



ILMU ALAMIAH DASAR

**Mucharommah Sartika Ami, M.Pd.
Puardmi Damayanti, M.Pd.**

ILMU ALAMIAH DASAR

Penulis : Mucharommah Sartika Ami, M.Pd.
Puardmi Damayanti, M.Pd.

ISBN : 978-623-329-081-4

Copyright © Februari 2021

Ukuran: 15.5 cm X 23 cm; Hal: viii + 215

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Penata Isi : Ahmad Ariyanto
Desainer Sampul : Annuha Design

Cetakan I, Februari 2021

Diterbitkan pertama kali oleh **Literasi Nusantara**

Perum Paradiso Kav. A1 Junrejo - Batu

Telp : +6285887254603, +6285841411519

Email: penerbitlitnus@gmail.com

Web: www.penerbitlitnus.co.id

Anggota IKAPI No. 209/JTI/2018

Didistribusikan oleh CV. Literasi Nusantara Abadi

Jl. Sumedang No. 319, Cepokomulyo, Kepanjen, Malang. 65163

Telp : +6282233992061

Email: redaksiliterasinusantara@gmail.com

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga buku yang berjudul Ilmu Alamiah Dasar ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk menjadi salah satu referensi bagi pembaca yang ingin mempelajari Ilmu Alamiah Dasar. Buku ini memuat pemaparan tentang konsep-konsep dalam ilmu alamiah dasar yang terbagi dalam sembilan bab. Bab pertama membahas tentang perkembangan penalaran dan fisik manusia, termasuk di dalamnya sejarah pengetahuan manusia. Bab kedua berbicara tentang ruang lingkup dan perkembangan ilmu alam. Pada bab ketiga dipaparkan tentang proses terbentuknya alam semesta dan penghuninya, yaitu galaksi, tata surya, matahari, bumi, dan bulan. Bab keempat membahas tentang keragaman makhluk hidup dan persebarannya di biosfer (bumi). Bab kelima tentang ekosistem, sumber daya alam, dan lingkungan. Bab keenam berbicara tentang perkembangan ilmu pengetahuan alam. Bab ketujuh, kedelapan, dan kesembilan secara urut membahas tentang peranan dan dampak perkembangan teknologi bagi manusia, sumber daya alam, dan lingkungan hidup.

Isi buku ini tentu masih memiliki kekurangan, oleh karena itu, saran dan masukan sangat kami harapkan untuk perbaikan. Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa yang sedang mempelajari atau menempuh matakuliah Ilmu Alamiah Dasar.

Februari 2021

Penulis

Daftar Isi

Prakata	iii
Daftar Isi	v

BAB I

Perkembangan Penalaran & Fisik Manusia

A. Proses Perkembangan Alam Pikiran Manusia	1
B. Perkembangan Sifat, Fisik, dan Pikiran Manusia	2
C. Sejarah Pengetahuan Manusia	8

BAB II

Ruang Lingkup & Perkembangan Ilmu Alam

A. Ruang Lingkup Ilmu Alama	13
B. Perkembangan Ilmu Alam	16

BAB III

Proses Terbentuknya Alam Semesta & Penghuninya

A. Alam Semesta	23
B. Galaksi	24
C. Tata Surya	26
D. Matahari	37
E. Bumi	38
F. Bulan	41

BAB IV

Keragaman Makhluk Hidup & Persebarannya

- A. Biosfer & Kehidupan..... 45
- B. Keanekaragaman Makhluk Hidup 60

BAB V

Ekosistem, Sumber Daya Alam, dan Lingkungan

- A. Ekosistem dan Komponennya 69
- B. Manusia dan Lingkungan Hidup..... 78

BAB VI

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Manusia

- A. Pendahuluan..... 83
- B. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) 85
- C. Biologi..... 94
- D. Fisika.....106
- E. Kimia.....112

BAB VII

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Manusia

- A. Pendahuluan.....121
- B. Teknologi123
- C. Perkembangan Teknologi Bagi Manusia.....131
- D. Perkembangan Sains dan Teknologi Terhadap Kehidupan Manusia.....141

BAB VIII

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Sumber Daya Alam

A. Pendahuluan.....	155
B. Sumber Daya Alam	156
C. Sumber Daya Energi Konvensional	160
D. Sumber Daya Energi Non Konvensional	164
E. Manfaat Sumber Daya Alam Bagi Manusia	173
F. Peranan Perkembangan Teknologi Di Dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam.....	174
G. Dampak Negatif Penggunaan Teknologi Bagi Keseimbangan Sumber Daya Alam	183

BAB IX

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Lingkungan Hidup

A. Pendahuluan.....	189
B. Pengertian Lingkungan Hidup.....	191
C. Interaksi Manusia dan Lingkungan.....	193
D. Pengelolaan Lingkungan Hidup	195
E. Permasalahan Lingkungan Hidup	199
F. Tujuan dan Sasaran IPTEK Pengelolaan Lingkungan Hidup	205
G. Peranan Teknologi Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup	206
H. Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Lingkungan Hidup	211
Tentang Penulis.....	215

BAB I

PERKEMBANGAN PENALARAN DAN FISIK MANUSIA

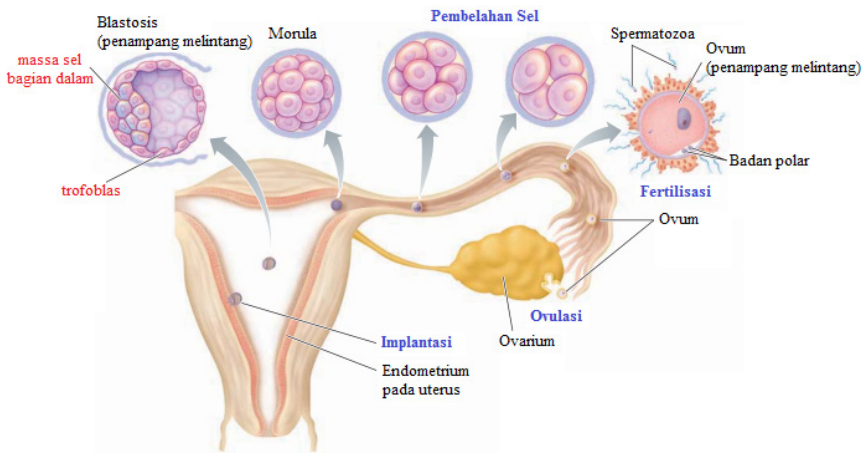
A. Proses Perkembangan Alam Pikiran Manusia

Keunggulan manusia dibandingkan makhluk hidup lainnya adalah potensi otak yang didukung oleh kemampuan pancaindra (Sutomo, 2013). Pengamatan melalui pancaindra terbatas pada obyek-obyek yang bersifat nyata atau konkrit, namun melalui pikiran hal-hal yang bersifat abstrak pun dapat dipelajari oleh manusia. Perkembangan alam pikiran manusia juga didukung oleh rasa ingin tahu yang dimilikinya (Jasin, 2016). Rasa ingin tahu manusia selalu berkembang. Apabila suatu hal telah diketahui, maka manusia akan mencari tahu hal lainnya, dan begitu seterusnya. Pengetahuan yang diperoleh manusia dari rasa ingin tahunya akan berkembang dan menghasilkan ilmu yang dapat menyelesaikan berbagai permasalahan yang dihadapi manusia itu sendiri.

Alam pikiran manusia berkembang dari pengetahuan yang terus meningkat dan pengalaman yang dialami. Ketika bayi, manusia hanya tahu bahwa makanan yang dapat dimakan adalah ASI atau susu. Seiring perkembangan usia, pertumbuhan otak dan kemampuan berpikir manusia akan meningkat. Bayi yang telah tumbuh menjadi anak-anak memiliki pengetahuan baru tentang jenis-jenis makanan yang bisa dimakan. Ketika kemampuan psikomotornya berkembang, anak-anak bahkan dapat mencoba membuat sendiri makanannya. Semakin dewasa, manusia akan dapat menciptakan jenis makanan baru yang berbeda dari jenis makanan yang telah dikenalnya. Pendidikan dan pengalaman hidup akan mengembangkan alam pikiran manusia untuk membantunya mengatasi permasalahan kehidupannya.

B. Perkembangan Sifat, Fisik, dan Pikiran Manusia

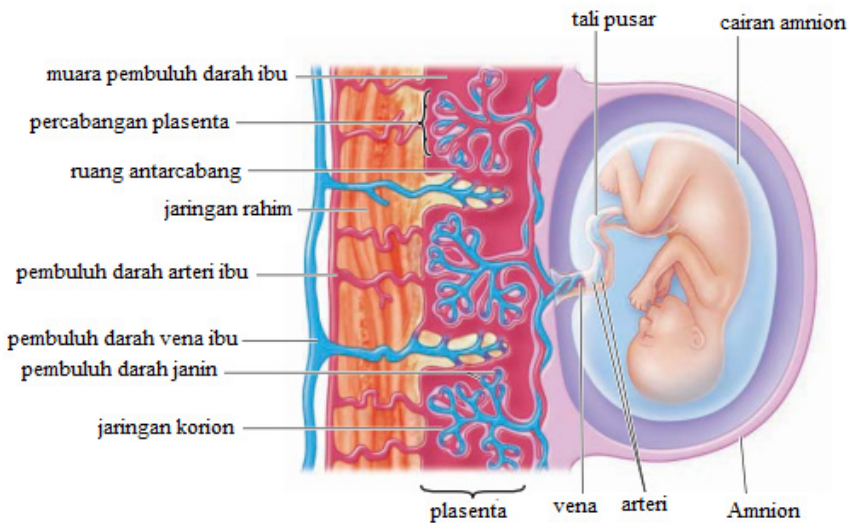
Perkembangan sifat, fisik, dan pikiran manusia dimulai ketika fertilisasi antara sperma dan ovum. Gambar 1.1 menunjukkan ilustrasi proses perkembangan awal pembentukan embrio pada manusia. Ovum atau sel telur, yang merupakan sel kelamin pada wanita dihasilkan oleh ovarium dan keluar menuju saluran telur atau oviduk. Di oviduk, ovum akan difertilisasi oleh sperma (apabila ada sperma yang masuk). Ada banyak sperma yang akan mencoba membuahi ovum, namun hanya ada satu sperma yang dapat membuahi atau bergabung dengan ovum. Hasil pembuahan (fertilisasi) antara satu sel ovum dan satu sel sperma adalah zigot. Zigot merupakan satu sel yang akan membelah membentuk morula. Pada tahap morula, zigot telah berkembang menjadi embrio. Embrio akan terus membelah sembari menuju uterus (rahim). Embrio yang telah memasuki tahap blastosis akan menempel (implantasi) ke dinding rahim bagian dalam (endometrium) dan terus melakukan pembelahan sel.



Gambar 1.1 Tahapan Awal Perkembangan Embrio pada Manusia
(Sumber: Sherwood, 2010)

Embrio di tahap blastosis memiliki dua bagian penting, yaitu massa sel bagian dalam dan trofoblas. Massa sel bagian dalam akan berkembang menjadi janin, sedangkan trofoblas akan berkembang menjadi plasenta. Embrio yang telah tertanam (terimplan) pada endometrium akan berkembang menjadi janin selama masa kehamilan. Nutrisi dan oksigen yang diperlukan janin untuk tumbuh dan berkembang disediakan oleh ibu melalui plasenta

(Gambar 1.2). Di dalam plasenta terdapat pembuluh darah ibu dan janin yang saling bertukar nutrisi-oksigen dan zat sisa metabolisme. Pembuluh darah arteri bertugas mengangkut nutrisi dan oksigen. Pembuluh darah vena bertugas mengangkut zat sisa metabolisme. Plasenta juga dapat menyalurkan zat-zat yang ada di dalam darah ibu kepada janin selain nutrisi dan oksigen. Zat-zat yang diketahui dapat disalurkan plasenta kepada janin adalah obat-obatan, polutan, bahkan mikroorganisme. Oleh karena itu, kondisi kesehatan ibu hamil sangat mempengaruhi kesehatan, pertumbuhan, dan perkembangan janin yang dikandungnya.



