danau ini mempunyai luas sekitar 639 ha.

Danau ini berada pada ketinggian (elevasi) sekitar 1.000 m di atas permukaan laut. Beberapa data mengenai Danau Moat disampaikan dalam Tabel 1.



Gambar 2. Panorama Danau Moat dan Pulau Mintu ([jemmysphoto.blogspot.co.id/](http://jemmysphoto.blogspot.co.id/))



Gambar 3 . Kiri: Citra satelit Danau Moat (Google Map). Kanan: Peta batimetri (kedalaman) Danau Moat (Whitten *et al.* 1987).



Danau Moat mempunyai panjang maksimum 4,82 km, dan lebar maksimum 2,26 km, dan keliling danau 12,73 km, sedangkan luasnya sekitar 6,39 km<sup>2</sup> (639 ha). Danau ini mempunyai kedalaman maksimum sekitar 24 m yang terdapat pada cekungan di bagian timur danau (Gambar 3). Di bagian barat danau terdapat satu pulau kecil, Pulau Mintu, yang bentuknya hampir merupakan lingkaran dengan garis tengah sekitar 128 m, dengan keliling pulau 363 m.

Tabel 1. Beberapa ciri Danau Moat

Dimensi	Besaran
Ketinggian di atas permukaan laut	± 1.000 m (?)
Panjang maksimum	4,82 km
Lebar maksimum	2,26 km
Keliling	12,73 km
Luas	6,39 km <sup>2</sup> (639 ha)

Sebagai bagian dari wilayah Provinsi Sulawesi Utara maka secara umum kawasan Danau Moat beriklim tropis yang dipengaruhi angin muson. Pada bulan November sampai bulan April bertiup angin barat yang menurunkan hujan. Sebaliknya angin tenggara yang bertiup dari bulan Mei hingga Oktober mendatangkan musim kemarau. Data meteorologi di lokasi terdekat yakni di Kotamobagu menunjukkan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari dan terendah pada bulan Mei.

Danau Moat termasuk dalam Cagar Alam Gunung Ambang, yang ditetapkan dengan Keputusan Menteri Kehutanan tahun 1978. Cagar Alam ini, seluas 8.638 ha mempunyai arti penting karena merupakan salah satu representasi kawasan Wallacea, kawasan zoogeografi antara Asia dan Australia. Di cagar alam ini terdapat berbagai fauna endemik Sulawesi seperti anoa (*Bubalus quarlesi*), babirusa (*Babyrousa babyrussa*), kera hitam/ yaki (*Macaca nigra*). Cagar alam ini juga merupakan surga bagi pengamat burung (*bird watchers*), salah satu spesies langka yang paling dicari adalah burung hantu *cinnabar hawk owl* (*Ninox ios*). Pengunjung Cagar Alam Gunung Ambang biasanya juga sekaligus mengunjungi Danau Moat.

Danau Moat mempunyai fungsi yang penting bagi Provinsi Sulawesi Utara, antara lain sebagai sumber air bagi pemukiman, untuk pertanian, perikanan, pariwisata dan juga untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA).

Di bidang perikanan diperoleh keterangan dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kotamobagu (Suryati *et al.* 2011) bahwa pada awalnya hanya terdapat dua jenis ikan di danau ini, yaitu ikan gabus (*Channa striata*) dan sogili/ sidat (*Anguilla* sp.), kemudian pada bulan Januari 1973, jenis ikan yang ditebar di danau ini adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*), kemudian pada bulan Januari 1987 diintroduksi juga ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*) dan mas, selanjutnya pada tahun 1990 diintroduksi lagi tiga jenis ikan tersebut dengan rata-rata per tahun 100.000 ekor. Introduksi ikan nilem (*Osteochilus vittatus*), lele dumbo (*Clarias batrachus*) dan bitik (*Xiphophorus helleri*) tidak diketahui dengan pasti kapan dilakukan. Hasil tangkapan nelayan menunjukkan komposisi hasil tangkapan yang didominasi oleh ikan nilem, nila dan mas.

Berdasarkan penelitian Samuel & Makmur (Faperta UGM) di Danau Moat, nilai parameter fisika-kimia dan produktivitas primer Danau Moat termasuk dalam klasifikasi danau oligo-mesotrofik yaitu danau dengan tingkat kesuburan rendah-sedang. Potensi produksi ikan di Danau Moat tergolong rendah yaitu berkisar antara 5,000 – 10,000 kg/ha/tahun dengan nilai rata-rata 9,651 kg/ha/tahun.



Gambar 4. Danau Moat merupakan salah satu objek wisata yang terletak dekat Kotamobagu (manado.tribunnews.com)

Kondisi alam Danau Moat dan sekitarnya berpotensi untuk menunjang kegiatan pariwisata. Udara yang sejuk, disertai pemandangan danau yang indah merupakan asset yang penting untuk dikembangkan. Demikian pula perairan danau sendiri membuka peluang untuk berbagai kegiatan wisata air. Namun tampaknya masih banyak kendala yang dihadapi antara lain berbagai prasarana yang belum memadai. Prasarana jalan dan fasilitas penginapan dan prasarana wisata air pun masih terbatas. Tetapi Pemda setempat telah mengambil langkah-langkah untuk mengatasi masalah ini untuk mendorong pembangunan pariwisata di daerah ini..

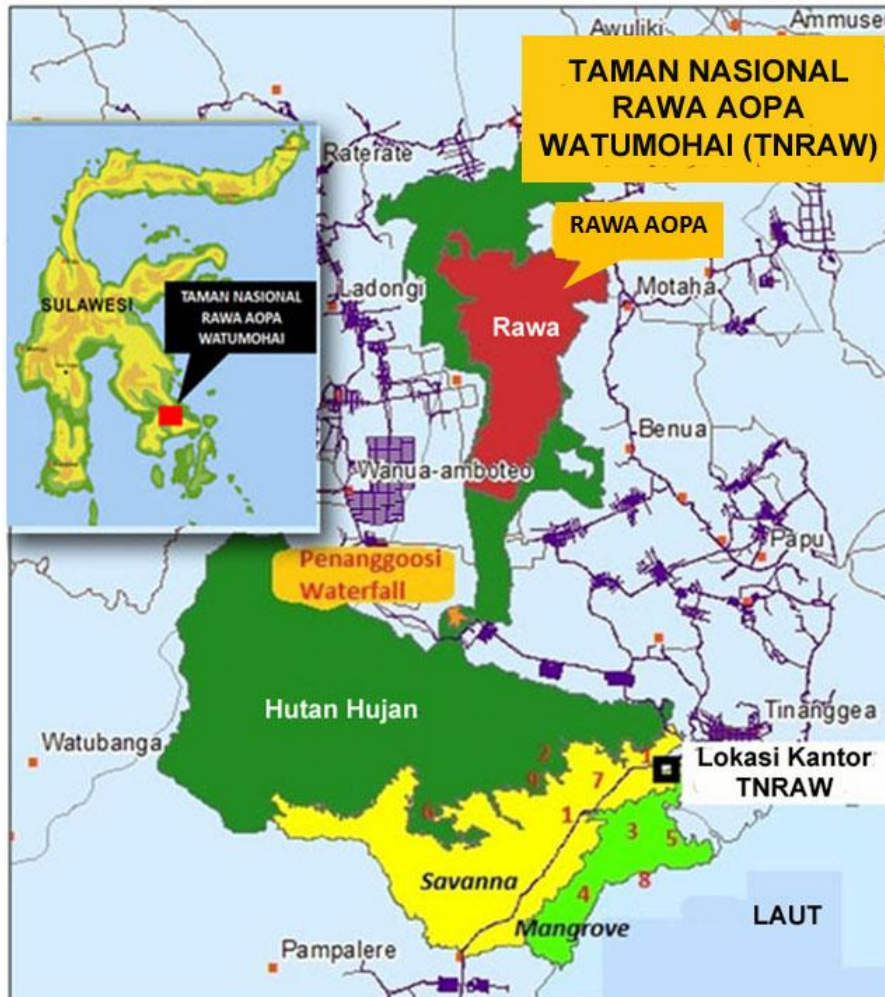
Air dari Danau Moat mempunyai peran penting dalam pembangkitan energi listrik. Air dari danau yang dialirkan lewat Sungai Poigar dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Pembangunan PLTA Poigar II yang dimulai tahun 2014 direncanakan akan menghasilkan listrik dengan kapasitas 2x15 MW yang dapat memasok kebutuhan listrik untuk daerah Minahasa Selatan dan sekitarnya , hingga akan mendukung perkembangan ekonomi di kawasan ini.

## RUJUKAN

- Riley, J. 2000. Gunung Ambang Birdwatching Areas: Gunung Ambang Nature Reserve, North Sulawesi. (<http://orientalbirdclub.org/gunung-ambang>)
- Samuel & S. Makmur. Potensi produksi ikan dan kualitas air Danau Mooat Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara..Abstrak Bidang Sumberdaya Perikanan, Faperta UGM.
- Tauladan, T. 2012. Cagar Alam Gunung Ambang. ([wisatamelayu.com](http://wisatamelayu.com))
- Whitten, T., M. Mustafa & G. S. Hendersen. 2002. *The Ecology of Sulawesi*. The Ecology of Indonesia Series Volume IV. Periplus Edition 2002: 754 hlm.

## 24. DANAU RAWA AOPA

**D**anau Rawa Aopa terletak di Kecamatan Tinanggea, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara dan merupakan bagian dari Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (TNRAW). Taman ini berjarak kurang lebih 120 km ke arah barat-daya dari Kotamadya Kendari, dengan letak geografis 4°00' – 4°36' Lintang Selatan, dan 121°46' – 122°09" Bujur Timur. Dulu kawasan ini terdiri atas dua daerah konservasi yang terpisah yakni Suaka Margasatwa Rawa Aopa seluas 55.560 ha dan Taman Buru Gunung Watumohai seluas 50.000 ha. Kemudian keduanya digabung menjadi satu dengan nama Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 756/Kpts-11/90 tanggal 17 Desember 1990 dengan luas 105.194 ha. Taman Nasional ini berada pada ketinggian 0 – 981 m di atas permukaan laut.



Gambar 1. Peta Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (TNRAW), menunjukkan sebaran tipe ekosistem hutan hujan, rawa, savanna dan mangrove (tnrawku.wordpress.com)



Peta umum Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai disajikan dalam Gambar 1, yang menunjukkan pula bahwa taman nasional ini terdiri atas empat tipe ekosistem utama yakni: a) hutan hujan dataran rendah, b) savanna, c) mangrove, dan d) rawa. Masing-masing ekosistem mempunyai ciri yang berbeda.



Gambar 2. Tipe ekosistem di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai: a) hutan hujan pegunungan dataran rendah; b) savanna; c) mangrove; d) rawa.

*Ekosistem hutan hujan pegunungan dataran rendah* ini seluas  $\pm 64.569$  ha. Sebagaimana hutan tropis pada umumnya di tempat ini banyak ditumbuhi jenis rotan, liana, perdu dan herba. Jenis tumbuhan yang mendominasi sangat beragam antara lain kalaero (*Dyospiros malabarica*), kulipapo (*Vitex copasus*), bitti (*Vitex pubescens*), kolaka (*Perinarium corimbozum*), bolongita (*Tetrameles nudiflora*), kokabu (*Anthocephalus cadamba*), kayu nona (*Metrosideros petiolata*), bayam (*Intsia sp*), kalapi (*Callapia celebica*), dan lain-lain. Sedangkan jenis satwa liar yang ada di ekosistem ini antara lain anoa (*Bubalus sp.*), babirusa (*Babyrousa babyrussa*), kera hitam (*Macaca ochreata*), podi (*Tarsius spectrum*), musang (*Macrogalidia musschenbroek*), beke/babi hutan (*Sus celebensis*), burung rangkong (*Rhyticeros cassidix*), kakatua kecil jambul kuning (*Cacatua sulphurea*), ayam hutan (*Gallus gallus*), dan lain-lain.

*Ekosistem padang savanna* di taman ini sebelum diintegrasikan ke Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (TNRAW), memang telah ditetapkan sebagai Taman Buru yang terbuka bagi pemilik ijin/akta berburuyang dikeluarkan oleh Departemen Pertanian. Luas padang savanna di TNRAW adalah  $\pm 22.963$  ha. Keunikan savanna tersebut lebih pada komposisi vegetasi yang merupakan asosiasi padang alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan

tumbuhan agel (*Corvpha utan*), lontar (*Borassus flabelifer*), bambu duri (*Bambusa spinosa*), tipulu (*Arthocarpus teysmanil*) serta semak belukar. Komposisi tersebut menjadi tempat ideal bagi satwa seperti burung maleo (*Macrocephalon maleo*), ayam hutan hijau (*Gallus varius*), ayam hutan merah (*Gallus gallus*), rangkok/julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix*), merpati hutan (*Ducula luctuosa*), kakak tua jambul kuning (*Cacatua sulphurea*). Selain itu terdapat juga rusa (*Cervus timorensis*), babi hutan (*Sus celebensis*), yang sering menjadi objek perburuan. Ada pula biawak (*Varanus salvator*), ular sanca (*Python reticulates*) dan anoa dataran rendah (*Bubalus depressicornis*).

*Ekosistem hutan mangrove* membentang sepanjang 24 km di pantai Lanowulu dengan luas sekitar 6.173 ha. Hutan mangrove merupakan habitat, tempat pemijahan (*spawning ground*) dan perkembangan (*nursery and feeding ground*) berbagai spesies jenis ikan dan krustasea serta tempat mencari makan berbagai jenis burung air seperti aroweli (*Mycteria cinerea*), pecuk ular (*Anhinga melanogaster*), cangak merah (*Ardea purpurea*), bangau (*Egretta intermedia*), dan juga dari jenis mamalia, seperti anoa (*Bubalus depressicornis*), babi hutan (*Sus celenbensis*) dan rusa (*Cervus timonresis*). Selain itu ada juga reptil seperti buaya muara (*Crocodylus porosus*), biawak (*Varanus salvator*) dan ular sawah (*Python reticulates*). Jenis tumbuhan yang mendominasi diantaranya bakau hitam (*Rhizophora mucronata*), bakau putih (*Rhizophora apiculata*), tongke (*Bruguiera gymnorhyza*), tangir (*Ceriops tagal*), beropa (*Sonnertia alba*), unga-unga (*Lumnitzera racemosa*) dan buli (*Xylocarpus granatum*).

*Ekosistem rawa* Taman Nasoinal Rawa Aopa Watumohai memiliki luas ±11.488 ha. Rawa ini merupakan daerah depresi yang terletak di antara Pegunungan Mendoke, Motaha dan Makaleleo. Kondisinya selalu tergenang sepanjang tahun, karena menjadi muara beberapa sungai yang ada.



Gambar 3. Pemandangan umum alam Rawa Aopa (tnrawku.wordpress.com/2013)

Aliran air dari Rawa Aopa mengalir ke arah barat menuju Kabupaten Kolaka dan ke arah timur menuju Rawa Aopa hilir. Dari Rawa Aopa hilir, air Rawa Aopa bergabung dengan air dari Sungai Konaweha membentuk Sungai Sampara. Debit dari Rawa Aopa sendiri sangat dipengaruhi oleh musim, dimana pada musim hujan debitnya cukup tinggi, namun di musim kemarau debitnya mengalami penurunan.



Beberapa penelitian yang pernah dilaksanakan di kawasan ini menunjukkan bahwa Rawa Aopa lebih merupakan ekosistem rawa gambut tak berhutan (*non-forested peat swamp*) yang berbeda dengan kawasan gambut yang umum ditemukan di Sumatra dan Kalimantan. Whitten *et al.* (1987) menyebutkan bahwa gambut Rawa Aopa termasuk gambut topogen yang pembentukannya terjadi akibat kondisi kawasan yang berada di daerah depresi yang dikelilingi oleh dataran tinggi, khususnya Gunung Makaleleo. Rawa Aopa bertopografi datar sehingga aliran air yang terjadi memiliki arus yang lambat. Kondisi ini menyebabkan rendahnya aerasi/kandungan oksigen dalam air yang diperlukan dalam proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Yang terjadi kemudian adalah penumpukan bahan organik yang menjadi bahan dalam proses pembentukan tanah gambut.



Gambar 4. Beberapa tampilan lingkungan rawa di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai

Kondisi fisik Rawa Aopa di TNRAW dicirikan oleh kondisi vegetasi yang didominasi oleh kelas herba rawa yang hidup pada lapisan gambut dengan ketebalan < 4 m. Lapisan gambut ini kondisinya relatif masih utuh dan baik dimana keberadaannya terlindungi oleh tutupan tumbuhan air yang mencegah terjadinya pengeringan gambut. Aliran air berwarna gelap karena membawa koloid tumbuhan, sedangkan pH air rendah sebagaimana tanah gambut pada umumnya. Tanah gambut di Rawa Aopa diperkirakan telah berumur cukup tua dan membentuk puncak suksesi ekosistem.

Di Rawa Aopa ditemui aneka jenis ikan air tawar, diantaranya adalah gabus (*Channa striata*), lele (*Clarias batrachus*), sepat (*Trichogaster spp*), karper (*Helostoma temminckii*), berubi (*Anabas testudineus*), dan belut (*Monopterus albus*). Berbagai jenis burung air (*water fowl*) yang dapat ditemui diantaranya bluwok/aroweli (*Mycteria cinerea*), pecuk ular (*Anhinga melanogaster*), cangak merah (*Ardea purpurea*), bangau (*Egretta intermedia*), koak merah (*Nyctocorax caledonicus*), belibis (*Dendrocygna arquata*). Berbagai burung migran yang menjelajah lintas benua secara musiman singgah pula di rawa ini sebelum meneruskan perjalanan panjangnya. Dari jenis reptilia terdapat buaya (*Crocodylus porosus*), biawak (*Varanus salvator*), soa-soa (*Hydrosaurus amboinensis*), ular sanca (*Phyton reticulatus*), ular hijau, dan ular hitam. Beberapa jenis flora yang dapat ditemui di ekosistem ini diantaranya teratai, pandan rawa, ilalang.



Gambar 5 . Burung bluwok/aroweli (*Mycteria cinerea*) di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (tnrawku.wordpress.com)

Pada tahun 2011 Rawa Aopa telah ditetapkan sebagai Situs Ramsar (*Ramsar Site*) ke-1944 seluas 105.194 ha yang merupakan situs perlindungan lahan basah sesuai dengan Konvensi Ramsar, yang pengelolaannya kini di bawah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Konvensi Ramsar merupakan kesepakatan internasional yang telah diratifikasi oleh Indonesia tahun 1991 untuk konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan flora fauna di lahan basah (*wetland*), termasuk perairan yang sering disinggahi oleh burung-burung migran. Rawa Aopa merupakan kawasan penting bagi

berbagai jenis burung migran antara lain burung bluwok/ aroweli (*Mycteria cinerea*). Burung air ini termasuk kategori langka dan dilindungi. Dari data *Bird Life International*, diperkirakan populasi spesies ini di seluruh dunia kurang dari 5.500 ekor dengan persebaran utama di Kamboja, Semenanjung Malaka, dan Indonesia. Diperkirakan Rawa Aopa mendukung populasi burung bluwok/ aroweli (*Mycteria cinerea*) sebesar lebih dari 3 % dari populasi dunia. Burung migran ini di Rawa Aopa kadang-kadang berkumpul dalam kelompok kecil sampai kelompok besar terdiri dari lebih 100 ekor.

Kekayaan fauna burung di Rawa Aopa menyebabkan Rawa Aopa menjadi surga bagi para pengamat burung (*bird watchers*), baik dari dalam negeri maupun dari mancanegara. Namun pengunjung atau wisatawan yang akan mengarungi perairan rawa yang luas ini harus berhati-hati atau perlu pemandu (*guide*) agar tidak tersesat karena perairan rawa ini banyak ditumbuhi tumbuhan air, yang dapat merintangai perjalanan dan bisa menyesatkan.

Selain sebagai habitat berbagai biota, Rawa Aopa yang merupakan bagian dari DAS (Daerah Aliran Sungai) Sampara mempunyai pula peran penting sebagai sumber air bagi PDAM Kota Kendari, ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara.

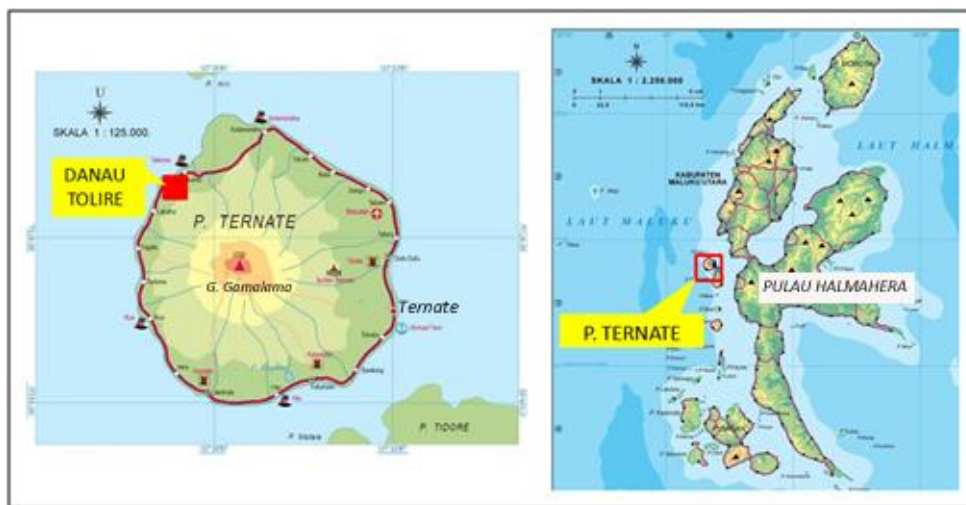


## RUJUKAN

- Amhir, A. 2010. Memburu Aroweli di Rawa Aopa. (othervisions.wordpress.com)
- Daeng, M. F. 2012. Menanti si Cantik Aroweli di Rawa Aopa. (travel.kompas.com)
- Mardiatmo, E. Mengenal Lebih Dekat Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (idrap.or.id)
- Ramsar. Rawa Aopa Watumohai National Park. (ramsar.org/rawa-aopa-watumohai-national-park)
- Sugiarto, D. P. 2013. Rawa gambut Sulawesi, keunikan yang terlupakan. (tnrawku.wordpress.com)
- Whitten, T., M. Mustafa & G. S. Hendersen. 2002. *The Ecology of Sulawesi*. The Ecology of Indonesia Series Volume IV. Periplus Edition 2002: 754 hlm.
- Zwahlen, R. 1992. The Ecology of Rawa Aopa, a Peat-swamp in Sulawesi, Indonesia. *Environmental Conservation*, 19: 226-234.

## 25. DANAU TOLIRE

Danau Tolire terdapat di Pulau Ternate, pulau kecil di sebelah barat Pulau Halmahera, Provinsi Maluku Utara. Pulau Ternate itu sendiri merupakan pulau vulkanik yang secara geografis berada pada koordinat  $127,29^{\circ}$  -  $127,39^{\circ}$  Bujur Timur, dan  $0,75^{\circ}$  -  $0,87^{\circ}$  Lintang Utara. Ukuran pulauanya relatif kecil, berbentuk bundar dengan diameter sekitar 11 km, dengan luas  $76 \text{ km}^2$ . Di tengah pulau terdapat menonjol Gunung Api Gamalama, dengan ketinggian 1.715 m di atas permukaan laut. Di kaki Gunung Gamalama



Gambar 1. Peta lokasi Danau Tolire di Pulau Ternate.



Gambar 2. Pandangan udara Danau Tolire Besar dan Danau Tolire Kecil (jayanjayan.com)

inilah, ke arah barat-lautnya, terdapat Danau Tolire. Danau Tolire itu sendiri terdiri dari dua danau yakni Danau Tolire Besar yang bentuknya bundar (panjang maksimum 647 m) dan Danau Tolire Kecil yang bentuknya lonjong (panjang maksimum 220 m). Keduanya berdekatan, hanya terpisah jarak sekitar 250 m. Danau Tolire Kecil berada dekat sekali dengan laut, hanya sekitar 50 m, dan airnya pun payau. Dalam tulisan ini, istilah Danau Tolire lebih mengacu pada Danau Tolire Besar, yang disebut pula sebagai Danau Tolire Jaha.



Gambar 3. Panorama Danau Tolire Besar dengan latar Belakang Gunung Gamalama  
([traveljinx13.files.wordpress.com](http://traveljinx13.files.wordpress.com))

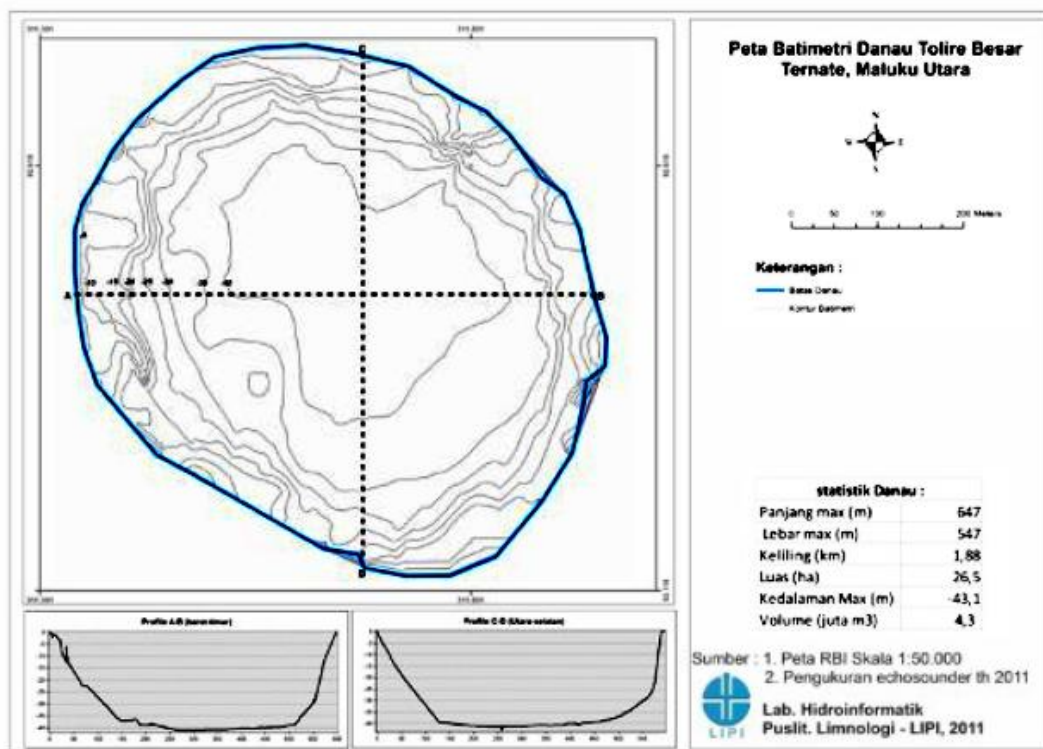
Genesis atau proses terbentuknya Danau Tolire merupakan akibat aktivitas vulkanik dengan tipe *maar*. Kata *maar* berasal dari bahasa Jerman yang artinya “kawah”. Akibat erupsi yang terjadi, terbentuklah lubang besar berbentuk corong, yang dikelilingi oleh tebing yang terombak ketika terjadi erupsi. Apabila dasar dan dinding *maar* tidak dapat ditembus air, maka terbentuklah danau yang disebut danau *maar*. Danau *maar* umumnya berbentuk bulat. Diameter danau *maar* dapat bervariasi antara ratusan meter hingga beberapa kilometer.

Adalah suatu hal yang menarik bahwa proses terbentuknya Danau Tolire tercatat dalam literatur sejarah geologi. Terbentuknya Danau Tolire tercatat sebagai peristiwa *maar* tahun 1775, tepatnya pada 5 – 7 September 1775, akibat erupsi *maar* pada lokasi di sekitar Desa Soela Takomi (1,5 km di sebelah barat-daya Tokome, Kecamatan Ternate). Erupsi didahului oleh beberapa kali gempa besar, kemudian disusul letusan uap (*freatik*) hingga beberapa jam sebelum fajar, disertai dengan suara gemuruh dan sinar terang hingga pagi hari tanggal 7. Proses erupsi *freato-magmatik* ini menyisakan sebuah kawah besar dan menyalpkan (amblesnya) desa Soela Takomi yang berada di atasnya bersama seluruh penduduknya. Kawah *maar* ini kemudian terisi air dan saat ini disebut sebagai Danau Tolire Besar (Tolire Jaha).

Danau Tolire dikelilingi oleh tebing curam setinggi 60 – 80 m tanpa tepian yang landai, sehingga tampak seperti suatu amblesan. Danau ini tidak mempunyai saluran air sebagai pintu keluar (*outlet*) sedangkan pintu masuk (*inlet*) hanya berupa alur air dari lereng gunung. Pada

musim kemarau warna air danau tampak hijau menunjukkan tingkat produktivitas fitoplankton, sedangkan pada musim hujan warna airnya kecoklatan karena masukan sedimen dari wilayah sekitar.

Berdasarkan data klimatologi Badan Meteorologi dan Geofisika stasiun Baabullah Kota Ternate diperoleh data curah hujan rerata bulanan sebesar 174 mm, maksimum 256 mm dan minimum 68 mm, berarti kawasan ini termasuk daerah beriklim basah.



Gambar 4 . Peta batimetri (kedalaman) Danau Tolire Besar (Setiawan *et al.* 2014)

Pemetaan kedalaman perairan Danau Tolire yang dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Limnologi LIPI tahun 2011 memberikan gambaran tentang karakteristik morfometri (bentuk) danau ini sebagai berikut:

- Panjang maksimum 647 m
- Lebar maksimum 547 m
- Keliling 1,88 km
- Luas 26,5 ha
- Kedalaman maksimum 43,1 m
- Volume 4,3 juta m<sup>3</sup>

Peta kedalaman (batimetri) yang menunjukkan kontur sebaran kedalaman Danau Tolire disampaikan dalam Gambar 4.

Tinggi muka perairan danau mengalami fluktuasi sesuai dengan kondisi musim. Bulan Juli hingga Oktober adalah musim kemarau yang menyebabkan tinggi muka air Danau Tolire turun, tetapi di musim hujan tinggi muka air danau akan kembali naik. Hal ini terkait dengan kondisi neraca air setempat yang terkait dengan curah hujan dan penguapan (evapotranspirasi).



Suhu air di Danau Tolire berkisar antara 29,6 – 30,1°C dan tidak dijumpai adanya stratifikasi lapisan danau oleh perbedaan suhu. Dengan tak adanya stratifikasi suhu maka Danau Tolire cenderung mengalami pengadukan yang mungkin diakibatkan oleh aktivitas vulkanik.

Konsentrasi oksigen terlarut pada permukaan air adalah 8,40 mg/l. Secara vertikal, konsentrasi ini terus menurun secara drastis hingga mencapai 0,48 mg/l pada kedalaman 10 m, kemudian perlahan-lahan menurun sampai mencapai 0 (nol) di dasar danau. Di lapisan dasar ini yang tanpa oksigen, berakumulasi gas-gas beracun seperti H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>. Konsentrasi total fosfor berkisar antara 0,026 – 3,47 mg/l sedangkan total nitrogen berkisar 1,79 – 9,20 mg/l. Sementara itu kecerahan air di Danau Tolire didapatkan berkisar 1,40 m sedangkan kandungan klorofilnya berkisar antara 0,003 – 2,158 mg/l.

Daya dukung danau terhadap kehidupan biota ikan sangatlah rendah. Pengamatan biota ikan yang dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Limnologi LIPI di Danau Tolire di tahun 2011 misalnya, dengan memasang dua buah jaring selama 20 jam bahkan tidak mendapat ikan seekor pun. Di kaitkan dengan hasil kajian fisika-kimia di perairan ini, dapat diasumsikan langkanya ikan disini adalah karena adanya gas-gas toksik (beracun) seperti H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> yang terkonsentrasi di dasar danau.



Gambar 5. Beberapa jenis burung yang sering hadir di kawasan Danau Tolire: a) *Tachybaptus ruficollis*; b) *Aquila gurneyi*; c) *Scythrops novaehollandiae*; d) *Cacatua alba*.

Meskipun perairan Danau Tolire miskin akan keanekaragaman hayati, namun lingkungan daratan sekitarnya menunjang keanekaragaman hayati yang cukup baik. Beraneka burung misalnya bersarang maupun sekedar mencari makan di sekitar danau ini. Tak kurang dari 30 jenis burung dapat dijumpai dengan mudah di sekotara DanauTolire Besar. Burung

titihan telaga (*Tachybaptus ruficollis*), misalnya, kerap terlihat berenang di permukaan danau. Kerabat pecuk yang sekilas mirip anak itik ini merupakan pengunjung setia Danau Tolire Besar yang bisa disaksikan setiap hari. Jenis burung air lain yang kadang menyambangi danau ini yaitu kuntul perak (*Egretta intermedia*) dan karakalo australia (*Scythrops novahollandiae*). Sesuai namanya, karakalo australia berasal dari belahan bumi selatan dan bermigrasi ke utara sekitar April hingga September. Namun, populasi karakalo australia di Tolire diduga merupakan penghuni tetap (residen) karena dapat dijumpai sepanjang tahun.

Banyaknya pepohonan dengan tajuk rapat di sekeliling Danau Tolire juga membuat burung merasa betah hinggap maupun bersarang. Bahkan, salah satu jenis burung endemik yang berstatus rentan juga dapat dijumpai dengan mudah di kawasan danau ini. Burung itu, kakatua putih (*Cacatua alba*) yang merupakan endemik Halmahera, Bacan, Ternate, dan Tidore, sering hilir mudik di antara pepohonan di tepian Danau Tolire Besar. Burung berbulu putih bersih ini biasa terlihat di pagi dan sore hari.



Gambar 6. Papan informasi tentang burung di Danau Tolire

Selain kakatua putih, ada pula enam jenis burung pemangsa yang kerap hilir mudik di kawasan Tolire yaitu alap-alap sapi (*Falco moluccensis*), elang bondol (*Haliaeetus indus*), rajawali kuskus (*Aquila gurneyi*), elang-laut perut-putih (*Haliaeetus leucogaster*), elang tiram (*Pandion haliaetus*), dan elang-alap kelabu (*Accipiter novaehollandiae*). Di sekitar Danau Tolire juga banyak terdapat pohon ara (*Ficus* sp.) tempat beragam jenis burung memburu santapan. Misalnya, walik kepala-kelabu (*Ptilinopus hyogaster*) dan walik topi-biru (*Ptilinopus monacha*), keduanya merupakan keluarga merpati, dapat berkumpul bersama menikmati buah ara di sekitar danau ini.

Keberadaan beragam jenis burung di sekitar Danau Tolire ini telah diangkat untuk promosi pariwisata, misalnya dengan memajang papan informasi dekat danau tentang “Danau Tolire sebagai habitat terbaik burung-burung Ternate” (Gambar 6).

Danau Tolire memang mempunyai khazanah berupa bentang alam dan lingkungan yang indah yang merupakan potensi untuk pengembangan pariwisata alam. Yang menarik bahwa beberapa informasi yang belum dikonfirmasi atau mitos ikut “dijual” untuk promosi pariwisata di daerah ini. Misalnya saja, mitos tentang asal usul Danau Tolire. Dikisahkan bahwa dahulu kala ada seorang bapak yang menghamili gadis anak kandungnya sendiri. Ketika mereka akan

melarikan diri keluar dari kampung, mereka dikutuk oleh penguasa alam dan tiba-tiba tanah tempat mereka berpijak ambles dan menjadi danau, bekas sang bapak pun menjadi Danau Tolire Besar sedangkan bekas anak perempuannya menjadi Danau Tolire Kecil. Demikian pula sering diceriterakan bahwa di Danau Tolire itu hidup seekor buaya putih jadi-jadian yang sekali-sekali bisa menampakkan diri. Ada juga ceritera bahwa bila seseorang berdiri di bibir tebing Danau Tolire dan melemparkan batu ke arah danau, maka batu itu tak akan bisa sampai menyentuh air danau. Selain itu ada juga kisah yang menyebutkan bahwa Sultan Ternate pada abad ke-15 menyembunyikan sejumlah besar harta kekayaannya ke dasar danau ini karena tak mau hartanya dirampas oleh pasukan Portugis yang menyerang kesultanan itu.



Gambar 7. Papan “Selamat Datang di Kawasan Obyek Wisata Alam Danau Tolire”.

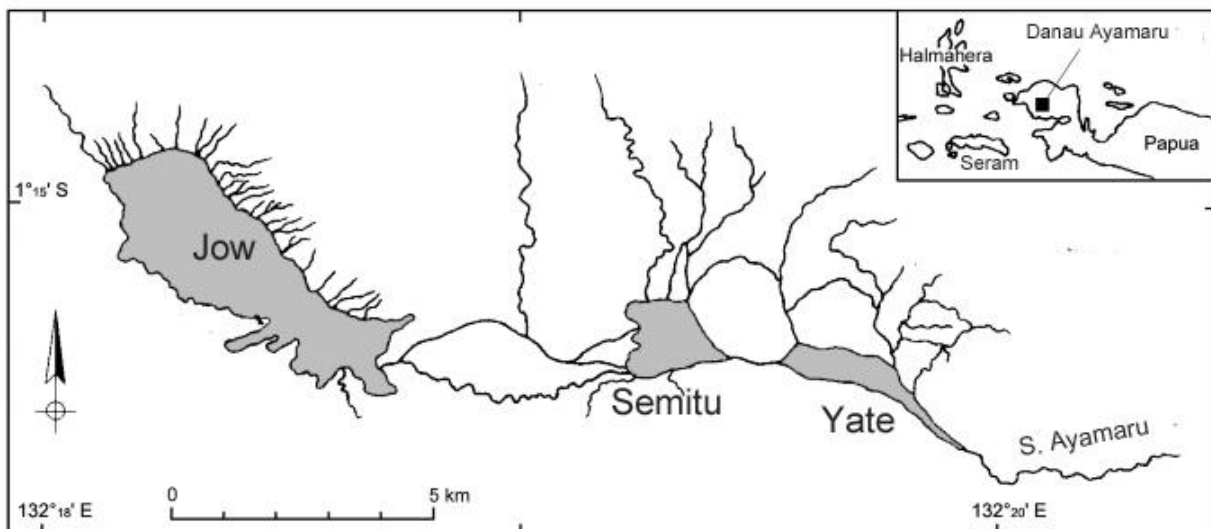
## RUJUKAN

- Hehanussa, P. E. & G. S. Haryani. 2009. Klasifikasi morfogenesis danau di Indonesia untuk mitigasi dampak perubahan iklim. Konferensi Nasional Danau Indonesia I, Sanur – Denpasar – Bali, 13-15 Agustus 2009.
- Rosyadi, I. 2013. Menyingkap surga burung di Danau Tolire Besar. (<http://www.burunggacor.com>).
- Setiawan, F., H. Wibowo, A. B. Santoso, S. Nomosatryo & I. Yuniarti. 2014. Karakteristik dan danau asal vulkanik, studi kasus: Danau Tolire, Pulau Ternate. *Limnotek* 21 (2): 103 – 104.

## 26. DANAU AYAMARU

**D**anau Ayamaru terletak kurang lebih di bagian tengah Jazirah Kepala Burung (*Vogelkop*) Papua di Provinsi Papua Barat, sekitar 170 km ke arah tenggara dari Kota Sorong. Nama Ayamaru juga digunakan sebagai nama Kota Ayamaru yang merupakan ibukota Kabupaten Maybrat, Provinsi Papua Barat, sejak pemekaran wilayah ini dari Kabupaten Sorong Selatan pada tahun 2009. Posisi geografisnya kurang lebih pada kordinat 1°12' Lintang Selatan dan 132° 14' Bujur Timur.

Danau Ayamaru terdiri dari rangkaian tiga danau yang berada dalam satu aliran sungai yang mengalir dari Barat ke Timur. Menurut Boeseman (1963) danau-danau ini dapat dipandang sebagai bentuk pelebaran dari Sungai Ayamaru yang terdiri dari Danau Jow dengan panjang 7 km dan lebar 2 km, Danau Semitu dengan panjang 2 km dan lebar 1,5 km, dan yang terakhir Danau Yate dengan panjang 3 km dan lebar tak sampai 1,5 km (Gambar 1). Rangkaian ketiga danau seperti ini dalam limnologi (ilmu perairan darat) dikenal sebagai danau paternoster (bagaikan tasbih) yang merupakan rangkaian danau dalam satu untaian aliran sungai, masing-masing dengan elevasi yang menurun secara bertahap. Pintu keluar utamanya adalah Sungai Ayamaru yang akan menyatu dengan Sungai Kais, yang selanjutnya akan bermuara ke Laut Seram.



Gambar 1. Danau Ayamaru terdiri dari serangkaian danau yakni Danau Jow, Danau Semitu dan Danau Yate (Boeseman, 1963).

Genesis atau asal mula terjadinya Danau Ayamaru mengikuti pembentukan daratan Papua yang cukup kompleks oleh aktivitas tumbukan antara dua lempeng tektonik besar bumi, yaitu lempeng Pasifik di sebelah utara yang bergerak relatif ke arah barat dan lempeng Australia yang relatif bergerak ke arah utara. Aktivitas ini mendorong terjadinya pelipatan dan pengangkatan yang dikenal sebagai Orogenesa Melanesia pada kala Miosen awal yang membentuk kawasan karst Ayamaru.



Danau-danau Ayamaru dikitari paparan berawa dengan lebar yang beragam, dan sebelah luarnya dengan bukit dan gunung kapur (karst) yang bisa mencapai ketinggian sampai sekitar 1.500 m. Danau Ayamaru pada hakekatnya merupakan danau karst, dimana air yang masuk ke danau selain aliran permukaan diduga ada pula yang berasal dari lapisan karst, baik sebagai air pori maupun air yang mengalir melalui rekahan dan aliran air bawah permukaan. Demikian juga air yang keluar, selain melalui sungai permukaan terdapat juga yang mengalir di bawah permukaan tanah melalui rongga karst. Dinamika hidrologi semacam ini perlu dicermati untuk memahami fenomena naik dan turunnya permukaan air yang terjadi di danau ini.