Gambar 1.2 Hubungan antara Plasenta dan Janin
(Sumber: Sherwood, 2010)

Pertumbuhan dan perkembangan janin dalam kandungan berlangsung selama kurang lebih 36 minggu. Setelah itu, janin akan dilahirkan dan memulai tahap pertumbuhan dan perkembangan lain. Perkembangan manusia setelah lahir dapat disusun dalam beberapa fase berdasarkan usia. Fase pertama setelah lahir hingga usia dua tahun disebut usia bayi (*toddlerhood*). Pada usia 0 - 2 tahun, manusia mengalami pertumbuhan pesat secara fisik dan mental. Pengaruh lingkungan sangat berperan penting dalam masa ini, khususnya untuk pertumbuhan dan perkembangan otak. Fase kedua dimulai pada usia 2 - 6 tahun (*early childhood*). Pada fase kedua ini, kemampuan motorik, kognitif dan emosinya semakin berkembang.

Fase ketiga dimulai pada usia 6 – 11 tahun (*childhood*), pertumbuhan fisik tidak sepesat sebelumnya namun perkembangan kognitif lebih meningkat. Fase keempat adalah masa remaja, dengan rentang usia 11 – 18 tahun. Pada fase ini pertumbuhan dan perkembangan fisik cukup pesat, terutama organ reproduksi. Perkembangan kognitif dan emosi juga meningkat, manusia mulai mencari jati dirinya. Fase kelima adalah dewasa, dengan rentang usia 18 – 40 tahun. Pada fase kelima, pertumbuhan fisik umumnya menurun, namun perkembangan emosi mulai stabil. Manusia telah menemukan jati diri dan memulai menjalani gaya hidup mandiri dengan segala tanggung jawabnya. Fase keenam adalah dewasa akhir, yakni usia 40 – 65 tahun. Pada fase ini, fungsi alat tubuh mulai menurun sehingga aktivitas fisik mulai terbatas. Seiring bertambahnya usia, kondisi kesehatan dapat semakin menurun.

Perkembangan pikiran manusia yang dimaksud dalam buku ini adalah perkembangan kognitif. Salah satu teori yang menjelaskan perkembangan kognitif adalah Teori Piaget, yang menjabarkan empat tahap perkembangan kognitif manusia (Tabel 1.1). Pada tahap sensorimotor, bayi mulai mengembangkan panca inderanya dan mulai mengenali bentuk-bentuk obyek yang dapat disentuhnya. Kemampuan berpikir juga berkembang melalui usaha dan kesalahan yang dilakukan (*trial and error*). Pada tahap kedua, yaitu pra-operasional, kemampuan berbahasa mulai berkembang dan anak mulai memahami lebih banyak konsep tentang obyek-obyek yang dijumpainya. Kemampuan berpikir anak pada tahap pra-operasional masih terbatas hanya fokus pada satu obyek. Penalaran terhadap obyek tidak selalu logis, namun berdasarkan pemahaman dan pengalamannya. Tahap ketiga adalah operasional konkrit, anak mulai mengembangkan kemampuan berpikir logis dan memecahkan masalah sederhana. Namun, pada tahap ini, kemampuan memahami obyek masih terbatas pada obyek-obyek yang nyata atau konkrit. Anak belum dapat membayangkan obyek-obyek yang tidak dapat diindra olehnya. Tahap terakhir pada perkembangan kognitif adalah operasional formal, anak mulai mampu berpikir abstrak dan kemampuan pemecahan masalahnya lebih kompleks.

Tabel 1.1 Perkembangan Kognitif Piaget

Tahap	Rentang Usia	Keterangan
Sensorimotor	0 – 2 tahun	Pembentukan konsep tentang obyek yang dapat disentuh dan perkembangan kemampuan yang terkendali (bertujuan).
Pra-operasional	2 – 7 tahun	Perkembangan kemampuan menggunakan simbol untuk merepresentasikan obyek, kemampuan berpikir egosentris dan terpusat.
Operasional konkrit	7 – 11 tahun	Pengembangan kemampuan berpikir logis, namun masih terbatas pada obyek-obyek nyata (konkrit).
Operasional formal	11 tahun ke atas	Pengembangan kemampuan berpikir abstrak dan penyelesaian masalah (<i>problem solving</i>) secara ilmiah.

(Sumber: Slavin, 2006)

Tokoh lain yang juga membahas mengenai perkembangan kognitif adalah Vygotsky. Teori perkembangan kognitif menurut Vygotsky memandang bahwa input dari luar individu mempengaruhi perkembangan kognitif individu tersebut. Perkembangan kognitif setiap orang pada usia yang sama dapat berbeda karena perbedaan pengalaman yang diperolehnya. Contohnya, seorang anak A dengan usia 5 tahun dapat memainkan piano karena dilatih oleh guru atau orang tuanya. Anak B dengan usia yang sama tidak karena tidak memperoleh pengalaman atau pelajaran piano.

Perkembangan sifat, kepribadian dan sosial manusia juga terjadi seiring dengan perkembangan fisik maupun kognitifnya. Salah satu tokoh yang mengemukakan teori psikososial manusia adalah Erik Erikson. Tabel 1.2 menunjukkan teori perkembangan psikososial Erikson.

Tabel 1.2 Tahapan Perkembangan Psikososial menurut Erikson

Tahap	Rentang Usia	Keterangan
I	0 - 18 bulan	Masih bergantung pada ibu, mengembangkan sikap percaya atau tidak percaya, dan mengembangkan keinginan memperoleh atau memberi untuk memperoleh kembali.
II	18 bulan - 3 tahun	Masih bergantung pada orang tua, mengembangkan sikap mandiri atau ragu-ragu, dan mengembangkan kemampuan mempertahankan atau melepaskan.
III	3 - 6 tahun	Masih dipengaruhi oleh keluarga inti, mengembangkan inisiatif atau penyesalan, dan mengembangkan kemampuan membuat sesuatu yang baru atau mereplikasi.
IV	6 - 12 tahun	Mulai dipengaruhi oleh orang lain (tetangga atau sekolah), mengembangkan kepercayaan diri atau rendah diri, dan mengembangkan kemampuan membuat sesuatu atau mengikuti sesuatu.
V	12 - 18 tahun	Dipengaruhi oleh teman dekat sebaya dan idola, mengembangkan jati diri, mengembangkan potensi diri untuk menjadi seseorang yang berbeda atau seseorang yang diinginkan.
VI	18 - 40 tahun	Dipengaruhi oleh lingkungan terdekat (teman, kerja, pasangan); menjalin hubungan dekat dengan orang lain atau menyendiri, menemukan jati diri.
VII	40 - 65 tahun	Memberikan pengaruh pada orang lain atau hanya mengikuti orang lain, berorientasi pada menjaga sesuatu.
VIII	65 tahun ke atas	Memahami diri dan kehidupannya, menunjukkan integritas, menjadi seseorang yang diakui atau sebaliknya.

(Sumber: Slavin, 2006)

Tahap psikososial pertama menurut Erikson dialami manusia pada tahun pertama kehidupannya. Rasa percaya melibatkan perasaan nyaman secara fisik dan psikis. Kenyamanan yang dirasakan bayi saat berinteraksi dengan ibunya akan menjadi dasar kepercayaan bahwa dunia akan menjadi tempat hidup yang menyenangkan. Tahap kedua terjadi pada masa bayi hingga usia tiga tahun, yakni ketika manusia mulai menyadari keinginannya. Apabila pada tahap ini anak terlalu dibatasi, kemungkinan akan timbul rasa malu atau ragu-ragu, sehingga dapat menjadi anak yang kurang percaya diri. Sebaliknya, apabila diberikan kebebasan dengan tetap dalam pengawasan orang tua, anak dapat menjadi pribadi yang mandiri dan percaya diri.

Tahap ketiga terjadi selama masa prasekolah, anak mulai menghadapi lebih banyak tantangan. Anak mulai diminta untuk bertanggung jawab terhadap tubuh, perilaku, dan benda-benda yang dimilikinya. Pengembangan rasa tanggung jawab akan meningkatkan kemandirian, meskipun anak dapat pula merasa bersalah jika tidak dapat bertanggung jawab. Ketika hal ini terjadi, orang tua dapat memberikan arahan positif sehingga anak mengubah rasa bersalahnya menjadi semangat untuk lebih baik atau berprestasi. Tahap keempat terjadi di masa sekolah dasar. Anak akan lebih antusias untuk belajar dibandingkan masa prasekolah. Orang tua harus selalu mendukung dan membimbing aktivitas belajar anak sehingga tidak menimbulkan rasa inferior karena merasa tidak kompeten atau tidak produktif.

Tahap kelima dialami pada masa remaja, yakni masa untuk menemukan jati diri. Manusia dihadapkan pada peran baru dan status kedewasaan. Penemuan jati diri tidak dapat dipaksakan karena dapat menimbulkan krisis identitas pada remaja. Orang tua perlu memberikan kesempatan pada remaja untuk menemukan jati dirinya dengan tetap mendampingi, sehingga jalan yang ditempuh tetap merupakan jalan yang baik dan benar. Tahap keenam dialami ketika masa dewasa awal, dengan tugas perkembangan membentuk hubungan akrab dengan orang lain. Tahap ketujuh dialami pada masa dewasa tengah, dengan tugas perkembangan adalah membantu generasi yang lebih muda mengembangkan dan mengarahkan kehidupannya. Hal ini disebut sebagai generativitas, yang apabila tidak ditunjukkan akan mengalami stagnasi yang dapat berakibat pada kemunduran kepribadian. Tahap terakhir dalam psikososial Erikson dialami pada masa dewasa akhir. Manusia pada masa ini dapat mengembangkan pandangan positif tentang

perkembangan yang telah dialami selama kehidupannya. Manusia dapat memperoleh kesimpulan bahwa ia telah mencapai integritas atau kepuasaan dalam menjalani kehidupannya atau sebaliknya.

Perkembangan manusia dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik berkaitan dengan sifat yang diturunkan dari orang tua kepada anaknya. Materi genetik, yaitu gen, yang dimiliki orang tua akan diturunkan kepada anaknya melalui proses fertilisasi. Hal inilah yang menyebabkan seorang anak dapat memiliki sifat-sifat, baik fisik maupun psikis, yang menyerupai sifat-sifat yang dimiliki kedua orang tuanya. Namun, ekspresi gen pada setiap individu dapat berbeda meskipun memiliki gen yang sama. Ekspresi gen adalah pengaruh yang ditunjukkan oleh suatu gen dalam bentuk sifat yang tampak. Perbedaan ekspresi gen ini menyebabkan keanekaragaman sifat makhluk hidup, termasuk manusia.

Faktor kedua yang mempengaruhi perkembangan pada manusia adalah lingkungan. Lingkungan yang dimaksud dalam pembahasan ini adalah hal-hal yang berasal dari luar diri individu yang bersangkutan, misalnya nutrisi, infeksi, polusi, dan lingkungan sosial. Faktor-faktor lingkungan berpengaruh penting sejak perkembangan awal manusia, yakni sejak dalam kandungan. Kesehatan fisik dan psikis ibu hamil sangat mempengaruhi perkembangan janin yang dikandungnya (Lestari, 2018). Ibu hamil yang memperoleh nutrisi baik dan seimbang, terhindar dari infeksi atau penyakit, terbebas dari polusi, dan tinggal di lingkungan sosial yang baik serta kondusif akan mengalami masa kehamilan yang tenang dan nyaman sehingga perkembangan janin akan optimal. Pembentukan dan perkembangan perilaku manusia setelah lahir sangat dipengaruhi oleh lingkungan sosialnya. Lingkungan tempat tinggal masa kecil akan sangat berpengaruh terhadap kemampuan bawaan anak.

C. Sejarah Pengetahuan Manusia

Pengetahuan adalah produk olah pikir manusia yang paling sederhana, karena berupa sesuatu yang diketahui oleh manusia tersebut. Pengetahuan tidak dapat dinilai benar atau salah dan tidak memperhatikan sumbernya (Sutomo, 2013). Pengetahuan manusia dapat berbeda antarindividu. Pengetahuan berbeda dengan pengalaman, karena seseorang tidak perlu harus mengalami untuk menjadi tahu. Contoh pengetahuan adalah Si Fulan tahu bahwa Kakbah terletak di kota Mekkah, meskipun belum pernah pergi ke kota Mekkah dan melihat Kakbah.

Pengetahuan sudah ada sejak adanya manusia di bumi. Sejarah pengetahuan manusia telah melewati masa yang panjang seiring dengan sejarah peradaban manusia (Jamin & Ohira, 2018). Peradaban manusia dimulai sejak zaman prasejarah hingga zaman sejarah.

1. Pengetahuan Manusia di Zaman Prasejarah

Zaman prasejarah berlangsung sekitar 4.000.000 – 10.000 SM. Pada zaman ini manusia belum mengenal tulisan. Pengetahuan manusia masih sangat sederhana, berkaitan dengan kemampuan bertahan hidup. Berbagai peninggalan dari zaman prasejarah menunjukkan bahwa manusia pada masa itu telah mampu mengidentifikasi, mengelompokkan, dan merancang. Ketiga jenis kemampuan tersebut adalah elemen dasar dari ilmu kealaman. Manusia zaman prasejarah dapat mengidentifikasi jenis atau bentuk bahan yang dapat digunakan sebagai senjata atau alat untuk berburu, misalnya batu yang runcing.

2. Pengetahuan Manusia di Zaman Sejarah

Zaman sejarah ditandai dengan ditemukannya tulisan, berlangsung setelah zaman prasejarah, sekitar 10.000 tahun SM. Zaman sejarah dapat dibagi dalam beberapa masa, yaitu zaman pola pikir koheren, zaman pola pikir rasional, zaman pola pikir induktif, dan zaman pola pikir kuantitatif.

a. Zaman pola pikir koheren

Zaman pola pikir koheren berlangsung sekitar 10.000 – 500 SM. Pengetahuan manusia pada masa ini masih dipengaruhi mitos dan kepercayaan. Contohnya adalah pengetahuan yang dimiliki bangsa Babelonia tentang rasi bintang. Masyarakat Babelonia mengamati benda-benda angkasa dan memberinya nama sesuai kemiripan bentuk yang mereka ketahui, misalnya rasi bintang Scorpio yang menyerupai bentuk kalajengking. Selain itu, orang-orang Babelonia juga percaya bahwa rasi bintang mempengaruhi nasib manusia.

Pola pikir koheren yang dimiliki oleh manusia pada zaman ini selalu menghubungkan kejadian saat ini dengan kejadian terdahulu yang diyakini kebenarannya. Apabila ditemukan koherensi atau konsistensi antara kejadian saat ini dengan kejadian terdahulu, maka pengetahuan tersebut dianggap benar. Apabila tidak ditemukan koherensi atau konsistensi antara kejadian saat ini dengan kejadian terdahulu, maka pengetahuan tersebut dianggap salah.

Pola pikir koheren sebenarnya adalah metode deduktif, yang mencari kebenaran dari hal yang umum ke khusus. Kejadian masa lalu yang diyakini kebenarannya adalah hal yang umum, sedangkan kejadian yang dialami saat ini adalah hal yang khusus. Kekurangan pola pikir manusia pada masa ini adalah masih dipengaruhi oleh mitos atau kepercayaan.

b. Zaman pola pikir rasional

Zaman pola pikir rasional mulai muncul di masa Kerajaan Yunani, sekitar 600 SM – 200 M. Pola pikir rasional merupakan perkembangan dari pola pikir koheren yang masih dicampuradukkan dengan mitos atau kepercayaan. Masyarakat Yunani pada masa ini mengembangkan pengetahuan berdasarkan olah pikir atau akal sehat tanpa mengaitkannya dengan mitos. Beberapa tokoh yang muncul pada masa ini adalah Thales, Anaximander, Phytagoras, dan Aristoteles. Tokoh yang paling menonjol adalah Aristoteles, yang menemukan metode silogisme. Ada tiga komponen dalam metode silogisme, yaitu premis mayor, premis minor, dan kesimpulan. Premis mayor adalah dasar pemikiran yang berlaku umum, sedangkan premis minor adalah kejadian yang berlaku khusus. Adapun kesimpulan adalah ada/tidaknya koherensi atau konsistensi antara premis mayor dan premis minor.

c. Zaman pola pikir induktif

Zaman pola pikir induktif berlangsung sekitar 1.400 – 1.600 M. Pada masa ini manusia memperoleh pengetahuan dari hal-hal yang khusus yang diperoleh dari pengamatan pancaindra. Perkembangan pengetahuan dan pemikiran manusia pada masa ini cukup pesat, hingga tercipta berbagai peralatan yang dapat membantu pengamatan pancaindra yang terbatas.

d. Zaman pola pikir kuantitatif

Zaman pola pikir kuantitatif berlangsung sekitar 1.600 – 1.900 M. Pengetahuan manusia pada masa ini dinilai kebenarannya menggunakan matematika dan statistika.

Pengetahuan bukan hanya tentang mental, melainkan juga berkaitan dengan dimensi sosial dan material (Renn, 2018). Pengetahuan dapat disimpan, dibagikan, dan diturunkan dari

satu individu ke individu lain dan kepada generasi penerusnya. Dimensi sosial, dalam hal ini adalah masyarakat, memiliki peranan dalam pengetahuan seseorang. Budaya masyarakat mempengaruhi perkembangan mental dan kognitif seseorang, yang akan berpengaruh pula pada pengetahuannya.

Referensi

- Jamin, A. & Ohira, N. 2018. *Filsafat Ilmu: Telaah Pengetahuan, Ilmu, dan Sain dalam Studi Islam*. Bandung: Alfabeta.
- Jasin, M. 2016. *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lestari, I. 2018. *Konsep Dasar Perkembangan Manusia*. Bogor: Erzatama Karya Abadi.
- Renn, J. 2018. The Evolution of Knowledge: Rethinking Science in the Anthropocene. *HoST-Journal of History of Science and Technology*, 12, pp. 1-22, DOI 10.2478/host-2018-0001.
- Sherwood, L. 2010. *Human Physiology: From Cells to Systems, Seventh Edition*. California: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Slavin, R.E. 2006. *Educational Psychology: Theory and Practice, Eighth Edition*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Sutomo, H. 2013. *Filsafat Ilmu Kealaman dan Etika Lingkungan*. Malang: UM Press.

BAB II

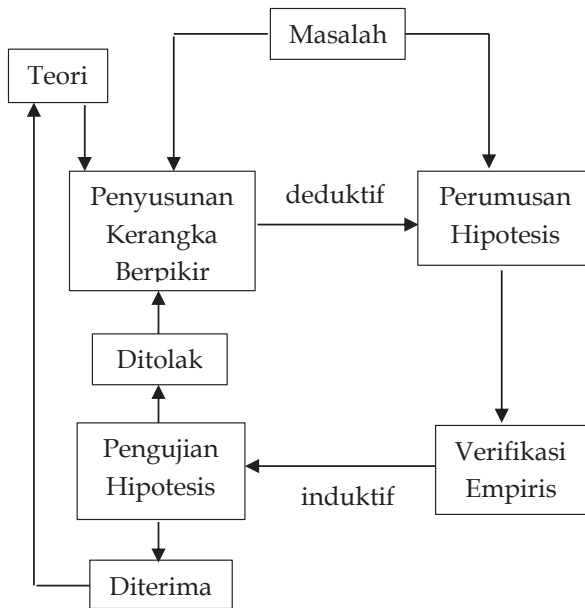
RUANG LINGKUP DAN PERKEMBANGAN ILMU ALAM

A. Ruang Lingkup Ilmu Alam

Ilmu merupakan produk olah pikir manusia yang telah teruji kebenarannya. Salah satu jenis ilmu adalah ilmu alam, yaitu ilmu yang mempelajari hal-hal nyata di alam semesta. Kebenaran ilmu alam adalah kebenaran ilmiah, yakni kebenaran yang dapat ditinjau secara induktif maupun deduktif melalui metode ilmiah. Metode ilmiah terdiri dari empat tahap utama, yaitu penyusunan kerangka berpikir, perumusan hipotesis, verifikasi empiris, dan pengujian hipotesis. Suatu permasalahan yang menjadi obyek ilmu alam, perlu dipecahkan melalui metode ilmiah. Hal pertama yang dilakukan adalah menyusun kerangka berpikir tentang cara penyelesaian permasalahan tersebut. Pemikiran deduksi tentang teori-teori yang mendukung pemecahan masalah dilakukan pada tahap penyusunan kerangka berpikir. Koherensi dari teori-teori tersebut akan mengarah pada perumusan hipotesis, yakni jawaban sementara dari permasalahan. Hipotesis ilmiah harus dapat diuji secara kuantitatif.

Hipotesis yang telah dirumuskan selanjutnya diverifikasi secara empiris untuk memperoleh generalisasi atau kesimpulan. Kegiatan verifikasi empiris dapat dilakukan melalui pengamatan, wawancara, maupun eksperimen. Jumlah sampel dan populasi yang digunakan dalam verifikasi empiris perlu ditentukan secara tepat, sehingga menghasilkan data yang valid. Hasil verifikasi empiris digunakan untuk menguji hipotesis melalui pemikiran induktif. Fokus utama dalam pengujian hipotesis adalah penarikan kesimpulan tentang diterima atau ditolaknya hipotesis. Apabila hipotesis diterima, maka terdapat koherensi dan kebenaran antara dasar pemikiran dan teori-

teori yang digunakan. Apabila hipotesis ditolak, maka tidak terdapat koherensi dan kebenaran antara dasar pemikiran dengan teori-teori yang digunakan. Hal yang selanjutnya dilakukan apabila hipotesis ditolak adalah menyusun kembali kerangka berpikir menggunakan teori-teori baru yang lebih sesuai. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap berikutnya dalam metode ilmiah (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Skema Penerapan Metode Ilmiah

Ilmu alam memiliki beberapa bagian, yaitu hukum, teori, postulat, dan prinsip (Sutomo, 2013). Hukum dalam ilmu alam memiliki definisi yang berbeda dengan hukum yang ada dalam ilmu sosial. Definisi hukum dalam ilmu alam adalah pernyataan yang mengungkapkan hubungan antara gejala alam yang konsisten dan telah teruji kebenarannya oleh ahli di bidang yang bersangkutan. Keberlakuan hukum bersifat universal namun terbatas. Keterbatasan hukum berkaitan dengan syarat atau kondisi yang harus dipenuhi untuk keberlakuannya. Contoh hukum dalam ilmu alam adalah Hukum Mendel II tentang pengelompokan secara bebas (*the law of independent assortment*). Hukum ini menyatakan bahwa pada saat pembentukan sel gamet (sperma atau ovum), beberapa alel (pasangan gen) yang berbeda pada kromosom yang bukan homolognya akan

berpasangan atau mengelompok secara bebas.

Hukum Mendel II bersifat terbatas pada kondisi jika setiap gen memiliki kebebasan untuk berpasangan. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa Hukum Mendel II tidak selalu dapat digunakan, karena ada beberapa kondisi menyimpang yang dialami gen dalam kromosom. Beberapa kondisi menyimpang tersebut adalah atavisme, polimeri, kriptomeri, epistasis-hipostasis, dan gen komplementer. Pada kasus atavisme, beberapa gen yang menghasilkan satu sifat saling berinteraksi sehingga memunculkan sifat yang berbeda menurut Hukum Mendel II. Pada polimeri, dua gen atau lebih menempati lokus yang berbeda tetapi memiliki sifat yang sama, sehingga menghasilkan sifat baru. Kriptomeri terjadi jika gen dominan hanya dapat memunculkan sifat apabila bergabung dengan gen dominan lain. Epistasis-hipostasis merupakan interaksi antara gen dominan yang menutupi ekspresi gen dominan lain yang tidak sealel. Gen komplementer adalah gen-gen yang saling melengkapi, apabila satu gen tidak muncul maka sifat tidak akan terekspresi.

Teori merupakan seperangkat konsep yang saling berkaitan dan sistematis untuk mengungkapkan hubungan-hubungan spesifik antar variabel. Teori berfungsi untuk menjelaskan fenomena alam, memahami fakta-fakta secara sistematis, dan meramalkan atau memprediksi fenomena lain yang dapat terjadi selanjutnya. Contoh teori dalam ilmu alam adalah Teori Relativitas yang dicetuskan oleh Albert Einstein. Teori tersebut menjelaskan hubungan matematis antara energi dengan massa suatu zat: $E = mc^2$, di mana E adalah energi, m adalah massa, dan c adalah kecepatan cahaya. Menurut teori tersebut, suatu zat atau benda merupakan bentuk dari tenaga atau energi. Contoh lain tentang teori yang menjadikan fakta-fakta di alam lebih sistematis adalah Teori Evolusi Darwin. Teori tersebut menjelaskan bahwa makhluk hidup berevolusi dari bentuk yang sangat sederhana menjadi lebih kompleks dan sempurna. Teori ini diperoleh dari pengumpulan data fosil makhluk hidup yang beranekaragam bentuk dan kondisinya. Postulat adalah anggapan dasar yang dianggap benar dan tidak dipertanyakan lagi oleh orang yang menggunakannya. Contoh postulat adalah Postulat Koch tentang penyebaran penyakit. Prinsip adalah pernyataan yang mengandung kebenaran yang bersifat mendasar dan berlaku umum. Prinsip melandasi kebenaran suatu hukum.