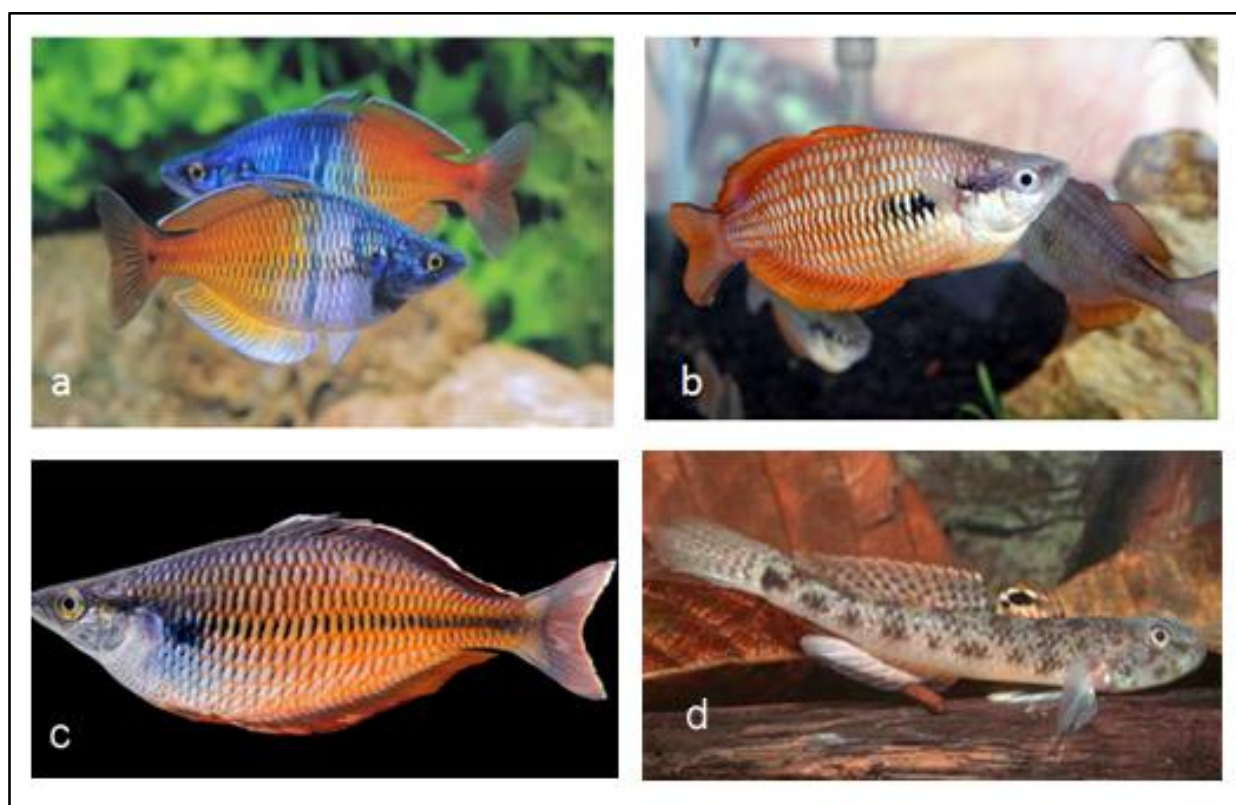
Gambar 2 . Danau Ayamaru yang asri. (Foto: Lukman & Marthen Salossa)

Luas total Danau Ayamaru bervariasi kurang lebih sekitar 890 ha hingga 1.085 ha bergantung pada musim kemarau saat air surut dan musim hujan saat air tinggi. Danau ini umumnya dangkal, jarang melebihi kedalaman 3 m. Airnya sangat jernih hingga penetrasi cahaya matahari dapat mencapai dasar danau hingga memungkinkan terjadinya proses fotosintesis pada seluruh kolom air. Hal ini menyebabkan perairan ini cukup subur. Dasar

danau umumnya tertutup oleh berbagai tumbuhan akuatik, sedangkan paparan pantainya tertutup oleh vegetasi sekunder, terutama rerumputan dan belukar.

Airnya cenderung alkalin dengan pH sekitar 7,66 hingga 8,98, hal yang lazim dijumpai di perairan danau berlingkungan karst. Ketersediaan oksigen terlarut di danau ini umumnya cukup tinggi ( 3 mg/l) yang cukup mendukung untuk kehidupan biota di dalamnya. Curah hujan di kawasan ini berkisar antara 165 hingga 700 mm per bulan dengan total per tahun 4.550 mm dan 220 hari hujan.

Tumbuhan air di Danau Ayamaru tergolong dalam empat formasi sesuai dengan karakteristik morfologi dan adaptasi kelompok jenis tumbuhan terhadap kondisi fisik perairan. Formasi riparian, hidup di bibir pantai misalnya *Euphorbia hirta*. Formasi mencuat, terdiri dari tumbuhan yang berakar di dasar danau tetapi daunnya tumbuh mencuat ke atas permukaan air seperti *Scirpus grosus*. Formasi daun mengapung, berakar di dasar danau tetapi daunnya mengapung di permukaan air seperti teratai *Nymhoides cristata*. Formasi tenggelam, terdiri dari tumbuhan yang seluruh bagiannya berada dalam air seperti *Hydrilla verticillata*.



Gambar 3. Ikan endemik Danau Ayamaru. a) *Melanotaenia boesemani*, b) *Melanotaenia ayamaruensis*, c) *Melanotaenia fasinensis* (jantan), d). *Glossogobius hoesei*.

Danau Ayamaru mengandung beberapa spesies ikan endemik seperti ikan-ikan pelangi *Melanotaenia boesemani*, *Melanotaenia ayamaruensis* dan *Melanotaenia fasinensis* yang sudah tersohor sejangat akan kecantikannya untuk dijadikan ikan hias. Selain itu terdapat juga ikan bloso *Glossogobius hoesei* yang endemik di Danau Ayamaru.

Ikan *Melanotaenia boesemani* hidup di Danau Ayamaru dan beberapa anak sungai di sekitarnya yang mempunyai vegetasi akuatik yang padat. Jenis ikan ini juga dilaporkan terdapat di Danau Aitinjo, sekitar 20 km di sebelah tenggara Danau Ayamaru. Ikan ini bersifat omnivora, makanan utamanya terdiri dari insekta berukuran kecil, dan sedikit algae serta krustasea; hidupnya membentuk kelompok dekat permukaan air. Ukuran panjang baku bisa mencapai 115 mm. Jenis ikan ini termasuk ikan hias yang harganya sangat tinggi di pasaran dunia. Oleh sebab itu telah dieksploitasi besar-besaran untuk di ekspor, hingga menyebabkan keberadaannya di alam sekarang sudah semakin langka dan terancam.

Ikan *Melanotaenia ayamaruensis* mempunyai kekerabatan yang dekat dengan *Melanotaenia boesemani*, yang bisa dijumpai sampai di parit-parit sekitar danau. Sempat dikabarkan jenis ini sudah tak dijumpai lagi hingga bertahun-tahun, namun beberapa waktu terakhir ini dilaporkan masih ada dijumpai hidup di parit-parit sekitar danau.

Ikan *Melanotaenia fasinensis* ditemukan hidup di dasar berkerikil atau berbatuan kapur dengan banyak ranting-ranting mati.

Ikan endemik lainnya yang hanya ditemukan di Danau Ayamaru adalah ikan bloso *Glossogobius hoesi*. Jenis ini hidup pada bagian dasar perairan bertipe lumpur, pasir, maupun kerikil, bersifat karnivora dan mempunyai panjang baku bisa sampai 70 mm.

Biota endemik lainnya yang ditemukan di Danau Ayamaru adalah sejenis udang yakni *Cherax boesemani*, jenis baru bagi sains yang baru dideskripsikan tahun 2008 (Lukhaup & Penny, 2008).

Kegiatan perikanan di Danau Ayamaru mulanya hanya bersifat subsisten untuk memenuhi kebutuhan dasar penduduk lokal, dengan memanfaatkan ikan-ikan asli setempat. Tetapi kemudian berkembang pula kegiatan yang berorientasi ekonomi. Sehubungan dengan itu beberapa jenis ikan dari luar



Gambar 4. Udang endemik Danau Ayamaru, *Cherax boesemani*

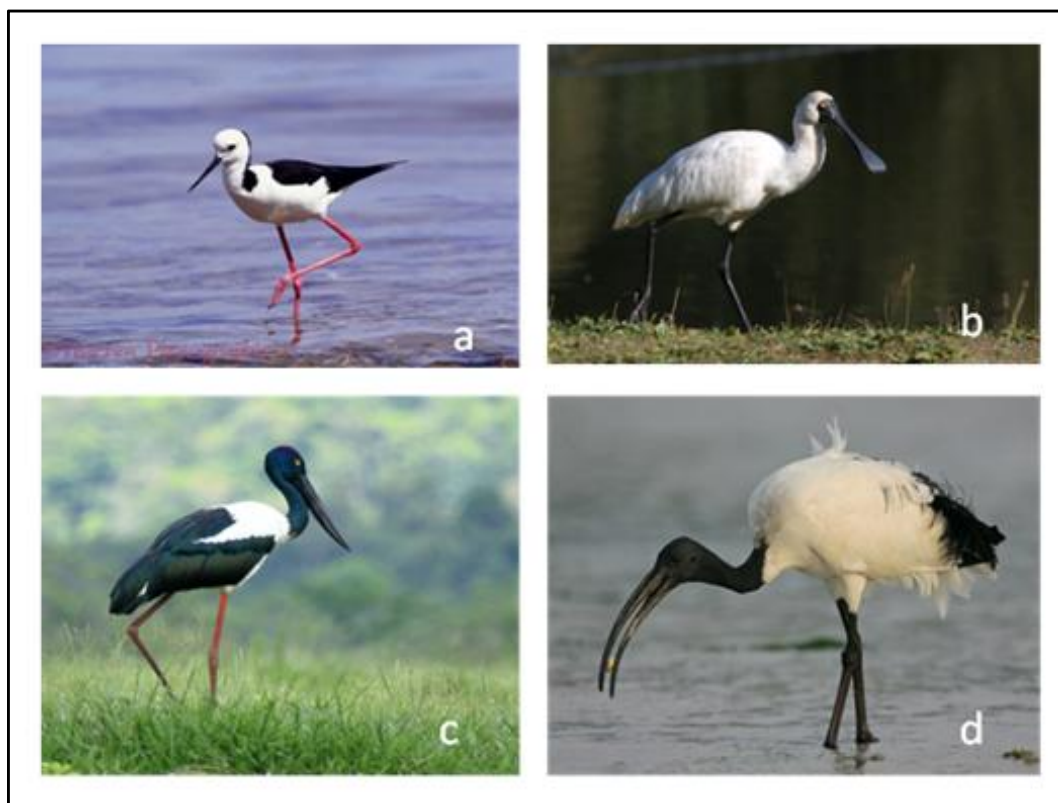


Gambar 5. Kegiatan perikanan di Danau Ayamaru. (Foto: Chrismada).

beberapa jenis ikan dari luar kemudian menimbulkan berbagai masalah lingkungan. Sedikitnya terdapat sekitar 12 jenis ikan di Danau Ayamaru, diantaranya empat jenis merupakan ikan asli dan selebihnya merupakan ikan yang didatangkan dari luar. Jenis ikan yang didatangkan dari luar semula dimaksudkan untuk menggenjot produksi perikanan antara lain ikan mas (*Cyprinus carpio*), mujaer (*Oreochromis mossambicus*), gabus (*Channa striata*), tambakan (*Helostoma temmincki*), lele



(*Clarias* sp.). Namun ikan pendatang ini bersifat invasif, bersaing dan mengancam kehidupan ikan asli, baik karena bersaing tempat, makanan, maupun kesempatan untuk berbiak. Ikan buas seperti gabus misalnya dapat melahap anak-anak ikan asli, hingga makin mengancam kelestarian ikan-ikan asli. Di lain pihak ikan asli endemik seperti ikan-ikan pelangi (*Melanotaenia boesemani*) telah dieksploitasi besar-besaran untuk diekspor sejak tahun 1990-an hingga sudah sangat sulit untuk ditemui di alam aslinya. Kontroversi dalam kegiatan perikanan ini menjadi salah satu masalah krusial untuk melestarikan lingkungan di Danau Ayamaru.



Gambar 6. Beberapa jenis burung migran yang secara berkala berkunjung dan mencari makan di Danau Ayamaru antara lain: a) *Himantopus leucocephalus*; b) *Platalea regia*; c) *Ehippiorhynchus asiaticus*; d) *Threskiornis aethiopicus*.

Ada keistimewaan lain dari Danau Ayamaru mengingat lokasinya yang terbelah bertetangga dengan negara lain. Setiap musim kemarau danau ini menjadi tempat singgah burung-burung migran terutama asal Australia. Tercatat sedikitnya empat jenis burung migran yang secara berkala singgah untuk mencari makan di danau ini yakni *Ehippiorhynchus asiaticus*, *Himantopus leucocephalus*, *Platalea regia*, *Threskiornis aethiopicus* (Gambar 6). Terdapat suatu kepentingan internasional seiring keberadaan burung-burung migran tersebut, terkait Konvensi Ramsar yang telah diratifikasi oleh Indonesia tahun 1991. Konvensi Ramsar merupakan kesepakatan internasional untuk konservasi dan pemanfaatan lahan basah (*wetland*) secara berkelanjutan, termasuk perairan yang secara berkala dikunjungi oleh burung-burung migran.



## RUJUKAN

- Boeseman , M. 1963. Notes on the fishes of Western New Guinea I. Zoologische Medelingen, Rijks Museum van Natuurlijke Histories te Leiden, 23 (14): 221-242.
- Boeseman, M. 1956. The lake resources of Netherland New Guinea. SPC Quarterly Bulletin, January: 23-25.
- Chrismada, T., Lukman & M. Fakhruddin. 2014. Lingkungan perairan Danau Ayamaru, Papua. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VII: 608 – 626.
- Lukhaup, C. & R. Pekny. 2008. *Cherax (Astaconephrops) boesemani*, a new species of crayfish (Crustacea: Decapoda: Parastacidae) from the centre of the Vogelkop Peninsula in Irian Jaya (West New Guinea), Indonesia. *Zoologische Mededelingen*, 82.
- Lukman. 2013. Genesis Danau Karst Ayamaru. <http://nationalgeographic.co.id>
- Polhemus, D. A., R. A. Englund, G. R. Allen (2004). Freshwater biotas of New Guinea and nearby islands: Analysis of endemism, richness, and threats. Final report prepared for Conservation International, Washington, D.C. Contribution No. 2004-004 to the Pacific Biological Survey.

## 27. DANAU ANGGI GIJI DAN ANGGI GITA

**D**anau Anggi terdiri dari dua danau sejoli yakni Danau Anggi Giji dan Danau Anggi Gita, yang terletak di Pegunungan Arfak, Jazirah Kepala Burung (*Vogelkop*) Papua, dan termasuk dalam Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Nama Danau Anggi Giji dan Danau Anggi Gita diangkat dari legenda yang dikisahkan oleh penduduk lokal yang berkenaan dengan kisah cinta asmara antara sepasang kekasih. Danau Anggi Giji dianggap sebagai jelmaan sang lelaki, sedangkan Danau Anggi Gita sebagai sang perempuan.

Kedua danau ini berada pada ketinggian sekitar 2.000 m dan termasuk dalam Cagar Alam Pegunungan Arfak. Cagar Alam ini sendiri ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 783/Kpts-II/1992 tertanggal 11 Agustus 1992 yang mencakup luas 68.325 ha, yang berada pada ketinggian mulai dari 15 m hingga 2.940 m di atas permukaan laut. Cagar Alam ini dikenal sebagai kawasan dengan keanekaragaman hayati yang sangat kaya dengan tingkat endemisme yang tinggi tetapi masih banyak menyimpan misteri karena belum banyak dieksplorasi. Keadaan medannya yang sulit ikut menyebabkan eksplorasi-eksplorasi ilmiah ke pegunungan ini masih terbatas. Demikian pula informasi tentang kondisi ekosistem perairan di kedua Danau Anggi (Anggi Giji dan Anggi Gita) boleh dikatakan masih sangat minim, atau belum tersedia.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Anggi



Gambar 2. Peta Danau Anggi Giji dan Anggi Gita (Google map)



Gambar 3. Danau Anggi Giji (panoramio.com)



Gambar 4. Danau Anggi Gita (bennycarbine.blogspot.co.id)

Dari peta satelit (*Google map*) dapat ditelusuri bahwa Danau Anggi Giji mempunyai panjang maksimum 7,7 km dan lebar maksimum 5,3 km. Sementara itu Anggi Gita mempunyai panjang maksimum 8,5 km dan lebar maksimum 4,4 km. Meskipun kedua danau berdekatan yang dalam jarak geografis hanya sekitar 3,8 km, namun di antara keduanya terbentang bukit memanjang sebagai pemisah.

Belum diperoleh informasi mengenai kedalaman perairan kedua danau itu, demikian pula tentang kualitas airnya. Beberapa laporan awal menyebutkan bahwa perairan Danau Anggi Giji memberi kesan warna kehitaman sedangkan Danau Anggi Gita berwarna biru terang, disebabkan oleh pantulan hutan-hutan di sekitar danau dan berbagai plankton yang terdapat di dalam danau.

Meskipun kawasan Danau Anggi ini hanya berjarak sekitar 35 km dari kota Manokwari, namun tidak begitu mudah untuk mencapainya karena sarana transportasi darat yang belum



mendukung. Bila ditempuh dengan berjalan kaki (hal yang biasa dilakukan oleh penduduk lokal) akan memerlukan waktu selama dua hari. Kalau dengan kendaraan dibutuhkan waktu sekitar 3-4 jam dengan mobil yang mampu berolah *off-road* (4 *wheel-drive*) atau motor *trail* karena harus melalui kondisi medan pegunungan yang berat dan sungai yang mungkin harus diseberangi. Bila musim hujan kondisi medan tentu akan semakin berat bahkan mungkin tak dapat dilalui. Namun Danau Anggi dapat juga dicapai dengan pesawat kecil sejenis *Twin Otter* atau *Cessna* yang akan memakan waktu terbang hanya sekitar 25 menit dari lapangan terbang Rendani, Manokwari.



Gambar 5. Perjalanan darat menuju ke Danau Anggi melewati jalan yang penuh tantangan (travel.detik.com & sdsp.nl)

Penduduk asli yang menghuni kawasan sekitar Danau Anggi mempunyai budaya dan kepercayaan yang sangat erat terkait dengan lingkungan alamnya. Salah satu hasil budaya yang



Gambar 6. Rumah kaki seribu suku besar Arfak di kawasan Danau Anggi. (tabloidjubi.com)

terkenal dari kawasan sekitar Danau Anggi ini adalah rumah tradisional penduduk lokal yang disebut *igkojei* atau *tumisen*, yang lebih populer dikenal dengan julukan “rumah kaki seribu”. Nama julukan ini diberikan karena konstruksi rumahnya bertumpu pada tiang penyangga yang jumlahnya sangat banyak. Rumah tradisional ini merupakan ekspresi dari kearifan lokal yang menggunakan dan memanfaatkan bahan-bahan alami yang berasal dari sekitar lokasi dan konstruksinya disesuaikan dengan iklim pegunungan yang dingin. Semua sambungan pada tiang-tiang penyangga, dinding, atap dan lainnya

menggunakan tali rotan atau tali dari serat kayu. Rumah tradisional ini juga dipandang sebagai bangunan tahan gempa karena semua bahannya terbuat dari bahan kayu yang kuat. Keunikan



rumah kaki seribu ini telah diusulkan oleh Pemda setempat untuk diangkat sebagai Warisan Budaya Suku Besar Arfak.



Gambar 7 . Kupu-kupu sayap burung (*Ornithoptera paradisea*) dan burung namdur (*Amblyornis inornatus*) dari kawasan sekitar Danau Anggi.  
(kompasiana.com)

Sebagai bagian dari Cagar Alam Pegunungan Arfak, Danau Anggi dikelilingi lingkungan yang mempunyai keanekaragaman hayati dengan endemisme yang tinggi yang masih banyak belum terungkap. Di kawasan ini misalnya tercatat sekitar 110 spesies mamalia dan 320 spesies burung, banyak diantaranya bersifat endemik. Salah satu burung yang menarik dari kawasan ini adalah burung namdur (*Amblyornis inornatus*) yang bisa meniru beragam suara dan membuat sarang dari dedaunan, tangkai dahan, rumput kering dan berbagai bahan lainnya (Gambar 7). Selain itu terdapat juga berbagai jenis kupu-kupu yang sangat indah yang menjadi inceran para kolektor kupu-kupu internasional. Sebut saja kupu-kupu sayap burung (*Ornithoptera paradisea*) yang sudah semakin langka (Gambar 7). Beberapa kelompok masyarakat setempat telah mengantisipasinya lewat upaya penangkaran kupu-kupu, salah satunya di Kampung Iray, sekitar Danau Anggi.



Gambar 8. Festival Pegunungan Arfak dan para penari ditepi Danau Anggi.  
(geomaritim.com & sdsp.nl)

Danau Anggi dan Pegunungan Arfak pada umumnya mempunyai khazanah yang sangat kaya akan potensi untuk dikembangkan dalam sektor pariwisata. Kondisi alamnya dengan gunung, lembah dan danau yang mempesona, flora faunanya yang kaya dan sangat beragam dengan endemisme yang tinggi merupakan daya tarik yang luar biasa. Belum lagi masyarakatnya dengan berbagai ragam budaya dan tradisi yang unik merupakan potensi pariwisata yang

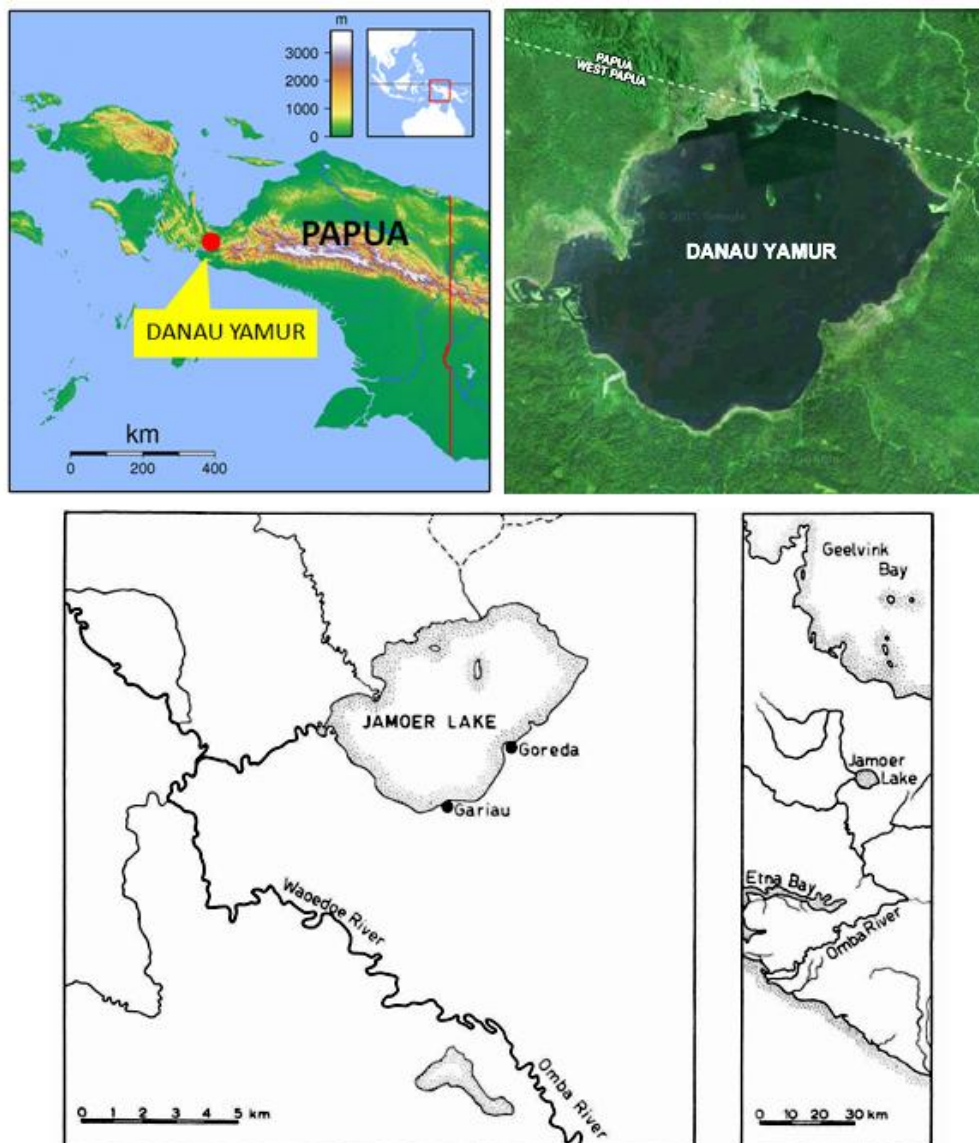
sangat besar. Namun sarana dan prasarana penunjang yang belum memadai dapat merupakan kendala tersendiri. Pemda setempat telah berpromosi untuk meningkatkan sektor pariwisata ini dengan antara lain melaksanakan Festival Pegunungan Arfak sejak tahun 2015 yang diharapkan ke depan akan dapat lebih menarik wisatawan domestik dan mancanegara untuk mengunjungi kawasan eksotik ini. Danau Anggi akan menjadi salah satu pusat yang menarik bagi pengembangan pariwisata ini.

## RUJUKAN

- Afandi, I. Danau Anggi, Danau di atas Pegunungan Arfak. <http://paninggih.blogspot.co.id>.
- Howai, J. 2012. Cagar Alam Pegunungan Arfak, surga bagi beragam spesies endemik. <http://www.kompasiana.com>.
- Polhemus, D. A., R. A. Englund, G. R. Allen. 2004. Freshwater biotas of New Guinea and nearby islands: Analysis of endemism, richness, and threats. Final report prepared for Conservation International, Washington, D.C. Contribution No. 2004-004 to the Pacific Biological survey.
- Susanto, K. 2011. Tersihir pesona Pegunungan Arfak. d'Traveler. [http:// travel.detik.com](http://travel.detik.com).

## 28. DANAU YAMUR

Danau Yamur terdapat di bagian penyempitan leher Jazirah Kepala Burung (*vogelkop*) di Pulau Papua, yang berada di antara Teluk Cenderawasih di utara, dan Laut Afafura di Selatan. Danau ini berada di Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Dalam literatur ada berbagai ejaan atau istilah yang digunakan untuk merujuk pada nama danau ini yakni: Danau Yamur, Jamoer, Jamur, atau Danau Ha (*Ha Meer*). Posisi geografisnya kurang lebih  $3^{\circ}40'0,01''$  Lintang Selatan dan  $134^{\circ}56'0''$  Bujur Timur. Ada dua desa kecil di tepi Danau Yamur yakni Goreda dan Gariau.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Yamur. Foto atas kanan: Citra satelit. Gambar bawah: Peta Danau Yamur dari Boeseman (1963)

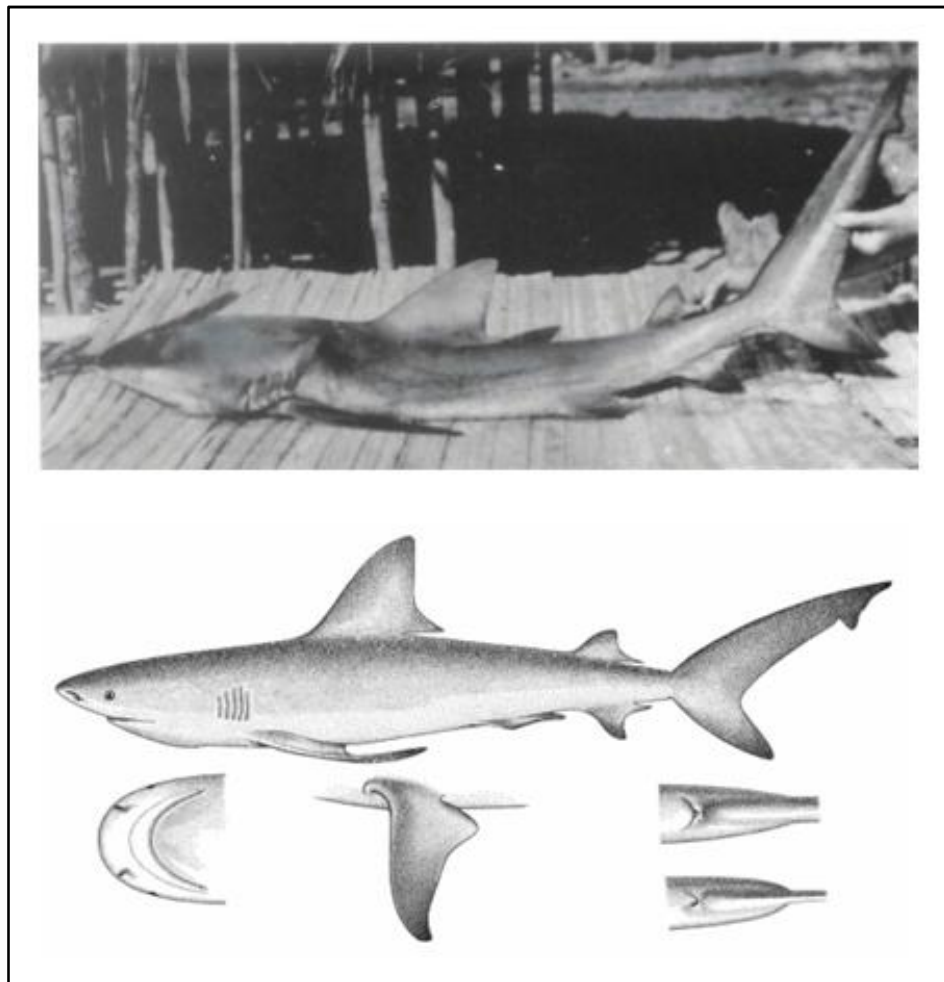


Gambar 2. Panorama Danau Yamur di Papua Barat (jayanjayan.com)

Sampai sekitar awal tahun 1950-an boleh dikatakan belum ada atau sangat terbatas informasi ilmiah yang dapat diperoleh tentang danau-danau di bumi Papua, termasuk tentang Danau Yamur. Saat itu Papua masih berada di bawah administrasi Belanda yang dikenal dengan sebutan *Nederlandsch Nieuw Guinea*. Ketika mulai timbul perhatian untuk mengembangkan perikanan di Papua maka dirasakanlah kelangkaan informasi dasar yang sangat diperlukan mengenai kondisi lingkungan dan biologi perairan danau dan sungai di daerah ini. Atas pertimbangan itu maka kemudian *Museum of Natural History*, Leyden, di Belanda meluncurkan inisiatif untuk melaksanakan kajian-kajian tentang beberapa danau dan sungai di Papua.



Beberapa hasil awal telah diungkapkan antara lain oleh Boeseman (1956) yang antara lain menyebutkan bahwa Danau Yamur (ketika itu masih dituliskan sebagai Jamoer) berada pada ketinggian sekitar 60 m di atas permukaan laut dengan kedalaman sekitar 12-15 m. Bentuknya hampir merupakan sebuah lingkaran dengan diameter sekitar 7,5 km. Danau ini mempunyai pintu keluar (*outlet*) melalui Sungai Omba yang mengalir ke selatan dan bermuara ke Laut Arafura. Danau Yamur mempunyai air yang agak jernih, dengan tumbuhan air yang sedikit hingga jarang, kecuali di beberapa bagian pantainya yang umumnya berupa rawa.



Gambar 3. Hiu Danau Yamur, *Carcharchinus leucas* (Boeseman, 1964)

Kajian Boeseman (1956) membuahkan hasil yang sangat signifikan dengan ditemukannya hiu di danau air tawar ini yang berukuran 75 – 150 cm, suatu hal yang tak pernah terbayangkan sebelumnya. Meskipun Danau Yamur terhubung ke Laut Arafura lewat Sungai Omba, namun kondisi fisik sepanjang sungai yang panjangnya 130 km itu pastilah tidak memungkinkan mahluk hiu ini bisa memudiki sungai dari laut sampai ke danau ini. Hiu Danau Yamur ini, yang diberi nama *Carcharchinus leucas* (Boeseman, 1964), tampaknya bukanlah ikan yang berbahaya bagi manusia. Penduduk lokal ketika berenang di danau ini yang ada hiunya tampaknya tidak peduli dan tak memerlukan tindakan waspada (*precautions*) terhadap keberadaan hiu itu, yang mereka namai “*manenne*”.

Adalah sulit untuk menjelaskan, mengapa hiu dari jenis yang sama di tempat lain terkenal sangat buas (*bull shark*), tetapi yang di Danau Yamur itu sama sekali tak ofensif terhadap manusia. Tentang hal ini, Boeseman (1964) mengemukakan alasannya pada kondisi sumber makanan di lingkungan setempat. Kepadatan populasi ikan di Danau Yamur diperkirakan cukup besar untuk memenuhi selera kebutuhan makan bagi sang hiu, hingga tidak perlu menyasar ke manusia yang tentu lebih berisiko.



Gambar 4. Ikan *Glossamia arguni*, endemik di Danau Yamur: (Hadiaty & Allen, 2011)

Di samping keberadaan hiu, di danau Yamur juga dapat dijumpai jenis ikan lain yang endemik dan hanya terdapat di danau ini yaitu *Variichthys jamoerensis*, yang tergolong dalam suku Therapontidae. Ikan ini dikenal juga sebagai *Yamur Lake grunter*, berukuran maksimum 8,5 cm, yang morfologinya mirip dengan ikan kerong-kerong. Ikan ini semakin terancam dan telah masuk dalam “*IUCN Red List of Threatened spesies*” sebagai “*vulnerable*” (rentan punah) sejak tahun 1996. Ikan ini yang dewasa hidup di air bersih di antara tumbuhan air, dan telurnya dikawal oleh induk jantan.



Gambar 5. Labi-labi moncong babi, *Carretochelys insculpta*.

Belum lama ini juga ditemukan sejenis ikan serinding *Glossamia arguni* yang mirip dengan *Glossamia sandei*, dari sekitar jazirah Kepala Burung Papua termasuk di Danau Yamur (Hadiaty & Allen, 2011).

Di Danau Yamur juga hidup kura-kura atau labi-labi moncong babi (*Carretochelys insculpta*), buaya (*Crocodylus novaeguineae*), sedangkan di rawa-rawa sempadan danau terdapat banyak ular genus *Emydura*. Baik labi-labi maupun buaya bisa dimakan oleh penduduk setempat. Sementara itu, di parit-parit yang bermuara

ke Danau Yamur dapat dijumpai beberapa jenis ikan pelangi Melanotaeniidae, gabus, dan udang (*crayfish*).

## RUJUKAN

- Allen, G.R., 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Publication, no. 9. 268 pp. Christensen Research Institute, Madang, Papua New Guinea.
- Boeseman, M. 1963. Notes on the fishes of Western New Guinea I. Zoologische Medelingen, Rijks Museum van Natuurlijke Histories te Leiden, 23 (14): 221-242.
- Boeseman, M. 1956. The lake resources of Netherland New Guinea. SPC Quarterly Bulletin, January: 23-25.
- Boeseman, M. 1964. Notes on the fishes of western New Guinea III. The freshwater shark of Jamoer Lake. Zoologische Mededelingen, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden, Vol. 40. No. 3: 10 – 22.
- Hadiaty, R. K. & G. R. Allen. 2011. *Glossamia arguni*, a new sepecies of freshwater cardinal fish (Apogonidae) from West Papua Province, Indonesia. *Aqua International Journal od Ichthyology*, vol. 17, No. 3: 173 – 180.
- IUCN Red List of Threatened species: Vulnerable 1996.
- Marshall, A. J. & B. M. Beehler. *The Ecology of Papua Part One*. Periplus Editions (HK) Ltd.: 784 pp.

## 29. DANAU PANIAI, TAGE DAN TIGI

**D**anau-Danau Paniai merupakan gugusan tiga danau yang terletak di Kabupaten Paniai, Provinsi Papua, yang terdiri dari tiga danau, berturut-turut dari utara: Danau Paniai ( $03^{\circ} 55'$  Lintang Selatan,  $136^{\circ} 20'$  Bujur Timur), Danau Tage ( $03^{\circ} 57'$  Lintang Selatan,  $136^{\circ} 15'$  Bujur Timur) dan Danau Tigi ( $04^{\circ} 02'$  Lintang Selatan,  $136^{\circ} 13'$ , Bujur Timur). Kota Enarotali yang merupakan ibukota Kabupaten, terletak di pantai timur Danau Paniai, yang merupakan danau terbesar di antara ketiganya.

Gugus Danau-Danau Paniai ini yang berada di punggung Pegunungan Tengah Papua, dulu dikenal sebagai Danau-Danau Wissel (Belanda: *Wissel Meeren*). Penamaan Danau-Danau Wissel itu sendiri menorehkan sejarah menarik mengenai ditemukannya danau-danau ini dan mulai terbukanya danau-danau tersebut bagi dunia luar. Pada awal bulan Februari tahun 1937 seorang pilot bernama Jan Wissel menerbangkan pesawat Sikorsky milik *Nederlands Nieuw Guinea Petroleum Maatschapij* (NNGM) dari utara (Serui) ke arah selatan (Babo) dan menemukan tiga danau di daerah pegunungan dan melaporkan adanya perkampungan penduduk di sekitarnya. Sejak itu ketiga danau itu dikenal sebagai *Wissel Meeren*. Dikemudian hari barulah dikenal dengan nama Danau-Danau Paniai.



Gambar 1. Peta lokasi Danau-Danau Paniai

Danau Paniai yang paling utara merupakan danau yang terluas diantara ketiganya dengan bentuk (*outline*) hampir persegi dengan panjang 16 km dan lebar 9 km. Elevasi atau ketinggiannya adalah sekitar 1.740 m di atas permukaan laut, dengan kedalaman sekitar 50 m. Bagian yang dangkal terdapat meluas sekitar mulut sungai yang bermuara ke danau.

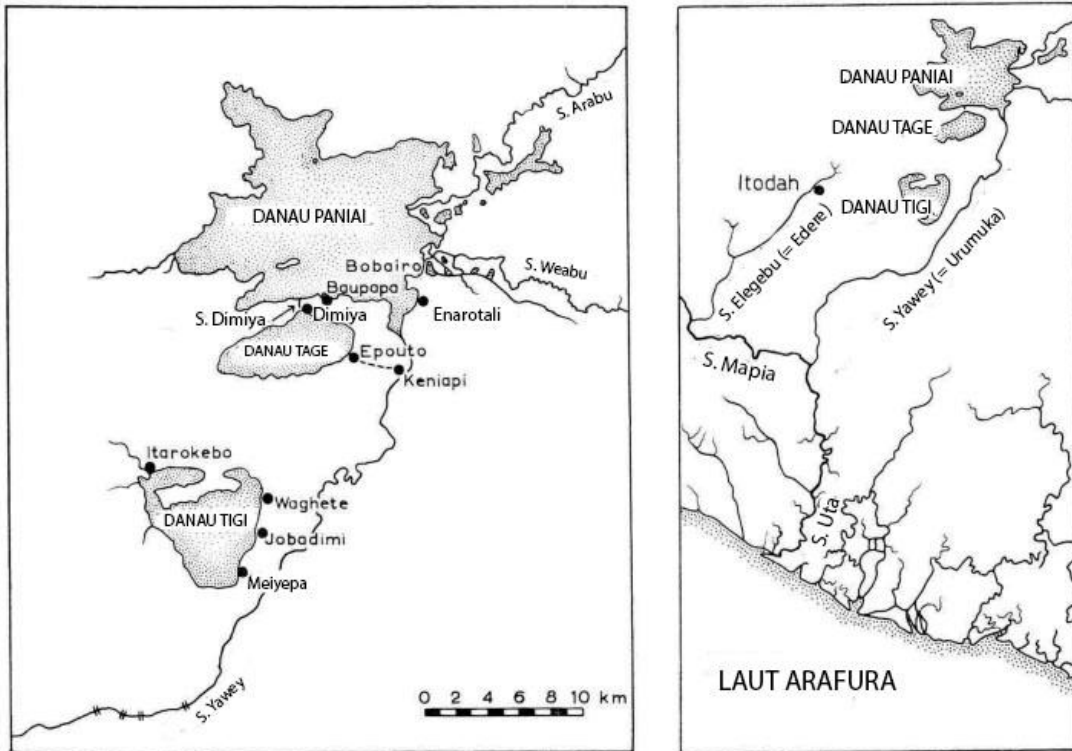
Danau Tage yang terletak lebih ke selatan merupakan danau dengan luas yang terkecil di antara ketiganya. Bentuknya melonjong dengan panjang 8 km dan lebar 3 km, pada elevasi sekitar 1.750 m di atas permukaan laut, atau sedikit lebih tinggi dari Danau Paniai.

Danau Tigi yang paling selatan mempunyai bentuk seperti segi tiga sama sisi yang terbalik, dengan jazirah berbentuk huruf –T yang menonjol di sisi utaranya. Garis tengahnya sekitar 8 km, dengan elevasi 1.640 m.

Pegunungan sekitar danau umumnya berupa bukit kapur (karst) yang bisa sangat terjal hampir tegak lurus, dan menyisakan paparan di sekitar tepian sungai. Perairan danau sendiri umumnya sangat jernih dan ditumbuhi beberapa jenis tumbuhan akuatik.

Danau Tage yang elevasinya paling tinggi, mengalirkan airnya ke Danau Paniai lewat Sungai Dimiya, tetapi sekitar 30 – 40 m awalnya mengalir di bawah tanah (*subterranean*). Pintu





Gambar 2 . Peta Danau Paniai, Tage dan Tigi (modifikasi dari Boeseman, 1963)



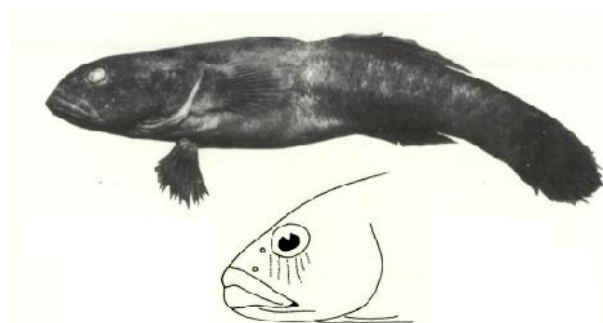
Gambar 3. Panorama Danau-danau Paniai. a. Danau Paniai dan Kota Enarotali; b. Danau Tage; c. Danau Tigi.

keluar utama Danau Paniai adalah Sungai Yawei (Urumuka), yang lalu menyatu dengan Sungai Uta dan kemudian mengalir ke selatan dan bermuara ke Laut Arafura (Gambar 2).

Danau Paniai dikelilingi sedimen dengan pelipatan yang kuat dan batuan intrusif, yang dalam laporan-laporan mutakhir diindikasikan kaya akan berbagai sumber daya mineral seperti emas, tembaga dan logam lainnya. Awal terbentuknya danau ini diduga akibat peristiwa tektonik purba. Danau tetangganya, Danau Tage, yang elevasi muka airnya lebih tinggi dari Danau Paniai, mempunyai riwayat asal usul yang berbeda, yakni terbentuk dalam satu sinklin (*syncline*), dengan dasar danau yang terbentuk dari kapur (*limestone*). Pelarutan parsial dari dasar kapur ini memisahkan kedua danau itu dan membentuk “perbatasan fisik” yang unik di antara kedua danau (Gambar 3).



Gambar 3. Dasar berkapur yang unik di perbatasan antara Danau Paniai dan Danau Tage (Yogi *et al.*,2002)



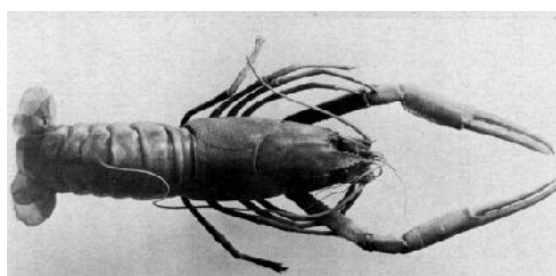
Gambar 4. *Oxyeleotris wisselensis* (dalam koleksi *Royal Museum of Natural History*, Netherland) (dari Allen & Boeseman, 1982)

mengindikasikan danau ini sebagai danau yang cenderung oligotrofik (miskin hara). Suhu air permukaannya berkisar 20,8 – 24,1 °C, pH 7,1 – 7,7, dan kandungan oksigen 5,2 – 5,9 mg/l, sedangkan kandungan total nitrogen 0,327 – 0,642 mg/l-N, dan total fosfat 0,026 – 0,112 mg/l-P. Kandungan planktonnya pun boleh dikatakan miskin. Salah satu jenis fitoplankton yang terdapat disini adalah *Microsystis* yang bila tumbuh berlebihan dapat menjadi ancaman keracunan bagi kehidupan ikan dan biota lainnya.