B. Perkembangan Ilmu Alam

Perkembangan ilmu alam sangat berkaitan dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi dalam masyarakat. Kemampuan penalaran manusia turut mempengaruhi perkembangan ilmu alam. Ilmu alam telah ada sejak zaman Mesir Kuno, yakni sekitar 4000 SM (Muksin, 2016). Pada zaman ini, ilmu ukur berkembang pesat karena digunakan dalam pembangunan kuil, istana, dan piramida. Bangsa Yunani Kuno juga berperan dalam perkembangan ilmu alam, khususnya pada bidang astronomi. Pada zaman pertengahan, ilmu alam semakin berkembang, khususnya di negara Islam pada masa Dinasti Abbasiyah. Hasil-hasil temuan dan pemikiran ilmuwan muslim menjadi rujukan dan inspirasi bagi ilmuwan Barat pada masa itu hingga masa kini (Jailani, 2018). Karya-karya ilmuwan muslim yang diterjemahkan ke dalam bahasa lain sehingga menjadi rujukan ilmuwan lain di dunia barat misalnya *Al Qanun fi At Tibb* karya Ibnu Sina tentang pengobatan (Hakim, 2013), *Kitab al-Manazir* karya Ibnu Haytham tentang ilmu alam (Ishaq dan Daud, 2017), dan *al-Mukhtashar fi Hisab al-Jabr wa al-Muqabalah* karya Al Khawarizmi tentang aljabar (Farabi, 2013).

Ilmu alam sangat beragam, namun yang akan kita bahas dalam bab ini adalah Biologi, Fisika, dan Kimia.

1. Biologi

Biologi berasal dari kata *bios* yang berarti hidup, dan *logos* yang berarti ilmu. Definisi biologi menurut asal katanya adalah ilmu yang mempelajari makhluk hidup. Obyek kajian biologi adalah makhluk hidup dan lingkungannya. Jumlah obyek kajian yang sangat banyak ini menyebabkan munculnya berbagai cabang biologi. Beberapa contoh cabang biologi antara lain:

- a. anatomi, yaitu ilmu yang mempelajari struktur bagian dalam tubuh makhluk hidup;
- b. bakteriologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang bakteri;
- c. bioteknologi, yaitu ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup dalam teknologi;
- d. botani, yaitu ilmu yang mempelajari tentang tumbuhan;
- e. ekologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang lingkungan dan interaksi antar komponennya;
- f. entomologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang serangga;
- g. evolusi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang perubahan yang dialami makhluk hidup dalam waktu yang sangat lama (jutaan tahun);

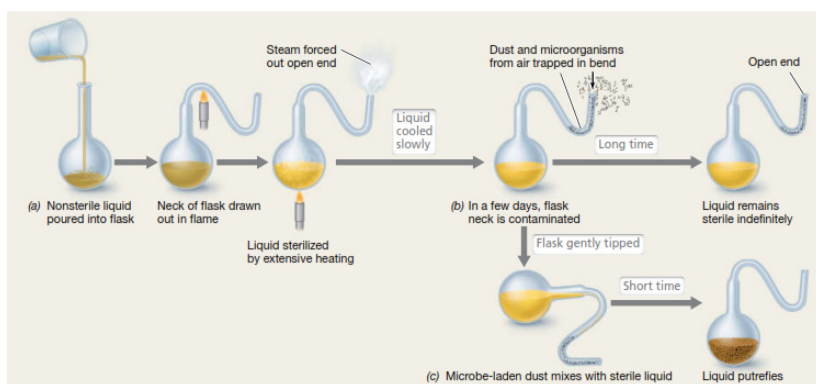
- h. fisiologi, yaitu ilmu yang mempelajari fungsi alat-alat tubuh makhluk hidup;
- i. genetika, yaitu ilmu yang mempelajari tentang materi genetik dan pewarisan sifat pada makhluk hidup;
- j. herpetologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang reptil;
- k. histologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang struktur dan fungsi jaringan pada hewan;
- l. ichthyologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang ikan;
- m. mikologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang jamur;
- n. mikrobiologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup berukuran mikroskopis (jasad renik);
- o. morfologi, yaitu ilmu yang mempelajari struktur bagian luar makhluk hidup;
- p. ornitologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang burung;
- q. patologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang penyakit;
- r. taksonomi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang identifikasi, deskripsi, dan klasifikasi makhluk hidup;
- s. virologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang virus; dan
- t. zoologi, yaitu ilmu yang mempelajari tentang hewan.

Perkembangan biologi sebagai salah satu ilmu alam menurut pemikiran barat dimulai dengan teori asal-usul kehidupan, yakni teori abiogenesis dan teori biogenesis. Teori abiogenesis menyebutkan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk tak hidup, sedangkan teori biogenesis menyatakan sebaliknya. Para pendukung kedua teori terus melakukan eksperimen untuk membuktikan teori yang didukungnya. Beberapa tokoh pendukung teori biogenesis adalah Francisco Redi dan Lazzaro Spalanzani. Adapun tokoh pendukung teori abiogenesis adalah Louis Jablot dan John Needham.

Francisco Redi melakukan eksperimen dengan menggunakan daging mentah dalam tiga perlakuan. Perlakuan pertama, daging diletakkan dalam wadah terbuka, yang menghasilkan munculnya belatung pada daging setelah beberapa lama. Perlakuan dua, daging diletakkan dalam wadah yang ditutup kain kasa, yang menghasilkan munculnya belatung pada permukaan kasa. Perlakuan ketiga, daging diletakkan dalam wadah yang tertutup rapat, yang tidak memunculkan belatung. Redi menyimpulkan bahwa belatung berasal dari telur lalat yang hinggap pada daging, bukan berasal

dari daging yang membusuk. Eksperimen Lazzaro Spalanzani menggunakan kaldu daging yang telah direbus. Kaldu yang telah direbus dan diletakkan dalam wadah tertutup rapat, tidak menjadi keruh dalam beberapa waktu. Adapun kaldu yang telah direbus dan diletakkan dalam wadah terbuka, menjadi keruh setelah beberapa lama. Spalanzani menyimpulkan bahwa kekeruhan pada kaldu disebabkan adanya mikroorganisme yang tumbuh yang berasal dari udara, bukan berasal dari kaldu. Hasil eksperimen kedua tokoh ini masih ditentang oleh pendukung teori abiogenesis dengan alasan bahwa perlakuan yang dilakukan menghalangi udara masuk. Pendukung teori abiogenesis percaya bahwa udara merupakan sumber energi kehidupan.

Pada tahun 1864, Louis Pasteur mengembangkan bejana berleher angsa yang dapat membuktikan kebenaran teori biogenesis dan mematahkan teori abiogenesis (Gambar 2.2). Pasteur merebus kaldu daging dalam bejana berleher angsa yang dibiarkan terbuka. Udara yang masuk tertahan di leher bejana yang berbentuk menyerupai leher angsa. Air kaldu di dalam bejana tetap steril (jernih) jika tidak mencapai bagian leher yang telah terkontaminasi. Apabila bejana dimiringkan sehingga air kaldu mengenai bagian leher bejana yang terkontaminasi, setelah beberapa waktu air kaldu menjadi keruh karena mikroorganisme mulai tumbuh. Hasil eksperimen Pasteur menjadi titik awal perkembangan mikrobiologi.



Gambar 2.2 Percobaan Louis Pasteur dengan Bejana Leher Angsa
(Sumber: Madigan et al, 2019)

2. Fisika

Fisika adalah ilmu yang mempelajari benda-benda fisik tak hidup dan perubahannya yang bersifat sementara (Jasin, 2016). Fisika memiliki beberapa cabang utama, yaitu mekanika, optika, kelistrikan, kemagnetan, akustik, panas, dan fisika atom. Fisika modern menggunakan matematika sebagai pijakan dan bertujuan untuk mengembangkan teori guna menghasilkan alat-alat eksperimental. Alat-alat ini digunakan untuk mempelajari konsep-konsep fisika sehingga dapat diterapkan pada bidang yang lebih luas.

Fisika telah ada sejak zaman Yunani Kuno, meskipun dalam konsep yang lebih sederhana dibandingkan saat ini. Perkembangan pesat fisika dimulai dengan beberapa peristiwa, di antaranya: usulan sistem heliosentrik oleh Copernicus, penemuan peralatan ukur yang mendukung eksperimen untuk memperoleh data yang lebih akurat, lemahnya pengaruh gereja terhadap diskusi-diskusi ilmiah di Eropa, penyebarluasan publikasi ilmiah, dan pengakuan masyarakat terhadap hasil-hasil temuan ilmiah. Banyak ilmuwan fisika yang muncul di abad 17 dan 18, seperti Galileo Galilei, Rene Descartes, dan Isaac Newton (Hasan, 2021).

Fisika, sebagaimana ilmu alam lainnya, berkembang pesat melalui eksperimen yang dilakukan para ilmuwan. Ada lima periode perkembangan fisika apabila ditinjau dari eksperimen yang dilakukan para ilmuwan bidang fisika (Festiana, 2018).

- a. Periode pertama (zaman kuno hingga 1500 M), yang ditandai dengan eksperimen sederhana tanpa memperhatikan ketelitian dan kurang sistematis.
- b. Periode kedua (1550 - 1800 M), yang ditandai dengan perkembangan metode ilmiah, sehingga eksperimen yang dilakukan lebih sistematis dan akurat.
- c. Periode ketiga (1800 - 1890), merupakan periode singkat yang membawa kemajuan pesat di bidang fisika.
- d. Periode keempat (1890 - 1925), merupakan periode kemunculan teori-teori fisika kuantum untuk mempelajari obyek-obyek mikroskopis seperti atom dan bagian-bagiannya.
- e. Periode kelima (1925 - sekarang), merupakan periode munculnya teori mekanika kuantum yang mempelajari energi partikel atau elektron.

3. Kimia

Kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang materi, terkait dengan sifat, struktur dan perubahannya (Chandra, 2012). Perkembangan ilmu kimia dapat dibagi dalam empat periode.

- a. Periode pertama, berlangsung pada zaman prasejarah hingga zaman pertengahan. Di zaman kuno, bangsa Sumeria telah memanfaatkan berbagai jenis logam untuk membuat peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bangsa Mesir Kuno juga telah mengenal proses fermentasi untuk menghasilkan alkohol. Pada tahun 430 SM, Democritus menyatakan teori atom pertama, yaitu semua materi terdiri dari atom yang menjadi materi paling sederhana.
- b. Periode kedua, berlangsung pada zaman pertengahan hingga akhir abad 17. Kimia pada masa ini dikenal dengan alkemi, yang masih dipengaruhi oleh mitos. Para alkimia pada masa ini percaya bahwa emas dapat diciptakan dari logam-logam murah seperti tembaga, namun hal ini tidak dapat dibuktikan. Ilmuwan muslim yang dikenal dunia dalam bidang kimia pada masa ini adalah Jabir Ibnu Hayyan, yang menemukan berbagai reaksi kimia dan karya-karya lain di bidang kimia. Penemuan Jabir Ibnu Hayyan mendasari perkembangan kimia modern.
- c. Periode ketiga, berlangsung sejak akhir abad 17 hingga pertengahan abad 19. Tokoh yang terkenal pada masa ini adalah Antoine Laurent Lavoisier yang menyimpulkan bahwa pembakaran dapat terjadi karena interaksi senyawa dengan oksigen (Karamanou dan Androustos, 2013).
- d. Periode keempat, berlangsung sejak pertengahan abad 19 hingga saat ini. Pada masa ini perkembangan ilmu kimia sangat pesat karena perkembangan teknologi. Ilmu kimia tradisional dari periode sebelumnya dikembangkan dan dilengkapi hingga muncul kimia modern.