Terdapat beberapa jenis biota air yang endemik di Danau-danau Paniai. Salah satu diantaranya adalah ikan *Oxyeleotris wisselensis* (dikenal pula sebagai *Paniai gudgeon*) yang

Berdasarkan data meteorologi dari stasiun pengamat di Enarotali, curah hujan rata-rata per tahun di kawasan Danau Paniai berkisar antara 3.000 – 5.000 mm. Suhu rata-rata berkisar sekitar 19 °C pada siang hari dan 10 °C di malam hari. Musim hujan dimulai dari bulan April hingga Januari, sedangkan bulan Februari hingga Maret termasuk bulan kering. Dengan demikian musim hujan terjadi hampir sepanjang tahun. Matahari bersinar sangat terbatas sepanjang hari, karena setelah pukul 12 siang sering berkabut dan hujan.

Kondisi perairan Danau Paniai



Gambar 5. Udang bopa (*Cherax boschmai*) endemik di Danau Paniai (Holthuis, 1982)



dapat berukuran sekitar 12 cm, dan biasa ditangkap untuk konsumsi penduduk lokal. Ikan ini telah masuk *IUCN (International Union for the Conservation of Nature) Red List of Threatened Species* tahun 2006.

Beberapa udang-udangan lobster endemik dari marga *Cherax* juga terdapat disini. Di Danau Paniai misalnya terdapat udang endemik obawo (*Cherax pallidus*), bopa (*Cherax boschmai*), murido (*Cherax murido*), juri (*Cherax paniaicus*). Udang-udang *Cherax* ini mempunyai peran penting dalam perikanan tradisional penduduk lokal.

Perikanan yang dilaksanakan oleh penduduk lokal pada mulanya hanya bersifat subsisten atau hanya untuk memenuhi kebutuhan pokok saja, dengan menggunakan alat-alat tangkap sederhana. Namun dengan makin berkembangnya penduduk dan makin banyaknya pendatang dari luar masuk ke kota Enarotali dan sekitarnya kebutuhan akan ikan semakin meningkat dan karenanya penangkapan ikan juga semakin intensif. Selanjutnya telah diintroduksi pula jenis-jenis ikan dari luar ke Danau Paniai seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*), mujaer (*Oreochromis mossambicus*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) untuk meningkatkan produksi. Tetapi ikan-ikan pendatang ini bersifat invasif yang dapat mengancam kelestarian ikan-ikan asli. Ikan-ikan pendatang ini bersaing dengan ikan-ikan asli lokal dalam mendapatkan ruang, makanan, dan peluang untuk berbiak. Dalam kasus-kasus masuknya spesies invasif seperti ini pada umumnya menyebabkan ikan asli akan kalah dan tersisih bahkan lenyap. Oleh sebab itu kebijakan untuk terus memasukkan ikan dari luar, apalagi dengan mengintroduski karamba jaring apung perlu ditinjau secara bijakasana dengan memperhatikan perlunya menjaga kelestarian alam yang berimbang.



Gambar 6 . Nelayan di Danau Paniai  
(wisatalokaleksotis.com)



Gambar 7 . Transportasi air di Danau Paniai

Salah satu fungsi lain dari Danau Paniai adalah sebagai media transportasi untuk menghubungkan satu desa dengan desa lainnya yang dapat dicapai lewat transportasi air. Transportasi ini tidak saja untuk mengangkut penumpang tetapi juga untuk mengangkut hasil bumi dan berbagai keperluan lainnya yang dapat dilakukan dengan perahu sederhana sampai perahu bermotor.

Kondisi alam dan lingkungan serta budaya masyarakat di Danau-Danau Paniai yang unik merupakan khazanah yang potensial untuk pengembangan pariwisata. Namun dalam hal ini perlu kiranya dipertimbangkan prinsip-prinsip pengelolaan pariwisata berkelanjutan (*sustainable tourism*). Pariwisata berkelanjutan bertumpu pada empat pilar utama yakni: layak secara ekonomi, tidak merusak ekosistem, menghargai budaya lokal dan memberi manfaat bagi masyarakat setempat.

Penduduk asli yang menghuni kawasan Danau Paniai dan sekitarnya adalah Suku Me. Masyarakat Suku Me mempunyai tradisi, budaya dan kepercayaan sendiri yang menghargai alam sekitar, tidak mengeksploitasi sumber daya alam secara berlebihan. Mereka mengambil dari alam sesuatu dengan tidak lebih dari apa yang dibutuhkan saja. Ini merupakan kearifan lokal yang patut dihargai. Namun dalam beberapa dekade terakhir ini nilai-nilai budaya mereka makin tergerus seiring dengan makin derasnya masuk para pendatang yang membawa nilai-nilai yang berbeda dengan nilai yang selama ini dianut masyarakat asli. Nilai-nilai yang menganggap berlaku ramah terhadap alam sebagai kebodohan, tidak mengeksploitasi alam dipandang sebagai kemalasan, dan menggunakan hanya apa yang dapat diperoleh menunjukkan sikap kampungan yang tak berpendidikan. Ketamakan mengeksploitasi kekayaan alam yang diperagakan oleh para pendatang telah ditentang oleh penduduk lokal. Bukan karena mereka menolak pembangunan, tetapi apa yang dituntut adalah adanya keseimbangan antara apa yang diambil dari alam dan apa yang disisakan untuk menjamin keamanan hidup masyarakat ke depan. Tampaknya isu ini perlu mendapat perhatian untuk menjamin kehidupan yang lebih baik di masa depan di kawasan ini.



Gambar 8 . Masyarakat Suku Me di sekitar kawasan Danau Paniai (radar-mapiha.blogspot.co.id)

## RUJUKAN

Achmad, F. & S. S. Brahmana. Potensi pemanfaatan air danau di Kabupaten Paniai – Papua. Abigail, Y. 2014. Tentang Danau Paniyai. (<http://weyauwowagadei.blogspot.co.id/2014>)

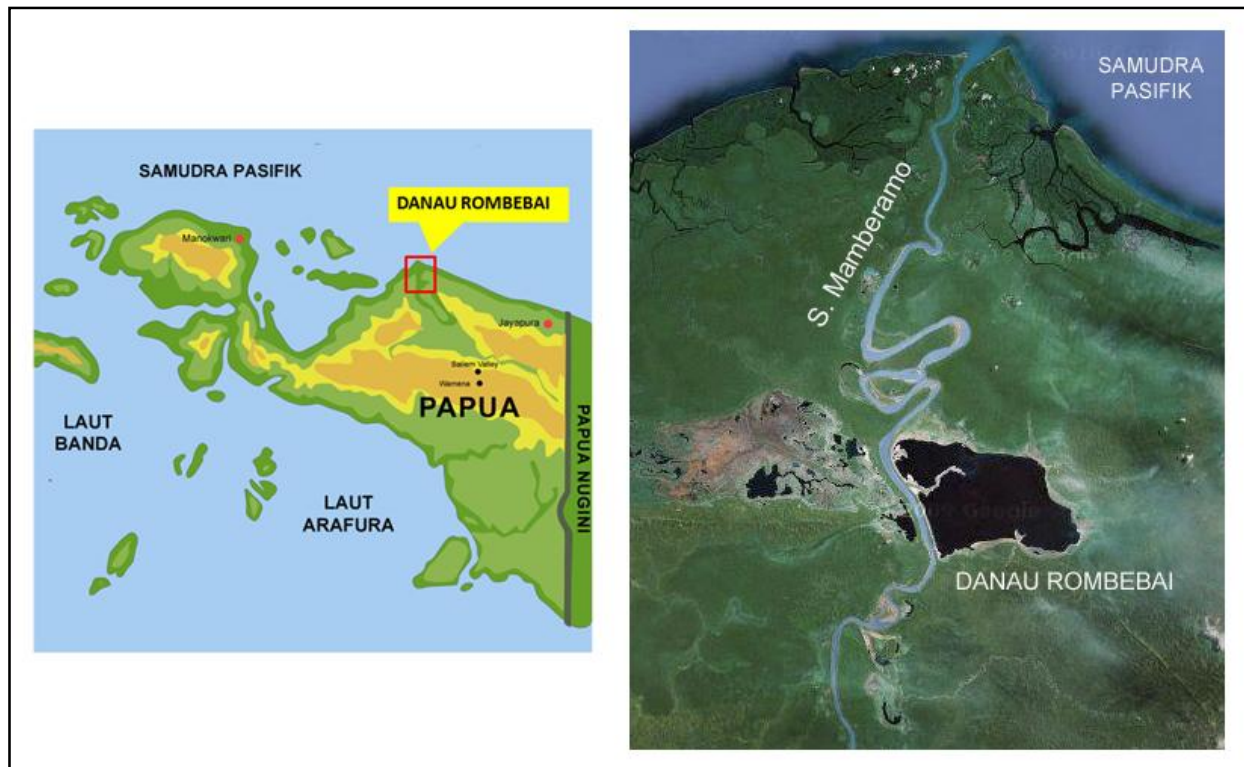


- Allen, G. R. & M. Boeseman. 1982. A collection of freshwater fishes from Western New Guinea with descriptions of two new species (Gobiidae) and Eleotridae). *Rec. West. Aust. Mus.* 1982, 10 (2): 67-103.
- Boeseman, M. 1963. Notes on the fishes of Western New Guinea I. *Zoologische Medelingen, Rijks Museum van Natuurlijke Histories te Leiden*, 23 (14): 221-242.
- Boeseman, M. 1956. The lake resources of Netherland New Guinea. *SPC Quarterly Bulletin*, January: 23-25.
- Holthuis, B. 1982. Freshwater Crustacea Deacapoda of New Guinea. *Monographiae Biologicae*, Vol.42. ed. J.L. Gressit. W. Junk Publishers, The Hague.
- Polhemus, D. A., R. A. Englund, G. R. Allen (2004). Freshwater biotas of New Guinea and nearby islands: Analysis of endemism, richness, and threats. Final report prepared for Conservation International, Washington, D.C. Contribution No. 2004-004 to the Pacific Biological survey.
- Yogi, N., E. Rantetasak, G. S. Haryani & P. E. Hehanussa. 2002. A pristine high-elevated ancient lake complex, Lake Paniai, Indonesia. *ILEC Japan*.

## 30. DANAU ROMBEBAI

**D**anau Rombebai terletak di kecamatan Mamberamo Hilir, Kabupaten Mamberamo Raya, Provinsi Papua. Kabupaten Mamberamo Raya merupakan pemekaran dari Kabupaten Sarmi dan Kabupaten Waropen, berdasarkan UU No. 19 Tahun 2007. Nama “Mamberamo” konon berasal dari bahasa Suku Dani, “mambe” berarti besar sedangkan “ramo” berarti air.

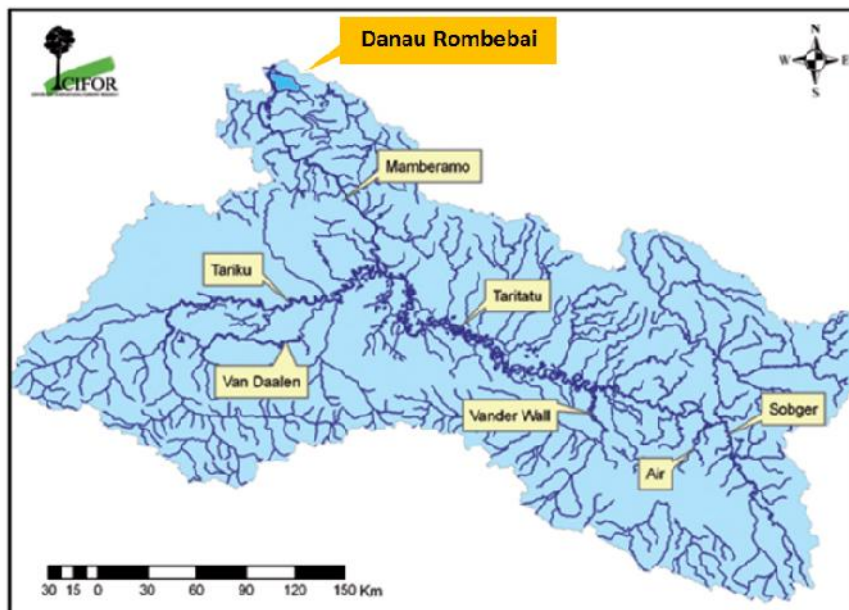
Danau Rombebai berada pada posisi geografi dengan koordinat  $01^{\circ} 28' - 3^{\circ} 50'$  Lintang Selatan dan  $137^{\circ} 46' - 140^{\circ} 19'$  Bujur Timur. Luas danau ini sekitar 13.749 ha dan merupakan danau terbesar kedua di Papua setelah Danau Sentani. Danau Rombebai berada pada ketinggian sekitar 45 m di atas permukaan laut, dan berjarak kurang lebih 20 km dari laut (Samudra Pasifik).



Gambar 1 . Peta lokasi Danau Rombebai

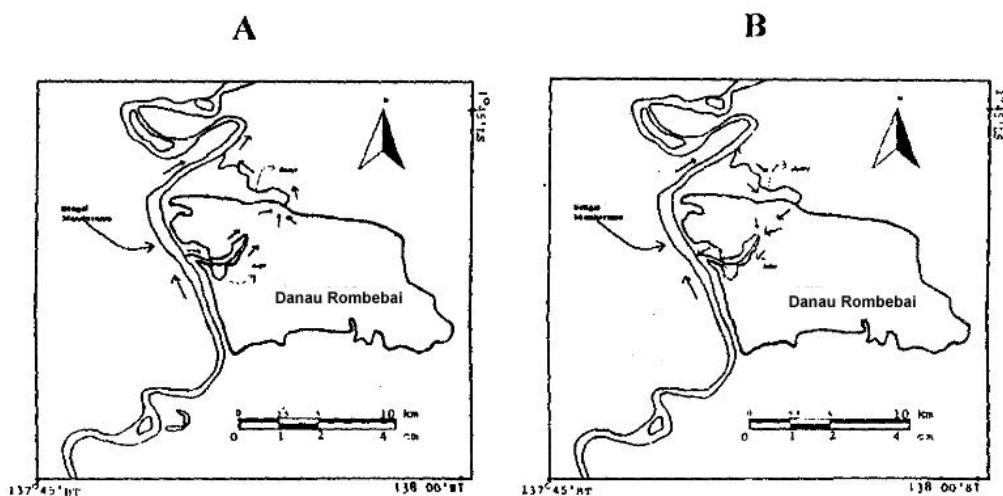
Danau Rombebai berada dalam sistem Daerah Aliran Sungai Mamberamo yang dialiri banyak sungai besar dan kecil. Namun sungai utama di Daerah Aliran Sungai ini terdiri dari tiga sungai besar yang seolah-olah membentuk huruf-T terbalik, yakni: Sungai Tariku (dulu disebut Sungai Rouffaer), Sungai Taritatu (dulu: Sungai Idenburg) , dan Sungai Mamberamo (Gambar 2). Sungai Taritatu mengalir dari timur ke barat, sedangkan Sungai Tariku dari barat ke timur, dan keduanya kemudian menyatu membentuk Sungai Mamberamo yang mengalir ke utara dan bermuara di punuk Pulau Papua, disekitar Tanjung D’Urville yang menghadap ke Samudra

Pasifik (Gambar 2). Sungai Mamberamo terkenal mempunyai banyak liukan (*meander*) dan membentuk banyak danau kecil sebagai sungai mati (*oxbow lake*).



Gambar 2 . Sistem sungai di Lembah Mamberamo dengan sungai-sungai utama berbentuk huruf-T terbalik: Sungai Tariku (dulu: S. Rouffaer), Sungai Taritatu (dulu: S. Idenburg) , dan Sungai Mamberamo. (Murdiarso & Kurnianto, 2008).

Danau Rombebai berada di sebelah kanan Sungai Mamberamo, sekitar 20 km dari muara. Sumber utama airnya adalah dari Sungai Mamberamo. Bila sungai tersebut meluap, air akan masuk ke danau melalui dua buah kanal yang panjangnya masing-masing sekitar 8 dan 10 km, lebar masing-masing 8 dan 12 m dan kedalamannya berturut-turut 10 dan 14 m. Sebaliknya bila air sungai surut, air danau akan keluar lewat kedua kanal yang sama (Gambar 3). Dengan demikian, tinggi permukaan air danau tergantung dari tinggi air di Sungai Mamberamo.



Gambar 3. Arah air masuk dan keluar Danau Rombebai pada saat Sungai Mamberamo meluap (A) dan pada saat surut (B). (Sumule, 1996).





Gambar 4. Sekilas pemandangan pantai Danau Rombebai ([chinci.com/travel](http://chinci.com/travel))

Tepian danau yang berkemiringan antara 1 sampai 5 % ditumbuhi oleh berbagai jenis vegetasi yang didominasi oleh rumput rawa, tebu air, sagu dan lain-lain. Kedalaman danau berkisar antara 3 sampai 4,5 m. Bagian yang terdalam (antara 20 – 30 m) diperkirakan terletak pada wilayah sebelah timur dan selatan danau.

Suhu udara di kawasan Danau Rombebai tertinggi terjadi pada bulan November dengan suhu rata-rata 31,5 °C pada sore hari. Bulan Agustus merupakan bulan dengan suhu terendah dengan suhu rata-rata 22,5 °C pada malam hari. Suhu tidak menunjukkan perbedaan yang jauh



antara siang dan malam hari. Bulan Mei pada umumnya merupakan bulan dengan terbanyak mendapat sinar surya.

Curah hujan di wilayah Rombebai pada umumnya tidak menunjukkan perbedaan yang jelas per bulan. Curah hujan menyebar sepanjang tahun dan hanya pada bulan Juni-Agustus curah hujannya relatif kecil bila dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Akibat curah hujan yang tinggi (2.245 mm/tahun) dan struktur tanah Daerah Aliran Sungai Mamberamo rentan erosi (lempung sampai liat dengan ciri berdebu berpasir), air yang masuk ke danau tersebut selalu keruh karena mengandung lumpur. Hal ini berpengaruh besar terhadap laju pendangkalan danau.

Kajian kualitas air di Danau Rombebai (Sumule, 1996) memberikan gambaran umum sebagai ditampilkan dalam Tabel 1. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa perairan Danau Rombebai cukup mendukung untuk pengembangan perikanan.

Tabel 1. Kualitas air Danau Rombebai (Sumule, 1996)

Parameter	Satuan	Nilai
Suhu	°C	28,5 - 30,5
pH	-	7,4 - 8,5
DHL (Daya Hantar Listrik)	µmho/cm	10,5 - 510
Kekeruhan ( <i>turbidity</i> )	ppm	4 - 12,7
Kecerahan ( <i>transparency</i> )	m	0,43 - 3 m
Oksigen terlarut	ppm	3,3 - 7,7
Ammonia - nitrogen	ppm	0 - 0,27
Nitrat - nitrogen	ppm	0 - 0,56
Sulfat	ppm	4,4 - 105
Fosfat	ppm	0,105 - 1,092

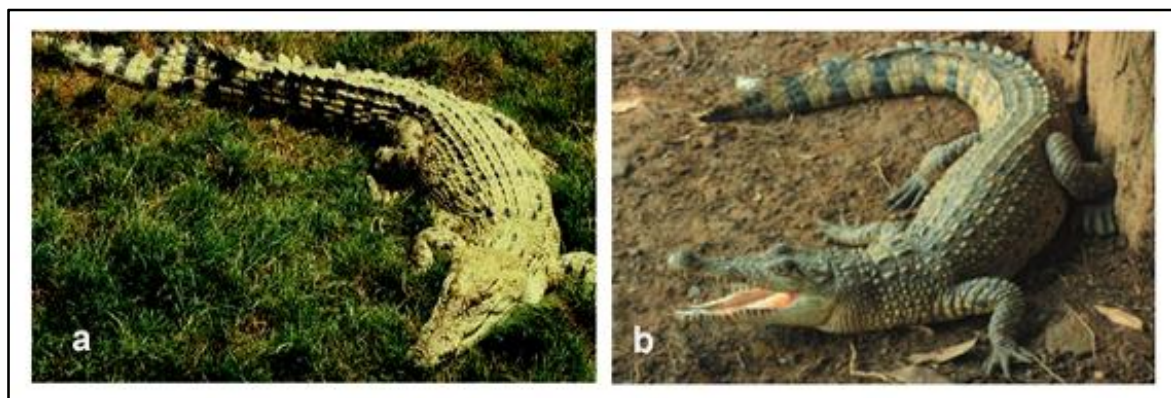
Danau Rombebai termasuk dalam kawasan Suaka Margasatwa Mamberamo-Foya dengan luas 1.440.000 ha yang terentang dari daerah pantai di utara sampai ke pegunungan tinggi di selatan. Kawasan suaka ini mencakup beragam tipe habitat, mulai dari hutan mangrove di kawasan pantai, rawa gambut, sungai dan danau serta hutan pegunungan tinggi. Suaka Margasatwa ini terkenal mempunyai keanekaragaman hayati yang sangat kaya atau sebagai kawasan megadiversity, dan telah diusulkan untuk menjadi Taman Nasional dan Situs Warisan Dunia (*World Heritage Site*).

Sedikitnya telah tercatat 28 spesies ikan air tawar di kawasan ini. Enam diantaranya terekam hanya ada di Sungai Mamberamo dan Danau Rombebai yakni *Hemipimelodus bernhardi*, *Netuma microstoma*, *Zenarchopterus alleni*, *Melanotaenia praecox*, *Melanotaenia vanheurni* and *Parambassis oilpinnis*. Selanjutnya terdapat pula 18 spesies yang endemik di Papua yakni: *Anus* sp, *Neosilurus equinus*, *Neosilurus idenburgi*, *Anguilla interioris*, *Zenarchopterus kampeni*, *Chilatherina crassispinosa*, *Chilatherina lorentzi*, *Glossolepis multisquamata*, *Parambassis confinis*, *Hephaestus obtusifrons*, *Glossamia beauforti*, *Glossamia heurni*, *Ctenogobius tigrellus*, *Mogurnda* sp, *Odonteleotris nesolepis*, *Oxyeleotris fimbriata* dan *Oxyeleotris novaeguineae*. Empat spesies lainnya mempunyai persebaran yang lebih luas misalnya: *Neosilurus ater*, *Mogurnda mogurnda*, *Oxyeleotris herwerdeni* dan *Oxyeleotris lineolatus*.

Kawasan ini juga dikenal sebagai tempat populasi Buaya Muara (*Crocodylus porosus*) dan Buaya Papua (*Crocodylus novaeguineae*) yang terbesar di dunia. Buaya-buaya ini telah menjadi objek buruan dan juga ditangkarkan untuk tujuan ekonomi.



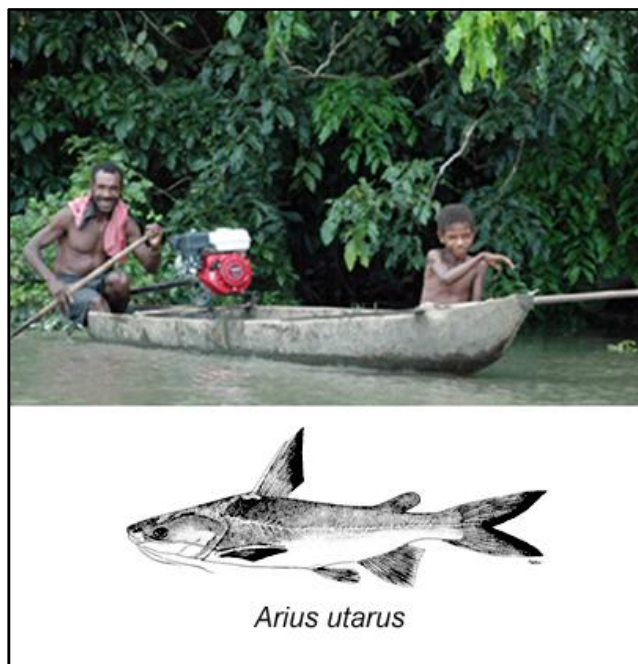
Gambar 5. Beberapa ikan pelangi endemik yang terdapat di Danau Rombek. a) *Melanotaenia vanheurni*; b) *Melanotaenia praecox*; c) *Chilatherina crassispinosa*; d) *Glossolepis multisquamata*.



Gambar 6. Buaya yang dapat ditemukan di Sungai Mamberamo dan Danau Rombek: a) Buaya muara (*Crocodylus porosus*); b) Buaya papua (*Crocodylus novaeguineae*).

Selain itu di kawasan Suaka Magasatwa ini telah tercatat pula 161 spesies burung termasuk burung-burung cenderawasih, dan 101 spesies mamalia termasuk kanguru pohon.

Perikanan merupakan hal penting untuk memenuhi kebutuhan protein bagi penduduk sekitar Danau Rombebai. Namun seiring dengan perkembangan penduduk, perikanan juga telah berkembang menjadi kegiatan ekonomi. Ikan ditangkap dengan menggunakan alat sederhana seperti pancing, tombak, jala, dan sekali-sekali juga dengan tuba (racun dari herba lokal). Jenis ikan yang ditangkap termasuk antara lain ikan manyung (*Arius utarus*), ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Kedua jenis ikan yang tersebut terakhir itu bukanlah ikan asli setempat tetapi ikan yang diintroduksi dari luar.



Gambar 7. Nelayan Danau Rombebai dan ikan manyung *Arius utarus* (disebut juga *forked tail catfish*)

Belakangan ini para nelayan menangkap ikan manyung (*Arius utarus*) untuk mengambil isi perutnya berupa gelembung renang (*swim bladder*) yang kemudian dikeringkan dengan dijemur, kemudian dijual kepada pedagang dengan harga kiloan yang cukup mahal. Dilaporkan bahwa gelembung renang ikan manyung yang telah dikeringkan itu dikirim ke Singapur dan Hongkong untuk menjadi bahan obat. Kegiatan ini merupakan perikanan ekonomi yang baru berkembang di daerah ini. Belum ada laporan apakah kegiatan ini menimbulkan dampak pada kelestarian jenis ikan ini.



Gambar 8. Buaya dalam penangkaran di Entrop, dekat Jayapura, banyak berasal dari Sungai Mamberamo, sekitar Danau Rombebai. (indonesiakaya.com)

Selain menangkap ikan, penduduk lokal sekitar Danau Rombebai juga mempunyai keahlian menangkap buaya, keahlian yang diturunkan dari nenek moyang mereka, dan seiring pula dengan besarnya populasi buaya di sekitar kawasan ini. Buaya yang diburu adalah dari jenis buaya muara (*Crocodylus porosus*) dan buaya papua (*Crocodylus noavaeguineae*). Hasil buruan buaya itu untuk dimanfaatkan kulitnya dan dagingnya. Belakangan ini hasil tangkapan buaya itu juga untuk memasok perusahaan penangkaran buaya yang diusahakan oleh perusahaan perdagangan yang cukup besar seperti yang ada di Entrop, dekat Jayapura. Penangkaran buaya di Entrop itu memiliki izin untuk penangkaran dari Pemerintah,

dengan catatan harus mampu mengembangbiakkannya. Jumlah buaya yang dikelolanya bisa



mencapai ribuan ekor. Hasil penangkaran itu terutama untuk dimanfaatkan kulitnya sebagai komoditi ekonomi yang mahal. Telah ada laporan bahwa eksploitasi penangkapan buaya yang berlebihan telah mengakibatkan menurunnya populasinya di alam.

Tradisi berburu merupakan bagian kehidupan dan budaya penduduk asli sekitar Danau Rombebai. Mereka tidak saja mahir berburu buaya di perairan, keahlian yang diwariskan dari nenek moyang mereka, tetapi juga berburu satwa darat di hutan-hutan. Objek buruan mereka bisa terdiri dari berbagai jenis hewan seperti babi hutan, kanguru pohon, kasuari, kuskus, dan hewan lainnya. Alat buru bisa terdiri dari panah, tombak, atau jerat. Mereka biasa memanfaatkan anjing untuk membantu melacak dan memburu hewan buruan. Tugas berburu ini merupakan tugas yang diemban oleh kaum pria. Kaum wanita lebih banyak bertugas mengurus kebun dan urusan rumah tangga lainnya.

Danau Rombebai dan sekitarnya semula diperkirakan mempunyai potensi besar sebagai penghasil migas. Eksplorasi migas di kawasan ini, yang dikenal dengan Blok Migas Rombebai, telah dilaksanakan oleh Australia AED Ltd yaitu perusahaan eksplorasi minyak dan gas bumi yang berbasis di Australia. Namun setelah melaksanakan eksplorasi dari tahun 2009-2014 hasilnya kering (*dry hole*) atau gagal menemukan cadangan migas dan kemungkinan kegiatan eksplorasi di Blok Rombebai ini segera akan ditutup.



Gambar 9. Siap untuk berburu bersama sepasukan anjing pemburu. (Padmanaba *et al.* 2012)

## RUJUKAN

- Chairunissa, R. 2009. Karakteristik Daerah Aliran Sungai Mamberamo, Papua. Departemen Geografi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Cox, J. H. 2010. New Guinea Freshwater Crocodile *Crocodylus novaeguineae*. Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition, ed. By S.C. Manolis and C. Stevenson, Crocodile Specialist Group, Darwin: 90-93.
- Farelli. 2010. East Papua Memberamo-Foya Wildlife Reserve. <http://www.indonesiatravelingguide.com>
- Murdiyarso, D. & S. Kurnianto. 2008. Ecohydrology of the Mamberamo basin: An initial assessment of biophysical processes. Bogor, Indonesia: Center of International Forestry Research (CIFOR).
- Padmanaba, M., M. Bossiere, Ermayanti, H. Sumantri & R. Achdiawan. 2012. Pandangan tentang perencanaan kolaboratif tataruang wilayah di Kabupaten Mamberamo Raya, Papua, Indonesia: Studi kasus di Burmeso, Kwerba, Metajewa, Papisena dan Yoke. Laporan Penelitian CIFOR, Bogor, Indonesia.



Sumule, O. 1996. Studi kualitas air di Danau Rombebai – Irian Jaya. *Alami*, vol. 1, nomor 1, 1996: 41-45.

## 31. DANAU SENTANI

Danau Sentani terletak di Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua, pada koordinat  $140^{\circ}23' - 140^{\circ}50'$  BT dan  $2^{\circ}31' - 2^{\circ}41'$  LS. Danau ini berada di bawah lereng Pegunungan Cagar Alam Cyclops yang luasnya sekitar 245.000 hektar. Danau Sentani terletak di sebelah Selatan Kota Sentani yang merupakan ibukota Kabupaten Jayapura.

Secara geografis, Danau Sentani berbatasan dengan:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Sentani Timur, Kecamatan Sentani dan sebagian Kecamatan Sentani Barat;
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Sentani, Sentani Barat, Sentani Timur dan Kentuk;
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Sentani Barat dan Kentuk Gresi;
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Abepura, Kota Jayapura.

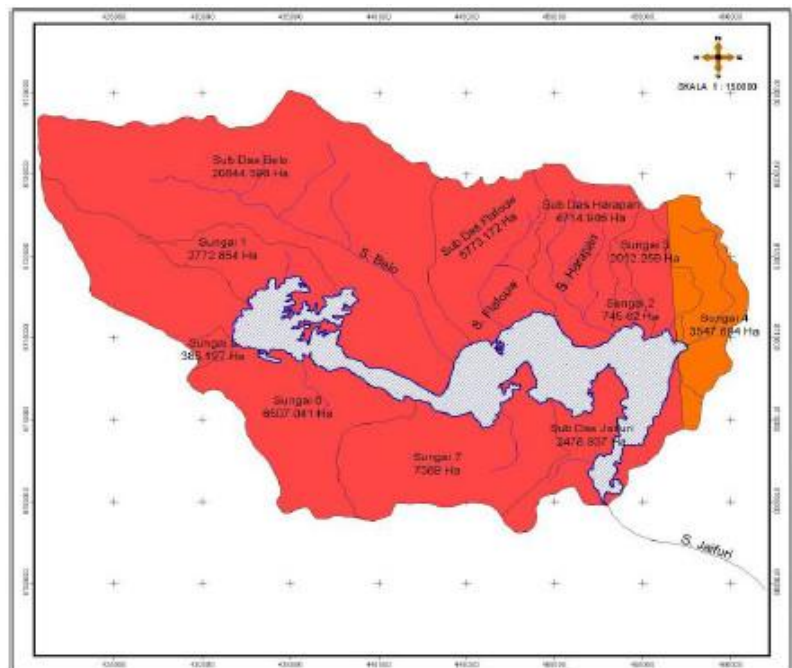


Gambar 1. Lokasi Danau Sentani di Kabupaten Jayapura, Papua.

Danau ini memiliki luas sekitar 9.360 ha dan berada pada ketinggian 75 m di atas permukaan laut. Danau Sentani merupakan danau terbesar di Papua. Di danau ini juga terdapat 21 buah pulau kecil yang menghiasi perairan ini.

Kabupaten Jayapura dan sekitarnya beriklim tropis basah dengan curah hujan rata-rata per tahun 3.276 mm. Musim hujan terjadi antara bulan Desember sampai April sedangkan musim kemarau antara Mei dan September. Suhu udara berkisar antara 23,6 °C sampai 32,2 °C dengan rata-rata 27,6 °C.

Danau Sentani mendapatkan suplai dari sekitar ±34 sumber mata air dari pegunungan Cyclops. Sumber air danau ini berasal dari 14 sungai besar dan kecil. Luas daerah tangkapan air danau sekitar 600 km<sup>2</sup>. Beberapa sungai yang bermuara ke Danau



Gambar 2 . Peta kawasan Danau Sentani (limnologi.lipi.go.id)

Sentani yaitu Sungai Belo, Sungai Flafouw, dan Sungai Harapan, sedangkan pintu keluarnya (*outlet*) adalah Sungai Jaifuri yang terletak di sebelah timur danau yang mengalir dan bermuara dekat perbatasan Papua New Guinea, yang menghadap ke Samudra Pasifik.



Gambar 3. Terdapat lebih dari 20 desa pemukiman penduduk di pantai dan pulau-pulau di Danau Sentani. Sebagian rumah penduduk asli berupa rumah panggung di atas air.

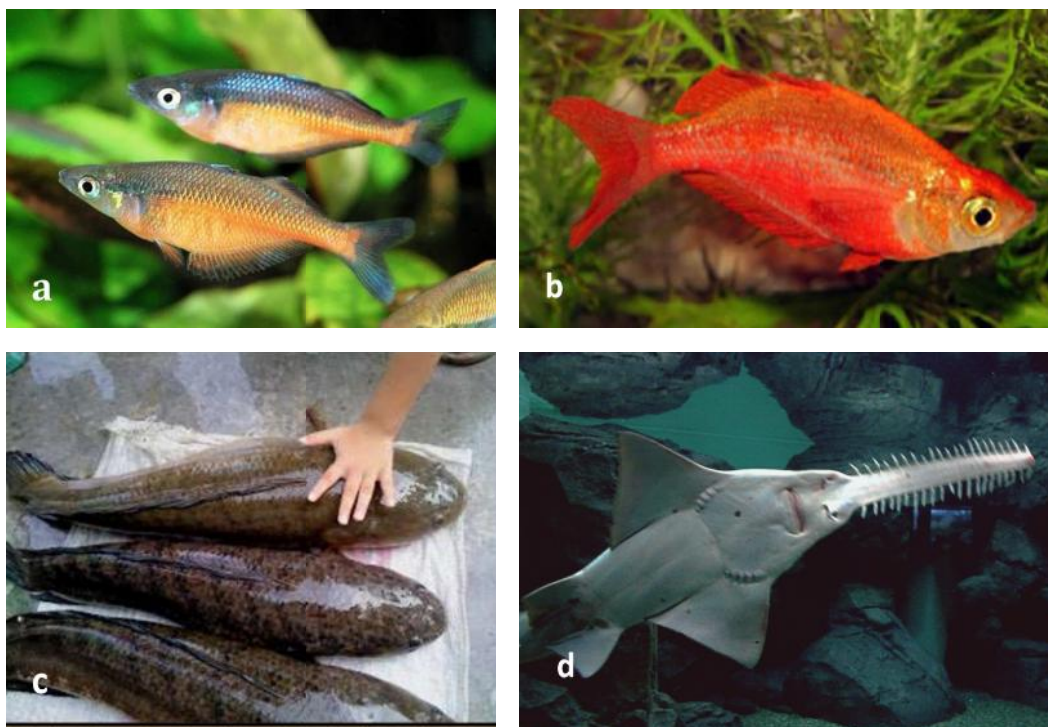


Danau Sentani mempunyai struktur perairan yang stabil, dengan suhu berkisar antara 29 - 32 °C pada lapisan 10 m teratas, pH sekitar 6,2 – 6,8, dan kepadatan plankton 1-2 mg/L. Namun di perairan bagian barat, yang sirkulasi airnya agak terbatas, kekeruhan dapat meningkat dan marak alga (*algal blooms*) dapat terjadi secara musiman yang bisa menyebabkan kematian ikan.



Gambar 4 . Teratai *Nymphaea* di Danau Sentani. (aquapress-bleher.com)

Dari aspek keanekaragaman hayati, Danau Sentani cukup beragam dan mengandung berbagai spesies endemik. Di danau ini dapat dijumpai sedikitnya 15 spesies tumbuhan akuatik, baik yang hidup di bawah air maupun yang mengapung. Beberapa diantaranya yang dominan hidup di bawah air adalah dari genus *Hydrilla*, *Potamogeton*, *Vallisneria*, *Ceratophyllum* sedangkan yang hidup di permukaan misalnya teratai (*Nymphaea* sp.) serta eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang di beberapa lokasi bisa terdapat cukup padat. Tumbuhan bawah air menutupi sekitar 5-10 % luas perairan, sedangkan tumbuhan mengapung seperti eceng gondok menutupi sekitar 1 % luas perairan danau.



Gambar 5 . Ikan endemik Danau Sentani. a) Ikan pelangi Sentani (*Chilaterina sentaniensis*); b) Ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*); c) Ikan gabus Sentani (*Oxyeleotris heterodon*); d) Ikan hiu gergaji (*Pristis microdon*).



Di danau ini terdapat sekitar 30 spesies ikan air tawar dan empat di antaranya merupakan endemik Danau Sentani yaitu ikan gabus Sentani (*Oxyeleotris heterodon*), ikan pelangi Sentani (*Chilatherina sentaniensis*), ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*) dan ikan hiu Sentani (*Pristis microdon*). Di antara ikan endemik itu yang populasinya semakin menyusut adalah ikan gabus Sentani. Sementara itu ikan hiu Sentani yang merupakan satu-satunya jenis hiu gergaji yang terdapat di danau air tawar keberadaannya hampir punah, atau mungkin telah punah. Ikan hiu ini termasuk jenis ikan yang dilindungi oleh peraturan perundang-undangan melalui SK Mentan No.716/Kpts/Um/10/80 tahun 1999 tentang pengawetan jenis tumbuhan dan satwa.

Penyebab utama punahnya ikan hiu gergaji Sentani adalah diintroduksinya alat tangkap berupa jaring insang monofilamen pada tahun 1969 yang dimaksudkan untuk mendongkrak produksi perikanan di danau Sentani. Kenyataannya memang introduksi jaring insang telah menaikkan produksi perikanan di danau ini secara signifikan. Namun introduksi alat tangkap ini tak diduga menimbulkan dampak negatif terhadap kelestarian ikan hiu gergaji di danau ini. Ikan hiu gergaji sebenarnya bukanlah ikan target untuk ditangkap oleh masyarakat setempat, tetapi ikan ini sering ikut terjaring dan terbelit pada jaring insang. Makin lama makin banyak ikan hiu gergaji yang terjaring dan mati hingga melebihi kemampuan pulihnya yang berakibat terancamnya kelestariannya. Pada tahun 1969-1971 misalnya, dengan penggunaan jaring insang telah terjat 151 ekor hiu gergaji Sentani. Tetapi pada tahun 1974 hiu gergaji Sentani hanya tertangkap seekor saja dan bertahun-tahun berikutnya tidak pernah terdengar lagi. Namun hiu Sentani masih hidup dalam ekspresi budaya masyarakat lokal.

Sebenarnya ikan hiu gergaji spesies *Pristis microdon* terdapat juga di berbagai lokasi di Indonesia yang menghuni perairan laut hingga muara sungai. Tetapi hiu gergaji yang hidup di danau air tawar hanya ada di Danau Sentani, dan ini yang membuatnya istimewa. Diduga keberadaan hiu gergaji di Danau Sentani terkait dengan sejarah terbentuknya danau ini. Danau Sentani dulunya berasal dari estuaria yang merupakan bagian dari laut yang menjorok jauh ke darat. Aktivitas tektonik kemudian membendung perairan ini dan terbentuklah danau, yang kemudian terangkat (*uplifted*) dan akhirnya putuslah hubungan langsungnya dengan laut. Danau yang baru terbentuk yang semula merupakan bagian dari laut, lama kelamaan menjadi tawar karena terus mendapat masukan air tawar dari daerah hulunya. Sementara itu ikan hiu



Gambar 6. Foto lawas (tahun 1962) menunjukkan ikan hiu Sentani berukuran sekitar 3 m yang tertangkap oleh nelayan setempat. Sekarang ikan hiu Sentani sudah tak pernah lagi dijumpai. (41.media.tumblr.com)

gergaji yang terperangkap di danau yang telah terbentuk itu mengalami perubahan makin menyesuaikan dengan kondisi air yang akhirnya menjadi tawar.

Danau Sentani dengan segala sumberdaya alam dan pemanfaatannya telah memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat Sentani dan sekitarnya. Halomoan (2012) misalnya, telah mengadakan penelitian tentang nilai ekonomi Danau Sentani yang menunjukkan nilai ekonomi total Danau Sentani adalah sebesar Rp. 51.179.921.700/tahun. Nilai ekonomi Danau Sentani sebagai budidaya perikanan mencapai Rp. 7.507.500.000/tahun, sedangkan sebagai produsen ikan tangkap Rp 27.256.250.000/tahun. Nilai ekonomi sebagai sumber air minum masyarakat sebesar Rp. 13.305.500.000/tahun. Sebagai obyek wisata alam mencapai Rp. 790.759.200/tahun, ditambah dengan pelaksanaan Festival Danau Sentani sebesar Rp. 1.750.000.000. Nilai ekonomi Danau Sentani sebagai transportasi yakni Rp. 569.921.500/tahun.

Kegiatan perikanan di Danau Sentani terdiri dari perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Perikanan tangkap dilaksanakan oleh nelayan setempat dengan menggunakan alat tangkap sederhana seperti pancing, tombak, jala, jaring, sedangkan perahu yang digunakan adalah perahu kayu tak bercadik. Jumlah nelayan diperkirakan sekitar 900 orang yang tersebar di tiga wilayah dengan besaran 45 % di wilayah barat, 42 % di wilayah tengah, dan 13 % di wilayah timur Danau Sentani. Jenis ikan yang tertangkap sebanyak 16 jenis, 9 diantaranya merupakan ikan asli (*indigenous species*). Jenis yang umum adalah ikan hewu atau ikan pelangi Sentani (*Chilaterina sentaniensis*), gete-gete (*Apogon whichmani*), sembilang (*Hemipimelodus venutinus*), gabus putih (*Ophiocira aporas*). Hasil tangkapan diperkirakan sebesar 1.823 ton/thn. Hasil tangkapan nelayan 4,2 - 5,6 kg/hari atau rata-rata sekitar 4,7 kg/hari dengan potensi produksi sebesar 8.922 ton/thn sehingga pemanfaatannya baru sebesar 18% (KLH, 2011).

Disamping perikanan tangkap, perikanan budidaya juga sudah dikembangkan di Danau Sentani dengan menggunakan karamba jaring apung. Jenis ikan yang dominan dibudidayakan adalah jenis ikan introduksi seperti ikan nila (*Oreochromis niloticus*), mujaer (*Oreochromis mossambicus*), mas (*Cyprinus carpio*) dan gurame (*Osphrenemus gouramy*).

Saat ini Danau Sentani digunakan sebagai tampungan air untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat, baik domestik, industri maupun irigasi. Air yang keluar dari danau mengalir ke Sungai Jaifuri yang kemudian masuk ke Sungai Tami. Air Sungai Tami ini melalui Bendung Tami dimanfaatkan sebagai air irigasi untuk lahan pertanian kawasan transmigrasi Arso.



Gambar 7. Perikanan budidaya dengan Karamba Jaring Apung di Danau Sentani (papua.antaranews.com/berita)



Gambar 8. Kiri: Pemanfaatan air Danau Sentani untuk irigasi (Walukow, 2009). Kanan: Perahu merupakan sarana transportasi penting bagi masyarakat di Danau Sentani.

Transportasi air merupakan prasarana penting bagi penduduk yang bermukim di di pantai dan pulau-pulau di tengah danau. Perahu dan perahu motor menjadi sarana transportasi utama untuk ke pasar, sekolah dan berbagai aktifitas lainnya. Namun keterbatasan armada perahu membuat warga sering mengabaikan keselamatan sebab tidak jarang satu perahu diisi penumpang hingga melebihi kapasitas.

Dalam aspek pariwisata, Danau Sentani mempunyai daya pesona yang sangat menarik, baik untuk wisata alam, maupun wisata budaya. Salah satu kegiatan yang selalu menjadi daya tarik adalah pelaksanaan Festival Danau Sentani. Festival ini sendiri telah ditetapkan sebagai festival tahunan dan masuk dalam kalender pariwisata utama. Festival ini diisi dengan tarian-tarian adat di atas perahu, tarian perang khas Papua, upacara adat seperti penobatan Ondoafi, dan sajian berbagai kuliner khas Papua.



Gambar 9. Festival Danau Sentani, yang dilaksanakan tiap tahun pada bulan Juni merupakan agenda pariwisata yang sangat menarik.



Danau Sentani memang telah memberi banyak manfaat bagi masyarakat sekitarnya. Namun pemanfaatan yang tidak dilandasi pertimbangan kelestarian lingkungan telah menimbulkan berbagai masalah. Beberapa masalah lingkungan yang dihadapi di Danau Sentani antara lain: pencemaran air dan sedimentasi.

Kajian lingkungan yang pernah diadakan di Danau Sentani mengindikasikan perairan danau ini telah telah tercemar, mulai dari tercemar ringan, sedang hingga berat. Tinggi rendahnya nilai mutu air dipengaruhi oleh beberapa kegiatan masyarakat baik yang di hulu sungai maupun yang di sempadan danau, yang limbahnya kemudian mengalir masuk ke danau. Sumber limbah antara lain dari kegiatan pemukiman, pertanian, perikanan, dan pertambangan galian golongan C seperti tanah, pasir dan batu. Kerusakan lahan di daerah tangkapan danau juga telah menyebabkan terjadinya erosi yang menyebabkan makin keruh dan makin dangkalnya perairan danau.



Gambar 10 . Erosi di lereng perbukitan menimbulkan masalah sedimentasi di Danau Sentani.

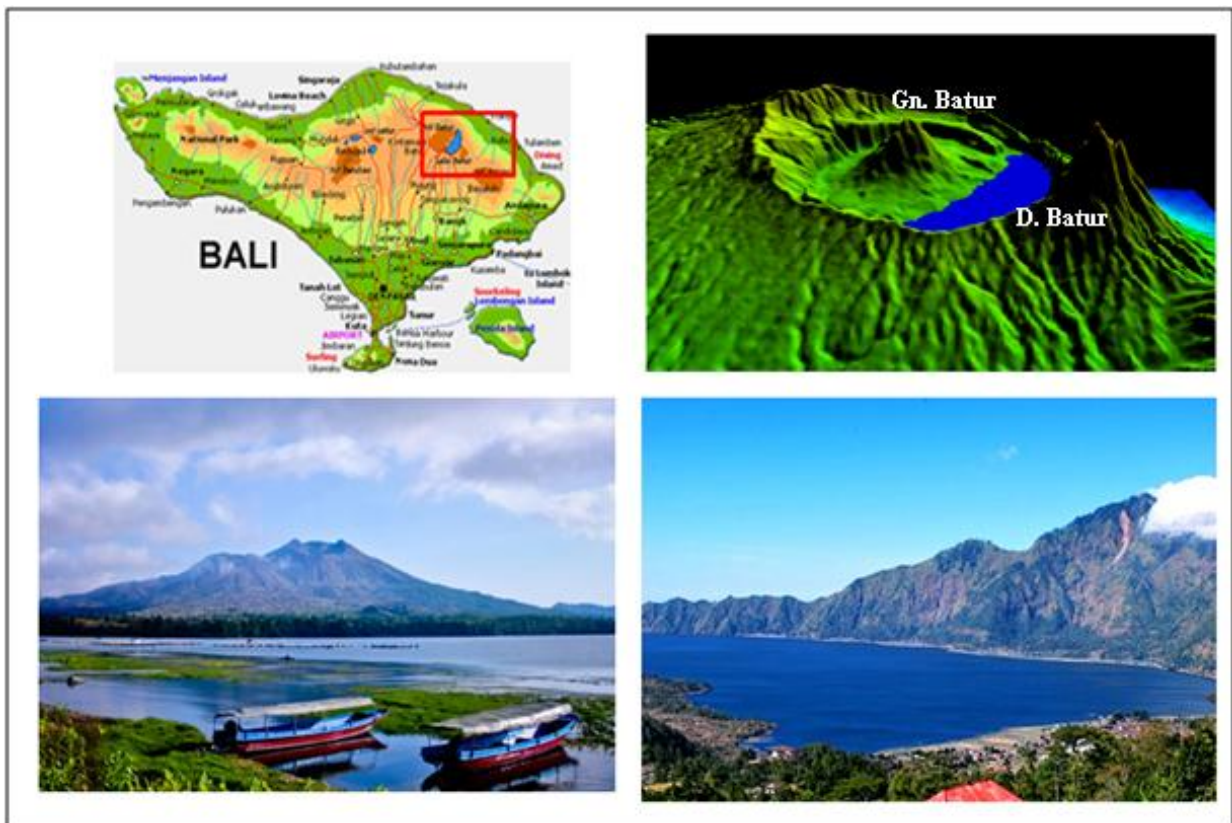
## RUJUKAN

- Halomoan, H. 2012. Valuasi ekonomi Danau Sentani di Kabupaten Jayapura. *Ecotrophic* Vol 7, No. 2: 135 – 144.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Sentani. <http://limnologi.lipi.go.id/danau/profil.php>
- Syafputri, E. 2012. Hiu Gergaji Sentani riwayatmu kini. (<http://www.antaraneews.com>)
- Walukow, A. F. 2009. Rekayasa model pengelolaan danau terpadu berwawasan lingkungan. Studi kasus di Danau Sentani. Disertasi. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.
- Waroy, G. A. D. 2013. Kajian Pencemaran lingkungan perairan akibat limbah domestik di Danau Sentani Kabupaten Jayapura Provinsi Papua (Studi kasus di Desa Yoka dan Tanjung Elmo). Tesis S2. Magister Pengelolaan Lingkungan Universitas Gajah Mada.



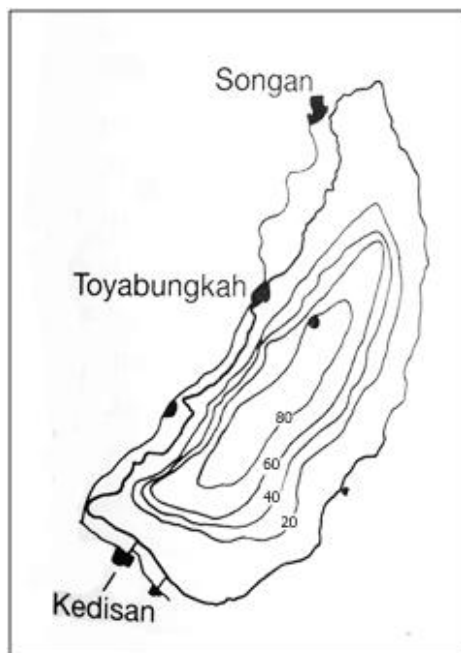
## 32. DANAU BATUR

Danau Batur terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Propinsi Bali, termasuk jenis danau kaldera aktif yang berada pada ketinggian (*altitude*) 1.031 m di atas permukaan laut. Secara geografis, Danau Batur terletak pada koordinat  $115^{\circ} 22' 42,3'' - 115^{\circ} 25' 33,0''$  BT (Bujur Timur) dan  $8^{\circ} 13' 24,0'' - 8^{\circ} 17' 13,3''$  LS (Lintang Selatan).



Gambar 1. Atas: Peta Danau Batur. Bawah: Panorama Danau Batur.

Kaldera Gunung Batur diperkirakan terbentuk akibat dua letusan besar yang terjadi sekitar 20.000 dan 30.000 tahun yang lalu. Di dalam kaldera tersebut terbentuklah Danau Batur yang berbentuk bulan sabit yang menempati bagian tenggara kaldera. Danau Batur mempunyai panjang sekitar 7,5 km, lebar maksimum 2,5 km, kelilingnya sekitar 22 km, dan merupakan danau terbesar di Pulau Bali. Luas danau sekitar  $16 \text{ km}^2$  dengan volume air 815,38 juta  $\text{m}^3$ . Kedalaman maksimumnya 88 m dan kedalaman rata-rata 50,8 m. Danau ini terkungkung, tak mempunyai pintu keluar berupa sungai. Air Danau Batur bersumber dari air hujan dan rembesan-rembesan air dari pegunungan sekitarnya dengan luas daerah tangkapan air  $105,35 \text{ km}^2$ .



Gambar 2. Peta kedalaman (batimetri) Danau Batur. (Whitten *et al.* 1996)

Danau Batur dikelilingi oleh lahan dengan dua topografi yang berbeda, yaitu di bagian barat merupakan dataran rendah yang bergelombang sampai gunung (Gunung Batur dengan ketinggian 1.717 m di atas permukaan laut) dan di bagian utara, timur dan selatan merupakan daerah perbukitan terjal sampai gunung (Gunung Abang dengan ketinggian 2.172 m di atas permukaan laut).

Sebagian besar lahan di sekitar danau dimanfaatkan sebagai tegalan yaitu mencapai 49,35%. Lahan ini digunakan untuk budidaya tanaman sayur-sayuran dan hortikultura, terutama di bagian barat dan selatan danau. Di sekitar danau terdapat sebaran hutan berupa hutan rakyat dan hutan negara. Sebaran hutan negara di sekitar danau meliputi areal seluas 3.281,7 ha (27,84%), meliputi hutan lindung di bagian utara dan selatan danau dan hutan taman wisata alam di bagian barat. Lahan yang dimanfaatkan untuk kebun sebesar 4,59%, lahan untuk pekarangan hanya sebesar 2,22% dan selebihnya berupa lahan lain-lain yaitu lahan kritis bekas lahan Gunung Batur.

Ekspedisi limnologi Indodanau ke Danau Batur tahun 1992 (Lehmusluoto *et al.* 1997) mencatat bahwa struktur perairan danau ini mempunyai stratifikasi yang lemah, dan merupakan danau yang kadar garamnya sangat tinggi tercermin dari konduktivitas elektriknya berkisar 1.750 – 1.800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dan konsentrasi padatan terlarut (*dissolved solids*) sekitar 1.340 – 1.520 mg/l. Nilai pH nya juga tinggi sampai 8,8 terutama di lapisan atas (*epilimnion*). Kandungan hara (*nutrient*) danau ini agak rendah dengan total nitrogen 0,256 sampai 0,970 mg N/l dan fosfor dari tak terdeteksi hingga 0,028 mg P/l. Kandungan klorofilnya berkisar 0,57 hingga 3,83  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Komposisi fitoplanktonnya agak beragam, namun diatom jenis *Synedra acus* tercatat dominan di bulan September 1992. Kecerahan air (*transparency*) berkisar 3,0 hingga 3,2 m. Secara keseluruhan danau ini tergolong miskin (oligotrofik). Namun studi lebih mutakhir yang dilaksanakan oleh Suryono *et al.* (2008) menunjukkan bahwa Danau Batur telah mengalami penyuburan atau eutrofikasi ringan akibat kegiatan masyarakat setempat berupa pengembangan perikanan dengan menggunakan Karamba Jaring Apung (KJA).

Dari aspek hidrologinya, Suryati & Samuel (2012) menyebutkan banyak terdapat aliran air dalam tanah yang mengalirkan air dari Danau Batur yang kemudian muncul menjadi mata air di beberapa tempat dan dianggap oleh masyarakat setempat sebagai “tirta suci”. Selain itu rembesan dari Danau Batur tersebut juga merupakan sumber mata air tawar bagi sebagian besar sungai yang berada di Bali.

Danau Batur memiliki fungsi sebagai sumber keanekaragaman hayati berbagai biota air dan darat, habitat berbagai jenis fauna endemik, serta fungsi sosial ekonomi budaya di kawasan tersebut. Berbagai jenis tumbuhan air yang terdapat di Danau Batur antara lain bintang- bintang (*Azola pinnata*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*), ganggang (*Hydrilla verticillata*),

ganggang (*Myriophyllum brasiliense*), kangkung (*Ipomoea aquatica*), kapu-kapu (*Pistia stratiotes*), *Poligonum barbatum*, pudpug (*Humenachne pseudointerrupta*), rumput jarum (*Najas indica*), rumput simpul (*Chara vulgaris*) dan toke-toke (*Lemna perpusila*). Sedangkan jenis-jenis plankton yang ada tergolong ke dalam tiga kelas yaitu Cyanophyta, Chlorophyta dan Diatomae.

Jenis-jenis ikan yang umum di Danau Batur terdiri atas enam jenis, yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan nila (*Oreochromis nilotica*), ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*), ikan nyalyan (*Rasbora sp.*), ikan gabus (*Ophiocephalus sp.*) dan ikan lele (*Clarias batrachus*). Dari keenam jenis ikan tersebut, yang tergolong jenis ikan ekonomis penting dan merupakan ikan-ikan target adalah ikan mas, ikan nila dan ikan mujaer.



Gambar 3. Restoran apung dan Kramba Jaring Apung (KJA) makin banyak tumbuh di perairan Danau Batur, Bali (*Harian Kompas*, 27 September 2015)



Gambar 4. Kondisi Danau Batur di wilayah Seked pasca terjadinya kematian massal ikan dalam kramba bulan Juli 2015 (balipost.com)



Kegiatan perikanan makin berkembang di danau ini seiring dengan makin pesatnya kegiatan kepariwisataan dan pemukiman di sekitar danau. Budidaya ikan dengan menggunakan Karamba Jaring Apung (KJA) sudah makin bertumbuh disertai dengan makin tumbuhnya pula restoran-restoran apung di tepi danau. Ikan yang dibudidayakan adalah ikan introduksi terutama ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan mujaer (*Oreochromis mossambicus*). Apabila pertumbuhan perikanan budidaya ini tak terkendali, akan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan. Suryati & Samuel (2012) misalnya telah melaporkan bahwa pada bulan Juni 2011 telah terjadi kematian massal ikan karamba jaring apung di Danau Batur yang mengakibatkan kerugian bagi nelayan dengan nilai lebih dari 3 milyar Rupiah. Laporan yang lebih mutakhir menyebutkan kasus yang sama terjadi di bulan Juli 2015 yang menyebabkan kematian ikan dalam jumlah besar di Danau Batur yang didahului dengan perubahan warna air, dari semula jernih menjadi keruh keputihan disertai bau belerang yang menyengat.

Menurut Wijaya *et al.* (2012) potensi produksi sumberdaya ikan dapat dihitung berdasarkan kandungan klorofil-a di perairan. Berdasarkan asumsi itu penelitiannya di Danau Batur memberikan estimasi potensi produksi sumber daya ikan di Danau Batur berkisar antara 221,2 – 270,3 kg/ha/tahun. Penelitian yang dilakukan tahun 2011 itu menunjukkan pula bahwa kondisi kualitas perairan di Danau Batur masih baik untuk kehidupan sumber daya ikan di habitat alaminya.

Danau Batur mempunyai bentang alam pegunungan dan danau yang indah hingga merupakan tujuan wisata yang sangat terkenal. Di tepi timur danau ini terdapat desa tua yang bernama Trunyan yang mencerminkan peradaban Bali kuno (sebelum masuknya agama Hindu) atau disebut Bali Aga. Di desa ini orang yang sudah meninggal tidak dikubur tetapi diletakkan begitu saja di bawah pohon tertentu tetapi mayat-mayat itu tidak mengeluarkan bau sama sekali.



Gambar 5. Tempat pemakaman mayat di alam terbuka tanpa dikuburkan di desa Trunyan, pantai timur Danau Batur. (wisatabaliutara.com)

Baru-baru ini Kaldera Gunung Batur ditetapkan sebagai *Global Geopark Network* atau taman bumi oleh UNESCO pada 20 September 2012 dalam Sidang Konferensi Geopark 11 di Portugal. Ini berarti Kawasan Danau Batur menjadi taman bumi pertama di Indonesia yang ditetapkan secara resmi oleh UNESCO. Oleh karena itu, beberapa kegiatan pembangunan telah



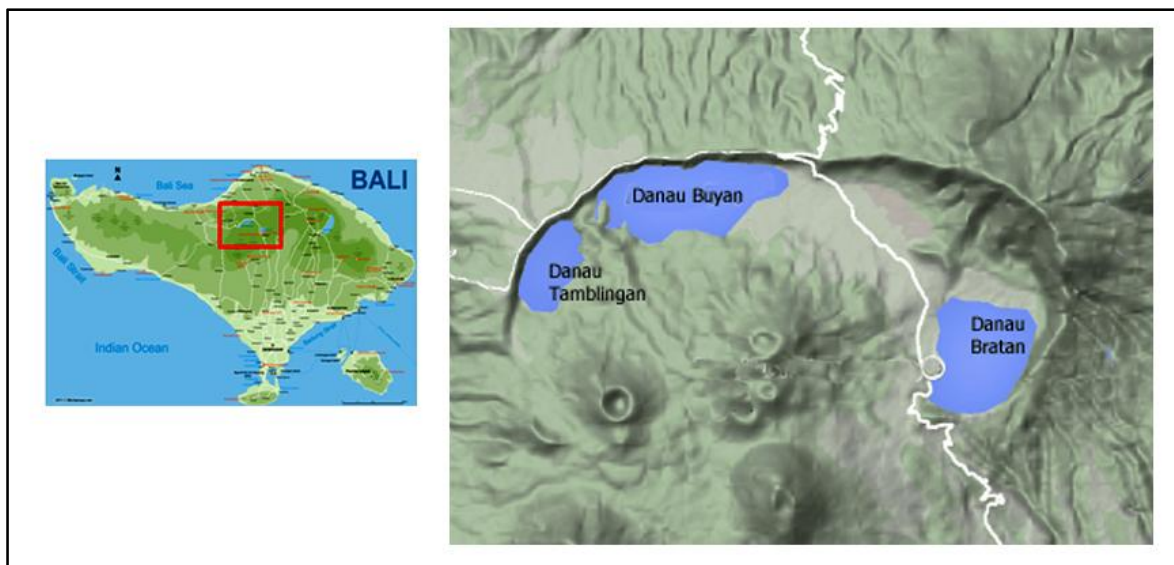
dikembangkan untuk lebih mensosialisasikan Danau Batur sebagai taman bumi (*geopark*). Dengan demikian pengunjung yang datang tak sekadar menikmati alam, namun juga mendapatkan informasi mengenai batuan, satwa endemik, dan hal-hal lain berkaitan dengan kawasan tersebut sebagai taman bumi.

## RUJUKAN

- Green, J., S. A. Corbet, E. Watts & Oey Biauwan Lan. 1978. Ecological studies of Indonesian lakes. The montane lakes of Bali. *J. Zool. London*, 186: 15-38.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. 2014. Danau Batur. <http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau>.
- Suryati, N.K. & Samuel. 2012. Fungsi strategis Danau Batur, Perubahan ekosistem dan masalah yang terjadi. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Suryono, T., S. Nomosatryo & E. Mulyana. 2008. Tingkat kesuburan danau-danau di Sumatra dan Bali. *Limnotek*, vol XV, No. 2: 99 – 111.
- Whitten, A., R. E. Soeriaatmadja & S. A. Afiff. 1996. *The ecology of Java and Bali*. Ecology of Indonesia Series. Vol.II. Dalhousie University: 969 pp.
- Wijaya, D., A. F. Sentosa & D W. H. Tjahjo. 2012. Kajian kualitas perairan dan potensi produksi sumberdaya ikan di Danau Batur, Bali. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012: 386 – 399.

### 33. DANAU BRATAN, BUYAN DAN TAMBLINGAN

Danau Bratan terletak di kawasan Bedugul, Desa Candikuning, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan, Bali. Posisi geografisnya kurang lebih  $8,17^{\circ}$  LS (Lintang Selatan) dan  $115,10^{\circ}$  BT (Bujur Timur) dengan ketinggian (*altitude*) 1.290 m di atas permukaan laut. Luasnya  $3,90 \text{ km}^2$ , kedalaman maksimum 23 m, dan volumenya 49 juta  $\text{m}^3$ . Danau Bratan merupakan danau vulkanik yang terdapat dalam satu kaldera besar, yang di dalamnya terdapat pula dua danau lainnya yakni Danau Buyan dan Danau Tamblingan ( Gambar 1).



Gambar 1. Peta Danau Bratan, Danau Buyan dan Danau Tamblingan, di Bali.



Gambar 2. Pura Ulun Danu di tepi Danau Bratan (ksmtour.com)



Gambar 3. Danau Buyan (wanderingeducators.com).



Gambar 4. Danau Tamblingan (yandeardanaphotography.com)

Tabel 1. Karakteristik danau-danau di kaldera Bratan, Bali (Whitten *et al.* 1996)

	Luas maksimum (km <sup>2</sup> )	Kedalaman maksimum (m)	Volume (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	Ketinggian (m)
Danau Bratan	3,9	23	49	1.290
Danau Buyan	3,7	70	116	1.217
Danau Tamblingan	1,2	40	27	1.200

Danau Buyan berada pada ketinggian 1.217 m di atas permukaan laut, dengan luas 3,70 km<sup>2</sup> dan kedalaman 70 m, sedangkan Danau Tamblingan pada ketinggian 1.200 m, luas 1,2 km<sup>2</sup> dan kedalaman 40 m.

Danau Bratan berada di daerah pegunungan yang beriklim dingin dan menjadi salah satu daerah tujuan kunjungan wisata yang terkenal di Bali. Daerah sekitarnya banyak dimanfaatkan untuk pertanian hortikultura seperti sayur-mayur. Di dekat danau ini terdapat pula Kebun Raya Eka Karya yang dikelola oleh LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia). Di tepi barat Danau Bratan terdapat sebuah pura yang dikenal sebagai Pura Ulun Danu, yang merupakan meru dengan atap bertingkat sebelas yang sangat indah. Pura Ulun Danu Bratan ini masyhur sebagai tempat pemujaan kepada Sang Hyang Dewi Danu sebagai pemberi kesuburan.

Danau Bratan yang dikunjungi oleh Ekspedisi Limnologi *Indodanau* tahun 1992 (Lehmusluoto *et al.* 1997) menunjukkan perairan ini mempunyai stratifikasi yang lemah dan dengan konduktivitas yang rendah. Kandungan hara (*nutrient*) seperti total nitrogen dan fosfor umumnya sangat rendah. Kandungan klorofil berkisar 5,59 – 7,33 mg/m<sup>3</sup> dengan kecerahan (*transparency*) 1,8 m. Perairan Danau Bratan ini termasuk oligotrofik (miskin hara), meskipun belakangan ini telah terindikasi mengalami pengayaan (eutrofikasi). Pada bulan September 1992 fitoplankton jenis *Staurastrum tetracerum* mendominasi perairan danau ini. Kegiatan rekreasi air seperti berperahu motor (*motor boating*) sudah berkembang, tetapi dikhawatirkan kegiatan semacam ini dapat menimbulkan pencemaran minyak di danau yang kecil ini.

Studi oleh Kosasih (2007) di Danau Bratan mengenai pengaruh limbah domestik terhadap kualitas air di danau ini menunjukkan bahwa (1) limbah cair domestik memiliki konsentrasi bahan organik yang cukup tinggi, hal ini terbukti dari tingginya nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang diikuti dengan rendahnya DO (oksigen terlarut) karena oksigen habis digunakan untuk mengurai bahan organik pada air limbah; (2) air danau sudah terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli* namun masih dalam ambang batas yang telah ditetapkan dan masih bisa diatasi dengan pengolahan yang sederhana.

Danau Buyan dan Danau Tamblingan letaknya berdampingan sangat dekat hingga sering disebut sebagai danau kembar. Kedua danau ini merupakan cekungan *endorheic* yang terkungkung, berarti tak ada aliran masuk ataupun aliran keluar danau yang jelas.

Kawasan kedua danau ini merupakan kawasan lindung (Taman Wisata Alam) yang juga merupakan kawasan suci. Keaslian alam di kawasan danau-danau ini pada umumnya masih sangat baik. Namun studi mutakhir yang dilaksanakan oleh Subehi *et al.* (2014) menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan tata guna lahan di sekitar kedua danau ini. Luas kawasan hunian di sekitar kedua danau ini bertumbuh sekitar 76,4 ha hingga 118,2 ha, terutama berasal dari lahan persawahan dan pertanian. Sedimentasi di Danau Buyan dan Tamblingan menunjukkan beban sedimen masing-masing sebesar 134,2 ton/tahun dan 111 ton/tahun. Bila hal ini terus berlanjut akan mengancam kelestarian danau tersebut.

Belakangan ini telah terjadi perubahan lingkungan yang menimpa Danau Buyan. Pada musim kemarau 2015, dilaporkan air Danau Buyan menyusut dan dipenuhi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) (Gambar 4).

Dari aspek kunjungan wisata kedua danau ini menarik karena tidak diperkenankan menggunakan perahu bermesin yang bisa menimbulkan suara berisik, hanya boleh dengan perahu dayung saja. Keheningan dan keaslian alam disini justru menjadikannya sangat





Gambar 4. Air Danau Buyan di Desa Pancasari, Kecamatan Sukasada, Buleleng menyusut di musim kemarau, danau dipenuhi eceng gondok (2015). (bali.tribunnews.com)

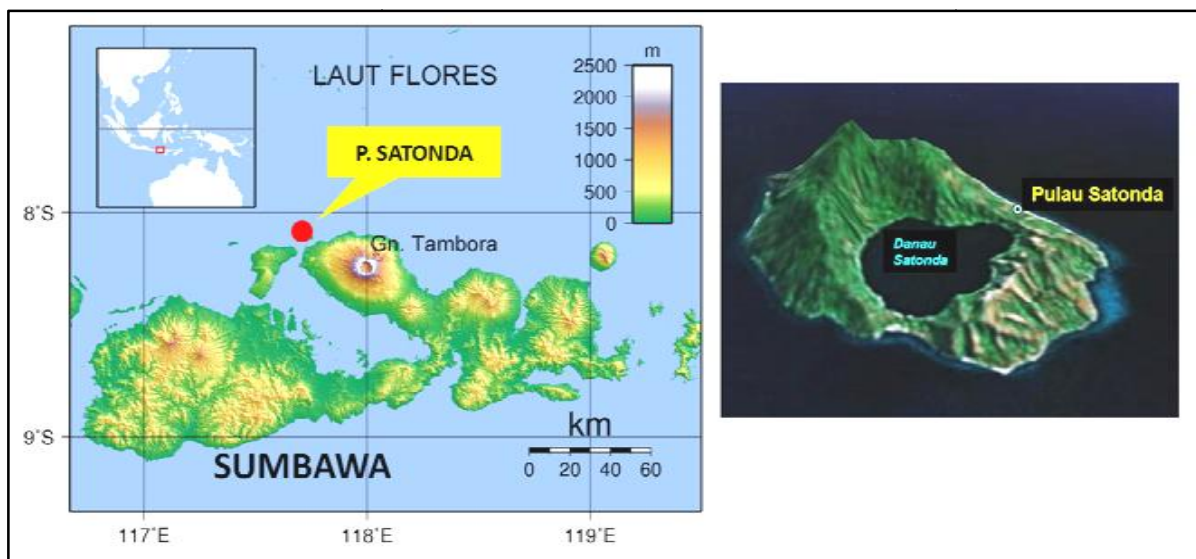
mempesona. Di samping karena pesona alamnya, disini juga banyak terdapat pura, tempat-tempat suci umat Hindu yang menyimpan sejarah perkembangan peradaban dan kebudayaan Bali, khususnya menyangkut pembentukan dan perkembangan Desa Tamblingan, pada abad 10 hingga 14 Masehi.

## RUJUKAN

- Giesen, W. 1994. Indonesia's major freshwater lakes: A review of current knowledge, development processes and threats. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 24: 115 – 128.
- Green, J., S. A. Corbet, E. Watts & Oey Biauwan Lan. 1978. Ecological studies of Indonesian lakes. The montane lakes of Bali. *J. Zool. London*, 186: 15-38.
- Kosasih. 2007. Pengaruh limbah domestik terhadap kualitas air Danau Bratan di Daerah Bedugul Bali. Tesis S2 Ilmu Lingkungan UGM.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Paramitha, I.G. A.P. 2014. Keanekaragaman pohon kawasan riparian di Taman Wisata Alam Danau Buyan-Tamblingan. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VII*: 484-499.
- Subehi, L., H. Wibowo & I. Ridwansyah. 2014. Characteristics of physical catchment of Lake Buyan and Lake Tamblingan, Bali – Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VII*, 2014: 358 – 367.
- Whitten, A., R. E. Soeriaatmadja & S. A. Afiff. 1996. *The ecology of Java and Bali*. Ecology of Indonesia Series. Vol.II. Dalhousie University: 969 pp.

## 34. DANAU SATONDA

Danau Satonda terletak di suatu pulau kecil yang namanya Pulau Satonda, yang terletak di Laut Flores, sebelah utara Pulau Sumbawa, termasuk Kabupaten Dompu, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara geografi posisinya berada pada koordinat  $8^{\circ} 7'$  Lintang Selatan dan  $117^{\circ} 45'$  Bujur Timur. Ukuran pulau ini memang kecil hingga sering tidak tercantum dalam banyak peta, apalagi dananya. Pulau Satonda sendiri, telah ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam Laut berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan tanggal 22 Juni 1999 dengan luas 2.600 ha. Sebenarnya nama asli danau itu adalah Danau Motitoi, tetapi lebih populer dikenal dengan nama Danau Satonda. Danau ini tersohor di dunia ilmu pengetahuan sejak tahun 1984 ketika pertama kali ditemukan sebagai danau yang mempunyai ciri yang sangat unik, yang mirip dengan kondisi samudra zaman purba. Danau Satonda dipandang sebagai jendela kontemporer untuk dapat menengok ciri kondisi laut kita miliaran tahun lampau. Danau Satonda telah menjadi salah satu “*palaeo-oceanographic laboratory*” alias “laboratorium oseanografi purba” yang paling menarik dan unik di dunia.

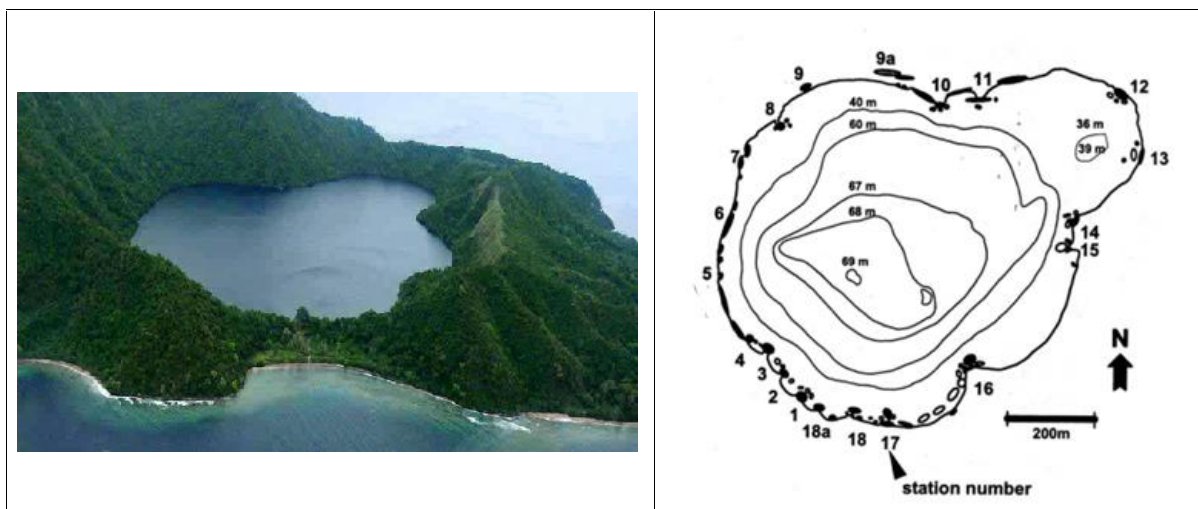


Gambar 1. Peta lokasi Pulau Satonda

Danau Satonda (Danau Motitoi) dengan ketinggian muka air sekitar 1-2 m di atas permukaan laut, mempunyai panjang sekitar 1,2 km dan lebar 0,9 km, dengan luas permukaan  $0,77 \text{ km}^2$ . Kedalaman maksimumnya adalah 69,5 m dengan rerata 44 m, dan dengan volume  $0,034 \text{ km}^3$ . Derajat keasamannya (pH) berkisar 7,08 – 8,27, dan suhu berkisar  $28,3 - 39,0^{\circ}\text{C}$ . Danau ini merupakan danau asin dengan salinitas sekitar 29,4 – 37,2 ‰.

Danau ini mempunyai dua kawah (*crater*) bersusun, yang kecil terdapat di bagian utara (Gambar 2). Dinding kawah sekitar danau berdiri tegak setinggi 300 m di atas permukaan laut. Depresi atau bagian cekungan yang membentuk danau tampaknya terjadi karena runtuhnya

kantong magma vulkanik sekitar 10.000 tahun lalu hingga membentuk satu kaldera. Ke arah selatan dinding kawah tampilannya melandai ke arah laut hingga menyisakan dinding kawah lama menjadi hanya selebar 60 m dan rendah sekitar 13 m di atas permukaan laut, yang kini menjadi jalur akses menuju ke danau ini (Gambar 2).



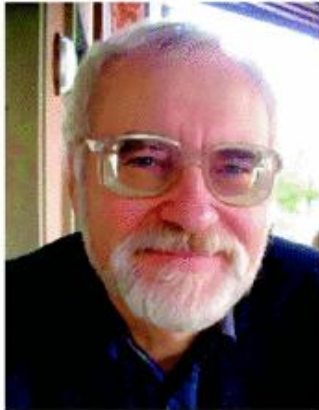
Gambar 2. Kiri: Danau Satonda dari udara. Kanan: Peta batimetri (kedalaman) Danau Satonda.

Ditemukannya keunikan Danau Satonda dalam kancan ilmu pengetahuan bermula ketika diadakannya ekspedisi oseanografi Snellius II dengan kapal riset *Tyro* di tahun 1984, yang merupakan kerjasama Indonesia - Belanda, menyinggahi pulau Satonda. Hasil pengukuran berbagai parameter kimia dan ditemukannya berbagai formasi karbonat serta berbagai bentuk kehidupan di danau ini yang mirip dengan fosil di era Palaeozoic (miliaran tahun lampau) mengindikasikan kondisi yang sangat istimewa. Temuan awal ini kemudian dilanjutkan dengan ekspedisi kapal riset *Sonne* ke Pulau Satonda yang merupakan ekspedisi oseanografi Indonesia - Jerman di tahun 1986.



Gambar 3. Pemandangan Danau Satonda (Danau Motitoti) di Pulau Satonda.





Stephan Kempe



Józef Kazmierczak

Gambar 4. Kempe dan Kazmierczak, ilmuwan yang pertama mengungkapkan Danau Satonda sebagai representasi lingkungan samudra purba

Dua ilmuwan Eropa yang sangat berperan menyingkap rahasia Danau Satonda dari ekspedisi ilmiah ke Danau Satonda ini adalah Kempe dan Kazmierczak. Bagi keduanya, Danau Satonda merupakan fenomena langka karena airnya yang asin dengan alkalinitas (tingkat kebasahan) disertai pH dan kelarutan karbonat yang sangat tinggi dibandingkan dengan air laut umumnya. Kondisi lingkungan ekstrim semacam ini umumnya akan menumpas kehidupan biota makro (*macrobiota*), dan kenyataannya memang tak ada kehidupan biota makro yang bisa dijumpai hidup di danau ini. Sebaliknya, di danau ini

dijumpai struktur berkapur seperti terumbu (*calcareous reef-like structures*) yang terdiri dari hamparan alga-merah, serpulid (semacam cacing tabung), dan foraminifera serta cyanobacteria yang mengendapkan kapur dan membentuk formasi karbonat yang disebut stromatolit. Struktur stromatolit di dasar danau ini sangat mirip dengan tipe stromatolit yang pernah tersebar luas di samudera bumi pada era awal Plaeozoicum yang dimulai sekitar 4.500 juta tahun lalu. Istimewanya, kini orang dapat menyelam dan mengobservasi tampilan stromatolit modern seperti yang ada di Danau Satonda, bagai mengintip lingkungan samudra zaman purba, atau menurut Kempe *et al.* (1997): “*Satonda: a porthole view into the oceanic past*”.



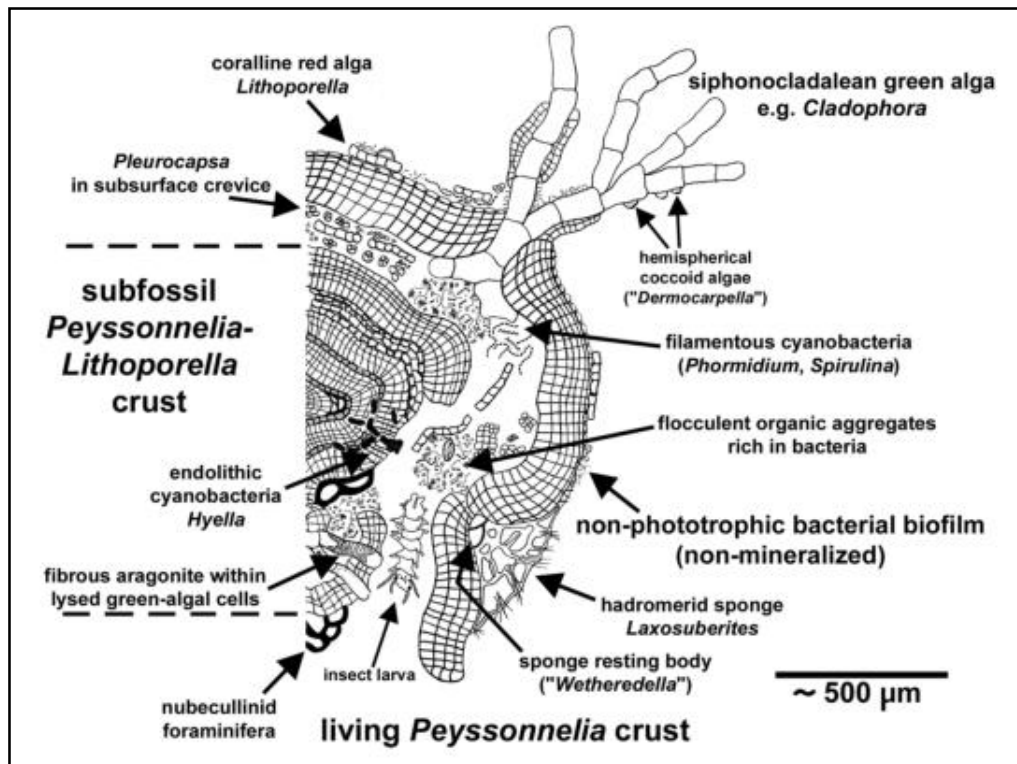
Gambar 5. Salah satu tampilan bawah air di Danau Satonda menunjukkan stromatolit yang merupakan struktur terumbu berkapur yang terbentuk dari alga, serpulid, foraminifera dan cyanobacteria (Satyana, 2011)

Satyana (2011) juga mengungkapkannya dengan baik sebagai berikut: “*Diving into the Satonda Lake like ‘time-tunnel travelling into the primitive Earth’ when stromatolites predominated all structures in the early Earth’s oceans*”.

Kempe dan Kazmierczak berpendapat basin Satonda muncul bersamaan dengan terbentuknya kawah lebih dari 10.000 tahun lalu. Aslinya, danau itu berisi air tawar, yang



dibuktikan dari deposit gambut di bawah endapan yang menyerupai mineral laut di pinggir danau. Danau itu lalu dibanjiri dengan air laut yang merembes melalui celah dinding kawah yang runtuh. Pada waktu itu, permukaan air laut 1-1,5 m lebih tinggi dibandingkan saat ini. Namun, ketinggian laut secara perlahan menyurut. Penapisan air laut melalui dinding kawah pun melambat. Sekarang, ketinggian air danau relatif stabil (1-2 m di atas permukaan laut), yang menandai tidak ada lagi hubungan dengan air laut di luarnya.