Perkembangan ilmu alam memberikan dampak bagi berbagai bidang kehidupan manusia (Wahyudi dan Suardana, 2019). Dampak tersebut dapat berupa dampak positif dan negatif. Dampak positif akan meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Adapun dampak negatif akan memberikan pengaruh sebaliknya. Penemuan di

berbagai bidang ilmu alam dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Contohnya adalah penemuan teknik rekayasa genetika yang dapat digunakan untuk menghasilkan bibit unggul di bidang pertanian maupun peternakan. Perkembangan teknologi juga dapat digunakan untuk menghasilkan pengobatan yang lebih baik bagi berbagai jenis penyakit yang diderita manusia. Namun, penyalahgunaan ilmu alam oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab dapat membahayakan kelestarian alam maupun keselamatan manusia sendiri. Contohnya adalah penemuan nuklir yang digunakan sebagai senjata yang dapat memberikan radiasi yang berbahaya bagi makhluk hidup.

Sikap ilmiah sangat perlu dimiliki oleh setiap orang, terutama ilmuwan, sehingga dapat menunjukkan sikap atau etika yang baik terhadap ilmu dan produk-produknya. Beberapa bentuk sikap ilmiah antara lain: skeptis, ingin tahu, obyektif, jujur, terbuka, rendah hati, sabar, dan tekun (Jamin dan Ohira, 2018). Skeptis adalah sikap tidak mudah percaya. Sikap ini akan mendorong ilmuwan untuk menemukan jawaban yang benar tentang segala sesuatu, terutama obyek yang sedang dipelajari. Ilmuwan juga harus memiliki rasa ingin tahu yang tinggi sehingga dapat menemukan jawaban maupun solusi atas permasalahan keilmuan yang dihadapi. Sikap obyektif berarti memandang segala sesuatu berdasarkan fakta dan logika. Sikap ini akan menghindarkan ilmuwan dari emosi dan prasangka yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Seorang ilmuwan harus jujur dalam melaksanakan penelitian maupun ketika menyampaikan hasilnya. Sikap jujur akan menghasilkan ilmu yang baik dan valid. Ilmuwan juga harus bersikap terbuka dan bersedia menerima pendapat orang lain. Sikap rendah hati akan menghindarkan ilmuwan dari rasa sombong dan mudah puas terhadap hasil temuannya. Sikap sabar dan tekun sangat diperlukan ilmuwan, terutama untuk menghasilkan hasil temuan yang valid.

Referensi

- Chandra, E. 2012. Filosofi Zat dan Materi menurut Jabir bin Hayyan (Aspek Kimiawi dari Studi Filosofis terhadap Naskah Mukhtar Rasail). *Jurnal Scientiae Educatia*, 1 (2): 1-26.
- Farabi, M.A. 2013. Bayt Al-Hikmah: Institusi Awal Pengembangan Tradisi Ilmiah Islam. *Miqot*, 37 (1): 61-86.

- Festiana, I. 2018. Perkembangan Eksperimen Fisika Ditinjau dari Filsafat Sains. *JIPFRI*, 2 (1): 14-20. DOI: 10.30599/jipfri.v2il.147
- Hakim, S. 2013. Pemikiran dan Penemuan Ilmuwan Muslim. *Al Hikmah*, 3 (2): 251-257.
- Hasan, Y. 2021. Fisika dalam Perspektif: Suatu Tinjauan PerkembangandanPeranMasyarakat.(Online),https://www.researchgate.net/publication/292788440_FISIKA_DALAM_PERSPEKTIF_SUATU_TINJAUAN_PERKEMBANGAN_DAN_PERAN_MASYARAKAT, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- Ishaq, U.M. dan Daud, W.M.N.W. 2017. Tinjauan Biografi-Bibliografi Ibn Al-Haytham. *Jurnal Historia*, 5 (2): 107-124.
- Jailani, I.A. 2018. Kontribusi Ilmuwan Muslim dalam Perkembangan Sains Modern. *Jurnal Theologia*, 29 (01): 165-188. DOI: <http://dx.doi.org/10.21580/teo.2018.29.1.2033>
- Jamin, A. dan Ohira, N. 2018. *Filsafat Ilmu Telaah Pengetahuan, Ilmu, dan Sains dalam Studi Islam*. Bandung: Alfabeta.
- Jasin, M. 2016. *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Karamanou, M. dan Androustos, G. 2013. Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) and the Birth of Respiratory Physiology. *Thorax*, 68: 978-979. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2013-203840
- Muksin, M. 2016. Islam dan Perkembangan Sains & Teknologi (Studi Perkembangan Sains dan Teknologi Dinasti Abbasiyah). *Teknologi & Manajemen Informatika*, 2 (4): 15-19.
- Sutomo, H. 2013. *Filsafat Ilmu Kealaman dan Etika Lingkungan*. Malang: UM Press.
- Wahyudi, I.W. dan Suardana, A.A.K. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar*. Denpasar: UNHI Press.

BAB III

PROSES TERBENTUKNYA ALAM SEMESTA DAN PENGHUNINYA

A. Alam Semesta

Alam semesta adalah seluruh alam, disebut juga jagat raya. Ilmu yang mempelajari tentang alam semesta disebut kosmologi. Alam semesta meliputi berbagai galaksi dengan sistem tata surya di dalamnya (Mawardi dan Hidayati, 2009). Makhluk hidup (biotik) dan makhluk tak hidup (abiotik) berada di alam semesta dan saling berinteraksi. Ada beberapa teori yang menjelaskan tentang terbentuknya alam semesta, yaitu teori keadaan tetap (*steady state theory*), teori dentuman besar (*big bang theory*), dan teori osilasi (*oscillation theory*) (Malik dan Haq, 2016).

Teori keadaan tetap (*steady state theory*) menjelaskan bahwa alam semesta terbentuk secara terus menerus, sehingga hilangnya bagian-bagian akibat resesi galaksi-galaksi dapat digantikan oleh bagian-bagian baru yang terbentuk. Pendukung teori ini berpendapat bahwa alam semesta selalu tetap, tidak terbatas oleh dimensi tempat maupun waktu. Teori ini juga menyatakan bahwa alam semesta tidak memiliki awal dan akhir. Beberapa tokoh pendukung teori ini adalah Fred Hoyle, Herman Bondin, dan Thomas Gold. Penelitian dan pengamatan yang dilakukan para ahli tentang alam semesta selanjutnya mengguncangkan teori ini, karena diperoleh fakta bahwa alam semesta cenderung mengembang dan tidak tetap.

Teori dentuman besar (*big bang theory*) menjelaskan bahwa alam semesta pada awalnya berupa padatan yang sangat panas yang kemudian meledak. Alam semesta kemudian mengembang dan mendingin. Teori ini paling banyak diterima oleh ilmuwan. Beberapa penjelasan ilmiah para ahli fisika, matematika, dan astronomi semakin menguatkan teori ini. Ahli fisika Stephen

Hawking menyatakan bahwa alam semesta tersusun berdasarkan perhitungan dan keseimbangan yang terprogram dengan sangat baik sehingga tidak hancur sebelum mencapai kondisinya saat ini. Penemuan NASA pada tahun 1992 tentang sisa-sisa radiasi ledakan *big bang* yang ditangkap oleh sensor satelit COBE menjadi bukti lain tentang kebenaran teori ini.

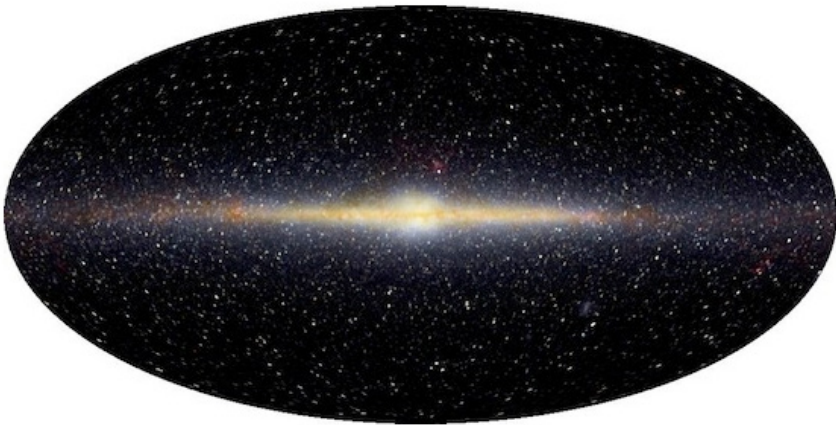
Teori yang ketiga tentang pembentukan alam semesta adalah teori osilasi (*oscillation theory*). Teori ini muncul karena pertentangan pendukung kedua teori sebelumnya. Teori osilasi menduga bahwa terdapat suatu siklus yang sedang berlangsung di alam semesta. Satu siklus yang diperkirakan berlangsung selama 30 milyar tahun, terdiri dari dua tahap, yaitu ekspansi dan kontraksi. Pada tahap ekspansi, alam semesta membentuk galaksi dan bintang-bintang. Pada tahap kontraksi, galaksi dan bintang-bintang akan meredup dan menyusut, serta mengeluarkan energi panas yang sangat tinggi. Alam semesta yang ada saat ini mengalami ekspansi yang dimulai dengan *big bang*, dan akan memasuki masa kontraksi sehingga terjadi dentuman baru dan memulai ekspansi kembali.

B. Galaksi

Galaksi adalah sekumpulan besar bintang, gas, dan debu yang terikat gravitasi. Galaksi dapat dikelompokkan menjadi tiga menurut bentuk umumnya, yakni elips, spiral, dan tidak beraturan. Galaksi elips berbentuk bulat lonjong dengan bintang-bintang yang tersebar cukup seragam dan cenderung lebih tua. Galaksi elips memiliki tonjolan dan halo, namun tidak memiliki piringan datar bintang. Galaksi spiral memiliki bentuk yang khas dengan lengan spiral pada piringan datar bintang dan tonjolan di bagian tengah. Tonjolan ini memiliki jumlah bintang yang besar. Di sekeliling tonjolan galaksi spiral terdapat lingkaran bintang yang redup. Galaksi tak beraturan tidak memiliki bentuk yang dapat teridentifikasi, tanpa tonjolan atau bekas lengan spiral. Berbagai bentuk galaksi ini kemungkinan adalah hasil interaksi antar galaksi, misalnya tabrakan antar galaksi. Galaksi terkecil dapat tersusun dari beberapa ratus ribu bintang dengan lebar beberapa ribu tahun cahaya. Adapun galaksi terbesar dapat tersusun dari triliunan bintang dengan lebar ratusan ribu tahun cahaya.

Galaksi Bima Sakti (Gambar 3.1) adalah galaksi spiral tempat tata surya kita berasal. Bintang-bintang yang kita lihat di langit malam saat cuaca cerah adalah seluruh bintang yang ada di galaksi Bima Sakti. Perkiraan jumlah bintang yang ada di galaksi Bima Sakti adalah kurang lebih 100 miliar bintang (NASA, 2015). Ada milyaran

galaksi lain di alam semesta. Tiga galaksi terdekat yang dapat diamati tanpa teleskop adalah galaksi Awan Magellan Kecil, galaksi Awan Magellan Besar, dan galaksi Andromeda. Galaksi Awan Magellan Besar dan Kecil (Gambar 3.2) merupakan satelit galaksi Bima Sakti, yang berjarak 160.000 tahun cahaya. Kedua galaksi ini dapat dilihat di belahan bumi selatan. Galaksi Andromeda (Gambar 3.3) berukuran lebih besar dari galaksi Bima Sakti dan berjarak kurang lebih 2,5 juta tahun cahaya. Galaksi ini dapat dilihat dari belahan bumi utara.