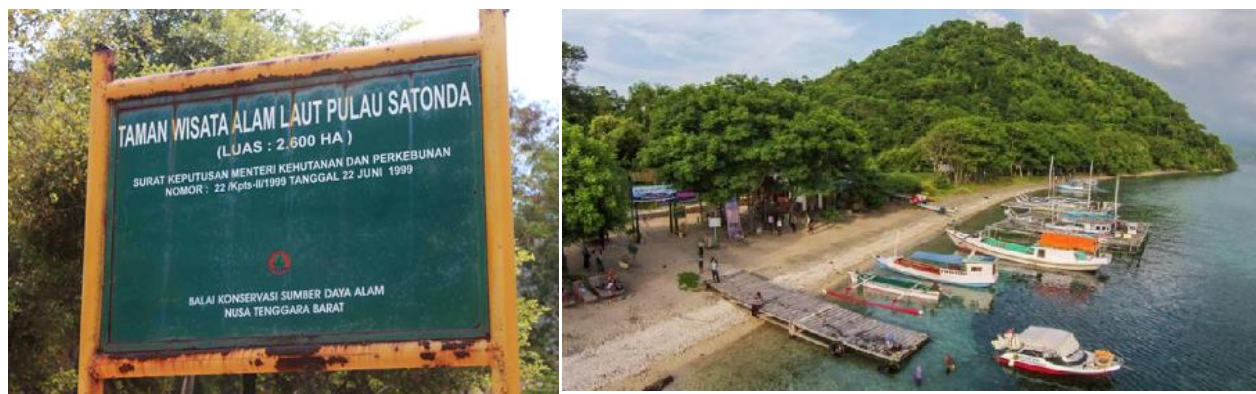


Gambar 6 . Gambar skematik kerak permukaan-terumbu dari zone *Peyssonnelia-Lithoporella* (0-15 m) di Danau Sataonda pada musim kemarau Oktober 1963. Tampak cyanobacteria sangat umum terdapat di celah-celah antara thalli alga merah berkapur (*calcareous red algal thalli*), sedangkan endapan karbonat non-skeletal dapat diamati hanya pada leraian (*lysis*) sel-sel alga hijau (Arp *et al.* 2003)

Perubahan lingkungan air Danau Satonda memengaruhi juga spesies yang hidup di dalamnya. Kejenuhan karbonat dan alkalinitas air yang sangat tinggi menyebabkan pemusnahan hampir semua jenis biota makro, kecuali spesies gastropoda (keong/siput) tertentu, seperti *Cerithium corallium*. Jenis ini diduga menjadi subspecies endemik Satonda. Selain itu juga ditemui beberapa jenis alga di danau ini.

Dalam perkembangannya, Kempe dan Kazmierczak menuliskan, hujan membuat permukaan air danau menjadi lebih tawar. Dugaan lain yang menyebabkan berkurangnya salinitas permukaan danau adalah akibat letusan dahsyat Gunung Tambora tahun 1815, yang letaknya hanya sekitar 30 km di sebelah timur Satonda. Letusan Gunung Tambora, yang merupakan letusan terdahsyat yang pernah tercatat dalam sejarah, telah menghancurkan hutan di Satonda. Tiadanya pepohonan menyebabkan berkurangnya penguapan, air hujan pun banyak

yang terkumpul di kawah. Itu menyebabkan lapisan air bagian atas menjadi lebih tawar. Pada saat yang sama, sebagian air yang lebih tua dan lebih asin tertekan ke bawah atau merembes keluar danau melalui pori-pori bebatuan vulkanik yang terbuka.



Gambar 7. Kiri: Papan penanda Taman Wisata Alam Laut Pulau Satonda. Kanan: Fasilitas pendaratan di pantai Pulau Satonda.

Lepas dari temuan ilmiah yang mengindikasikan Danau Satonda dapat dijadikan sebagai laboratorium oseanografi-purba, Pulau Satonda sendiri menawarkan kondisi alami yang sangat menarik untuk pengembangan pariwisata yang telah mengantarkan dinobatkannya Pulau Satonda sebagai Taman Wisata Alam Laut sejak tahun 1999 lewat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan. Taman Wisata ini dikelola oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam Nusa Tenggara Barat. Taman ini tidak hanya menawarkan adanya danau yang unik tetapi juga lingkungan daratan pulau, pantai berpasir dan laut dengan terumbu karang yang kaya mengelilingi Pulau Satonda. Keunikan alam di Pulau Satonda ini telah menarik banyak turis mancanegara.



Gambar 7. Tidak seperti perairan di dalam danau yang berpenampilan suram, perairan laut sekitar Pulau Satonda cerah dan kaya akan terumbu karang dengan berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya. (dians999.files.wordpress.com)

Sebagai ilustrasi, ada beberapa jenis karang batu dan karang lunak di perairan laut yang mengitari Pulau Satonda, antara lain *Acroporidae*, *Xenia sp*, *Favidae*, *Sarcophyton sp*, *Labophyton sp*, *Hetractris crispera*, *Nephtea sp*, *Capnella sp*, *Lemnalia sp*, dan *Astrospicularis sp*. Tentunya di antara karang-karang tersebut hidup pula beragam jenis ikan karang dan biota laut lainnya. Penyusuk (*Eretmochelys imbricata*) juga kerap terlihat berenang dan mencari

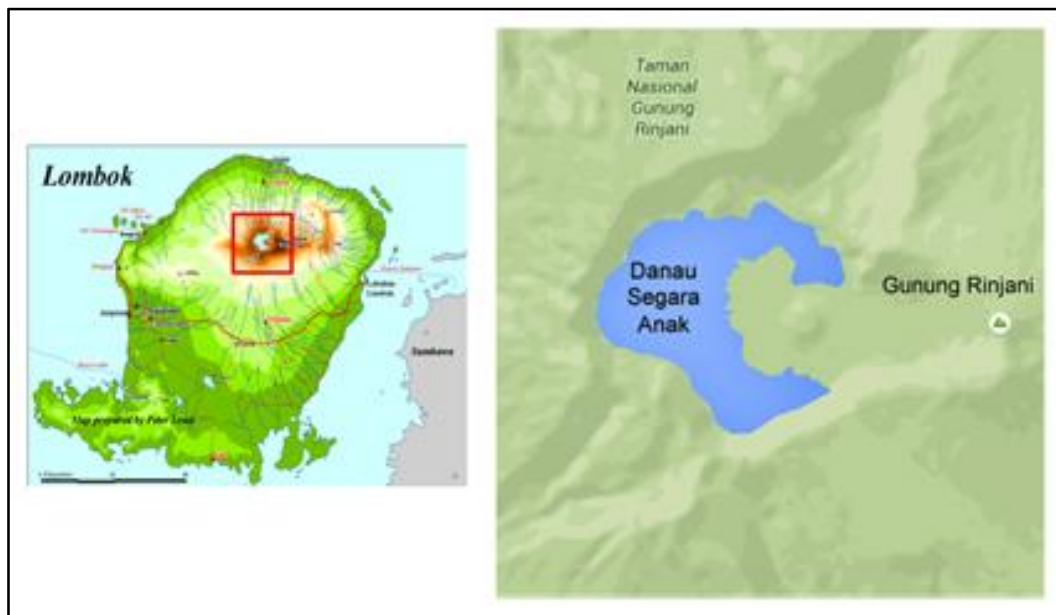
makan di sekitar terumbu karang Pulau Satonda. Adapun jenis flora daratan yang menjadi kekayaan pulau ini antara lain ketapang (*Terminalia catappa*), pandan laut (*Pandanus tectorius*), beringin (*Ficus sp*), waru laut (*Hibiscus tiliaceus*), nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), Mentigi (*Pemphis acidula*) dan asam (*Tamarindus indica*).

## RUJUKAN

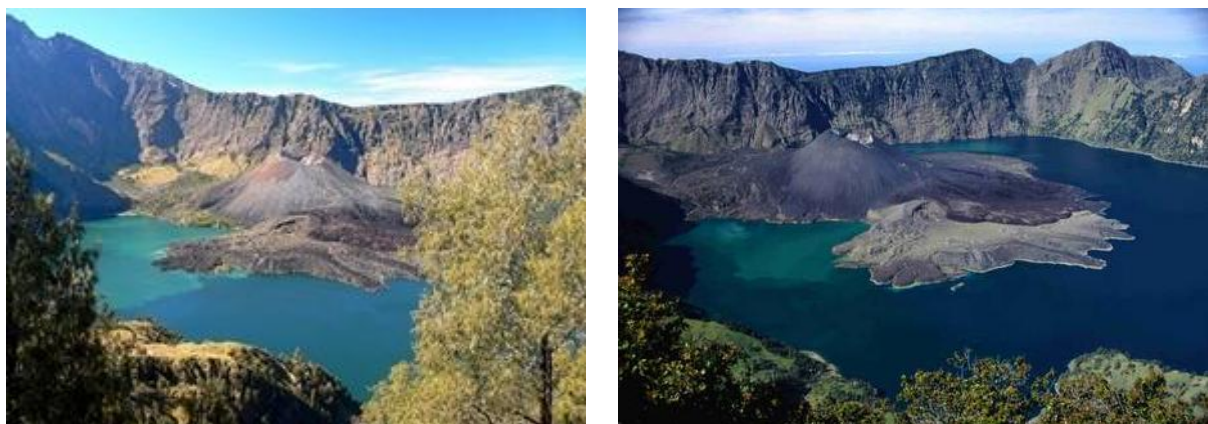
- Arp, G., A. Reimer & J. Reitner. 2003. Microbiolite formation in seawater of increased alkalinity, Satonda Crater Lake, Indonesia. *Journal of Sedimentary Research*, vol.73, No. 1, January 2003: 105-127.
- Kempe, S., J. Kazmierczak A. Reimer, G. Landmann & J. Reitner. 1996. Microbiolites and hydrochemistry of the Crater Lake of Satonda – a Status Report. In Reitner, J. Neuweler, F. & Gunkel, F. (eds. 1996). Global and regional controls of biogenic sedimentation. I. Reef Evolution Research Reports – Göttinger Arb. Geol. Paläont. Sb2. 59-63, Göttingen.
- Kempe, S., J. Kazmierczak, A. Reimer & G. Landman. 1997. Satonda: a porthole view into the oceanic past. In J. Tomascik., A. J. Mah, A. Nontji & M. K. Moosa (eds). *The Ecology of the Indonesian Seas*. The Ecology of Indonesia Series. Volume VIII, Dalhousie University: 156-166.
- Satyana, A. H. 2011. Stromatolites of Satonda Island Crater Lake, Nort Sumbawa: modern analogue for petroleum opportunities of pre-Cambrian and early Palaeozoic reefs in Indonesia. Geological Fieldtrip. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).

## 35. DANAU SEGARA ANAK

**D**anau Segara Anak adalah danau kawah (*crater lake*) Gunung Rinjani yang berada di Desa Sembalun Lawang, Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur, Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara geografi posisinya berada pada koordinat  $8^{\circ}25'00''$  Lintang Selatan –  $116^{\circ}28'00''$  Bujur Timur. Nama *Segara Anak* berarti *Laut Kecil* yang diberikan untuk itu karena dananya memang berukuran kecil dengan warna air biru bagaikan air laut.



Gambar 1. Lokasi Danau Segara Anak di Pulau Lombok.



Gambar 2. Panorama Danau Segara Anak Rinjani dengan kerucut Gunung Barujari.

Danau Segara Anak berikutan Gunung Rinjani termasuk dalam kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani. Gunung Rinjani sendiri merupakan gunung api tertinggi kedua di Indonesia,



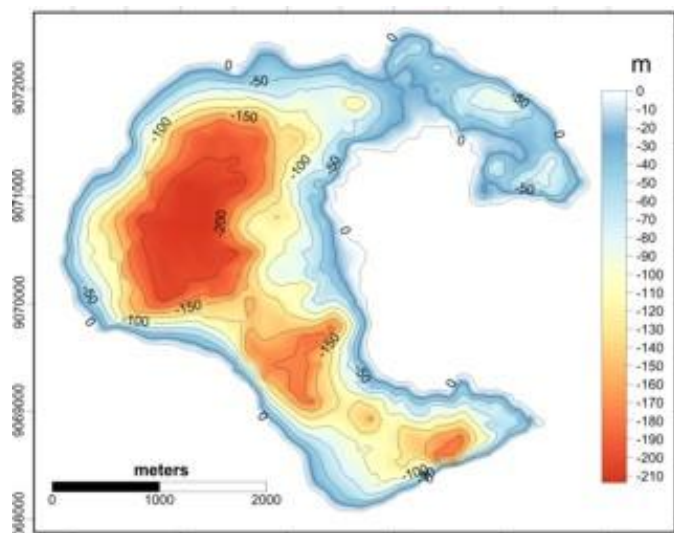
setelah Gunung Kerinci di Sumatra. Gunung Rinjani mempunyai puncak setinggi 3.726 m. Di lereng sebelah baratnya terdapat kaldera yang di dalamnya terdapat kerucut Gunung Barujari (Baru Jadi) dengan puncak 2.376 m, dan Danau Segara Anak yang bentuk umumnya bagaikan bulan sabit dengan elevasi atau ketinggian muka airnya 2.008 m di atas permukaan laut.



Gambar 2. Danau Segara Anak, Gunung Barujari dan Gunung Rinjani

Erupsi pertama Gunung Rinjani yang tercatat dalam sejarah terjadi pada bulan September 1847, dan sejak itu aktivitas Rinjani hanya terbatas pada kerucut gunung Barujari. Kerucut Barujari terbentuk setelah erupsi tahun 1994, 1995, dan 1996. Erupsi Barujari lebih mutakhir terjadi pada tahun 2009 dan tahun 2015 yang mengalirkan lava dan menimbulkan dampak pada kondisi Danau Segara Anak. Dengan posisi yang melekat dengan gunung api aktif itu, maka kondisi Danau Segara Anak akan sangat ditentukan oleh dinamika vulkanisme Gunung Barujari.

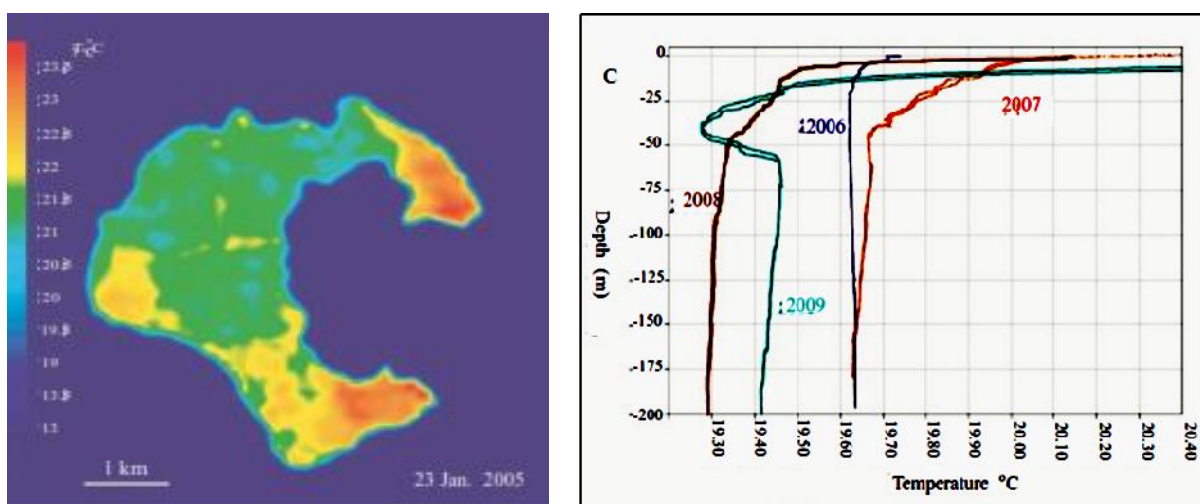
Pasca letusan Gunung Barujari tahun 2009 telah diadakan kajian tentang dampaknya terhadap kondisi Danau Segara Anak yang menghasilkan berbagai informasi baru tentang danau yang megah ini (Global Volcanism Program. 2009; Solikhin *et al.* 2010). Danau ini mempunyai luas sekitar 11 km<sup>2</sup>, dengan kedalaman maksimum 230 m, sedangkan volumenya (sebelum erupsi tahun 2019) adalah 1,02 km<sup>3</sup>. Ini mungkin merupakan danau vulkanik panas terbesar di dunia. Peta batimetri (kedalaman) Danau Segara Anak



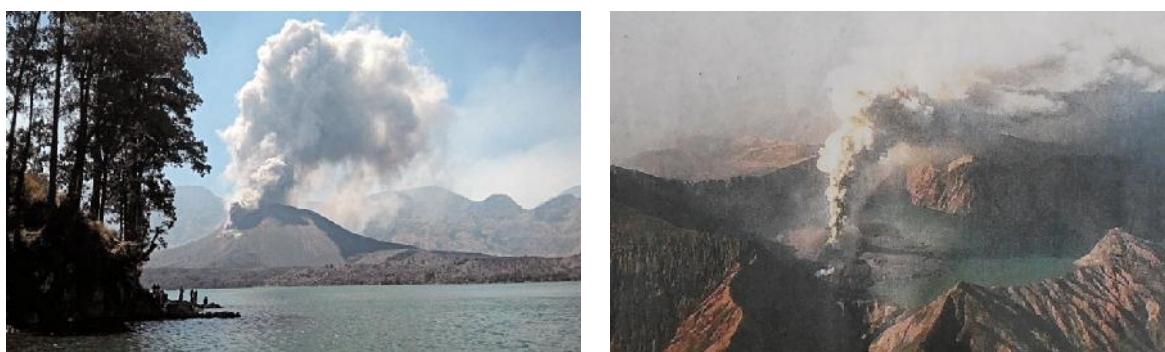
Gambar 3. Peta batimetri (kedalaman) Danau Segara Anak (Global Volcanism Program. 2009)

disampaikan pada Gambar 3 yang menunjukkan bagian terdalam terdapat kurang lebih di bagian barat danau.

Air danau bersifat netral (pH: 7 – 8) dan komposisi kimia airnya didominasi oleh klorida dan sulfat dengan TDS (*Total Suspended Solids*) 2640 mg/l yang relatif tinggi. Nilai TDS serta suhu air permukaan danau (20 – 22 °C) yang jauh di atas suhu ruang (14 – 15 °C) yang tidak lazim untuk ketinggian ini, mencerminkan pasokan fluida hidrotermal yang besar ke danau ini. Sejumlah mata air panas terletak sepanjang kaki kerucut Barujari, dan beberapa tempat di tepian danau, dan menjadi tujuan wisata air panas. Hasil pengamatan juga menunjukkan beberapa bagian danau menghasilkan gelembung-gelembung gas yang keluar dari dasar danau dan menunjukkan pelepasan CO<sub>2</sub> yang signifikan ke dalam danau. Contoh sebaran suhu di Danau Seagara Anak disajikan dalam Gambar 4.



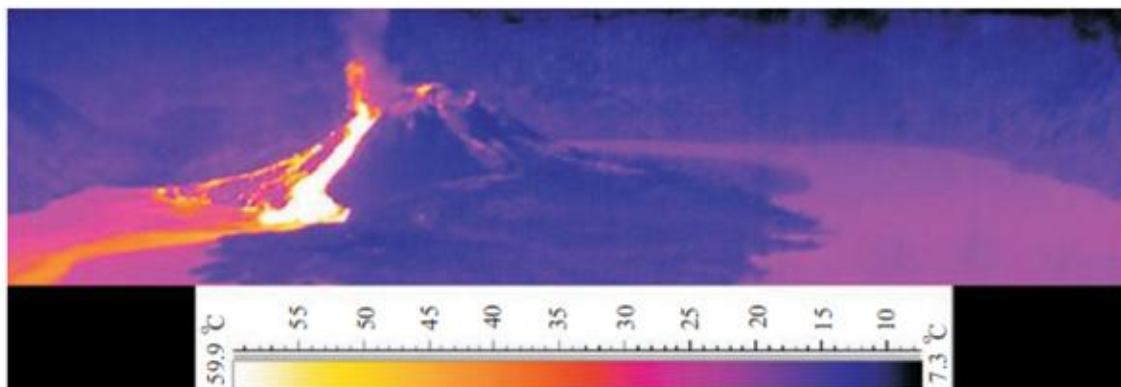
Gambar 4. Kiri: Sebaran suhu permukaan perairan Danau Segara Anak pada tanggal 23 Januari 2005. Kanan: Profil sebaran suhu vertikal di Danau Segara Anak di tahun 2005, 2006, 2007 dan 2009 . (Global Volcanism Program. 2009)



Gambar 5. Erupsi Gunung Barujari tahun 2005 (kiri) dan tahun 2015 (kanan) berdampak pada kondisi Danau Seagara Anak.

Gunung Barujari bila sedang erupsi tidak hanya menyemburkan debu vulkanik tetapi juga mengalirkan lava hingga mencapai Danau Segara Anak dan menyebabkan naiknya suhu

perairan danau. Kemudian, aliran lava ini setelah mengendap akan menyebabkan pula luas areal danau makin berkurang. Endapan lava hasil erupsi 31 Agustus 2009 misalnya, menyebabkan berubahnya garis pantai secara signifikan dan berkurangnya areal danau seluas 0,46 km<sup>2</sup> (Global Volcanism Program. 2009).



Gambar 6. Erupsi Gunung Barujari (10 Juni 2009) sebagaimana tertangkap dengan kamera termal FLIR yang menunjukkan lidah aliran air panas mengalir dari pintu masuk aliran lava ke Danau Segara Anak. (Global Volcanism Program. 2009)

Kasus yang lebih mutakhir yakni erupsi Gunung Barujari pada 2 - 9 November 2015 yang menyemburkan debu sampai setinggi 2.500 m dan menyebabkan suhu air Danau Segara Anak naik dari sekitar 21 °C menjadi 36 – 39 °C. Aliran lava berikut lontaran material Gunung Barujari semuanya menumpuk di Danau Segara Anak. Akibatnya, meningkatkan permukaan danau dan mengancam terjadinya banjir bandang lewat Kokok (Sungai) Putih. Selama 2 – 9 November 2015 tercatat lontaran lahan dan material lainnya dari Gunung Barujari ke Danau Segara Anak sebesar 3 juta m<sup>3</sup>. Dampak lebih lanjut dari erupsi Gunung Barujari ini adalah debu yang dimuntahkannya menyebabkan terganggunya jadwal penerbangan di Bandara Internasional Lombok, dan Bandara Internasional Ngurah Rai di Bali yang menimbulkan tidak sedikit kerugian ekonomi.



Gambar 7. Wisata alam di Danau Segara Anak: perkemahan (kiri) dan pemancingan (kanan)



Lepas dari masalah vulkanisme, Danau Segara Anak sebenarnya mempunyai potensi yang sangat baik untuk pengembangan wisata, terutama untuk wisata alam. Justru tampilannya yang eksotik yang merupakan perpaduan antara gunung api dan danau merupakan daya tarik tersendiri yang banyak dipromosikan dalam kegiatan kepariwisataan.



Gambar 8. Salah satu tempat pemandian air panas di tepian Danau Segara Anak.

Wisata pendakian Gunung Rinjani boleh dikatakan selalu memilih jalur yang menyusuri Danau Segara Anak. Para pendaki Gunung Rinjani biasanya memanfaatkan waktu untuk berkemah di tepian Danau Segara Anak yang menyajikan pemandangan yang asri dengan suhu udara yang sejuk. Disamping itu para wisatawan dapat pula memanfaatkan kesempatan untuk memancing di danau ini. Pemerintah setempat telah menebar bibit ikan nila, mujaer, dan ikan mas di danau ini beberapa waktu lalu untuk lebih menambah daya

tarik wisata Danau Segara Anak. Di samping itu, di beberapa tempat sekitar pantai Danau Segara Anak terdapat sumber mata air panas yang dapat dimanfaatkan oleh wisatawan untuk mandi air panas.

## RUJUKAN

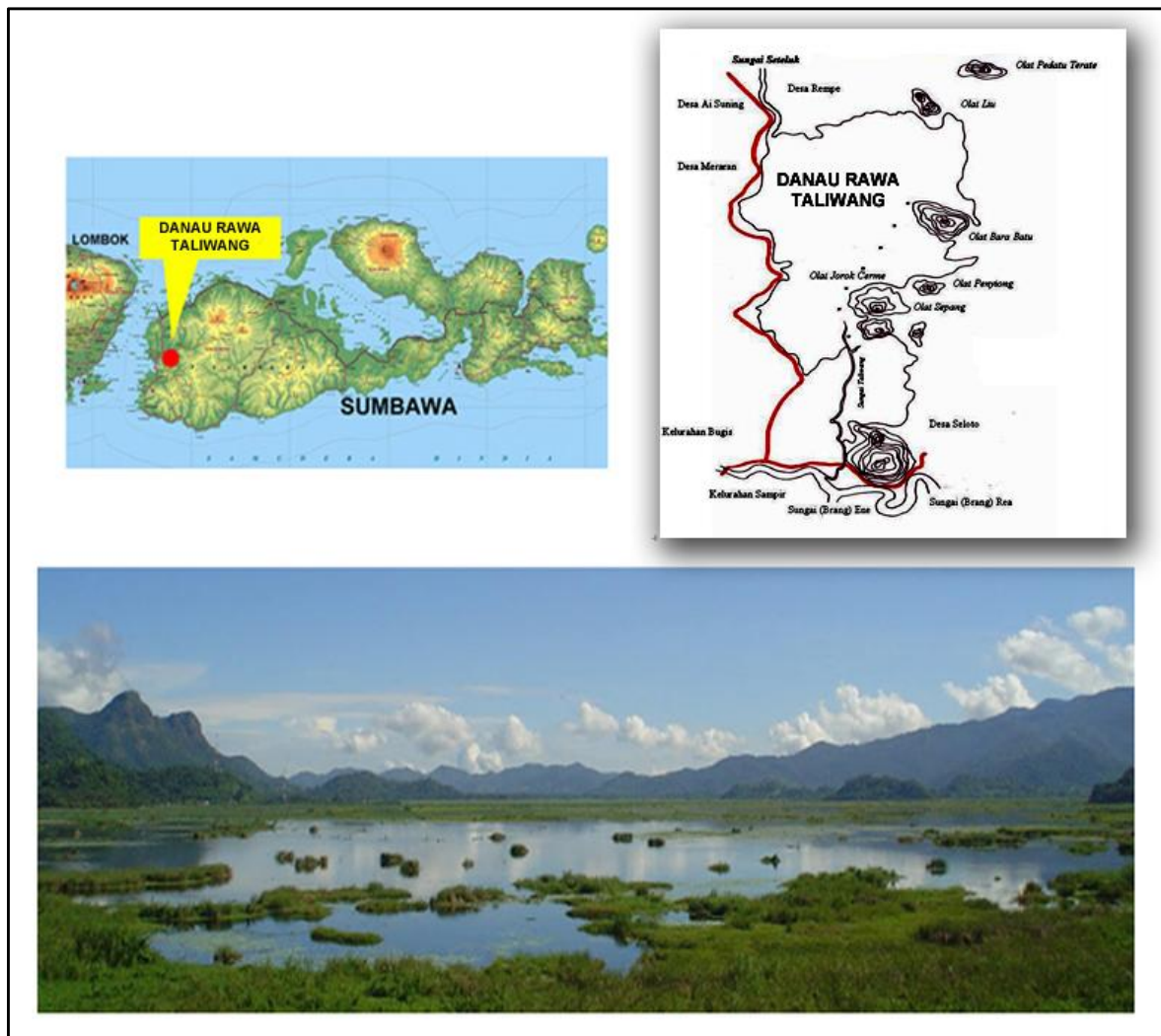
- Global Volcanism Program. 2009. Report on Rinjani (Indonesia). In: Wunerman, R. (ed.), Bulletin of the Global Volcanism Network, 34: 9. Smithsonian Institution. <http://dx.doi.org/10.5479/si.GVP.BGVN2009-264030>.
- Harian Kompas. 2015. Hujan tak mampu meredam abu Barujari. Harian Kompas, 12 November 2015.
- Harian Kompas. 2015. Lava mencapai Segara Anak. Waspada banjir bandang akibat naiknya permukaan danau. Harian Kompas, 10 November 2015.
- Solikhin, A., S. I. Kunrat, A. Bernard, B. Barbier & R. Campion. 2010. Geochemical and thermodynamic modelling of Segara Anak Lake and the 2009 eruption of Rinjani Volcano, Lombok, Indonesia. Jurnal Geologi Indonesia, Vol 5, No. 4 Desember 2010: 227-239.



## 36. DANAU RAWA TALIWANG

**D**anau Rawa Taliwang terdapat di Kecamatan Taliwang dan Kecamatan Seteluk, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasinya tak jauh dari kota Taliwang, ibukota Kabupaten Sumbawa Barat. Danau ini sering pula dikenal sebagai Lebo Taliwang, namun dalam Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan tahun 1999, danau ini dan sekitarnya ditetapkan dengan nama Taman Wisata Alam Danau Rawa Taliwang.

Secara geografis, Danau Rawa Taliwang berada pada koordinat  $8^{\circ}40'54''$ -  $8^{\circ}43'9''$  Lintang Selatan dan  $116^{\circ}50'52''$ -  $116^{\circ}55'27''$  bujur timur, yang memanjang dari utara ke selatan sepanjang  $\pm 5$  km. Ada dua sungai utama sebagai pintu masuk (*inlet*) ke danau ini yakni Sungai Seteluk dan Sungai Rempe sedangkan pintu keluar (*oulet*)-nya adalah Sungai Taliwang.



Gambar 1. Peta lokasi dan panorama Danau Rawa Taliwang

Bagian timur danau merupakan daerah perbukitan yang berderet dari utara ke selatan di antaranya bukit Olat Pedatu Terate, Olat Liu, Olat Bara Batu, Olat Penyiong, Olat Sepang, dan Olat Cerme. Keberadaan bukit-bukit di sekitar danau sangat penting sebagai daerah tangkapan air. Bermuaranya Sungai Seteluk dan Sungai Rempe di Danau Rawa Taliwang berpengaruh bagi perkembangan ekosistemnya karena merupakan pintu masuk (*inlet*) yang membawa berbagai macam limbah domestik dari pemukiman desa-desa di wilayah Kecamatan Seteluk ke dalam perairan danau.



Gambar 2. Perairan Danau Rawa Taliwang menyusut di musim kemarau. (google.co.id)

Kawasan danau ini telah ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Pekebunan tanggal 15 Juni 1999 dengan luas 1.406 ha. Dalam Rencana Tata Ruang Nasional, danau ini termasuk dalam salah satu dari 351 daftar Kawasan Lindung Nasional. Danau Rawa Taliwang berada pada ketinggian 7,5 m di atas permukaan laut dengan kedalaman perairan antara 0,70 m sampai dengan 3,5 m. Danau yang merupakan lahan basah alami daratan ini merupakan yang terluas di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang mempunyai kapasitas tampungan air sekitar 170

juta m<sup>3</sup>. Danau ini berada dalam pengelolaan konservasi di bawah Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Sumbawa Barat.



Gambar 3. Danau Rawa Taliwang yang dangkal banyak ditumbuhi berbagai jenis tumbuhan air seperti rerumputan *Phragmites* (kiri) dan teratai *Nymphaea* (kanan)

Iklim kawasan Danau Rawa Taliwang termasuk dalam tipe D, dengan rata-rata curah hujan berkisar 1.826 mm – 1.934 mm per tahun. Pada umumnya hujan di kawasan Taliwang berlangsung antara bulan November hingga Mei, sedangkan selebihnya lebih merupakan musim kemarau. Suhu udara rata-rata bervariasi dari 22,33 °C sampai 26,61 °C, tekanan udara 1.009 mbs – 1.012 mbs. Tekanan udara maksimum terjadi pada bulan Juli – September, sedangkan minimum pada bulan November – Januari.

Danau Rawa Taliwang mempunyai potensi sumberdaya alam yang tinggi bagi perekonomian masyarakat sekitar, di antaranya sebagai areal penangkapan dan budidaya ikan air tawar, sumber air bagi irigasi pertanian, sumber air baku rumah tangga, dan potensi ekowisata. Selain itu, danau ini juga berperan sebagai pengendali banjir bagi Kota Taliwang, ibukota Kabupaten Sumbawa Barat. Pada musim kemarau air danau menyusut hingga sebagian areal kawasan danau menjadi kering.

Danau Rawa Taliwang lebih merupakan suatu ekoistem rawa yang dicirikan dengan perairan yang dangkal, yang banyak ditumbuhi berbagai tipe tumbuhan air seperti tumbuhan yang sepenuhnya terapung (misalnya eceng gondok *Eichornia crassipes*), tumbuhan dengan daun terapung dan berakar di dasar (misalnya teratai *Nymphaea*), tumbuhan yang sepenuhnya terbenam dalam air (misalnya ganggang *Hydrilla verticillata*), dan tumbuhan yang berakar dalam air tetapi batang dan daunnya mencuat ke atas permukaan air (misalnya rerumputan *Phragmites karka*).

Secara sosial-ekonomi Danau Rawa Taliwang mempunyai makna penting bagi masyarakat sekitar. Pada tahun 2005 misalnya, terdapat 3.050 rumah tangga atau 11.368 jiwa yang bersentuhan langsung dengan fungsi dan manfaat Danau Rawa Taliwang. Mereka hidup tersebar di lima desa/kelurahan yaitu Desa Meraran, Desa Ai Suning, Desa Rempe, Desa Seloto, dan Kelurahan Sampir, Kabupaten Sumbawa Barat.

Data Badan Pemberdayaan Masyarakat-BPM Kabupaten Sumbawa Barat (2005) menunjukkan bahwa mayoritas (2,897 orang atau sekitar 65%) penduduk desa sekitar danau Taliwang bekerja sebagai petani. Sementara mereka yang bekerja sebagai peternak berjumlah 421 atau 9,5%, sedangkan yang bekerja sebagai buruh tani berjumlah 409 orang atau sekitar 9,2%. Adapun yang mempunyai pekerjaan sebagai nelayan berjumlah 257 orang atau 5% dari total jumlah penduduk desa sekitar Danau Taliwang. Mereka yang bekerja sebagai petani, pada saat musim kemarau dapat juga turut menangkap ikan di Danau Taliwang untuk kebutuhan konsumsi keluarga atau untuk dijual. Mereka menangkap beberapa jenis ikan air tawar yang dominan hidup di perairan diantaranya mujaer, sepat, nila, betok, gabus, sidat dan belut. Penangkapan ikan oleh nelayan Danau Rawa Taliwang dilakukan dengan menggunakan alat berupa jaring, pancing, sero', bubu, tombak, jala buang, sangkap, poke'/rageng dan seser/belat.



Gambar 4. Nelayan di Danau Rawa Taliwang menggunakan perahu dan peralatan yang sederhana



Hasil tangkapan ikan merupakan sumber protein hewani untuk memenuhi kebutuhan gizi keluarga. Selain itu, mereka juga menjual hasil tangkapan ke tetangganya atau menjualnya secara langsung ke pasar Taliwang yang dilakukan oleh kaum perempuan. Ada juga nelayan yang menjual hasil tangkapannya ke pelele (pembeli/pengumpul ikan). Para pelele membeli ikan dari nelayan secara kontan maupun dengan sistem panjar.

Selain sebagai tempat usaha penangkapan ikan, Danau Rawa Taliwang juga telah dicoba untuk pengembangan budidaya air tawar sistem karamba. Pada Tahun 2007, Pemerintah Kabupaten Sumbawa Barat telah memberikan fasilitas karamba jaring apung untuk budidaya ikan nila kepada para nelayan Danau Rawa Taliwang yang bermukim di Desa Meraran. Namun, tampaknya usaha ini tidak cukup sukses karena kualitas air danau tidak cukup memberikan pertumbuhan ikan secara optimal. Salah satu penyebabnya adalah eutrofikasi yang begitu cepat sehingga tumbuhan air segera menutupi perairan budidaya karamba.



Gambar 5. Teratai yang banyak tumbuh di Danau Rawa Taliwang dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan obat-obatan. a. Bunga teratai; b. Buah teratai; c. Biji teratai; d. Rimpang teratai

Selain ikan, Danau Rawa Taliwang juga menyediakan berbagai sumber untuk bahan pangan dan obat-obatan. Berbagai jenis teratai misalnya, yang tumbuh di Danau Rawa Taliwang telah dimanfaatkan bagian-bagiannya oleh masyarakat sekitar sebagai pangan alternatif. Buah teratai misalnya, yang dalam bahasa lokal disebut *tonyong*, mempunyai biji-biji yang berbentuk bulat seperti kacang tanah yang bisa dikonsumsi dan dikenal mempunyai berbagai khasiat untuk mengobati berbagai penyakit seperti diare, disentri, demam, susah tidur, hipertensi, batuk darah, dan lain-lain. Di samping itu, rimpang teratai (disebut *lomar* dalam bahasa lokal) yang tumbuh menjalar di dasar danau mengandung tepung dan sering diambil masyarakat untuk membuat bubur yang juga berkhasiat sama seperti biji-biji buahnya.



Menurut Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Sumbawa Barat, kawasan Danau Rawa Taliwang memiliki beragam vegetasi asli hutan tropis antara lain: lita (*Alstonia scholaris*); berora (*Klenhovia hosvita*); ketimus (*Protium javanicum*) dan bungur (*Lagerstoemia indica*).



Gambar 6. Burung yang dapat dijumpai di Danau Rawa Taliwang. Kiri: burung mandar (*Gallinula chloropus*). Kanan: burung undan atau pelikan (*Pelecanus conspicillatus*), burung migran dari Australia.

Selain itu, kawasan Danau Rawa Taliwang menyimpan berbagai jenis fauna, terutama satwa-satwa penghuni habitat air tawar yang meliputi jenis burung antara lain : bangau hitam (*Liconia episcopus*); itik liar (*Cairina scutulata*); kuntul putih (*Egretta egretta*) serta burung undan atau pelikan (*Pelecanus conspicillatus*). Jenis burung terakhir ini merupakan jenis burung migran, yang berasal dari Australia.

Babi hutan, kera abu-abu dan ayam hutan juga terdapat di daerah perbukitan, serta berbagai jenis reptil seperti ular sanca/sawah, kura-kura dan biawak yang terdapat di bagian selatan Danau Rawa Taliwang.

Berbagai kekayaan hayati yang beraneka ragam yang dimiliki Danau Rawa Taliwang merupakan daya tarik tersendiri. Dari sisi ilmu pengetahuan, keanekaragaman hayati yang dimiliki Danau Rawa Taliwang dapat menjadi obyek penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan yang menantang.

Disamping itu, Danau Rawa Taliwang dapat menawarkan alternatif sebagai lokasi rekreasi memancing yang mengasyikkan. Aktivitas rekreasi semacam ini semakin digemari belakangan ini. Sebagian orang menganggapnya sebagai olahraga sekaligus hiburan. Tidak hanya masyarakat sekitarnya yang datang memancing di Danau Rawa Taliwang. Saat ini

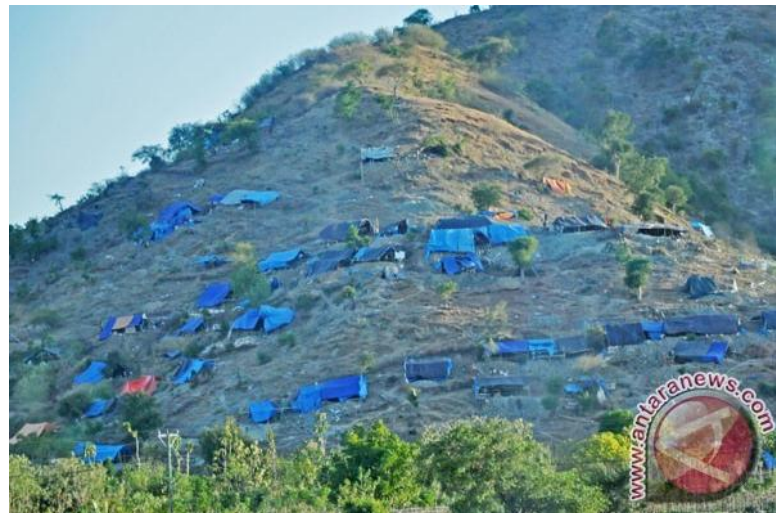


Gambar 7. Memancing merupakan salah satu kegiatan rekreasi yang banyak diminati di Danau Rawa Taliwang.

semakin banyak pula masyarakat dari Kota Taliwang dan sekitarnya yang datang memancing untuk sekedar hiburan. Danau Rawa Taliwang sedang dikembangkan sebagai salah satu alternatif tujuan wisata lokal bagi masyarakat.

Meskipun Danau Rawa Taliwang mempunyai potensi yang baik untuk pengembangan ekonomi, namun dalam kenyataannya tidak sedikit masalah lingkungan yang dihadapi untuk menjamin kelestarian lingkungannya. Danau ini merupakan sumberdaya yang dapat diakses secara terbuka oleh banyak orang (*open access resources*), namun sebaliknya tidak banyak orang yang mau memperdulikan kelestariannya sehingga berujung pada terjadinya degradasi kualitas lingkungan. Beberapa isu lingkungan yang terjadi dalam pengelolaan Danau Rawa Taliwang antara lain: (1) eutrofikasi yang merupakan penyuburan perairan karena masuknya nutrient ke danau secara berlebihan dari pemukiman dan pupuk pertanian hingga menimbulkan tumbuh maraknya alga (*algal bloom*) dan berbagai gulma air di danau yang menimbulkan dampak negatif terhadap fungsi ekologi, ekonomi, sosial dan estetika danau; (2) pendangkalan akibat sedimentasi yang ditimbulkan karena penebangan hutan dan perubahan pemanfaatan lahan yang tak berwawasan lingkungan; (3) pencemaran dari limbah pemukiman dan residu pestisida pertanian.

Salah satu isu lingkungan yang banyak mendapat perhatian belakangan ini adalah dampak pertambangan emas dari daerah sekitar Danau Rawa Taliwang. Pertambangan emas di wilayah sekitar danau ini baru berlangsung sejak tahun 2011, dan telah menyebabkan diserbunya kawasan ini oleh petambang emas liar yang menggunakan merkuri untuk mengekstraksi emas hasil galiannya. Jumlah petambang liar sudah sedemikian banyak mengepung danau dan tampaknya sulit dikendalikan. Limbah merkuri (*tailing*) dari pengolahan emas tradisional ini mengalir ke sungai dan akhirnya masuk ke danau. Penelitian yang telah dilaksanakan mengindikasikan sudah tercemarnya sedimen Danau Rawa Taliwang oleh merkuri. Ini merupakan ancaman bagi kesehatan penduduk setempat, dan dampaknya akan lebih meluas lagi lewat jaringan pakan (*food web*) di alam.



Gambar 8. Puluhan tenda petambang emas tradisional di kawasan bukit Samarekat, Taliwang, Sumbawa Barat .  
(antaranews.com)

## RUJUKAN

Danau Lebo. <http://disparekraf.sumbawabaratkab.go.id>

Jaya, I. 2007. Pengelolaan lingkungan kawasan wisata Danau Lebo Kecamatan Taliwang Kab. Sumbawa Barat. Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Lebo Taliwang dalam kepungan merkuri. Selasa, 13 Desember 2011.

<http://konservasi4lebotaliwang.blogspot.co.id>

Lebo Taliwang, kekayaan flora dan fauna Sumbawa Barat. Kamis, 09 Oktober 2008.

<http://konservasi4lebotaliwang.blogspot.co.id/2008>

Lebo Taliwang: bermanfaat ekonomi juga berfungsi ekologi. Sabtu, 07 Oktober 2006.

<http://konservasi4lebotaliwang.blogspot.co.id>

Lebo Taliwang: sebuah Tragedy of the Common. Sabtu, 11 Oktober 2008.

<http://konservasi4lebotaliwang.blogspot.co.id/2008>.

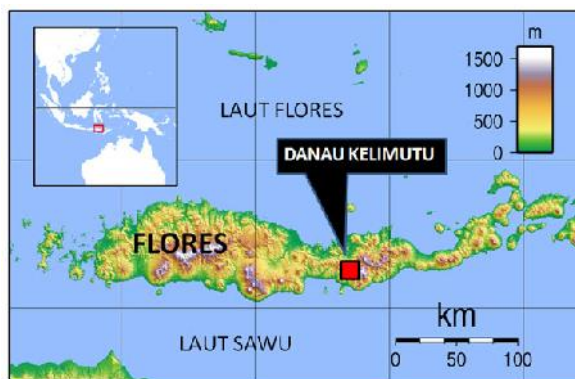
---

Wahyuni, T. E., E. Mildranaya. 2010. Panduan Wisata Alam di Kawasan Konservasi Nusa Tenggara Barat. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumbawa Barat.



## 37. DANAU KELIMUTU

**A**dapun yang dimaksud dengan Danau Kelimutu adalah tiga serangkai danau yang terletak dekat puncak Gunung Kelimutu di Pulau Flores. Danau ini berada di Kecamatan Kelimutu, Kabupaten Ende, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Ketiga danau ini dijuluki pula Danau Tiga Warna karena mempunyai warna yang berbeda-beda, yang masing-masing dapat berubah warna dari waktu ke waktu. Ketiga danau itu adalah: 1) Tiwu Ata Polo, 2) Tiwu Nuwa Muri Kooh Fai, dan 3) Tiwu Ata Mbupu. Danau ini berjarak sekitar 54 km dari kota Ende.



Gambar 1. Peta lokasi Danau Kelimutu

Kelimutu termasuk gunung api tipe *stratovolcano* yang berbentuk kerucut, dengan puncak 1.639 m di atas permukaan laut, terakhir kali erupsi pada tahun 1968.

Danau Kelimutu termasuk dalam kawasan Taman Nasional Kelimutu yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No.679/Kpts-II/1997, tanggal 10 Oktober 1997, yang luas wilayahnya sekitar 5.356,50 ha. Topografi taman nasional ini bervariasi mulai dari bergelombang ringan sampai berat, berbukit-bukit sampai bergunung-gunung dengan tingkat kemiringan lereng yang sangat terjal dan curam. Secara umum, ketinggian kawasan Taman Nasional Kelimutu berkisar antara 1.500 - 1.731 mdpl (m di atas permukaan laut). Gunung



Gambar 2. Gunung Kelimutu dengan latar depan Danau Tiga Warna: 1) Tiwu Ata Polo; 2) Tiwu Nuwa Muri Kooh Fai; 3) Tiwu Ata Mbupu



Danau Kelimutu yang terletak di lereng gunung ini berada pada ketinggian yang berkisar 1.354 – 1.394 mdpl (meter di atas permukaan laut), tergolong dalam danau kawah (*crater lake*) yang merupakan hasil dari aktivitas vulkanik. Istilah “Kelimutu” itu sendiri berasal dari bahasa penduduk setempat, “keli” bermakna gunung api, dan “mutu” bermakna mendidih. Istilah ini menunjukkan bahwa Gunung Kelimutu dipercaya oleh masyarakat setempat mempunyai kekuatan magis yang dahsyat.



Gambar 3. Danau Kelimutu terdiri dari tiga danau yang bisa berubah warna seiring berjalannya waktu: 1) Danau Tiwu Ata Polo; 2) Tiwu Nuwa Muri KooH Fai; 3) Tiwu Ata Mbupu

Danau Kelimutu pertama kali dilaporkan keberadaannya oleh van Suchtelen pada tahun 1915 yang menyebutkan terdapatnya tiga danau di Gunung Kelimutu yang berbeda warna airnya: merah, putih, dan biru. Semula laporan itu diragukan, karena bagaimana bisa seperti

warna bendera Belanda, benderanya rezim pemerintah Hindia Belanda yang berkuasa saat itu. Namun perlahan keberadaan danau ini makin diakui, dan semakin populer setelah seorang pelukis Belanda, Y. Bouman, mengangkatnya dalam lukisannya yang mengagumkan di tahun 1929. Sejak kala itu Danau Kelimutu menjadi daya tarik tersendiri untuk dikunjungi, bukan hanya bagi para pencinta keindahan, tetapi juga peneliti yang ingin tahu kejadian alam yang amat langka dan mempesona itu.

Masyarakat setempat menamai ketiga Danau Kelimutu itu dengan nama-nama yang dikaitkan dengan kepercayaan magis yang terkait dengan danau itu. Danau “Tiwu Ato Polo” merupakan tempat berkumpulnya arwah orang yang telah meninggal yang selama hidupnya selalu melakukan kejahatan. Danau “Tiwu Nuwa Muri Kooih Fai” merupakan tempat berkumpulnya arwah muda-mudi yang telah meninggal, sedangkan Danau “Tiwu Ata Mbupu” dipercaya merupakan tempat berkumpulnya arwah orang tua yang telah meninggal. Ketiga danau itu mempunyai warna yang berbeda, tetapi warna danau-danau itu tidak selalu tetap, karena masing-masing dapat berubah seiring perjalanan waktu.



Gambar 4. Tiwu Nuwa Muri Kooih Fai (kiri) terpisah dengan Tiwu Ata Polo (kanan) oleh sekat yang tipis setinggi 50-150 m, lereng dengan kemiringan 70 derajat, tetapi keduanya mempunyai ciri hidrotermal dan geokimia yang berbeda. (m.tempco.co).

Danau yang paling dalam adalah Tiwu Nuwa Muri Kooih Fai yakni 127 m, berdampingan dengannya adalah Tiwu Ato Polo dengan kedalaman 64 m. Kedua danau ini terpisah oleh sekat yang sangat tipis dengan dinding setinggi 50-75 m dengan lereng dengan kemiringan sekitar 70 derajat. Meskipun demikian kedua danau ini mempunyai karakteristik hidrotermal dan geokimia yang berbeda tercermin pula dari warna airnya yang berbeda. Tipisnya sekat antara kedua danau ini menimbulkan kekhawatiran pada beberapa kalangan ilmuwan akan kemungkinan runtuhnya dinding pemisah itu bila terjadi gempa yang kuat, yang bisa berakibat bercampurnya air dari kedua danau itu. Danau yang ketiga, Tiwu Ata Mbupu mempunyai kedalaman 67 m.

Tabel 1. Karakteristik Danau Kelimutu. (Pasternack & Varekamp, 1994)

No.	Parameter	Tiwu Ata Polo	Tiwu Nuwa Muri Kooh Fai	Tiwu Ata Mbupu
1.	Kedalaman maks/min (m)	64	127	67
2.	Diameter Danau maks/min (m)	400/330	430/306	357/260
3.	Diameter Kawah maks/min (m)	580/375	520/375	400/360
4.	Tinggi muka air (m dpl)	1382	1394	1354
5.	Luas area (m <sup>2</sup> )	81.700	91.700	60.400
6.	Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	5,3	6,4	4,2
7.	Daerah Tangkapan (10 <sup>5</sup> m <sup>2</sup> )	1,7	2,3	4,1

Tabel 2. Beberapa parameter perairan Danau Tiwu Ata Polo tahun 1992 (Pasternack & Varekamp, 1994)

Parameter	0 m	10 m	15 m	20 m
Temp. (°C)	20,4	21,4	21,6	22,4
pH	1,8	1,7	1,8	1,9
TDS (%)	16,63	17,22	17,71	16,58
O <sub>2</sub> (mg/l)	5,4	3,9	4,3	3,8
O <sub>2</sub> % sat.	68	50	5	49
Cl	2670	2880	3400	2650
SO <sub>4</sub>	9780	9920	9960	9660

Tabel 3. Beberapa parameter perairan Danau Tiwu Nuwa Muri Kooh Fai tahun 1992 (Pasternack & Varekamp, 1994)

Parameter	0 m Dekat pantai	10 m Tengah danau	10 m Dekat pantai
Temp. (°C)	28,2	31,4	29,3
pH	0,4	0,4	0,5
TDS (%)	93,74	97,04	96,93
O <sub>2</sub> (mg/l)	1,9	1,3	1,8
O <sub>2</sub> % sat.	49	39	50
Cl	25.100	26.700	25250
SO <sub>4</sub>	48.900	49.350	47.250

Tabel 4. Beberapa parameter perairan Danau Tiwu Ata Mbupu tahun 1992 (Pasternack & Varekamp, 1994)

Parameter	0 m	± 3m	± 10 m
Temp. (°C)	20,45	19,3	19,0
pH	3,2	3,1	3,2
TDS (%)	2,36	2,37	2,35
O <sub>2</sub> (mg/l)	7,5	5,9	6,0
O <sub>2</sub> % sat.	87	66	67
Cl	88	98	86
SO <sub>4</sub>	1585	1593	1590

Karakteristik kimia perairan ketiga danau Kelimutu telah dikaji oleh Pasternack & Varekamp (1994) yang sebagian hasilnya ditampilkan pada Tabel 2, 3 dan 4. Suhu permukaan di ketiga danau berkisar 19-29 °C. Tingkat keasaman (pH) sangat rendah, antara 0,4 – 3,2. Danau Tiwu Nuwa Muri Koooh Fai bahkan di seluruh selang kedalaman antara 0-10 m nilai pH-nya luar biasa rendah, hanya 0,4-0,5. Kandungan oksigen di Danau Tiwu Nuwa Muri Koooh Fai sangat rendah sekitar 1,3-1,9 mg/l, dan di Tiwu Ata Polo masih berkisar 3,8-5,4 mg/l, sedangkan di Tiwu Ata Mbupu 6,0 – 7,5 mg/l.

Ketiga danau Kelimutu sering mengalami perubahan warna seiring dengan perjalanan waktu. Menurut data dari Balai Taman Nasional Kelimutu, sebagaimana dikutip oleh Nurhasyim (2016), selama kurun waktu 1915-2011 Tiwu Ato Polo bahkan berubah warna sebanyak 16 kali, Tiwu Nuwa Muri Koooh Fai sebanyak 25 kali, sedangkan Danau Tiwu Ata Mbupu berubah warna sampai 44 kali. Tetapi tak ada pola dan jadwal yang pasti akan perubahan warna ini.

Pasternack & Varekamp (1994) mendeskripsikan bagaimana perubahan warna yang terjadi di ketiga danau ini. Pada tahun 1929, TAP (Tiwu Ata Polo) berwarna merah, TiN (Tiwu Nuwa Muri Koooh Fai) berwarna hijau muda, sedangkan TAM (Tiwu Ata Mbupu) hijau. Tahun 1938 TiN berubah menjadi putih dan suhunya meningkat sampai 65°C. Sepanjang tahun 1970, TAP berwarna merah, TiN menjadi biru muda, dan TAM menjadi putih. Warna danau yang terakhir ini (TAM) sering berubah dari warna hijau tua menjadi merah tua kecoklatan dan kemudian kembali lagi ke hijau. Warna TAP bisa berubah cepat, yang dimulai dari tepian dinding kawah dan perlahan makin meluas ke bagian tengah dalam beberapa hari. Pada Agustus 1992, TAP berwarna hijau, TiN biru muda, sedangkan TAM berwarna hitam.

Beragam laporan lain telah disampaikan pula tentang proses perubahan warna pada Danau Kelimutu ini. Sejumlah ilmuwan menduga perubahan warna itu terjadi karena aktivitas gunung api, pembiasan cahaya matahari, mikrobiota air, zat kimia terlarut, ganggang, dan pantulan warna dinding dan dasar danau. Peralihan warna air menjadi hijau dimungkinkan oleh perubahan komposisi kimia air kawah akibat perubahan gas-gas gunung api atau bisa pula dampak kenaikan suhu. Sedangkan naiknya konsentrasi zat besi dalam air menghasilkan warna merah dan cokelat tua. Warna hijau lumut mungkin berasal dari biota jenis lumut.

Salah satu laporan mutakhir disampaikan oleh Badan Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (BVMBG) tentang terjadinya perubahan warna air pada Danau Kelimutu pada bulan Juni 2013. Pada saat itu warna Tiwu Ata Polo berubah dari merah ke hijau, sedangkan Tiwu Nua Muri Koooh Fai berubah dari hijau ke putih. Perubahan warna itu disertai bunyi menggelegak di danau bagaikan bunyi air mendidih, dan munculnya asap putih ke atas danau yang membubung hingga setinggi 10-35 m. Di samping itu tersebar pula bau gas belerang yang menyengat yang pada suatu saat dapat dirasakan baunya hingga sejauh 3 km dari danau.

Belakangan ini Harian Kompas, 1 April 2016, melaporkan terjadinya lagi perubahan warna Danau Kelimutu. Disebutkan bahwa Tiwu Ato Polo berubah dari hijau mejadi merah hati atau merah tua. Sementara itu Tiwu Nuwa Muri Koooh Fai dan Tiwu Ata Mbupu, masing-masing berwarna hijau muda dan putih.

Perubahan warna Danau Kelimutu memang masih menyisakan misteri yang belum sepenuhnya terungkap secara ilmiah. Tetapi bagi masyarakat adat suku Lio yang bermukim di sekitar Danau Kelimutu, perubahan warna itu mempunyai makna magis yang dipercaya memberi pertanda akan terjadinya suatu peristiwa penting, misalnya akan terjadi bencana



seperti perang, kekekeringan, kelaparan, gempa, wabah penyakit. Terkait dengan kepercayaan itu maka masyarakat adat suku Lio pada saat-saat tertentu melakukan ritual adat berupa persembahan sesajian untuk arwah-arwah penghuni danau yang dipandang sakral itu. Upacara adat mempersembahkan sesajian itu disebut upacara Pati Ka Du'a Batu Ata Mata. Belakangan ini acara ritual itu sudah dikemas untuk dapat pula menjadi atraksi wisata.



Gambar 5. Upacara Pati Ka Du'a Batu Ata Mata oleh masyarakat adat suku Lio untuk mempersembahkan sesajian bagi para arwah penunggu Danau Kelimutu.

Kunjungan wisata ke Danau Kelimutu memang menjadi salah satu andalan dalam kepariwisataan di kawasan ini. Dengan makin meningkatnya kunjungan wisatawan nusantara dan mancanegara, maka potensi dampak lingkungannya pun meningkat. Salah satu masalah adalah sampah dari pengunjung dan pedagang asongan yang belum terkelola dengan baik. Namun di samping itu, ada pula nilai positif di masyarakat lokal yang bisa ikut menyelamatkan kawasan taman nasional ini. Di sana ada hukum adat yang melarang jual-beli tanah di sekitar

taman nasional. Bila dilanggengkan, kearifan lokal (*local wisdom*) itu bisa membantu mencegah perubahan peruntukan lahan untuk menjadi bangunan komersial seperti hotel dan resor. Dengan kata lain, kearifan itu dapat membantu menyelamatkan danau.



Gambar 6. Tumbuhan endemik Taman Nasional Kelimutu. Kiri: ota unga (*Begonia kelimutuensis*). Kanan: turuwara (*Rhododendron renschianum*).  
(lipsus.kompas.com. & yudhe.com. )

Danau Kelimutu bukan satu-satunya objek menarik di Taman Nasional Kelimutu. Flora di kawasan Nasional Kelimutu, terdapat sekitar 100 spesies, dua diantaranya merupakan jenis endemik Kelimutu yaitu uta unga (*Begonia kelimutuensis*) dan turuwara (*Rhondodenron renschianum*). Beberapa flora lain yang ada di Taman Nasional Kelimutu antara lain ajang kode (*Toona spp.*), cemara (*Casuarina equisetifolia*), kawah (*Anthocephalus cadamba*), kesambi (*Schleichera oleosa*), kesi (*Canarium spp.*), kodal (*Diospyros ferra*), sita (*Alstonia scholaris*), dan masih banyak lagi lainnya.



Gambar 7. Gerbang Selamat Datang dan Arboretum Taman Nasional Kelimutu.  
(lipsus.kompas.com)

Tumbuhan endemik Kelimutu *Begonia kelimutuensis*, baru ditemukan oleh tim dari Pusat Penelitian Biologi LIPI (Lembaga ilmu Pengetahuan Indonesia) yang melaksanakan kajian di kawasan ini di tahun 2007 lalu. Ironisnya, justru setelah dinyatakan sebagai flora



endemik Kelimutu, spesies ini malah jadi buruan pihak-pihak yang tak bertanggung jawab untuk diperdagangkan sebagai komoditi eksotis hingga mengakibatkan keberadaannya dalam alam makin langka dan terancam..

Tak jauh dari tepian Danau Kelimutu terdapat arboretum seluas 4,5 ha. Arboretum adalah kawasan tempat berbagai jenis tumbuhan ditanam dan dikembangkan untuk tujuan penelitian dan pendidikan. Berbagai jenis flora dari kawasan Kelimutu bisa ditemukan di arboretum ini mewakili flora Kelimutu.

Hewan endemik Kelimutu antara lain berbagai jenis mamalia seperti tikus lawo (*Rattus hainaldi*), tikus gunung (*Bunomys naso*), deke (*Papagomys armandvillei*), dan wawindua (*Sus heureni*). Jenis satwa lain, diantaranya ayam hutan (*Gallus gallus*), banteng (*Bos javanicus*), kijang (*Muntiacus muntjak*), rusa (*Cervus timorensis*), babi hutan (*Sus sp.*), luwak (*Pardofelis marmorata*), trenggiling (*Manis javanica*), landak (*Hystrix brachyura*), kancil (*Tragulus javanicus*), dan lainnya.



Gambar 8. Beberapa spesies burung endemik di Taman Nasional Kelimutu. a. kancilan Flores (*Pachycephala nudigula*); b. burung madu matahari (*Nectarinia solaris*); c. merpati hijau Flores (*Treron floris*); d. kehicap Flores (*Monarcha sacerdotum*); e. opior paruh tebal (*Heleia crassirostris*).  
(dody94.wordpress.com)

Taman Nasional Kelimutu juga merupakan habitat bagi berbagai jenis burung endemik yang terancam punah. Burung-burung tersebut diantaranya kancilan Flores (*Pachycephala nudigula*), burung madu matahari (*Nectarinia solaris*), merpati hijau Flores (*Treron floris*), kehicap Flores (*Monarcha sacerdotum*), opior paruh tebal (*Heleia crassirostris*) (Gambar 8).

Danau Kelimutu dan alam sekitarnya memang tak pernah luput dari berbagai perhatian, dalam berbagai aspeknya. Mungkin masih banyak yang mengingat bahwa lembaran uang Rupiah yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia dengan nilai Rp 5.000 edisi tahun 1992-1999 menampilkan gambar Danau Kelimutu pada lembaran uang kertas itu. Boleh jadi di masa itu semua orang Indonesia pernah memegang atau memiliki lembaran mata uang itu, tetapi belum tentu semua tahu gambar danau apakah itu, dimana adanya, dan apa istimewanya.



Gambar 9. Danau Kelimutu dalam lembaran uang senilai Rp 5.000 edisi tahun 1992-1999.

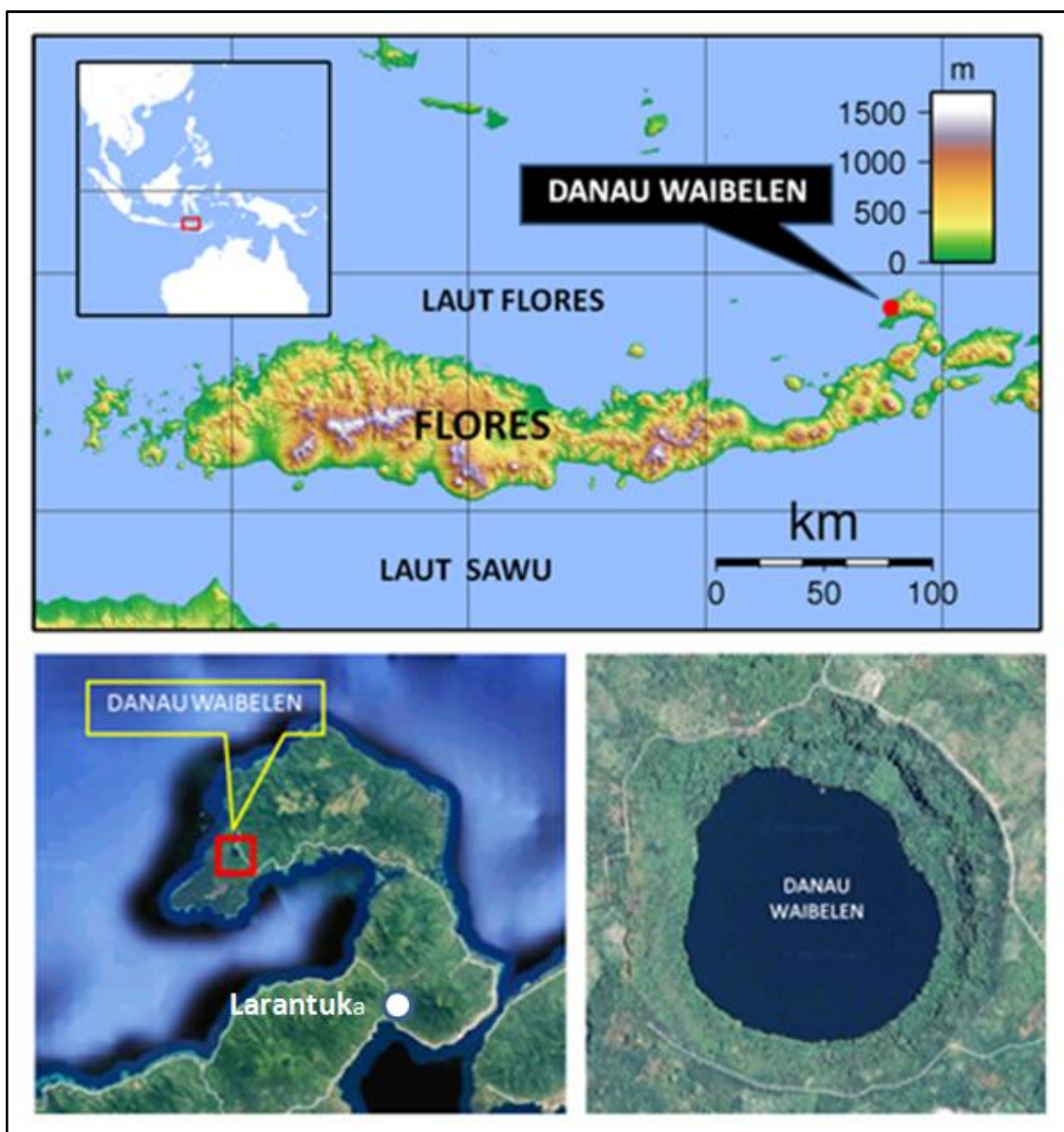
## RUJUKAN

- Cakrawala. 2010. Kelimutu: Danau Eksotis Indonesia. (dody94.wordpress.com/2010).
- Kompas. 2016. Danau Kelimutu. Warna air berubah dari hijau tua menjadi merah hati. *Harian Kompas*, Jumat 1 April 2016.
- Kompas. 2012. Taman Nasional Kelimutu, Kekayaan Flora dan Fauna Flores. Minggu, 19 Agustus 2012. (travel.kompas.com)
- Newslink. 2010. Pesona lain Kelimutu. Newslink, 14 Januari 2010.
- Nurhasyim, A. 2016. Rahasia Danau Kelimutu di Ende, bisa bersalin warna 44 kali. (m.tempo.co/read/news/2016)
- Pasternack, G. F. & J. C. Varekamp. 1994. The geochemistry of the Keli Mutu crater lakes, Flores, Indonesia. *Geochemical Journal*, vol. 28: 243-262.
- PVMBG. 2013. Global Volcanism Program, 2013. Report on Kelimutu (Indonesia). In: Wunderman, R. (ed). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 38:6. Smithsonian Institution . dx.doi.org/10.5479/si.GVP.BGVN20136-264140.



## 38. DANAU WAIBELEN

**D**anau Waibelen atau Danau Asmara berada di Desa Waibao, Kecamatan Tanjung Bunga, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur pada posisi geografi kurang lebih  $8^{\circ}10'48''$  Lintang Selatan, dan  $172^{\circ}47'12''$  Bujur Timur. Lokasi danau ini sebenarnya hanya 45 kilometer di utara Larantuka, ibu kota Kabupaten Flores Timur. Namun akses jalan ke sana masih sangat buruk. Untuk mencapai bibir danau harus melalui jalan setapak yang cukup jauh dengan medan yang berat..



Gambar 1. Peta lokasi Danau Waibelen



Gambar 2. Danau Waibelen atau Danau Asmara di Desa Waibao, Kecamatan Tanjung Bunga, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. (travel.kompas.com).



Gambar 3. Jalan sederhana menuju Danau Waibelen. (travel.kompas.com).

Danau ini bernama asli Waibelen, dari asal kata “wai” yang artinya “air” dan “belen” yang artinya “besar atau luas”. Tetapi mulai tahun 1970, danau ini sering dijuluki sebagai Danau Asmara. Kisahnya: Sepasang kekasih yang hubungannya tak direstui orang tua mereka karena masih memiliki pertalian keluarga, nekat menenggelamkan diri di tengah danau.

Tak jauh di sebelah barat-daya danau terdapat Pantai Painhaka. Seorang pelaut-penjelajah Portugis bernama Antonio de Abreu dalam penjelajahannya di Nusantara tiba di kawasan ini di tahun 1512. Ia terpesona melihat tanjung ini dipenuhi bunga flamboyan merah (*Delonix regia*) yang tengah bermekaran. Ia lalu memberi nama tanjung ini sebagai *Cabo das*



*Flores* atau Tanjung Bunga. Sebutan ini kemudian digunakan untuk menamai seluruh Pulau Flores.

Danau Waibelen berada pada ketinggian (altitude) sekitar 200 m diatas permukaan laut. Dengan merujuk pada *Google map* dapat ditelusuri bahwa Danau Waibelen mempunyai bentuk hampir bulat, dengan panjang maksimum 0,84 km, dan lebar maksimum 0,74 km, keliling 2,50 km, dan luas 0,475 km<sup>2</sup>. Kedalamannya diperkirakan sekitar 20 m.



Gambar 4. Beberapa pojok lingkungan Danau Waibelen. ([tourism.nttprov.go.id/](http://tourism.nttprov.go.id/))

Danau Waibelen merupakan danau kaldera yang terbentuk dari letusan Gunung Sodoberawao pada 400-500 sebelum Masehi. Lingkungan sekitar danau dihiasi kebun yang ditanami pohon pisang, nanas, coklat, serta pohon lain nonbudidaya.

Wilayah ini tampaknya memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Ada dilaporkan terdapatnya berbagai jenis burung air yang sering mengunjungi danau ini, tetapi sayang sepertinya belum banyak terungkap. Demikian pula biota airnya yang belum diketahui keanekaragaman jenisnya.

Masyarakat setempat percaya bahwa di danau itu hidup buaya siluman yang disebut *nene*, yang merupakan jelmaan dari seorang raja hingga oleh masyarakat setempat sering diberi sesajian.

Mungkin karena akses ke danau yang asri ini masih sulit, belum tercatat adanya penelitian yang mendalam tentang kondisi umum perairannya. Beberapa usaha rintisan telah dimulai untuk pengembangan aspek pariwisatanya. Tetapi ini merupakan tantangan yang besar,



karena sarana dan prasarana yang masih sangat terbatas. Desa-desa di sekeliling danau pun belum dimasuki listrik.

### **RUJUKAN**

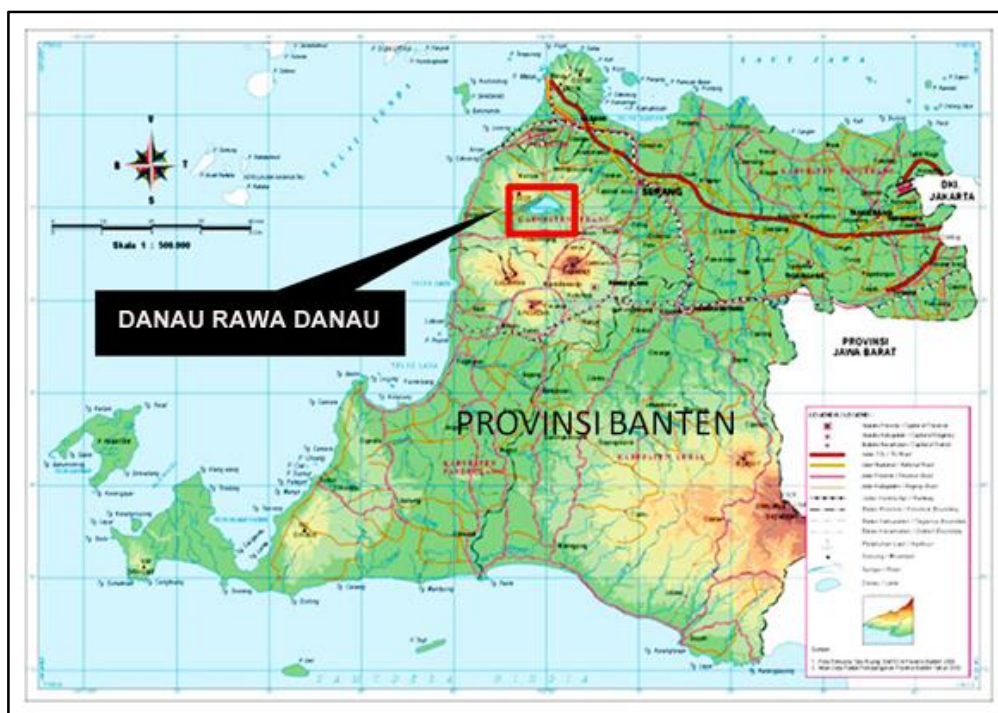
Sri Rejeki, 2015. Bersemi di Danau Asmara. Harian Kompas, 25 Oktober 2015.

Yayat. 2016.. Blusukan ke Danau Asmara. Inilah kehidupan Flores yang sebenarnya. Kompasiana, 24 Mei 2016.

## 39. DANAU RAWA DANAU

**D**anau Rawa Danau (sering disingkat sebagai Rawa Danau saja, atau Ranca Danau) berada di Kecamatan Mancak, Padarincang dan Pabuaran, Kabupaten Serang, propinsi Banten. Secara geografis Rawa Danau terletak antara 6°12' - 6°19' LS (Lintang Selatan) dan 105°25' - 105°58' BT (Bujur Timur) dengan ketinggian (*elevation*) sekitar 90 m di atas permukaan laut. Kawasan Rawa Danau ini memiliki luas sekitar 2.500 ha dan merupakan satu-satunya ekosistem rawa terbesar di Pulau Jawa yang masih alami, yang menempati bekas danau kaldera Banten purba. Berdasarkan keunikan ini, Rawa Danau telah ditetapkan sebagai Cagar Alam sejak 16 November 1921 oleh Pemerintah Hindia Belanda, yang kemudian diperkuat dengan UU No. 5 tahun 1990 tentang konservasi keanekaragaman hayati.

Sekitar tahun 1986, perairan terbuka di Cagar Alam Rawa Danau ini tersisa sekitar 0,4 % dari luas cagar alam tersebut, selebihnya 45 % (1.100 ha) berupa hutan rawa, 25 % (633 ha) berupa hamparan rumputan tinggi *Phragmites karka*, dan 30 % (714 ha) berupa sawah, semak, dan kebun.

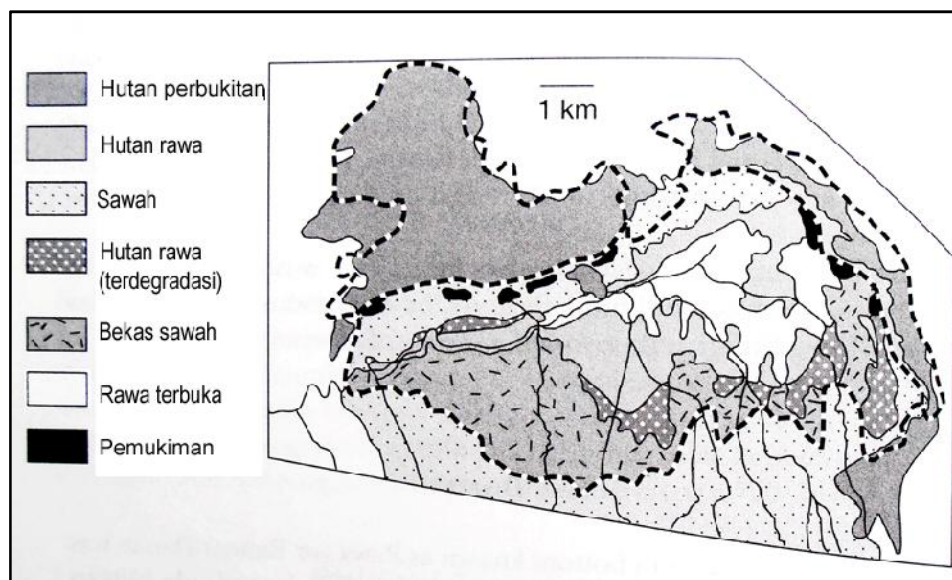


Gambar 1. Peta lokasi Danau Rawa Danau

Rawa Danau merupakan daerah kaldera purba yang dikelilingi oleh bukit-bukit Gunung Tukung Gede di sebelah utara dan timur yang juga ditetapkan sebagai Cagar Alam Tukung Gede, serta dataran yang agak tinggi di sebelah barat daya. Sebagiaian besar topografinya relatif datar dan hanya di bagian utara terdapat bukit kecil, yaitu Gunung Jamungkal dengan

ketinggian sekitar 150 m di atas permukaan laut. Hampir setiap saat sebagian besar lantai hutannya terendam oleh air dengan kedalaman rawa yang bervariasi dari 2 sampai 10 m.

Sekitar 15 sungai kecil mengalir di kawasan ini, tetapi hanya ada satu sungai utama yang mengalir keluar ke arah barat, yaitu Sungai Cidanau. Hampir seluruh kawasan Cagar Alam Rawa Danau merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Cidanau ini. Rawa Danau merupakan sumber air baku untuk kawasan industri Cilegon dan kota Serang.



Gambar 2. Tata guna lahan sekitar Cagar Alam Rawa Danau sekitar tahun 1986 (Whitten *et al.* 1996)

Daerah Rawa Danau dan sekitarnya dimanfaatkan sebagai daerah persawahan, perkebunan, serta pemukiman penduduk. Tata guna lahan di kawasan ini sekitar tahun 1986 ditampilkan pada Gambar 2 (Whitten *et al.* 1996). Darmawan (2002) kemudian mengkaji perubahan tutupan lahan di kawasan ini dalam periode 1994 sampai 2000 yang menunjukkan telah terjadi penambahan luas daerah pemukiman dan tanah kosong, sedangkan luas kawasan hutan di kawasan lindung cenderung tetap dengan fluktuasi yang rendah. Luas kawasan pertanian bertambah seiring dengan bertambahnya kebutuhan hidup masyarakat sekitar.



Gambar 3. Perairan terbuka Rawa Danau banyak ditutupi oleh eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Iklim di daerah ini mengikuti pola umum di pantai utara Jawa yang dipengaruhi oleh angin musim (*monsoon*),



yang terdiri dari angin musim barat (Desember – Februari), angin musim timur (Juni – Agustus), dan musim-musim peralihan di sela-selanya, yakni musim peralihan pertama (Maret – Mei) dan musim peralihan kedua (September – November) . Musim barat dicirikan sebagai musim hujan, sedangkan musim timur dicirikan sebagai musim kemarau. Pada musim-musim peralihan angin umumnya mengendor dengan arah tak menentu atau lebih dikenal sebagai musim pancaroba. Pola musiman ini dapat termodifikasi oleh perubahan iklim dalam skala besar seperti bila terjadinya fenomena El Nino yang menyebabkan musim kemarau berkepanjangan atau La Nina yang membawa hujan lebih banyak. Curah hujan tertinggi di daerah sekitar Rawa Danau berkisar 2.712 – 3.670 mm/ bulan sedangkan terendah berkisar 615 – 833 mm/ bulan. Suhu udara berkisar 22° – 32° C.



Gambar 4. Beberapa pojok suasana lingkungan Cagar Alam Rawa Danau (dari berbagai sumber)

Sebagai suatu ekosistem rawa pegunungan yang khas, Rawa Danau dihuni oleh berbagai biota yang sesuai. Selain menjadi hunian lebih dari 250 jenis burung, Cagar Alam Rawa Danau juga menjadi hunian buaya, bajing tanah (*Lariscus insignis*), bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus*), biawak (*Varanus salvator*), elang ular (*Spilornis cheela*), kera (*Macaca fascicularis*), kuntul kerbau (*Bubulcus ibis*), kuntul putih (*Ardeola sp.*), kalong (*Pteropus vampirus*), lutung (*Trachypitechus auratus*), raja udang biru (*Halcyon chloris*), dan ular sanca (*Phyton reticulatus*).





Gambar 5. Hutan rawa di Cagar Alam Rawa Danau, merupakan hutan rawa terluas di Jawa (Whitten *et al.* 1996)



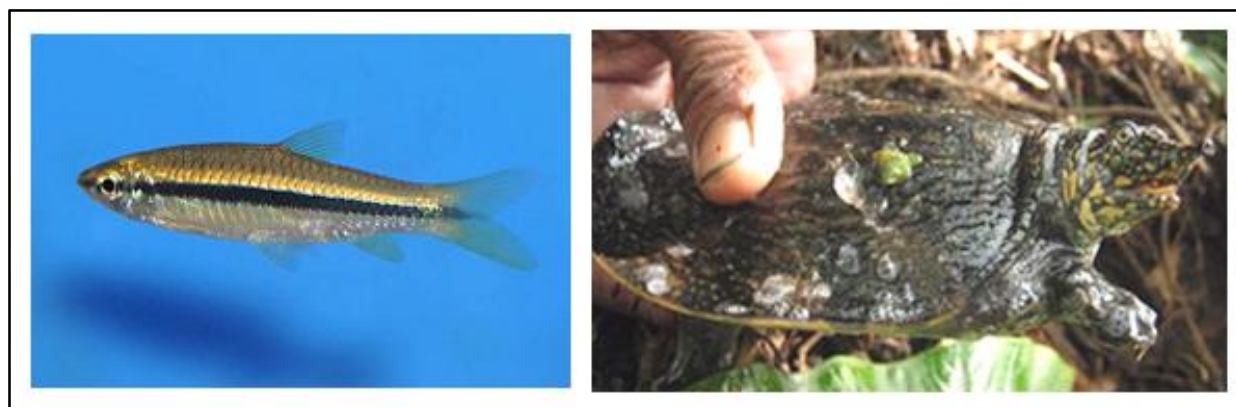
Gambar 6. Burung-burung air penghuni Cagar Alam Rawa Danau  
([danau.limnologi.lipi.go.id/danau](http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau))

Fauna akuatik yang terdapat di Rawa Danau tercatat antara lain kura-kura atau labi-labi betempurung lunak (*Tryonix cartilagineus*), dan berbagai jenis ikan termasuk ikan endemik di Jawa, *Rasbora aprotaenia*. Selain itu juga terdapat berbagai jenis moluska akuatik seperti keong emas (*Pila ampullacea*) yang dikonsumsi oleh penduduk setempat.

Berbagai jenis tumbuhan juga terdapat di Cagar Alam Rawa Danau ini, seperti gagabusan (*Alstonia spatulata*), jawayay (*Ficus retusa*), kisireum (*Eugenia spicata*), mareme (*Glochidion lucidum*), dan rengas (*Gluta renghas*).

Meskipun Rawa Danau telah ditetapkan sebagai Cagar Alam, berbagai masalah masih terus dihadapi dalam pengelolaannya. Kerusakan Daerah Aliran Sungai misalnya akan sangat mempengaruhi kondisi danau.

Selain itu, kerusakan lingkungan juga terjadi di sepanjang sempadan di tepian danau, misalnya dengan terjadinya alih fungsi lahan, dan kurangnya partisipasi masyarakat dan pemahaman masyarakat terhadap pentingnya menjaga kelestarian danau. Penyalahgunaan wewenang pemberian izin pemanfaatan danau dan penyerobotan / pemanfaatan danau secara liar juga terjadi.



Gambar 7. Ikan parai (*Rasbora aprotaenia*) dan labi-labi / kura-kura bertempurung lunak (*Tryonix cartilagineus*) terdapat di Rawa Danau

Penurunan kualitas air baku terjadi dari tahun ke tahun tercermin dari meningkatnya nilai parameter utama seperti kandungan zat organik, kekeruhan (*turbidity*) dan warna air. Penyuburan (*eutrofikasi*) terus terjadi yang mendorong makin berkembangnya gulma air seperti eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang menutupi sebagian besar perairan terbuka, dan rerumputan gelagah (*Phragmites karka*). Di samping itu debit rata-rata Sungai Cidanau cenderung menurun dari tahun ke tahun, yang disebabkan karena erosi dan pendangkalan di wilayah DAS Cidanau.

Kajian yang dilaksanakan oleh Rostika *et al.* (2012) di Rawa Danau mengindikasikan bahwa danau ini mempunyai potensi untuk mendukung pengembangan perikanan dan ekowisata air berkelanjutan (*sustainable eco-limno tourism*). Pengembangan ekowisata air berkelanjutan dipercaya dapat meningkatkan manfaat ganda yakni bagi ekologi, sosial-budaya dan ekonomi secara berkelanjutan. Suatu hal yang menarik bahwa masyarakat setempat mempunyai kearifan lokal yakni diharamkan (*taboo*) untuk menggunakan perahu motor di Rawa Danau. Wisata dan transpor air boleh dilaksanakan hanya dengan menggunakan perahu lesung (*dug-out canoe*) yang tentu lebih aman bagi kelestarian lingkungan.

Beberapa waktu berselang merebak issue lingkungan berkaitan dengan rencana membendung Sungai Cidanau untuk meningkatkan daya tampung Rawa Danau dengan menaikkan muka air sekitar 2 m lebih tinggi, untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan air baku untuk kawasan industri Cilegon dan kota Serang di masa depan. Selama ini kebutuhan air bagi kawasan industri Cilegon dan kota Serang dipasok dari Rawa Danau. Rencana ini mendapat tanggapan yang ramai dan penentangan dari berbagai pihak karena dipandang kurang



mempertimbangkan pentingnya aspek konservasi dan kelestarian alam yang sangat unik yang dimiliki Rawa Danau. Ada pendapat untuk lebih baik membangun beberapa bendung lebih kecil di beberapa tempat disertai perbaikan hulu DAS Cidanau dari pada membangun bendung besar hanya di satu lokasi (Priyanto & Titiresmi, 2006).



Gambar 8. Di Rawa Danau tak boleh ada perahu bermotor, karena diharamkan (*taboo*) oleh masyarakat adat setempat. Perahu dayung lebih aman bagi lingkungan. (indonesiakaya.com)

Kawasan Rawa Danau telah pula menjadi objek penelitian tentang kondisi alam purba yakni *palaeogeography*, *palaeolimnology*, dan *palaeoecology* pada kala Kuaterner Akhir yakni periode sekitar 0,5 – 1,0 juta tahun lampau (van der Kaas, 2001). Kajian itu yang didasarkan pada hasil pemboran sedimen di Rawa Danau mengindikasikan perubahan iklim masa lampau yang berdampak pada perubahan lingkungan. Dampak kegiatan manusia atas perkembangan vegetasi di kawasan Rawa Danau baru tampak pada beberapa ratus tahun terakhir.