Gambar 3.1 Galaksi Bima Sakti (*Milky Way*)
(Sumber: NASA, 2015)



Gambar 3.2 Galaksi Awan Magellan Besar dan Kecil
(Sumber: ESO, 2017)



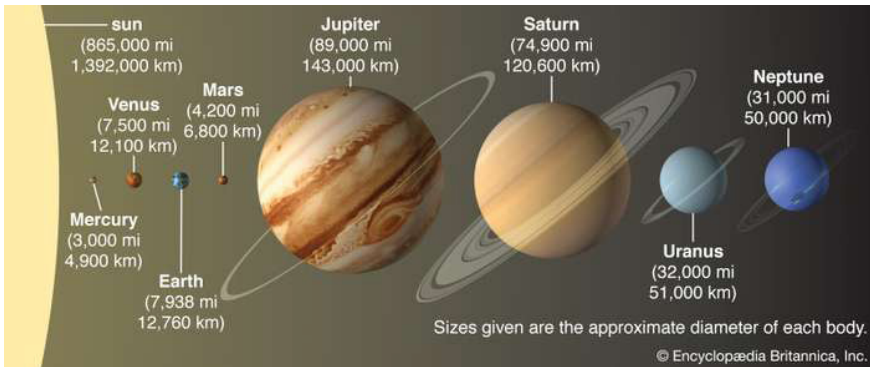
Gambar 3.3 Galaksi Andromeda
(Sumber: NASA, 2015)

C. Tata Surya

Tata surya adalah sistem planet yang memiliki pusat matahari (surya). Tata surya kita terdiri dari matahari dan segala sesuatu yang terikat padanya oleh gravitasi, yaitu planet, bulan, asteroid, komet, dan meteorit (NASA, 2021). Planet-planet yang ada di dalam tata surya kita antara lain Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus (Gambar 3.4). Tata surya kita membentang lebih jauh dari delapan planet yang mengorbit matahari. Tata surya juga mencakup Sabuk Kuiper yang melewati orbit Neptunus. Di balik tepi Sabuk Kuiper terdapat Awan Oort, yang merupakan cangkang material tebal (sekitar 150 juta kilometer) sebagai batas pengaruh gravitasi matahari.

Tata surya kita terbentuk sekitar 4,5 miliar tahun yang lalu dari awan padat gas dan debu antarbintang. Awan tersebut runtuh karena gelombang kejut dari bintang yang meledak di dekatnya (supernova). Ketika awan debu ini runtuh, ia membentuk nebula matahari, yaitu piringan material yang berputar. Di pusatnya, gravitasi menarik semakin banyak material. Tekanan di dalam inti begitu besar sehingga atom hidrogen mulai bergabung dan membentuk helium, melepaskan sejumlah besar energi dan melahirkan matahari.

Materi yang lebih jauh dari piringan juga mengumpul membentuk gumpalan. Gumpalan ini saling bertabrakan, membentuk obyek yang semakin besar. Beberapa tumbuh cukup besar untuk memiliki gravitasi sendiri sehingga menjadi planet, planet kerdil, atau bulan besar. Dalam kasus lain, planet tidak terbentuk tetapi membentuk sabuk asteroid. Potongan-potongan sisa yang lebih kecil lainnya menjadi asteroid, komet, meteorit, dan bulan-bulan kecil yang tidak beraturan.

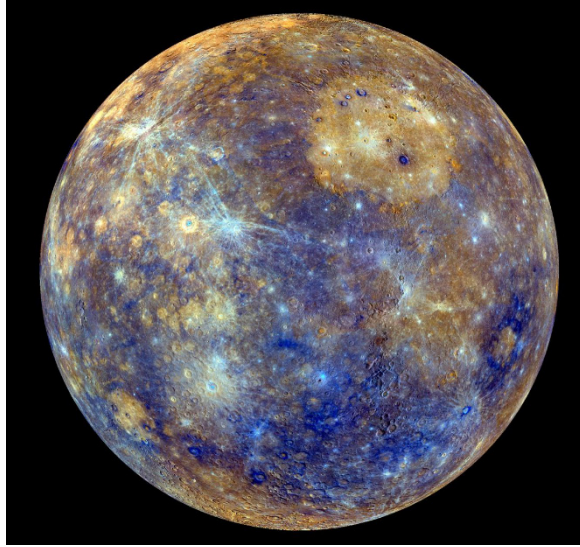


Gambar 3.4 Tata Surya
(Sumber: Owen, 2021)

Berikut ini akan kita bahas secara singkat tentang tujuh planet yang ada di tata surya kita. Planet bumi akan dibahas pada subbab tersendiri.

1. Merkurius

Planet pertama yang terdekat dari matahari adalah merkurius (Gambar 3.5). Merkurius merupakan planet terkecil yang memiliki ukuran sedikit lebih besar dari Bulan Bumi, dengan radius 2.440 kilometer. Nama planet ini berasal dari nama dewa Romawi Kuno yang tercepat, yaitu Merkurius. Suhu siang hari dapat mencapai 430°C dan pada malam hari dapat mencapai -180°C. Suhu ini terjadi karena Merkurius terletak pada jarak rata-rata 58 juta kilometer dari matahari. Orbit planet yang berbentuk bulat telur dapat membawanya paling dekat dengan matahari sekitar 47 juta kilometer dan paling jauh sekitar 70 juta kilometer. Merkurius menyelesaikan satu kali rotasi setiap 59 hari dan mengelilingi matahari setiap 88 hari.



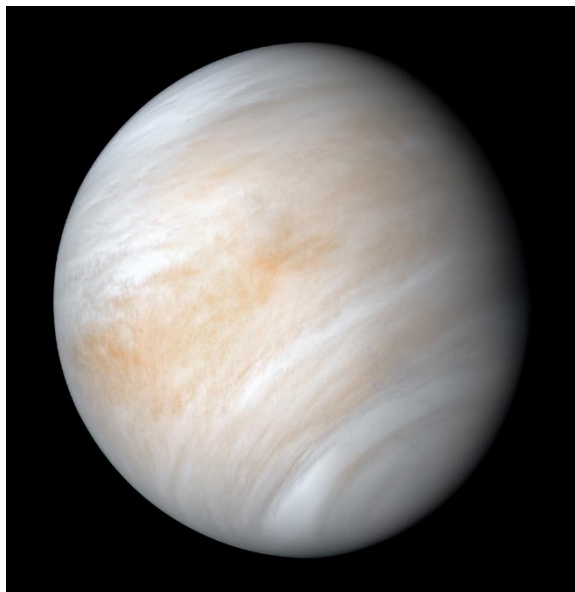
Gambar 3.5 Merkurius
(Sumber: NASA, 2018)

Sebagian besar permukaan Merkurius akan tampak cokelat keabu-abuan bagi mata manusia. Merkurius tidak memiliki atmosfer, tetapi memiliki eksosfer tipis yang terdiri dari oksigen, natrium, hidrogen, helium, dan kalium. Di permukaannya terdapat cekungan-cekungan atau kawah yang terbentuk dari hasil tumbukan asteroid yang mengenainya di awal pembentukan tata surya. Di daerah kutub utara dan selatannya, kemungkinan terdapat es di bagian kawah yang dalam. Lingkungan Merkurius tidak kondusif untuk kehidupan. Suhu dan radiasi matahari yang terlalu ekstrim tidak memungkinkan makhluk hidup untuk beradaptasi (NASA, 2019).

2. Venus

Planet kedua terdekat dengan matahari adalah Venus, dengan jarak rata-rata 108 juta kilometer dari matahari. Nama planet ini berasal dari nama dewi cinta dan kecantikan Romawi Kuno, yang dikenal sebagai Aphrodite untuk Yunani Kuno. Radius Venus mencapai 6.052 kilometer dengan orbit yang hampir lingkaran sempurna. Masa rotasi Venus adalah 243 hari dan melakukan satu kali revolusi selama 225 hari. Venus memiliki atmosfer tebal dan beracun yang berisi karbondioksida dan asam sulfat yang menyebabkan efek rumah kaca ekstrim.

Hal ini menjadikan Venus sebagai planet terpanas di tata surya, dengan suhu di permukaan mencapai 471°C.



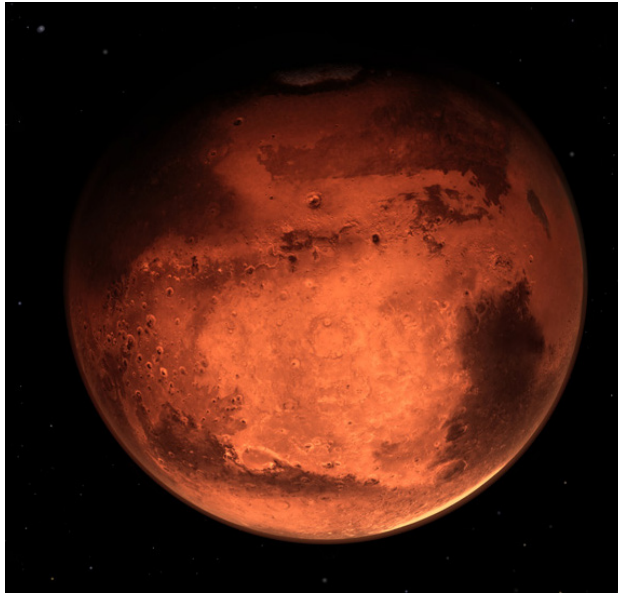
Gambar 3.6 Planet Venus
(Sumber: NASA, 2020)

Venus tampak berwarna putih cerah karena tertutup awan yang memantulkan dan menyebarkan sinar matahari (Gambar 3.6). Permukaan Venus berupa pegunungan, lembah, dan puluhan ribu gunung berapi. Venus tidak memiliki cincin maupun bulan. Pesawat ruang angkasa yang dikirim untuk menelitinya tidak dapat bertahan lama karena suhu yang ekstrim merusak perangkat elektroniknya. Ada spekulasi bahwa di masa lampau, terdapat kehidupan di lapisan awan teratas atmosfer Venus karena suhunya tidak terlalu ekstrim. Namun, hal ini belum dapat dibuktikan. Lingkungan planet yang ekstrim tidak memungkinkan adanya kehidupan di Venus (NASA, 2019).

3. Mars

Planet Mars diberi nama berdasarkan nama dewa perang Romawi Kuno karena memiliki warna kemerahan yang mengingatkan kepada warna darah (Gambar 3.7). Warna kemerahan ini disebabkan oleh oksidasi besi di bebatuan,

regolith (serupa tanah), dan debu di Mars. Radius Mars mencapai 3.390 kilometer dengan jarak rata-rata 228 juta kilometer dari matahari. Masa rotasi Mars adalah 24,6 jam dan masa revolusi 687 hari. Bentuk orbit planet Mars adalah elips. Suhu di Mars bisa mencapai 20°C atau paling rendah sekitar -153°C. Atmosfer yang dimiliki sangat tipis sehingga panas matahari sangat mudah keluar dari planet ini. Mars tidak memiliki cincin, namun memiliki dua bulan, yakni Phobos dan Deimos.



Gambar 3.7 Planet Mars
(Sumber: NASA, 2020)

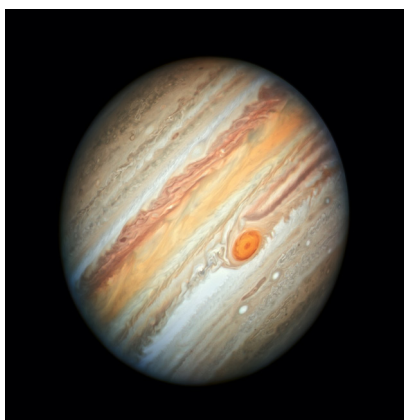
Mars memiliki inti padat di pusatnya dengan radius 1.500 - 2.100 kilometer, yang terbuat dari besi, nikel, dan belerang. Di sekeliling inti tersebut terdapat mantel berbatu dengan ketebalan 1.240 - 1.880 kilometer. Bagian teratas adalah kerak yang terbuat dari besi, magnesium, aluminium, kalsium, dan kalium. Kerak memiliki ketebalan 10 - 15 kilometer. Permukaan Mars banyak memiliki gunung berapi, dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan gunung berapi di Bumi. Gunung berapi terbesar yang dimiliki Mars dikenal dengan Olympus Mons merupakan gunung berapi terbesar di tata surya kita. Ada ngarai besar yang disebut Valles Marineris di permukaan Mars,

yang memiliki panjang 4.800 kilometer, lebar 320 kilometer, dan kedalaman mencapai 7 kilometer.

Beberapa fitur geografisnya, menunjukkan bahwa Mars pernah mengalami banjir besar sekitar 3,5 milyar tahun yang lalu. Hal ini menunjukkan bahwa pernah terdapat air di Mars. Saat ini, air di Mars ditemukan dalam bentuk es di bawah permukaan daerah kutub dan air asin yang secara musiman mengalir menuruni lereng bukit dan dinding kawah. Atmosfer tipis yang dimiliki Mars sebagian besar terdiri dari karbondioksida, nitrogen, dan argon. Kondisi ini tidak memberikan perlindungan yang baik dari benturan dengan benda-benda angkasa seperti meteorit, komet, maupun asteroid.