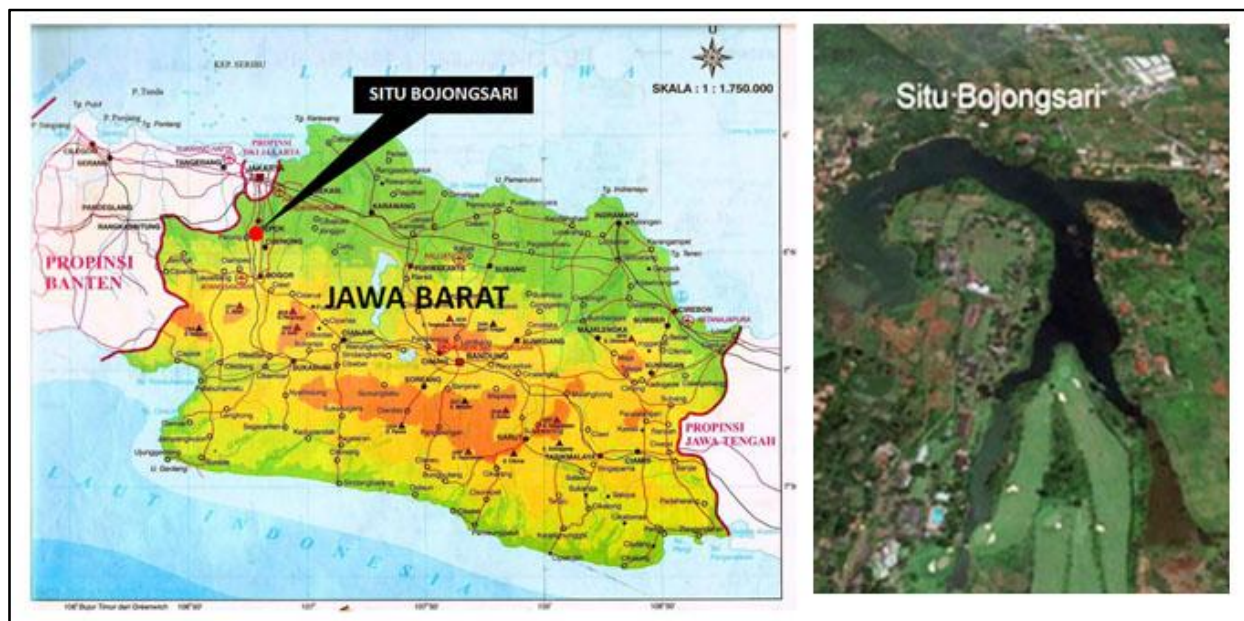
## RUJUKAN

- Darmawan, A. 2002. Perubahan penutupan lahan Cagar Alam Rawa Danau. Tesis. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional.
- Melisch, R., Y. R. Noor, W. Giesen, E. Widjanarti H., Rudyanto. 1993. An assessment of the importance of Rawa Danau for Nature Conservation and an Evaluation of Resource Use. Directorate General of Forest Protection and Nature Conservation and Asian Wetland Bureau – Indonesia: 97 pp.

- Priyanto, B. & Titiresmi. 2006. Beberapa aspek pengelolaan Cagar Alam Rawa Danau sebagai sumber air baku. *J. Tek. Lingk.* 7 (3): 277-283.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Rawa Danau. <http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau>.
- Rostika, R., R. Avenzora, Masyamir & A. Yustiati. 2012. Studi pengembangan pemanfaatan Danau Rawa Danau di provinsi Banten untuk budidaya perikanan dan ekowisata. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VII tahun 2012.
- van der Kaars, S., D. Penny, J. Tibby, J. Fluin, R. A. C. Dam, P. Suparan. 2001. Late Quaternary palaeoecology, palynology and palaeolimnology of a tropical lowland swamp: Rawa Danau, West Java, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeolimnology, Palaeoecology* 171: 185-212.
- Whitten, A., R. E. Soeriatmadja & S. A. Afiff. 1996. *The ecology of Java and Bali*. Ecology of Indonesia Series. Vol.II. Dalhousie University: 969 pp.

## 40. SITU BOJONGSARI

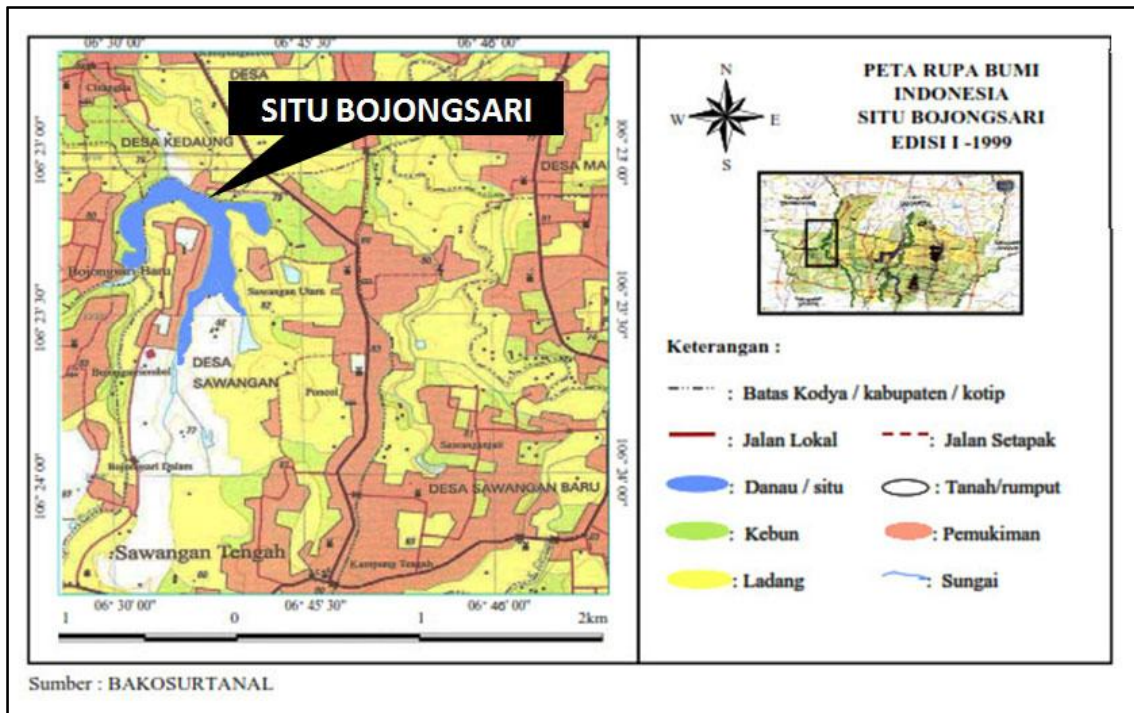
Danau Bojongsari lebih dikenal dengan nama Situ Bojongsari. Dalam bahasa Sunda setempat “Situ” bermakna “Danau”. Situ Bojongsari merupakan situ terluas di Kota Depok, Provinsi Jawa Barat. Secara administratif Situ Bojongsari terletak di Kelurahan Sawangan (Sawangan Lama), dengan posisi geografis  $6^{\circ}23'15''$  Lintang Selatan dan  $106^{\circ}45'13''$  Bujur Timur (Gambar 1). Bentuknya bercabang-cabang hingga sepinas seperti membentuk huruf “T”. Situ Bojongsari terletak pada ketinggian 70 m di atas permukaan laut, memiliki luas perairan 28,25 ha. Kedalaman rata-ratanya sekitar 3-4 m dengan maksimum 10 m. Fluktuasi permukaan air situ antara musim kemarau dan musim hujan kurang lebih 1,2 m dan waktu simpan (*retention time*) selama 27 hari. Curah hujan rata-rata 3.332 mm/tahun atau rata-rata 278 mm/bulan.



Gambar 1. Peta lokasi Situ Bojongsari

Situ ini dikelilingi oleh areal pemukiman, perkebunan, dan tegalan. Selain itu terdapat padang rumput yang dimanfaatkan sebagai padang golf yang cukup luas di sebelah selatan situ (Gambar 2). Pemukiman yang terdapat di sebelah barat situ, umumnya rumah-rumah non-permanen, beberapa bangunan diantaranya terletak sangat dekat dengan danau hingga dikhawatirkan dapat mengganggu ekosistem situ. Kolam-kolam ikan milik penduduk juga banyak dijumpai di bagian utara dan barat situ, bahkan di kawasan itu kurang lebih 35 persen dipakai untuk tambak ikan yang diusahakan oleh pihak swasta. Bagian selatan situ didominasi oleh perkebunan milik penduduk sekitar dengan komoditi utama ketela pohon dan jagung. Selain tanaman perkebunan, juga dijumpai beberapa areal sawah yang mendapatkan air irigasi dari situ.





Gambar 2. Peta rupa bumi Situ Bojongsari (BAKOSURTANAL)



Gambar 3. Pemandangan beberapa pojok Situ Bojongsari.

Tepat di bagian utara situ, di saluran keluar (*outlet*) terdapat bendung pengendali (*check dam*) yang dibangun pada tahun 1997, dengan tujuan untuk memudahkan pendistribusian air situ ke pemukiman dan sawah/kebun milik penduduk sekitar. Namun kondisinya tampaknya telah rusak dan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Situ Bojongsari pernah menjadi objek kajian limnologi yang dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Limnologi LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) di tahun 1987-1988, yang merupakan kajian limnologi yang paling lengkap tentang danau di Indonesia. Hasil-hasilnya tertuang dalam suatu monografi dan terbitan-terbitan lainnya (Nontji & Hartoto 1989 a, 1989b). Aspek-aspek yang dikaji mencakup karakteristik fisika, kimia, biologi dan geologi perairan. Salah satu contoh misalnya kajian tentang penetrasi radiasi fotosintetik (*Photosynthetically Active Radiation/ PAR*) yang mengindikasikan bahwa lapisan eufotik (yang aktif dalam proses fotosintesis) di situ ini sangat tipis, hanya sampai kedalaman sekitar 1,3 m saja. Sementara suhu secara vertikal dari permukaan (30°C) makin menurun seiring dengan kedalaman, tetapi mulai kedalaman 2 m dan selanjutnya ke bawah sampai ke dasar, suhu air sudah homogen sekitar 25°C.



Gambar 4. Karamba jaring apung di Situ Bojongsari (panoramio.com)

Berbagai kajian lain juga telah merekam berbagai kondisi Situ Bojongsari yang berkaitan dengan kualitas air, plankton, bakteri, bentos (biota yang hidup di dasar), ikan, flora sempadan (riparian) dan sedimen. Saat itu juga sudah terekam gulma eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan kiambang (*Salvinia molesta*) yang menutupi areal yang cukup luas di permukaan situ.

Fauna bentos di situ ini terdiri dari 15 spesies, didominasi oleh moluska (7 spesies), krustasea (4 spesies), insekta (3 spesies) dan cacing (1 spesies). Di antara moluska, *Melanoides tuberculata* adalah spesies yang dominan, sedangkan di antara krustasea yang terbanyak adalah

*Macrobrachium sintangense* dan *Caridina laevis*. Sementara itu fauna ikan di situ ini ditemukan sebanyak 13 spesies yang didominasi oleh ikan-ikan dari suku Cyprinidae.

Seiring dengan perjalanan waktu, lingkungan sekitar situ berubah dengan makin banyak dan beragamnya kegiatan manusia di sekitar situ yang dikhawatirkan akan dapat memberi dampak negatif terhadap Situ Bojongsari. Banyak pihak yang makin prihatin dengan kenyataan bahwa lingkungan Situ Bojongsari makin rusak dan mengkhawatirkan akan lenyapnya situ ini di kemudian hari. Terkait dengan hal ini adalah menarik untuk menyimak penelitian yang dilakukan oleh Purnama (2008) tentang pendugaan erosi di Situ Bojongsari.

Purnama (2008) melaksanakan penelitiannya di Situ Bojongsari dengan menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Dari penelitiannya dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain bahwa nilai erosi di Situ Bojongsari bergantung pada zona yang bergantung pada cakupan daerah tangkapan masing-masing, dari zona dengan kelas erosi berat sebesar 4969.84 ton/ha sampai dengan zona dengan kelas erosi terkecil sebesar 22.66 ton/ha. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa areal di sekeliling Situ Bojongsari masih dalam kondisi relatif aman terhadap bahaya erosi dan sedimentasi. Hal ini juga diperkuat dengan perhitungan kemungkinan umur Situ Bojongsari.

Dari penelitian Purnomo (2008) umur Situ Bojongsari diperkirakan mampu mencapai 211 tahun. Hasil ini tentu bukan merupakan hasil mutlak. Nilai hanya berupa prediksi, karena pada hakekatnya umur situ juga tergantung dari aktivitas manusia di sekitarnya dan kemauan manusia untuk mengelola lingkungan hidup. Bukan tidak mungkin, umur situ bisa lebih pendek dari prediksi perhitungan akibat perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap lingkungan.

Faktor penyebab erosi terbesar pada situ Bojongsari adalah karena tanah terbawa aliran permukaan akibat vegetasi di sekitar situ tidak dapat menahan aliran permukaan serta vegetasi yang jarang. Untuk mencegah terjadinya erosi maka perlu dilakukan reboisasi di sekitar situ dan pembuatan bangunan penangkal erosi.

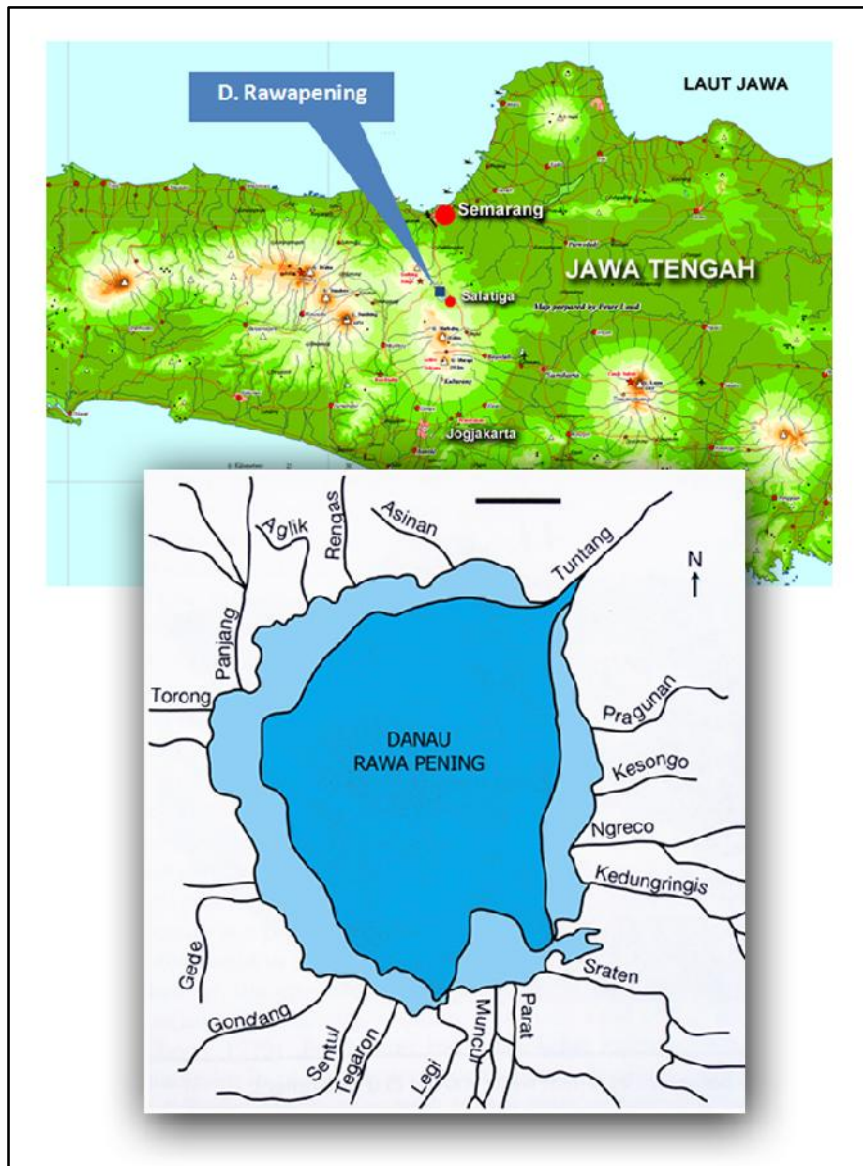
## RUJUKAN

- Nontji, A. & D. I. Hartoto (Eds). 1989 a. "*Limnologi Situ Bojongsari*", Monografi No. 1, Puslitbang Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- Nontji, A. & D. I. Hartoto (Eds). 1989 b. *Ecology of a small tropical lake, Bojongsari (Bogor, West Java)*. UNESCO Indonesia MAB Program, Research and Development Centre for Limnology, Indonesian Institute of Sciences.
- Nontji, A. 1993. Attenuation of Photosynthetically Active Radiation in a Small Tropical Lake, Bojongsari. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 27: 1-10.
- Purnama, N. E. 2008. Pendugaan erosi dengan metode USLE (Universal Soil Loss Equation) di Situ Bojongsari, Depok. Skripsi Sarjana Teknologi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.



## 41. DANAU RAWA PENING

**D**anau Rawa Pening secara administratif berada di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, tak jauh dari kota Salatiga, dengan posisi geografis  $7^{\circ} 4' - 7^{\circ} 30' \text{ LS}$  (Lintang Selatan) dan  $110^{\circ} 24' 46'' - 110^{\circ} 49' 06'' \text{ BT}$  (Bujur Timur). Areal Danau Rawa Pening secara administratif masuk dalam empat kecamatan di bawah Kabupaten Semarang, yakni Kecamatan Bawen (sebelah utara), Kecamatan Banyubiru (sebelah selatan), Kecamatan Tuntang (sebelah timur) dan Kecamatan Ambarawa (sebelah barat).



Gambar 1. Atas: Peta lokasi Danau Rawa Pening. Bawah: Danau Rawapening. Warna biru tua: batas saat air rendah di musim kemarau. Warna biru muda: batas saat air tinggi di musim hujan (Whitten *et al.* 1996)

Danau ini berada pada ketinggian antara 455 – 465 m di atas permukaan laut serta dikelilingi oleh tiga gunung yaitu Gunung Merbabu, Telomoyo, dan Ungaran. Kapasitas tampungan airnya sekitar 65.000.000 m<sup>3</sup> . Letak danau ini cukup strategis karena berada di tepian jalan raya nasional Semarang – Solo dan Semarang – Yogyakarta serta berada di jalan antara Ambarawa – Kota Salatiga.



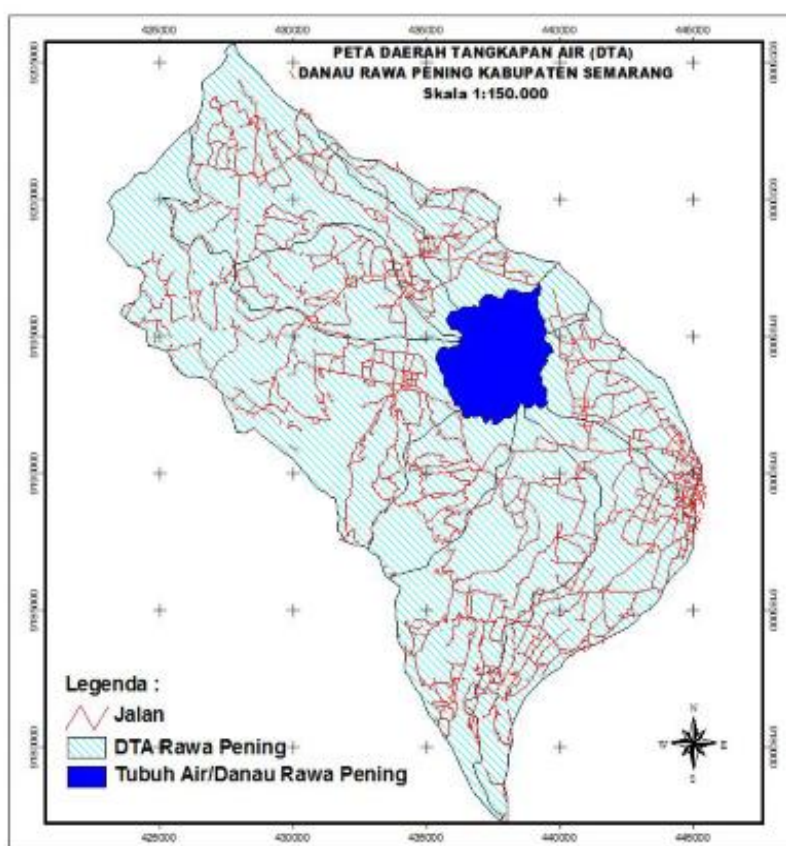
Gambar 2. Panorama Danau Rawa Pening (traveldtik.com & birohumas.jatengprov.go.id)

Suatu kajian arkeologi dengan pemboran sedimen di Rawa Pening mengungkapkan bahwa dalam periode 4.000 tahun terakhir, luas hutan rawa yang asli di kawasan ini telah banyak berkurang luasnya. Rekaman *pollen* (tepung sari tumbuhan) purba pada sedimen

mengindikasikan bahwa kedatangan manusia ke daerah paparan ini baru dimulai kurang lebih sebelum abad ke sepuluh, atau kurang lebih ketika candi Kerajaan Mataram didirikan. Rekaman sejarah menunjukkan perubahan signifikan terjadi di kawasan ini sekitar abad ke-14, yang mengindikasikan mulai terjadinya kolonisasi manusia secara ekstensif di daerah paparan ini (Semah *et al.* 1992).

Dilihat dari kejadiannya, Danau Rawa Pening merupakan danau yang terbentuk secara alami ketika proses geologi membendung Kali Tuntang hingga terbentuklah danau yang bentuknya agak membulat. Danau alami ini kemudian disempurnakan oleh Pemerintah Hindia Belanda dengan membangun dam (bendung) pada tahun 1912 – 1916 dengan memanfaatkan Kali Tuntang sebagai satu-satunya pintu keluar (*outlet*). Danau ini kemudian diperluas pada tahun 1936 hingga mencapai luas  $\pm 2.667$  ha pada musim hujan, sedangkan pada akhir musim kemarau menyusut menjadi  $\pm 1.650$  ha.

Terdapat banyak sungai-sungai kecil yang mengalirkan airnya dari DTA (Daerah Tangkapan Air) di hulu yang kemudian masuk ke Danau Rawa Pening. Sungai-sungai itu antara lain Asinan, Rengas, Aglik, Panjang, Torong, Gede, Gondang, Sentul, Tegaron, Legi, Muncul, Parat, Sragen, Kedungringis, Ngreco, Kesongo dan Paguran (Gambar 1). Namun hanya ada satu pintu keluar (*outlet*) dari Danau Rawa Pening yakni Sungai Tuntang yang terletak di bagian timur-laut danau. Hal ini terjadi karena bagian timur-laut letaknya lebih rendah dan air mengalir terus ke Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan hingga akhirnya bermuara ke Laut Jawa.



Gambar 3 . Peta Daerah Tangkapan Air Rawa Danau Pening.  
(Wuryanta & Paimin, 2012)

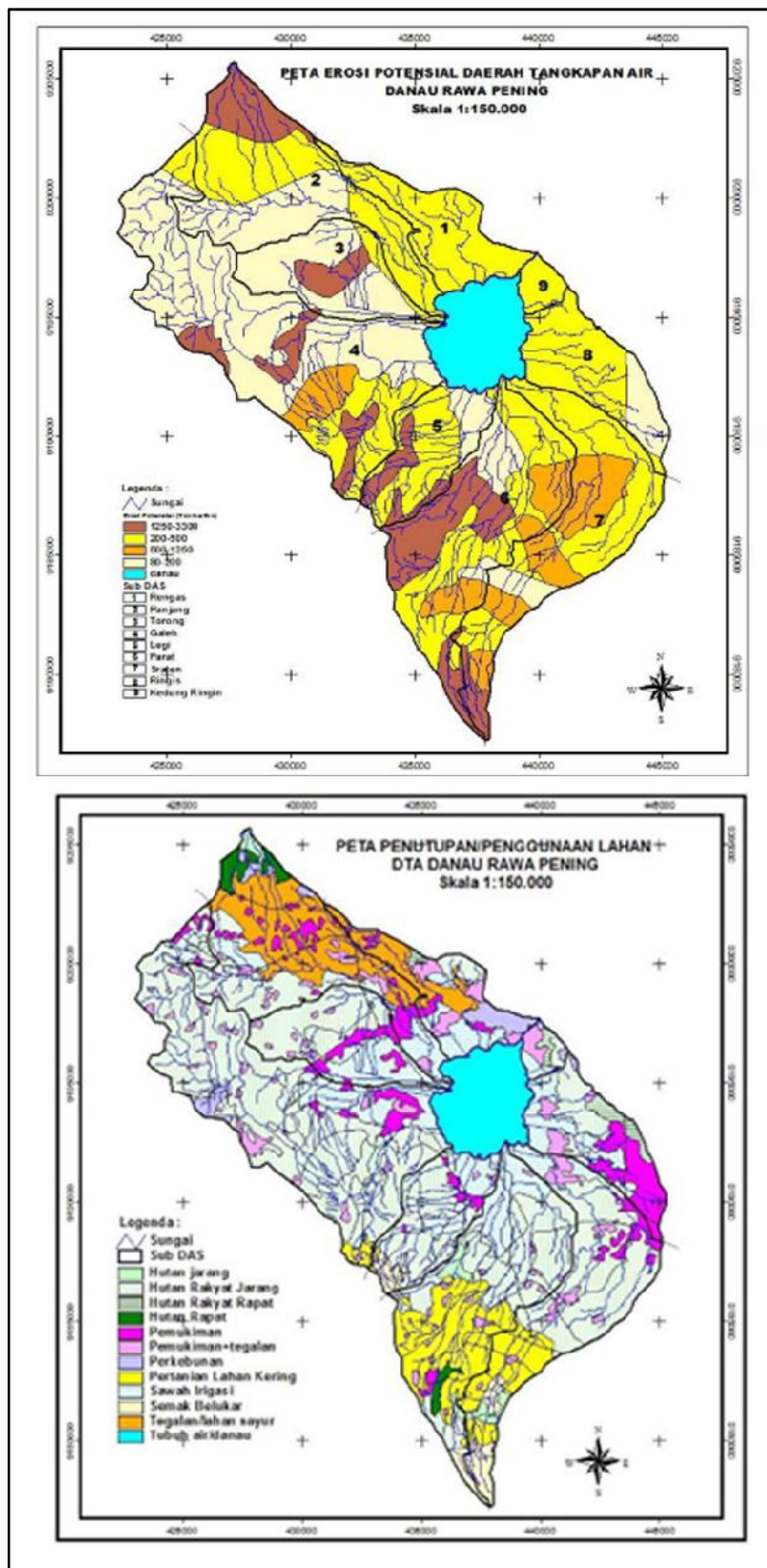
Iklim di Danau Rawa Pening memiliki ciri sebagai iklim tropis dengan curah hujan tinggi dengan suhu rata-rata antara 25 °C – 29 °C. Curah hujan rata-rata misalnya pada tahun 2005 tercatat sebesar 2.387 mm per tahun dengan jumlah hari hujan 133 hari, dan kelembaban udara berkisar antara 70 – 90 %. Musim hujan terjadi selama enam bulan yakni dari November sampai April, sedangkan musim kemarau pada bulan Mei hingga Oktober. Puncak masa kekeringan terjadi pada bulan Agustus sampai September.



Dalam beberapa tahun terakhir telah terjadi perubahan iklim yang mengakibatkan semakin berkurangnya curah hujan dan juga jumlah hari hujan. Hal ini menyebabkan pada musim kemarau air danau semakin menyusut dan mengakibatkan kekeringan, sebaliknya pada musim hujan air danau berlebihan sehingga menyebabkan banjir. Salah satu penyebab terjadinya perubahan ini adalah semakin bertambahnya lahan kritis atau lahan gundul di daerah tangkapan air akibat berbagai pemanfaatan lahan yang tidak memperhatikan aspek kelestarian lingkungan.

Karakteristik danau sangat ditentukan oleh kondisi Daerah Tangkapan Air (DTA) di bagian hulunya. Daerah Tangkapan Air Danau Rawa Pening sebagian besar berada di Kabupaten Semarang dan hanya sebagian kecil berada di Kota Salatiga tepatnya wilayah Kecamatan Sidomukti dan Kecamatan Argomulyo (Gambar 3). Daerah Tangkapan Air Danau Rawapening terdiri dari sembilan Sub-DAS yakni: Galeh, Legi, Panjang, Parat, Rengas, Sraten, Torong, Ringis, Kedung Ringin (Gambar 4).

Selain itu karakteristik tutupan lahan di Daerah Tangkapan Air sangat menentukan kualitas aliran yang masuk ke danau dan juga akan menentukan sedimentasi yang terjadi di Danau Rawa Pening.

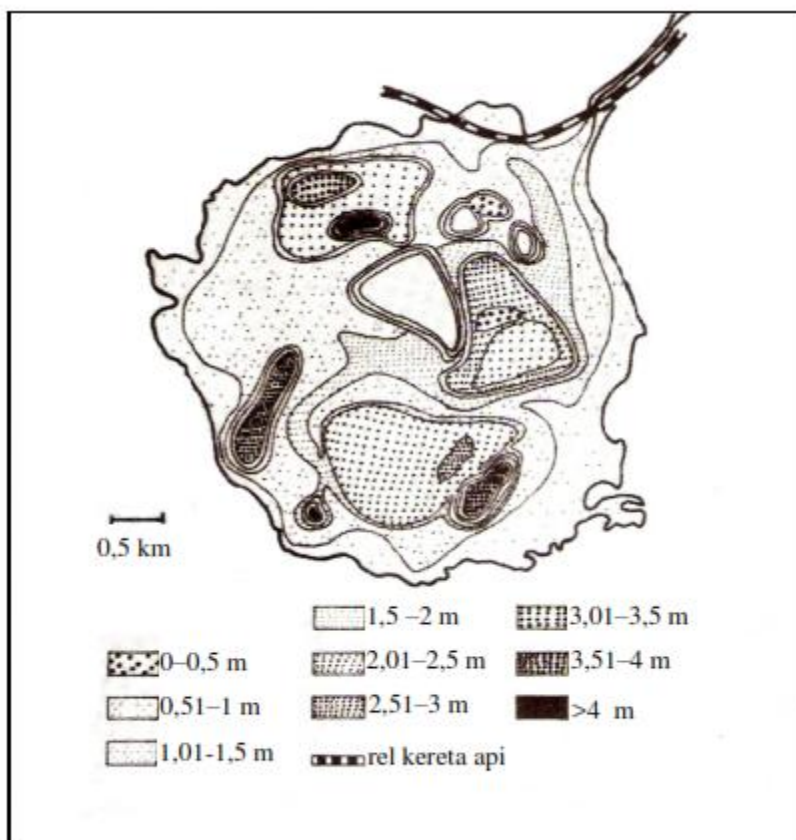


Gambar 4. Atas: Peta erosi potensial Daerah Tangkapan Air Danau Rawa Pening. Bawah: Peta Penutupan Penggunaan Lahan DTA Danau Rawa Pening. (Wuryanta & Paimin, 2012)

Beberapa jenis tutupan lahan di Daerah Tangkapan Air Danau Rawa Pening antara lain berupa hutan, pemukiman, perkebunan, pertanian lahan kering, sawah, semak belukar, dan tegalan (Gambar 4). Aktivitas pemanfaatan lahan di wilayah DAS bagian hulu seperti konservasi lahan hutan, pengolahan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung lahan mengakibatkan degradasi sumberdaya alam, meningkatkan erosi dan sedimentasi yang berdampak pada wilayah DAS di bawahnya dalam bentuk pendangkalan danau dan sungai.

Sedimentasi Danau Rawa Pening sudah merupakan hal yang krusial mengingat intensitasnya yang terus meningkat dari waktu ke waktu. Wuryanta & Paimin (2012) misalnya mencontohkan sedimentasi yang terjadi dalam kurun 28 tahun (1976 s/d 2004) yang mengakibatkan daya tampung Danau Rawa Pening menyusut dari 65 juta m<sup>3</sup> menjadi 49 juta m<sup>3</sup>. Apabila tidak segera dilakukan upaya penyelamatan, eksistensi danau alami ini terancam akan menjadi daratan dalam beberapa dekade ke depan.

Göltenboth (1979) dan Soeprbowati (2012) telah membuat peta batimetri (kedalaman) Danau Rawa Pening, yang pada dasarnya hasil keduanya tidak jauh berbeda. Bagian terdalam danau ini adalah 18 m dekat mata air Bukit Cinta. Bagian barat-laut danau kedalamannya berkisar 2-4,7 m.



Gambar 5. Peta batimetri (kedalaman) Danau Rawa Pening (Göltenboth, 1979).

Kualitas air dan fitoplankton di Danau Rawa Pening telah dikaji oleh Zulfia & Aisyah (2012) yang menyimpulkan bahwa perairan danau ini merupakan perairan yang subur yang tergolong eufotik hingga hipereutrofik. Keanekaragaman fitoplanktonnya tergolong rendah

tetapi kelimpahannya tinggi. Beberapa karakteristik perairan Danau Rawa Pening dicantumkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air Danau Rawa Pening (Zulfia & Aisyah, 2012)

Parameter	Nilai
Kedalaman (m)	1,48 – 11,3
pH	7,1 – 7,4
Suhu	27,65 – 28,55
Kecerahan (cm)	85 - 112
Nitrat (mg/l)	1,32 – 2,18
Fosfat (mg/l)	0,012 – 0,031
Klorofil-a (mg/l)	4,66 – 7,30



Gambar 6. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) menutupi sekitar 85 % permukaan danau Rawa Pening. Pengendaliannya merupakan masalah lingkungan yang utama di danau ini.

Perairan Danau Rawa Pening mempunyai keanekaragaman hayati yang cukup tinggi, tetapi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan jenis yang paling dominan. Diperkirakan eceng gondok yang hidup mengambang di permukaan air ini menutupi perairan danau sekitar 1.080 ha atau kurang lebih 85,4 % dari luas danau di tahun 2006 (Soeprbowati, 2012) . Berbagai upaya untuk mengendalikan populasi gulma eceng gondok ini tampaknya belum sepenuhnya berhasil. Ada beberapa kegiatan untuk mengendalikan populasi eceng gondok ini,



misalnya dengan memanen atau mengangkatnya secara fisik keluar dari perairan, dan memanfaatkan eceng gondok sebagai sumber daya ekonomi misalnya untuk berbagai produk kerajinan (*handycraft*), pembuatan pupuk organik, biogas, dan pemanfaatan untuk pakan ternak. Selain itu, pengendalian eceng gondok juga dilaksanakan dengan penggunaan herbisida, pengendalian secara biologi dengan memanfaatkan ikan koan/ *grass carp* (*Ctenopharyngodon idella*) yang herbivor. Tampaknya cara apapun yang digunakan tidaklah mudah karena populasi eceng gondok dapat berlipat ganda dengan sangat cepat. Akar masalahnya adalah pada eutrofikasi atau masuknya nutrient terutama nitrat dan fosfat yang bersumber dari kegiatan pemukiman, pertanian, perikanan, peternakan dari lahan sekitar danau.



Gambar 5. Flora dan fauna utama di Danau Rawa Pening. **Flora:** 1. *Rynchospora corymbosa*; 2. *Ceratophyllum demersum*; 3. Phytoplankton; 4. *Eichornia crassipes*; 5. *Nymphoides indica*; 6. *Hydrilla verticillata*. **Fauna:** a. *Rana erythraea*; b. *Pipistrellus*; c. *Colocalia linchi*; d. *Urothermis abbotti*; e. *Lonchura molucca*; f. *Halcyon cyanoventris*; g. telur keong *Pila*; h. *Belostoma indica*; i. *Macrobrachium rosenbergi*; j. *Channa striatus*; k. *Aplocheilus panchax*; l. zooplankton; m. *Clarias batrachus*; n. larva *Chironomus*; o. *Trichogaster pectoralis*; p. Larva *Culex*; q. hydra; r. *Spongilla lacustris*; s. *Corbicula javanica*; t. *Caridinia laevis*; u. *Pila polita*; v. larva *Chaoborus*; w. *Anodonta woodiana*. (Whitten et al., 1996)

Selain eceng gondok, tumbuhan akuatik terbenam (*submerged plant*) lainnya terdapat juga di danau ini antara lain *Hydrilla verticillata* dan *Ceratophyllum demersum*. Di danau ini terdapat 13 jenis tumbuhan air makrofit, 9 jenis diantaranya merupakan jenis asli, sedangkan 4

jenis lainnya merupakan jenis pendatang. Berbagai jenis flora dan fauna sebagai penghuni utama Danau Rawa Pening disampaikan dalam Gambar 5.

Jenis-jenis ikan yang pernah dilaporkan terdapat di Danau Rawa Pening berjumlah sekitar 17 jenis. Jenis ikan yang paling dominan adalah ikan nilam atau wader (*Osteochilus hasselti*). Sementara itu zooplankton yang pernah dilaporkan dari danau ini terdiri dari 17 marga yang merupakan kelompok dari Cladocera, Copepoda, Ostracoda dan Rotifera, sedangkan fitoplankton sedikitnya terdapat 148 marga.

Perikanan di Danau Rawa Pening dapat digolongkan dalam dua kegiatan utama yakni perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Perikanan tangkap dilaksanakan dengan alat-alat sederhana seperti pancing, jala tebar, bubu, jaring pandrong, dan anco (jaring angkat). Perikanan budidaya dilaksanakan dalam dua bentuk yakni dengan karamba tancap dan karamba jaring apung. Ikan yang dibudidaya terutama adalah jenis yang diintroduksi seperti ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Masuknya ikan pendatang baru dapat mengancam kehadiran ikan asli setempat. Ikan wader hijau (*Osteochilus hasselti*) misalnya kini semakin sulit di temui di danau Rawa Pening.



Gambar 6. Nelayan di Danau Rawa Pening

Kegiatan perikanan tangkap tahun 2005 menghasilkan produksi sebesar 1.026 ton, budidaya karamba tancap 628 ton dan karamba jaring apung 90 ton. Potensi masalah dalam penerapan budidaya karamba adalah pemberian pakan secara berlebihan hingga dapat menjadi sumber menurunnya kualitas air setempat.

Selain untuk pemanfaatan perikanan, Danau Rawa Pening berfungsi pula untuk



Gambar 7. Wisata pemancingan di Danau Rawa Pening

pariwisata, terutama untuk wisata alam dan wisata air. Pemandangan alamnya yang indah yang memadukan hamparan perairan dengan latar belakang gunung merupakan daya tarik tersendiri. Di perairan danauanya dapat dilaksanakan wisata memancing atau berperahu keliling danau sambil menikmati kondisi alam dan kegiatan nelayan.

Fungsi lain dari Danau Rawa Pening adalah sebagai pemasok air baku untuk pemukiman dan industri di sekitarnya. Selain itu juga sebagai pemasok



air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang sangat vital dalam pembangunan ekonomi di kawasan ini. Air dari Danau Rawa Pening disalurkan untuk PLTA Jelok Tuntang dengan kapasitas terpasang 20 MW, yang merupakan bagian dari interkoneksi listrik Jawa-Bali.



Gambar 8. Air dari Danau Rawapening dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Jelok, Tuntang (panoramio.com)

Sehubungan dengan berbagai masalah yang melanda Danau Rawa Pening, Kementerian Lingkungan Hidup telah menyusun serangkaian program untuk penanggulangannya (Kementeraian Lingkungan Hidup, 2011) yang tidak saja didasarkan pada aspek teknis tetapi juga dengan mempertimbangkan aspek-aspek sosial, ekonomi dan politik.

#### RUJUKAN

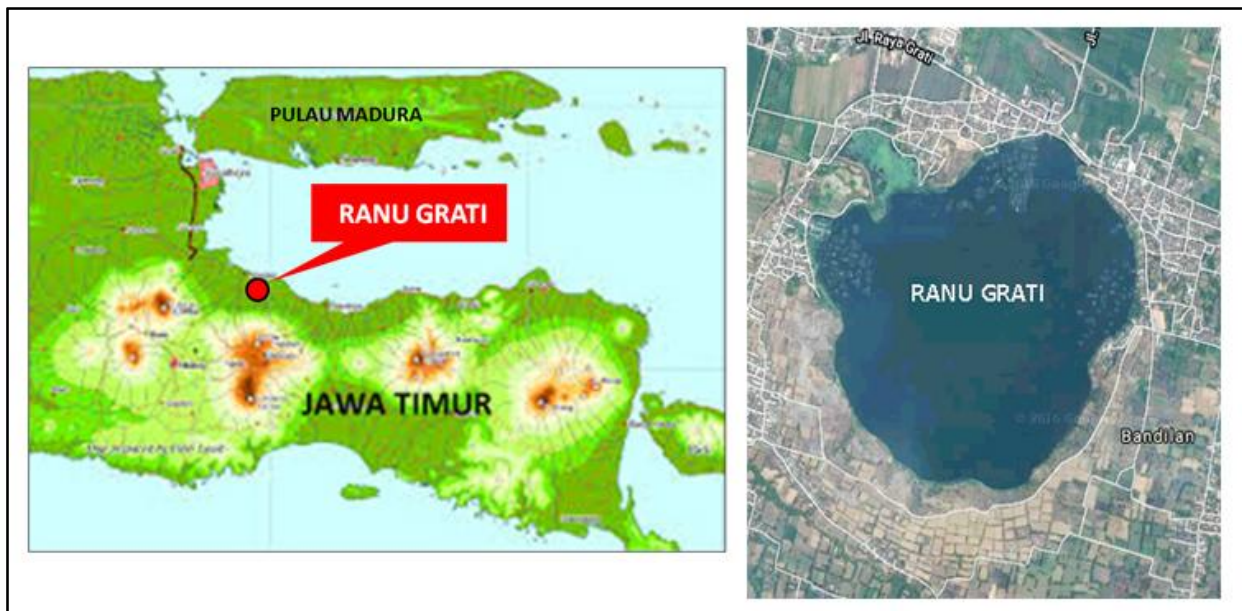
Göltenboth, F., K. H. Timotius, P. P. Milan & J. Margraf (eds). 2006. *Ecology of Insular Southesat Asia. The Indonesian Archipelago*. Elsevier, Amsterdam: 557 pp.



- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional: 148 hlm.
- Kurniawan, R., J. Nishiro & I. Yuniarti. 2012. Aquatic macrophytes diversity in Lake Rawa Pening, Indonesia. Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Murtiono, U. H. & Paimin. 2012. Potensi pasokan air ke Danau Rawa Pening pada Musim Kemarau. Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Semah, A.M. 1992. Study of a 4000 years pollen record of a core in the Ambarawa Basin, Central Java, Indonesia. Existence of older grubbing periods. *C. R. Acad. Sci.ser. II, Univers. Sci.Terre* 315: 903-908.
- Setyono, C. 2014. Rawa Pening dalam perspektif politik lingkungan: Sebuah kajian awal. *Indonesian Journal of Conservation*, Vol 3, No. 1: 7 – 15.
- Soeprbowati, T. R. & S. Hadisusanto. 2009. Diatom dan palaeolimnology: Studi komparasi perjalanan sejarah Danau Lac Saint-Agustine Quebec-City, Canada dan Danau Rawa Pening Indonesia. *Biota* 14 (1): 60-68.
- Soeprbowati, T. R. 2012. Mitigasi danau eutrofik: Studi kasus Danau Rawa Pening. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Soeprbowati, T. R. 2012. Peta batimetri Danau Rawapening. *BIOMA*, 14 (2): 78-84.
- Sulastri, C. Henny & U. Handoko. 2014. Environmental conditions and eutrophication states of Rawa Pening Lake of Central Java, Indonesia. *Lakes: The Mirrors of the Earth: Balancing Ecosystem Integrity and Human Wellbeing*: 99-102.
- Sulastri, N. Takamura & I. Yuniarti. 2012. Phytoplankton of Rawa Pening Lake and Gajahmungkur Reservoir of Central Java. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI, 2012: 598-610.
- Suwargana, N. 2012. Pemantauan luas Rawa Pening periode 1992, 2001 dan 2006 berbasis data Landsat – TM dan Ikonos. Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012.
- Whitten, A., R. E. Soeriatmadja & S. A. Afiff. 1996. *The ecology of Java and Bali*. Ecology of Indonesia Series. Vol.II. Dalhousie University: 969 pp.
- Wuryanta, A. & Paimin. 2012. Analisis sedimentasi Danau Rawapening dengan menggunakan teknologi pengideraan jauh dan sistem Informasi Geografis. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI.
- Zulfia N. & Aisyah. 2013. Status trofik perairan Rawa Pening ditinjau dari kandungan unsur hara (NO<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub>) serta klorofil-a. *BAWAL* 5 (3): 189 – 199.

## 42. RANU GRATI

Danau Ranu Grati biasa disebut sebagai Ranu Grati saja, karena dalam bahasa Jawa setempat kata *Ranu* sudah bermakna *Danau*. Karena danau ini berada di Desa Klindungan, acapkali pula disebut sebagai Ranu Klindungan. Secara administratif Ranu Grati terletak di tiga desa yaitu Desa Sumberdawesari, Desa Ranuklindungan dan Desa Gratitunon, termasuk dalam Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Posisi geografi ranu ini kurang lebih antara 7°30'-8°30' Lintang Selatan dan 112°30'-113°30' Bujur Timur. Ranu ini berada pada bagian utara dari kaki Kaldera Tengger, dan dapat diakses dari Kota Pasuruan yang jaraknya sekitar 15 km ke arah timur melalui jalan raya lintas Pasuruan-Probolinggi.



Gambar 1. Peta lokasi dan citra satelit Ranu Grati

Ranu Grati berada pada ketinggian (elevasi) sekitar 10 m di atas permukaan laut. Morfologinya hampir berupa lingkaran dengan panjang maksimum 1,67 km, lebar maksimum 1,61 km, keliling 5,21 km dan luas sekitar 1,98 km<sup>2</sup>. Kedalaman rata-ratanya adalah 75 m sedangkan kedalaman maksimumnya 134 m. Volume air danau adalah 148.500.000 m<sup>3</sup>.

Ranu Grati memiliki sejarah geologi yang cukup unik. Ranu ini terbentuk oleh seri letusan hidrovulkanik (freatik dan freatomagmatik) karena adanya interaksi antara kolom magma yang naik dengan air eksternal sehingga membentuk gunung api *maar* yang terisi air tawar dan membentk danau. Danau maar umumnya jeluk (dalam) dengan bentuk dasar bagaikan corong. Lokasi Maar Grati sendiri cukup unik karena tidak berada di area proksimal (dekat) vulkanik seperti gunung api umumnya, tetapi pada area distal (jauh) dimana jarak gunung api aktif terdekat adalah Gunung Bromo ( $\pm$  45 km sebelah selatan). Van Bemmelen

(1949) menyebutkan bahwa genesa (terjadinya) wilayah Grati disebabkan oleh aktivitas vulkano-tektunik akibat runtuhnya Kaldera Tengger.



Gambar 2. Panorama Ranu Grati nan permai. (kompasiana.com)

Ranu Grati hanya berjarak sekitar 15 km dari kota Pasuruan. Dengan asumsi iklim di Grati tak berbeda jauh dengan di Pasuruan maka mengacu pada data meteorologi di Pasuruan dapat disebutkan bahwa iklim di kawasan ini diwarnai oleh musim kemarau dan musim hujan. Curah hujan terendah terjadi di musim kemarau bulan September (34 mm) sedangkan tertinggi



di musim hujan Januari (469 mm). Sementara itu suhu udara terendah di bulan Januari (27,0 °C) dan tertinggi di bulan Oktober (28,1 °C).

Beberapa penelitian limnologi telah diadakan di Ranu Grati yang mencakup aspek kualitas air dan biotanya. Salah satu di antaranya oleh Suwono (2014) yang mengemukakan beberapa karakteristik perairan Ranu Grati sebagai tercantum dalam Tabel 1. Dari data tersebut terlihat bahwa kondisi perairan Ranu Grati masih dalam keadaan yang normal.

Tabel 1. Karakteristik perairan Ranu Grati (Suwono, 2004)

Parameter	Nilai
Suhu (°C)	24,5-31,4
pH	6,7-9,5
Conductivity (m mho/cm)	210-252
Oksigen terlarut (ppm)	3,6-9,7
Alkalinity (ppm)	140
Kecerahan Secchi (cm)	90

Sementara itu Lestiarini (2014) yang juga mengadakan penelitian di Ranu Grati yang mencakup berbagai parameter fisika-kimia dan plankton berkesimpulan bahwa status trofik Ranu Grati berkisar antara eutrofik (subur) dan hipereutrofik (sangat subur). Kondisi semacam ini berpotensi dapat menimbulkan marak alga (*algal bloom*) atau pertumbuhan alga secara berlebihan yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Di samping itu hasil penelitiannya menunjukkan pula bahwa komunitas fitoplankton di Ranu Grati terdiri dari 5 divisi dan 7 kelas, yaitu divisi Chlorophyta diwakili oleh kelas Chlorophyceae sebesar 41%, divisi Euglenophyta diwakili oleh kelas Euglenophyceae sebesar 1%, divisi Pyrrophyta diwakili oleh kelas Dinophyceae sebesar 5%, kelas Chrysophyceae sebesar 1% dan Bacillariophyceae sebesar 15%, sedangkan Cyanophyta diwakili oleh kelas Cyanophyceae sebesar 37%. Ditemukan 161 spesies fitoplankton di Ranu Grati dengan kelimpahan sebesar 80.568 individu/l, dimana kelimpahan berkurang dengan bertambahnya kedalaman.

Dari aspek perikanan dapat disebutkan bahwa budidaya ikan nila dengan teknik Karamba Jaring Apung (KJA) telah berkembang di Ranu Grati. Dari pengalaman penerapan budidaya dengan KJA di beberapa danau lain, perlu diwaspadai pengembangan KJA ini, karena apabila pertumbuhan jumlah KJA tak terkendali maka justru akan menimbulkan kerugian dan kontra-produktif. Pemberian makanan yang berlebihan (*over feeding*) dan kotoran (*faeces*)



Gambar 3. Perikanan budidaya ikan dengan Karamba Jaring Apung (KJA) di Ranu Grati. (Kompasiana.com)

ikan akan menyebabkan kualitas air menjadi turun, kadar oksigen turun rendah hingga nihil dan berpotensi menyebabkan terjadinya kematian ikan secara massal. Terkait dengan hal ini, Mulyanto (2016) dari hasil surveynya menunjukkan bahwa di Ranu Grati telah ada sebanyak 906 petak KJA, masing-masing dengan rata-rata berukuran  $7 \times 7 \text{ m}^2$  yang dimiliki oleh 107 orang. Jumlah ini diduga telah melebihi daya dukung (*carrying capacity*) perairan tersebut. Hasil kajiannya menunjukkan bahwa Ranu Grati hanya dapat mendukung sebanyak 347 petak KJA berukuran  $7 \times 7 \text{ m}^2$  yang tiap petaknya memproduksi ikan sebanyak 8.960 kg per tahun.

Selain untuk perikanan, Ranu Grati juga berfungsi untuk pengembangan pariwisata setempat. Akses yang mudah ke ranu ini dan potensi alamnya cukup mendukung untuk pariwisata. Beberapa kegiatan wisata yang dapat dilaksanakan misalnya berperahu (*boating*), memancing, dan berbagai jenis rekreasi air lainnya. Salah satu acara tradisional yang khas disini adalah larung sesaji yang dilaksanakan setiap tahun baru Islam (1 Muharram). Dalam acara meriah yang diikuti masyarakat setempat tersebut, nasi tumpeng, bebek dan ayam dilarung (dilepas) ke danau, sebagai ungkapan rasa syukur atas karunia yang telah diberikan oleh Sang Maha Pencipta.



Gambar 4. Upacara adat larung sesaji di Ranu Grati.  
(soloraya.com)

Ada juga peristiwa bersejarah yang menarik di ranu ini yang diabadikan dalam satu prasasti di tepi danau, yaitu tenggelamnya tank amfibi dari Batalion Zipur 10 Amfibi dalam suatu kegiatan latihan tanggal 17 Oktober 1979. Ketika itu lima tank amfibi akan mengarungi dan menyeberangi Ranu Grati. Tetapi salah satu dari tank itu mesinnya mati ketika berada di tengah danau. Semestinya tank amfibi tetap mengapung meskipun dalam keadaan mesin mati. Tetapi kenyataan yang terjadi adalah tank tersebut berikut 22 prajurit di dalamnya tenggelam, lenyap dan tak pernah ditemukan lagi. Peristiwa tragis itu dianggap misterius dan oleh penduduk setempat sering dikaitkan dengan kepercayaan adanya makhluk gaib penguasa ranu, Baru Klinting, yang meminta korban.

## RUJUKAN

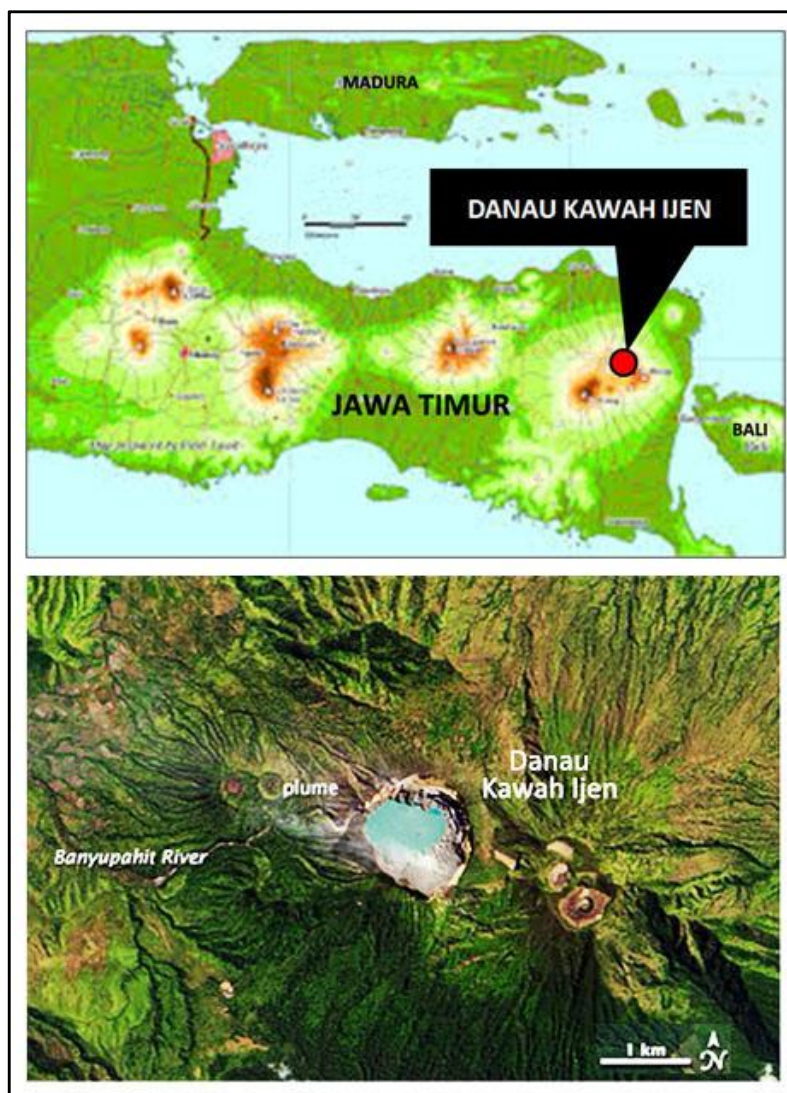
- Fauzan, M. 2013. Keanekaragaman fitoplankton sebagai bioindikator kualitas perairan Ranu Grati Kabupaten Pasuruan. Undergraduate Thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Lestariani, N. 2014. Analisis status trofik Ranu Grati, Pasuruan dan pengembangannya sebagai modul perkualiahan limnologi. Thesis Program Studi Pendidikan Biologi, Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- Mulyanto, A. 2016. Daya dukung Ranu Grati untuk budidaya ikan nila dalam Keramba Jaring Apung. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan 2016.
- Muttaqinah, N. 2014. Keanekaragaman dan kelimpahan jenis mikroalga planktonik di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/20152>.
- Suwono, H. 2008. Studi tentang plankton di Ranu Grati Pasuruan, Jawa Timur. Home, Vol.37, No.1.



### 43. DANAU KAWAH IJEN

Gunung Ijen adalah sebuah gunung api aktif yang terletak di perbatasan antara Kabupaten Banyuwangi dan Kabupaten Bondowoso, Provinsi Jawa Timur. Gunung ini memiliki ketinggian 2.443 m di atas permukaan laut dan terletak berdampingan dengan Gunung Merapi. Posisi geografisnya adalah 8° 03' 30" Lintang Selatan dan 114° 14 ' 30" Bujur Timur. Gunung Ijen terakhir meletus pada tahun 1999. Di puncak gunung inilah terdapat Danau Kawah Ijen. Kawasan ini berada dalam wilayah Cagar Alam Taman Wisata Ijen.

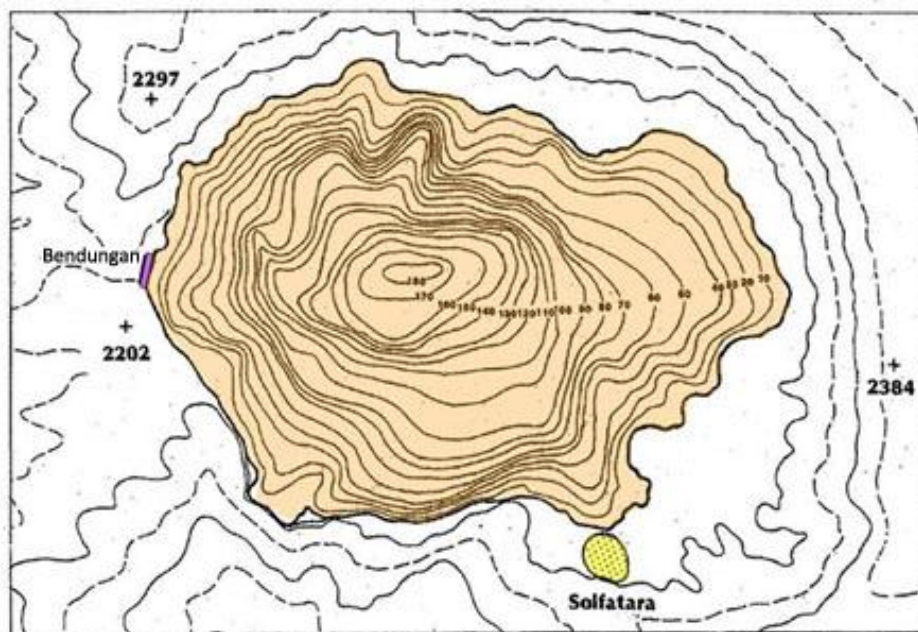


Gambar 1 . Atas: Peta lokasi Danau Kawah Ijen. Bawah: Citra Danau Kawah Ijen dari Satelit Landsat-8.

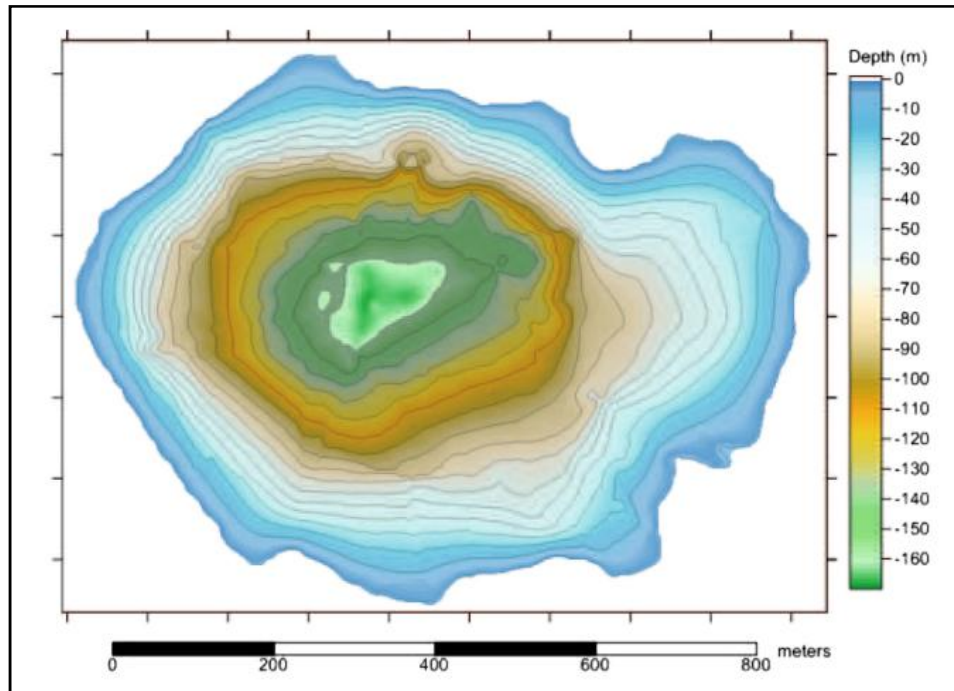


Gambar 2 .Danau Kawah Ijen dengan kepulan solfatara (gas mengandung belerang) di latar depan (anekatempatwisata.com)

Danau Kawah Ijen terbentuk dari rangkaian proses vulkanik yang kompleks dari Gunung Api Ijen yang membentuk kaldera besar dimana kawah ini berada. Danau Kawah Ijen itu berada pada ketinggian 2.200 m diatas permukaan laut, memiliki bentuk oval (600 x 1.000 m), dengan luas permukaan  $41 \times 10^6 \text{ m}^2$  dan volumenya diperkirakan antara  $32 \text{ dan } 36 \times 10^6 \text{ m}^3$ .



Gambar 3. Peta batimetri (kedalaman) Danau Kawah Ijen berdasarkan pengukuran kedalaman dengan pemberat (*lead sounding*). (Takano, 1996)



Gambar 4 . Peta batimetri (kedalaman) Danau Kawah Ijen, berdasarkan rekaman dengan pemeruman gema (*echo sounding*) tahun 2011-2012 (Caudron *et al.* 2015).

Pemetaan topografi kawasan danau tahun 1920 dan 1994 menunjukkan bahwa morfologi kawah tidak banyak berubah meskipun sejarah peristiwa erupsi freatik telah terjadi berulang-ulang. Erupsi *freatik adalah* proses keluarnya magma ke permukaan bumi karena pengaruh uap yang disebabkan sentuhan air dengan magma baik secara langsung maupun tak langsung. Sebaliknya morfologi dasar danau kawah telah mengalami perubahan. Pengukuran kedalaman pada tahun 1925 misalnya mencatat kedalaman 198 m pada titik terdalam, yang saat itu berlokasi sebelah timur dari pusat. Pada tahun 1938 titik terdalam telah bergeser ke barat yang mengakibatkan danau bagian pusat lebih dalam (~ 200 m) dan juga di beberapa titik di paruhan sebelah barat. Pengukuran oleh Takano (1996) dengan menggunakan pemberat (*lead sounding*) menunjukkan bahwa kedalaman maksimumnya sedikit lebih rendah (Gambar 3). Peta batimetri (kedalaman) Danau Kawah Ijen yang lebih mutakhir (Coudron *et al.*, 2015), yang dibuat berdasarkan hasil pemeruman gema (*echo sounding*) disajikan dalam Gambar 4.

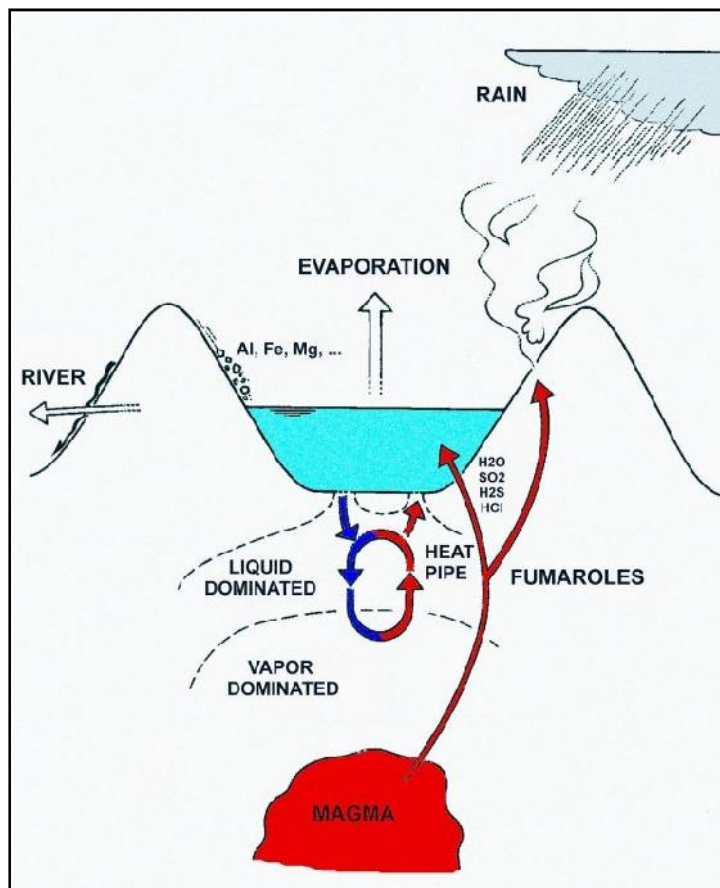
Di bagian tenggara danau (Gambar 2 dan 3) terdapat solfatara yakni lubang yang menyemburkan gas-gas oksida belerang (seperti  $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ ), selain karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Solfatara mudah dikenali karena udara sekitarnya berbau busuk seperti kentut, yang merupakan bau khas gas-gas oksida belerang.

Satu hal yang sangat fenomenal pada Danau Kawah Ijen adalah karena sifat airnya yang sangat asam (*hyper acidic*) dengan pH sampai serendah 0,2 yang sering dirujuk sebagai danau yang paling asam sedunia. (Catatan: air yang normal mempunyai pH 7). Air yang sangat asam ini boleh dikatakan seperti air keras atau air aki mobil, yang bila tersentuh kulit kita akan terasa panas dan bisa menyebabkan melepuh. Sukar membayangkan ada biota yang mampu hidup dalam danau dengan kondisi keasaman seperti ini. Bahkan berbagai logam pun akan segera



dicerna oleh air yang sangat asam ini (Gambar 6). Pertanyaannya lalu bagaimana kondisi *hyper acidic* seperti ini bisa terbentuk di danau ini?

Secara sederhana terjadinya pengasaman Danau Kawah Ijen dapat digambarkan sebagai berikut (konsep yang dikembangkan oleh Bernard). Menurut konsep ini, kondisi kimia air danau ini ditentukan oleh volatili (kemampuan berubah ke bentuk uap atau gas) magmatik, interaksi batuan dan cairan, penguapan air danau, pengenceran dari air hujan dan daur ulang air danau melalui rembesan ke dalam sistem hidrotermal bawah permukaan (Gambar 5). Danau ini bertindak sebagai kondensor untuk bahan yang mudah menguap dan juga sebagai perangkat panas kalorimeter yang dipasok oleh reservoir magmatik dangkal.



Gambar 5. Proses kimiawi pembentukan air sangat asam di Danau Kawah Ijen (menurut Bernard)



Gambar 6. Kiri: Kaleng aluminium ini ditaruh di air Danau Kawah Ijen dan langsung menimbulkan suara mendesis karena “dimakan” oleh air danau yang sangat asam. Dalam tempo 20 menit kaleng itu tinggal berupa lapisan tipis bagai sepotong tissue. Kanan: Mengukur derajat keasaman Danau Kawah Ijen mempunyai risiko yang sangat besar, karena petugas berada di tengah danau “air aki” yang sangat keras. (stormchaser.ca)

Volatili magmatik dapat disuplai oleh sistem danau kawah berupa injeksi langsung berupa semburan uap magmatik ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ , dan  $\text{HF}$ ) melalui rekah-rekah yang berhubungan dengan dasar fumarol (lubang yang mengeluarkan gas atau uap) atau melalui air panas yang masuk di dasar danau. Dengan demikian air hujan, suhu tinggi, kimia batuan, serta semprotan uap magma bercampur dan dimasak di kuali raksasa berupa danau hingga terjadilah air danau yang sangat asam (*hyper acidic*).

Para ahli vulkanologi Belanda telah mengungkapkan adanya hubungan yang erat antara curah hujan, tinggi muka air dan suhu danau. Curah hujan di kawasan Ijen bervariasi dengan kisaran 3.000 – 4.000 mm per tahun. Terdapat fluktuasi yang signifikan antaran musim kemarau (Mei-Oktober) dan musim hujan (November-April) saat muka air danau bisa naik sampai 4 m. Suhu permukaan danau selalu lebih tinggi dari pada suhu udara, dan umumnya menurun selama musim hujan. Pengamatan dalam kurun tahun 1980 – 1993 menunjukkan suhu permukaan danau rata-rata  $40^\circ\text{C}$ , dengan maksimum sekitar  $46^\circ\text{C}$  dan minimum sekitar  $32^\circ\text{C}$ . Pada umumnya dalam kondisi normal, suhu tidak menunjukkan perubahan signifikan terhadap kedalaman.

Geokimia air Danau Kawah Ijen antara lain telah dikaji antara lain oleh Mueller (1957) yang menunjukkan berbagai kandungan logam di danau ini yang disarikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi geokimia air Danau Kawah Ijen (Mueller, 1957)

Komponen	Konsentrasi (g/l)
$\text{SO}_4^{2-}$	57,0
$\text{Cl}^-$	17,7
$\text{Al}^{3+}$	5,08
$\text{Fe}^{2+}$	1,58
$\text{Mg}^{2+}$	0,63
$\text{Na}^{2+}$	1,05

Pada tahun 1921 dibangun oleh Belanda bendungan di bagian sebelah barat Danau Kawah Ijen (Gambar 3) untuk mengatur tinggi air danau dengan tujuan mencegah air melimpah yang bisa menimbulkan bencana selama musim hujan. Awalnya pintu air ini berfungsi tetapi kini tidak dapat dioperasikan lagi karena danau ini bocor atau merembes. Rembesan (*seepage*) air danau masuk ke sungai di arah hilirnya yakni Sungai Banyu Pahit dan Sungai Banyu Putih yang membuat sungai-sungai ini juga bersifat asam meskipun pH nya sudah semakin meningkat menuju netral semakin menuju ke arah hilir. Sementara itu sungai asam itu digunakan untuk pengairan.

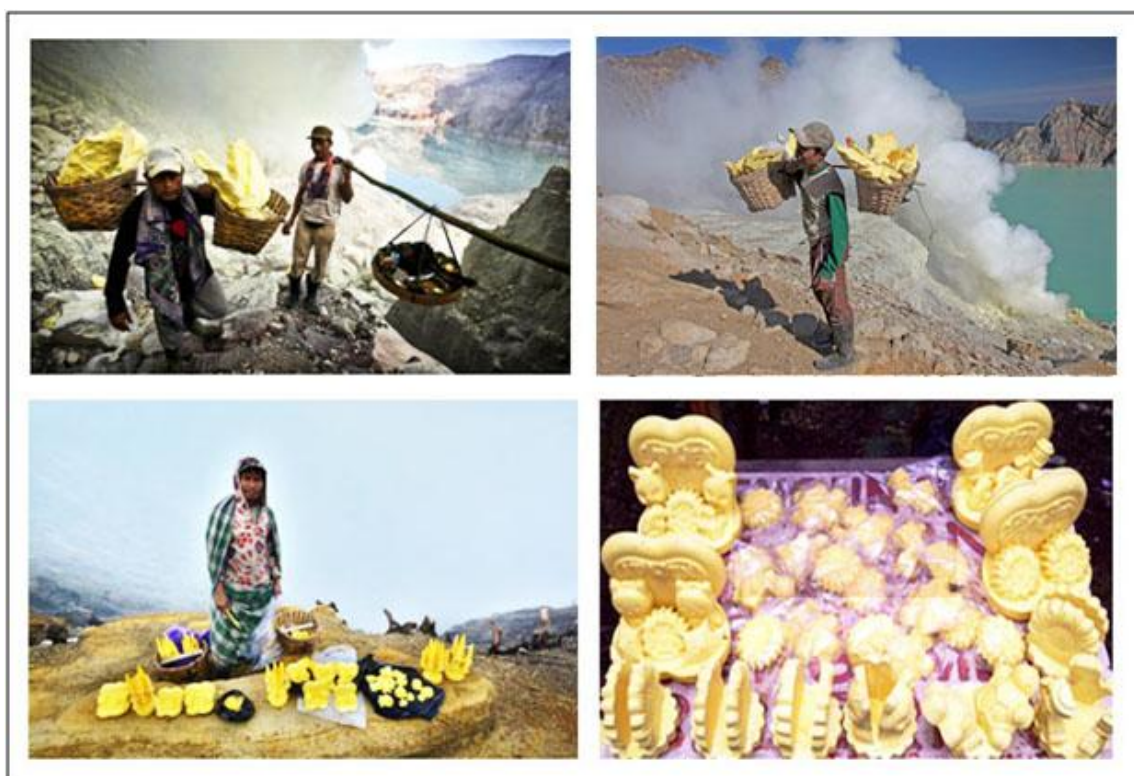
Survei awal terhadap sumur-sumur penduduk untuk keperluan air minum di sekitar kawasan ini menunjukkan tingginya kadar fluorida. Masalah penyakit gigi *fluorosis* pada penduduk lokal cukup meluas yang mengindikasikan dampak fluorida terhadap kesehatan gigi penduduk. Unsur toksik lainnya dalam air yang perlu mendapat perhatian antara lain unsur-unsur Al, Mn, As, Cd, Hg, Pb, Se, Cu dan Zn.

Fenomena alam yang juga menarik di Danau Kawah Ijen adalah medan solfatara yang terdapat di tepi danau bagian tenggara (Gambar 3) yang menghembuskan uap panas yang mengandung belerang. Dalam kondisi suhu yang sangat tinggi disini terjadi sublimasi asam sulfat dan garam sulfat menjadi belerang murni yang tak ada habisnya, yang menjadi sumber penambangan belerang oleh penduduk setempat. Suhu uap itu berkisar sekitar  $200^\circ\text{C}$  yang

bervariasi antara 169 hingga 244 °C. Uap panas ini disalurkan melalui pipa-pipa, dan pada ujungnya terjadi proses pendinginan yang menyebabkan belerang murni membeku menjadi padatan yang kemudian ditambang oleh penduduk setempat sebagai sumber penghasilan.



Gambar 7. Petambang sedang mengambil belerang di Kawah Ijen (Kompas 20/11/2013)



Gambar 8. Petambang belerang di Kawah Ijen dan berbagai bentuk karya seni belerang untuk souvenir wisata.

Pada saat suhunya masih tinggi, belerang yang mulai membeku itu berwarna merah dan kemudian berubah menjadi kuning seiring dengan makin turunnya suhu. Endapan belerang kuning itu ditambang oleh penduduk setempat, hanya dengan menggunakan linggis hingga



membentuk bongkahan-bongkahan. Operasi penambangan itu dilaksanakan dengan cara yang sangat sederhana dan tanpa alat pengaman sama sekali. Bongkahan-bongkahan belerang kuning itu kemudian dimasukkan dalam keranjang bambu dan dipikul menyusuri medan yang terjal dan curam sampai ke tempat penampungan sejauh kurang lebih 3 km dari situ. Setiap pikulan belerang itu mempunyai berat sekitar 80-100 kg. Pengangkutan belerang dengan cara memikul itu tentu merupakan pekerjaan yang sangat berat, apalagi para petambang bisa melaksanakan pengangkutan belerang itu dengan berjalan kaki bolak-balik sampai dua kali dalam sehari. Kini sekitar 200 orang petambang terlibat dalam kegiatan itu dan dapat menghasilkan sebanyak 14 ton belerang per hari. Operasi penambangan belerang yang sederhana semacam ini telah berlangsung sejak beberapa dekade lalu.

Belerang murni itu dibutuhkan dalam berbagai kegiatan industri misalnya dalam industri gula dan juga industri lainnya. Kegiatan penambangan belerang ini kini menjadi salah satu atraksi wisata, dimana para wisatawan dapat menyaksikan kegiatan penambangan belerang ini. Belakangan ini penduduk lokal mengembangkan insiatif membuat bahan belerang itu menjadi berbagai bentuk karya artistik untuk menjadi bahan cinderмата atau souvenir bagi wisatawan.



Gambar 9. Pijar api biru di Kawah Ijen hanya dapat disaksikan pada malam hari.

Fenomena alam lainnya yang sangat menarik di Kawah Ijen adalah munculnya api biru (*blue fire*) di kawasan ini. Aliran lava dengan kandungan sulfur yang sangat kaya pada suhu yang sangat tinggi mengakibatkan timbulnya cahaya biru yang hanya dapat diamati di malam hari. Warna api biru itu seperti warna api kompor gas elpiji. Proses itu sebenarnya terjadi juga pada siang hari tetapi tak dapat terlihat. Saat terbaik untuk melihat api biru itu adalah pada malam dan dini hari. Api biru yang dihasilkan dari aktivitas gunung api seperti ini di dunia hanya terdapat di dua tempat yakni di Kawah Ijen dan di Eslandia. Api biru Kawah Ijen kini merupakan salah satu objek wisata yang menarik di kawasan ini.

## RUJUKAN

- Caudron, C., D. K. Syahbana, T. Lecorq, V. v. Hinsberg, W. McCausland, A. Triantafyllou, T. Camelbeeck, A. Bernard, Surono. 2015. Kawah Ijen volcanic activity: a review. *Bull. Volacanol* (2015) 77: 16.
- Grunewald, O. 2010. Kawah Ijen by night. *Boston Globe* 08/12/2010.
- Harsaputra, I. 2011. Kawah Ijen: Between potential and threat. *The Jakarta Post*, 19 December 2011.
- Howard, B. C. 2014. Stunning electric-blue flames erupt from volcanoes. Indonesia's Kawah Ijen and other craters emit rivers of light from burning sulfur. *National Geographic*, January 2014.
- Mueller, C. 1957. Ijen crater lake project East Java Republic of Indonesia. *Tech. Rep.* Bandung.
- Stromberg, J. 2014. Why does this Indonesian volcano burn bright blue? *Smithsonian.com*. Feb.4, 2014.

# GLOSARIUM

<b>Anoksik</b>	Kondisi dalam keadaan tanpa oksigen. <i>Anoxic</i> .
<b>Antropogenik</b>	Bersumber atau dihasilkan dari adanya aktivitas manusia. <i>Anthropogenic</i> .
<b>Batimetri</b>	Peta kedalaman perairan. <i>Bathymetry</i> .
<b>BOD</b>	<i>Biological Oxygen Demand</i> . Kebutuhan oksigen secara biologis, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik yang dapat terurai secara biologis di dalam air.
<b>Daerah Tangkapan Air (DTA)</b>	Istilah lain dari DAS (Daerah Aliran Sungai) yaitu suatu kesatuan wilayah daratan yang menampung dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya, biasanya dibatasi oleh punggung gunung/bukit, yang kemudian mengalirkannya ke perairan seperti sungai atau danau. <i>Catchment area</i> .
<b>Danau endorheik</b>	Danau tanpa aliran keluar. <i>Endorheic lake</i> .
<b>Daya dukung</b>	Kemampuan maksimum lingkungan dalam menerima beban. <i>Carrying capacity</i> .
<b>Debit</b>	Jumlah atau volume air yang mengalir pada sungai atau alur badan air per satuan waktu (misal: m <sup>3</sup> /dt). <i>Discharge</i> .
<b>Endemik</b>	Hewan atau tumbuhan yang keberadaan atau penyeberannya terbatas pada suatu wilayah tertentu. <i>Endemic</i> .
<b>Epilimnion</b>	Strata bagian atas badan air dengan suhu yang secara vertikal relatif homogen. <i>Epilimnion</i> .
<b>Eufotik</b>	Wilayah kolom air tempat berlangsungnya proses produksi primer (fotosintesis) dengan ketersediaan cahaya matahari yang mencukupi. <i>Euphotic</i> .
<b>Eutrofik</b>	Tingkat kesuburan perairan yang tinggi, dicirikan oleh kadar ketersediaan hara (nitrogen dan fosfor) yang tinggi. <i>Eutrophic</i> .
<b>Fitoplankton</b>	Flora mikro yang hidup mengambang dalam air.. Plankton nabati. <i>Phytoplankton</i> .
<b>Hipereutrofik</b>	Tingkat kesuburan perairan (danau) yang sangat tinggi, dicirikan oleh kadar ketersediaan hara (nitrogen dan fosfor) yang sangat tinggi. <i>Hypereutrophic</i> .
<b>Hipolimnion</b>	Strata perairan paling bawah, di bawah strata metalimnion, yang lebih rapat, lebih dingin, dan relatif tenang. <i>Hypolimnion</i> .
<b>Karamba Jaring Apung</b>	Suatu sistem budidaya ikan yang dilakukan di badan air tergenang,



<b>(KJA)</b>	yaitu membesarkan ikan dalam wadah yang dilayangkan dalam air, semua sisi dan dasarnya diselubungi oleh bahan jaring sehingga pertukaran air relatif bebas dan limbah dari aktivitas budidaya dapat lepas ke perairan sekitarnya.
<b>Kecerahan</b>	Tingkat kebeningan perairan, diukur dengan cakram Secchi ( <i>Secchi disk</i> ) yang ditenggelamkan ke dalam air dan diukur kedalaman maksimumnya yang masih dapat terlihat. <i>Transparency</i> .
<b>Klorofil</b>	Pigmen hijau pada tumbuhan yang berperan penting dalam proses fotosintesis. <i>Chlorophyll</i> .
<b>Konduktivitas</b>	Daya hantar listrik suatu perairan. <i>Conductivity</i> .
<b>Limnologi</b>	Ilmu yang mempelajari perairan darat. <i>Limnology</i> .
<b>Marak alga</b>	Kepadatan fitoplankton yang sangat tinggi akibat dari penyuburan perairan yang umumnya didominasi oleh alga hijau-biru jenis <i>Microcystis aeruginosa</i> . <i>Algal Bloom</i> .
<b>Mesotrofik</b>	Tingkat kesuburan perairan yang sedang, dicirikan oleh kadar hara (nitrogen dan fosfor) yang sedang. <i>Mesotrophic</i> .
<b>Metalimnion</b>	Strata kolom air transisi antara strata epilimnion (di lapisan atas) dan hipolimnion (di lapisan bawah) yang ditandai dengan penurunan suhu yang jelas. <i>Metalimnion</i> .
<b>Morfometri</b>	Ciri-ciri bentuk dan ukuran danau. <i>Morphometry</i> .
<b>Oligotrofik</b>	Tingkat kesuburan perairan (danau) yang rendah, dicirikan oleh kadar hara (nitrogen dan fosfor) yang rendah. <i>Oligotrophic</i> .
<b>Pembalikan air</b>	Pengadukan perairan yang menyebabkan lapisan bawah yang kandungan oksigennya rendah atau tanpa oksigen naik ke permukaan yang dapat mengakibatkan kematian massal ikan di permukaan. <i>Overtorn</i> .
<b>Pintu keluar</b>	Lokasi tempat keluarnya air danau ke sungai. <i>Outlet</i> .
<b>Pintu masuk</b>	Lokasi tempat masuk atau bermuaranya sungai ke danau. <i>Inlet</i> .
<b>Riparian</b>	Kawasan sepanjang tepi danau atau sungai. Sempadan.
<b>Seiche</b>	Gelombang tegak ( <i>standing wave</i> ) yang tingginya merupakan akumulasi dua gelombang yang merambat berlawanan arah, yakni gelombang yang merambat sesuai arah angin, dan gelombang balik yang terpantul kembali setelah membentur daratan pantai.
<b>Sempadan</b>	Kawasan sepanjang tepi danau atau sungai. <i>Riparian</i> .
<b>Tektonik</b>	Berkaitan dengan proses gerakan kerak bumi/ lempeng tektonik . <i>Tectonic</i> .
<b>Termoklin</b>	Lapisan yang memiliki laju penurunan suhu terhadap kedalaman.

	Terdapat pada lapisan atau strata metalimnion. <i>Thermocline</i> .
<b>Vulkanik</b>	Berkaitan dengan aktivitas gunung api. <i>Volcanic</i> .
<b>Vulkanotektonik</b>	Gabungan aktivitas vulkanik (kegunung apian) dan gerakan kerak bumi. <i>Vulcano-tectonic</i> .
<b>Waktu tinggal</b>	Lamanya air berada pada satu jalur hidrologi. Ditentukan oleh volume dan debit air masuk atau keluar. <i>Retention time</i> .
<b>Zooplankton</b>	Fauna yang hidup mengambang dalam air. Plankton hewani.

## TENTANG PENULIS



**Anugerah Nontji** lahir di Makassar, 16 Oktober 1940. Pendidikan formal terakhir ditempuhnya di IPB (Institut Pertanian Bogor) dengan meraih gelar Doktor dalam bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (1985). Kariernya dimulai sebagai asisten ilmu hayat di Lembaga Penelitian Laut tahun 1964 sampai akhirnya pensiun sebagai Ahli Peneliti Utama di Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) tahun 2005. Pernah menjabat sebagai Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi LIPI (1986-1993), Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI (1993-1996), Deputi Ilmu Pengetahuan Alam LIPI (1996-2001). Sempat bertugas sebagai Kordinator Nasional untuk program-program UNESCO (1996-2001) seperti: IOC (*Intergovernmental Oceanographic Commission*), IHP (*International Hydrological Program*) dan MAB (*Man and the Biosphere Program*). Selain itu juga pernah sebagai Direktur COREMAP (*Coral Reef Rehabilitation and Management Program*) (2001-2004). Dalam organisasi profesi sebagai ketua Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI) (1984-1987) dan sebagai anggota Masyarakat Limnologi Indonesia (MLI). Penghargaan yang pernah diterimanya antara lain *LIPI Sarwono Award* (2003) atas kontribusinya dalam pengembangan ilmu pengetahuan alam, dan *Lifetime Achievement Award for Better Understanding of Indonesian Seas* dari ISOI (2013).