4. Jupiter

Jupiter adalah planet kelima dari matahari dan merupakan planet terbesar dalam tata surya kita. Radius Jupiter mencapai 69.911 kilometer dengan jarak rata-rata 778 juta kilometer dari matahari. Waktu yang dibutuhkan Jupiter untuk satu kali rotasi adalah 10 jam, dan waktu untuk satu kali revolusi adalah 4.333 hari (sekitar 12 tahun). Jupiter tampak memiliki warna-warna cerah di permukaannya (Gambar 3.8). Hal ini disebabkan oleh gumpalan belerang dan gas yang mengandung fosfor yang naik dari bagian dalam planet yang lebih hangat. Bintik merah besar di permukaan Jupiter adalah badai raksasa yang berukuran lebih besar dari Bumi dan telah berlangsung selama ratusan tahun.

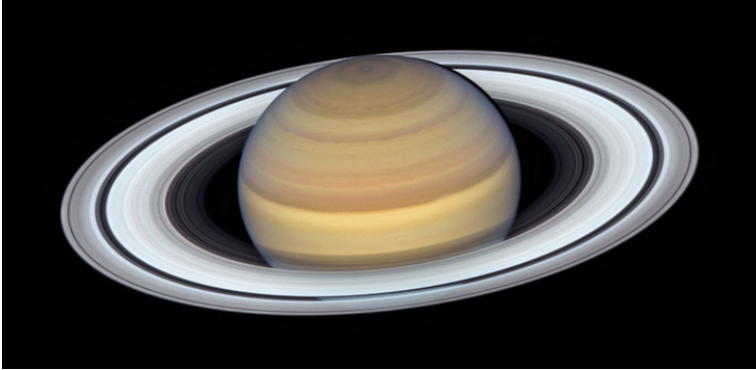


Gambar 3.8 Planet Jupiter
(Sumber: Simon dan Wong, 2019)

Jupiter memiliki komposisi yang mirip matahari, yakni hidrogen dan helium, namun tidak tumbuh cukup masif untuk menjadi bintang. Bagian inti Jupiter belum diketahui apakah berupa padatan atau cairan, tetapi suhunya diperkirakan mencapai 50.000°C. Pesawat ruang angkasa tidak bisa mendarat di permukaan Jupiter karena berupa gas. Planet gas ini diperkirakan terdiri dari tiga lapisan awan. Awan teratas kemungkinan tersusun dari es amonia, lapisan tengah tersusun oleh kristal amonium hidrosulfida, dan lapisan dalam kemungkinan berupa es dan uap air (NASA, 2021). . Jupiter dikelilingi oleh puluhan bulan dan memiliki beberapa cincin yang sangat redup. Empat bulan terbesar yang dimiliki Jupiter adalah Io, Europa, Ganymede, dan Callisto. Lingkungan Jupiter tidak kondusif untuk ditinggali oleh makhluk hidup. Namun, salah satu bulan terbesarnya, yaitu Europa diketahui memiliki lautan air cair di bawah keraknya yang membeku, sehingga menjadi salah satu tempat yang paling mungkin untuk menemukan kehidupan.

5. Saturnus

Saturnus berada pada jarak 1,4 miliar kilometer dari matahari menjadikannya planet keenam dalam tata surya kita. Radius Saturnus mencapai 58.232 kilometer dan dikelilingi lebih dari 60 bulan yang diketahui. Waktu yang diperlukan Saturnus untuk satu kali berotasi adalah 10,7 jam. Adapun waktu yang dibutuhkan untuk satu kali mengelilingi matahari adalah 10.756 hari (sekitar 29,4 tahun). Sebagian besar komposisi Saturnus adalah hidrogen dan helium. Di bagian pusat planet terdapat inti logam padat seperti besi dan nikel yang dikelilingi oleh bahan berbatu dan senyawa lain yang dipadatkan oleh tekanan dan panas yang kuat. Inti ini diselimuti oleh hidrogen metalik cair.

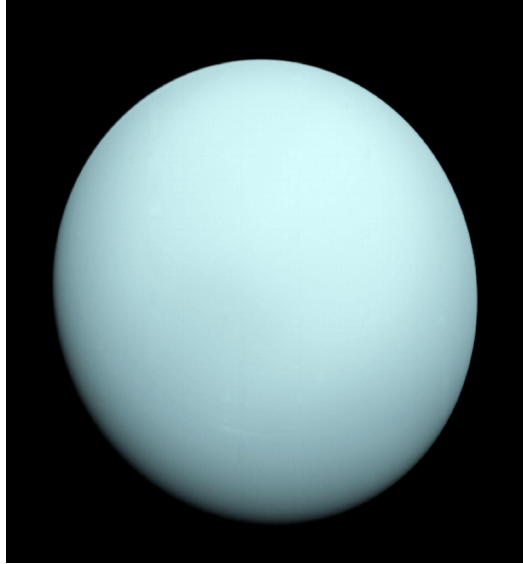


Gambar 3.9 Planet Saturnus
(Sumber: Simon dan Wong, 2019)

Saturnus tampak memiliki banyak warna kuning, coklat, dan abu-abu. Keistimewaan planet ini adalah memiliki cincin yang besar (Gambar 3.9). Sistem cincin Saturnus membentuk hingga 282.000 kilometer dari planet ini, namun ketinggiannya hanya sekitar 10 meter di cincin utama. Penyusun cincin Saturnus adalah potongan komet, asteroid, atau bulan yang hancur yang pecah sebelum mencapai planet tersebut. Adapula milyaran bongkahan es kecil dan bebatuan yang dilapisi bahan lain, misalnya debu. Cincin akan terlihat sebagian besar berwarna putih. Kondisi lingkungan di Saturnus tidak memungkinkan terjadinya kehidupan.

6. Uranus

Uranus merupakan planet ketujuh dalam tata surya kita, berjarak rata-rata 2,9 milyar kilometer dari matahari. Planet ini memiliki radius terbesar ketiga, yakni 25.362 kilometer. Waktu yang dibutuhkan untuk satu kali rotasi adalah 17 jam, dan 30.687 hari (sekitar 84 tahun) untuk satu kali revolusi. Sebagian besar massa planet ini terdiri dari cairan padat panas dari bahan metana dan amonia. Suhu di dekat inti mencapai 4.982°C. Uranus tampak berwarna biru kehijauan (Gambar 3.10) karena gas metana yang ada di atmosfernya. Sinar matahari melewati atmosfer dan dipantulkan kembali oleh puncak awan Uranus. Gas metana menyerap bagian merah dari cahaya dan menghasilkan warna biru kehijauan.



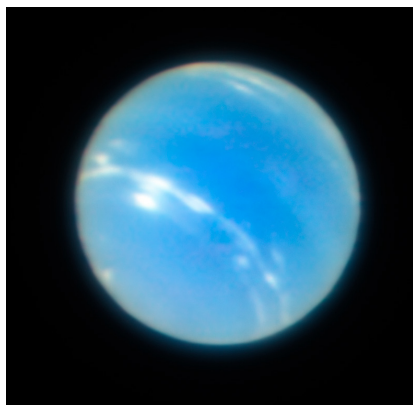
Gambar 3.10 Planet Uranus
(Sumber: NASA, 2021)

Atmosfer planet Uranus memiliki suhu minimum $-224,2^{\circ}\text{C}$. Uranus memiliki magnetosfer yang tidak biasa dan berbentuk tidak teratur. Medan magnet di Uranus terbalik dengan arah rotasi planet, sehingga aurora tidak segaris dengan kutub. Ekor magnetosfer di belakang Uranus yang berlawanan dengan matahari meluas ke luar angkasa sejauh jutaan kilometer. Uranus memiliki dua set cincin, yakni cincin dalam dan cincin luar. Cincin bagian dalam tersusun dari sembilan cincin berwarna abu-abu gelap yang sempit. Cincin bagian luar terdiri dari dua cincin. Cincin luar yang berdekatan dengan cincin dalam berwarna kemerahan, sedangkan cincin yang terluar berwarna biru. Lingkungan Uranus tidak cocok untuk kehidupan seperti di Bumi.

7. Neptunus

Planet Neptunus merupakan satu-satunya planet dalam tata surya kita yang tidak dapat diamati langsung dengan mata tanpa bantuan teleskop. Neptunus sangat jauh dari matahari, dengan jarak rata-rata 4,5 milyar kilometer. Radius Neptunus mencapai 24.622 kilometer. Masa rotasi Neptunus adalah 16 jam, sedangkan masa revolusinya mencapai 60.190 hari atau

sekitar 165 tahun. Sebagian besar massa planet Neptunus adalah es yang disusun oleh molekul air, metana, dan amonia. Di antara planet besar lain di tata surya kita, Neptunus adalah yang paling padat. Meskipun demikian, permukaan Neptunus tidak terlalu kokoh.



Gambar 3.11 Planet Neptunus
(Sumber: Weilbacher, 2018)

Atmosfernya sebagian besar terdiri atas hidrogen, helium, dan metana. Neptunus tampak berwarna biru cerah (Gambar 3.11). Neptunus merupakan planet yang paling berangin di tata surya kita. Kecepatan anginnya hingga sembilan kali kecepatan angin di Bumi. Angin ini membawa awan metana beku ke seluruh planet dengan kecepatan 2.000 kilometer per jam. Neptunus memiliki lima cincin utama, antara lain Galle, Leverrier, Lassell, Arago, dan Adams. Sistem cincin Neptunus memiliki gumpalan debu yang disebut busur. Empat busur yang dikenal adalah Liberty, Equality, Fraternity, dan Courage. Neptunus diketahui memiliki 14 bulan, dengan bulan terbesar adalah Triton. Planet Neptunus tidak mendukung terjadinya kehidupan sebagaimana di Bumi.

Benda-benda angkasa selain planet yang dapat dijumpai di tata surya adalah asteroid, komet, meteorit, dan satelit. Asteroid adalah benda-benda bukan planet yang sebagian besar mengorbit di antara Mars dan Jupiter. Ada empat jenis asteroid berdasarkan struktur fisiknya, yaitu asteroid tipe C, S, M, dan U (Siregar, 2017). Asteroid tipe C merupakan obyek yang sangat gelap yang memiliki permukaan karbon, dan populasinya

sekitar 60% dari total asteroid di tata surya. Asteroid tipe S memiliki permukaan silikat dengan populasi 30%. Asteroid tipe M memiliki kandungan logam atau metal, didominasi unsur besi dan nikel. Asteroid tipe U (*unclassified*) adalah asteroid yang tidak menunjukkan ciri ketiga asteroid yang lain, komposisinya didominasi oleh pyroxene dan feldspar. Asteroid dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan kekuatan yang dimilikinya, yaitu *weak bodies*, *strong bodies*, dan *very strong bodies*. Asteroid tipe *weak bodies* mengandung banyak unsur karbon, redup, dan mudah pecah. Asteroid tipe *strong bodies* mengandung banyak material batuan, sedikit cemerlang, dan tidak mudah pecah. Asteroid tipe *very strong bodies* mengandung banyak material logam, sangat padat dan kuat. Dampak yang dapat timbul ketika asteroid menabrak Bumi adalah terbentuknya kawah (dampak kecil), gempa bumi dan tsunami (dampak besar).

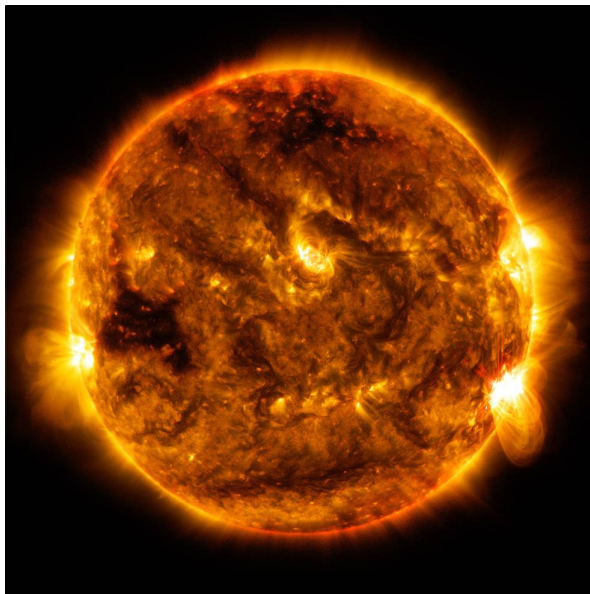
Komet adalah benda angkasa dengan massa lebih kecil dari asteroid, yang dapat bergerak sangat cepat dalam orbitnya. Komet terdiri dari inti, koma, dan ekor. Inti komet tersusun dari molekul air, karbondioksida, amonia, metana, dan debu yang bergabung dan berbentuk es. Ketika komet mendekati matahari, laju penguapan es pada inti meningkat dan debu yang membungkus inti akan mengembang dan membentuk semacam atmosfer. Atmosfer inilah yang disebut koma pada komet. Ekor komet terdiri dari ekor debu dan ekor gas. Ekor debu terbentuk saat es pada inti menguap, bergerak berlawanan dengan arah orbit komet. Ekor gas adalah gas yang bergerak keluar akibat angin matahari. Komet dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan periodenya, yaitu komet periode pendek dan komet periode panjang. Komet periode pendek memiliki orbit berbentuk elips dengan periode kurang dari 200 tahun. Komet periode panjang memiliki orbit yang bermacam-macam (elips, parabola, atau hiperbola) dengan periode lebih dari 200 tahun.

Meteorit adalah meteor (pecahan batuan angkasa) yang sampai di permukaan Bumi (Saputra, 2018). Tumbukan meteorit besar pada permukaan Bumi dapat menyebabkan kawah. Satelit adalah benda langit yang mengelilingi planet (Octavia dan Fuad, 2017). Ada dua jenis satelit, yaitu satelit alam dan satelit buatan. Satelit alam terbentuk secara alami bersama dengan pembentukan planet. Contoh satelit alam adalah bulan yang merupakan satelit planet Bumi. Adapun satelit buatan adalah satelit yang dibuat secara sengaja oleh manusia dengan tujuan

tertentu. Contoh satelit buatan adalah satelit Landsat yang berfungsi mengamati Bumi.

D. Matahari

Matahari adalah bintang kuning yang berbentuk bola dengan radius 695.508 kilometer (Gambar 3.12), dan merupakan pusat tata surya kita. Matahari memiliki gravitasi yang menyatukan tata surya, menjaga segala sesuatu tetap berada pada orbitnya. Di galaksi Bima Sakti ada milyaran bintang seperti matahari kita. Bintang terdekat dari matahari adalah Proxima Centauri dengan jarak 4,24 tahun cahaya; serta Alpha Centauri A dan B yang berjarak 4,37 tahun cahaya. Satu tahun cahaya setara dengan 9.460.528.400.000 kilometer. Matahari berada dalam lengan spiral yang disebut Orion Spur sebagai tempat mengorbit pusat galaksi Bima Sakti. Kecepatan rata-rata tata surya kita dalam mengelilingi galaksi Bima Sakti adalah 720.000 kilometer per jam, sehingga dibutuhkan waktu sekitar 230 juta tahun untuk melengkapi satu putaran.



Gambar 3.12 Matahari
(Sumber: NASA, 2018)

Matahari adalah bola gas yang tersusun dari 70,6% hidrogen dan 27,4% helium. Matahari memiliki enam daerah, dari dalam ke luar antara lain: inti, zona radiasi, zona konvektif, fotosfer,

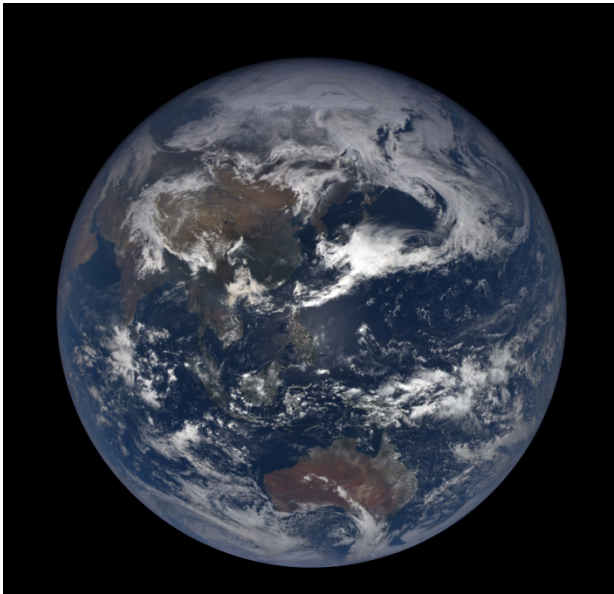
kromosfer, dan korona. Inti matahari memiliki suhu 15 juta derajat Celcius yang cukup untuk mempertahankan fusi termonuklir. Fusi termonuklir adalah proses penggabungan atom-atom yang melepaskan sejumlah besar energi. Atom-atom hidrogen di inti matahari akan berfusi menjadi helium. Energi yang dihasilkan di inti menggerakkan matahari serta menghasilkan semua panas dan cahaya yang dipancarkan matahari. Energi ini akan memantul di sekitar zona radiasi dan membutuhkan waktu sekitar 170.000 tahun untuk berpindah ke puncak zona konvektif. Pada zona konvektif, suhu turun sekitar 2 juta derajat Celcius.

Permukaan matahari adalah bagian yang bisa kita lihat, bersuhu sekitar 5.500°C. Bagian fotosfer adalah wilayah setebal 500 kilometer, yang merupakan tempat sebagian besar radiasi matahari lepas ke luar. Radiasi dari fotosfer sebagai sinar matahari mencapai Bumi sekitar delapan menit setelah meninggalkan matahari. Di atas fotosfer adalah kromosfer dan korona (mahkota). Kromosfer terlihat seperti lingkaran merah mengelilingi matahari. Adapun korona membentuk mahkota putih dengan pita plasma yang menyempit ke luar, sehingga tampak seperti kelopak bunga. Kromosfer dan korona membentuk atmosfer tipis matahari, dengan suhu 2 juta derajat Celcius. Matahari melewati siklus, setiap 11 tahun kutub geografis matahari mengubah polaritas magnetnya. Perubahan ini menyebabkan perubahan pada fotosfer, kromosfer, dan korona matahari sehingga menjadi sangat aktif. Aktivitas matahari menyebabkan badai matahari, misalnya bintik matahari, semburan matahari, dan lontaran massa koronal. Hal ini menyebabkan cuaca di luar angkasa menjadi lebih ekstrim.

E. Bumi

Bumi adalah planet ketiga dari matahari dalam tata surya kita, yang merupakan satu-satunya planet yang diketahui dapat ditinggali oleh makhluk hidup (NASA, 2019). Usia Bumi sekitar 1.000 tahun dengan radius mencapai 6.371 kilometer. Jarak rata-rata mencapai 150 juta kilometer dari matahari. Waktu yang diperlukan Bumi untuk satu kali rotasi adalah 23,9 jam atau dibulatkan menjadi 24 jam dalam sehari. Adapun waktu yang diperlukan Bumi untuk satu kali mengelilingi matahari (revolusi) adalah 365,25 hari, atau dibulatkan 365 hari dalam satu tahun. Sisa waktu seperempat hari akan diakumulasi setiap empat tahun, sehingga setiap empat tahun menjadi tahun kabisat dengan jumlah hari sebanyak 366 hari.

Bumi tampak berwarna biru karena memiliki lapisan air dalam bentuk cair di permukaannya (Gambar 3.13). Bumi terdiri dari empat lapisan utama. Bagian terdalam berupa inti padat yang tersusun oleh besi dan nikel, dengan radius 1.221 kilometer dan suhu 5.400°C. Di bagian luar inti terdapat lapisan cairan besi dan nikel dengan tebal 2.300 kilometer. Lapisan ketiga adalah mantel, yang merupakan lapisan paling tebal dari campuran batuan cair setebal 2.900 kilometer. Lapisan keempat adalah lapisan terluar yang disebut kerak bumi. Kedalaman rata-rata kerak bumi mencapai 30 kilometer di darat dan 5 kilometer di dasar laut. Litosfer bumi yang meliputi kerak bumi dan mantel atas, terbagi menjadi lempengan-lempengan besar yang terus bergerak. Misalnya lempeng Amerika Utara bergerak ke barat melewati cekungan Samudera Pasifik. Gempa bumi terjadi ketika lempeng-lempeng saling bergesekan, saling bertabrakan untuk menghasilkan gunung, atau terbelah dan terpisah.



Gambar 3.13 Bumi
(Sumber: NASA, 2019)

Bumi memiliki atmosfer yang terdiri dari 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas lain (argon, karbondioksida, dan neon). Atmosfer mempengaruhi iklim jangka panjang Bumi dan cuaca

lokal jangka pendek, serta sebagai pelindung dari radiasi kosmik. Meteorit yang masuk ke atmosfer Bumi, sebagian akan terbakar sehingga berukuran lebih kecil saat menghantam permukaan Bumi. Rotasi cepat planet Bumi menyebabkan inti besi-nikel meleleh dan menimbulkan medan magnet. Apabila aliran partikel bermuatan yang terus menerus dikeluarkan oleh matahari terperangkap dalam medan magnet Bumi, akan menimbulkan tabrakan dengan molekul udara di atas kutub magnet Bumi. Tabrakan ini menyebabkan terjadinya aurora atau cahaya utara dan selatan (Gambar 3.14). Medan magnet Bumi menyebabkan jarum kompas selalu mengarah ke Kutub Utara. Bumi tidak memiliki cincin dan memiliki satu bulan.



Gambar 3.14 Aurora di Langit Alaska
(Sumber: Miller, 2015)

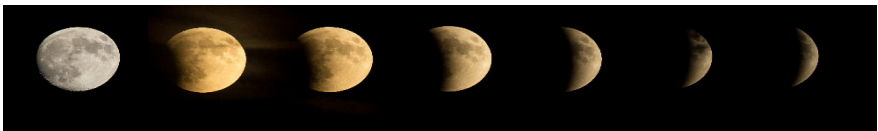
Berikut ini adalah beberapa hal tentang keistimewaan Bumi sehingga menjadi planet yang memiliki kehidupan, dibandingkan planet-planet lainnya di dalam tata surya kita.

- a. Bumi memiliki jarak yang tepat dari matahari, tidak terlalu dekat dan tidak terlalu jauh, sehingga radiasi panas yang diterima cukup untuk mendukung kehidupan di dalamnya.
- b. Atmosfer Bumi memiliki fitur-fitur yang mendukung kehidupan di bawahnya, seperti adanya kandungan oksigen, ozon, dan lapisan yang cukup tebal untuk melindungi Bumi dari radiasi matahari maupun benda-benda angkasa yang dapat

- menghantam permukaannya.
- c. Bumi memiliki air dalam bentuk cair yang dapat digunakan makhluk hidup melangsungkan kehidupannya, air tersebut terdapat di lautan maupun di daratan.

F. Bulan

Bulan yang dibahas dalam bab ini adalah bulan yang dimiliki planet Bumi. Bulan merupakan satelit alam yang mengorbit Bumi. Radius bulan mencapai 1.740 kilometer dengan jarak rata-rata dari Bumi 384.400 kilometer. Suhu di Bulan mencapai 127°C saat berada di bawah matahari penuh dan -173°C saat berada dalam kegelapan. Bulan mengorbit Bumi selama 27 hari. Gerakan rotasi Bumi saat mengelilingi matahari memberikan kesan bahwa Bulan mengorbit Bumi selama 29 hari. Gerakan Bulan mengelilingi Bumi menyebabkan berbagai bagian berada di bawah sinar matahari atau kegelapan pada waktu yang berbeda. Iluminasi yang berubah ini dikenal dengan fase bulan (Gambar 3.15). Selama fase purnama, belahan Bulan yang dapat kita lihat dari Bumi diterangi sepenuhnya oleh matahari. Fase bulan baru terjadi ketika sisi jauh bulan mendapat sinar matahari penuh, dan sisi yang menghadap kita mengalami kegelapan.



Gambar 3.15 Fase Bulan
(Sumber: Ingalls, 2015)

Bulan memiliki inti, mantel, dan kerak. Inti bulan terletak di bagian terdalam dengan radius 240 kilometer yang tersusun oleh besi dan berbentuk bola padat. Bagian luar inti dikelilingi lapisan cair besi setebal 90 kilometer dan lapisan setengah cair setebal 150 kilometer. Lapisan kedua setelah inti adalah mantel, yang tersusun oleh mineral olivin dan piroksen, yang mengandung atom magnesium, besi, silikon, dan oksigen. Lapisan terluar adalah kerak, dengan ketebalan 70 kilometer. Kerak tersusun atas oksigen, silikon, magnesium, besi, kalsium, aluminium, titanium, uranium, thorium, kalium, dan hidrogen. Permukaan Bulan memiliki banyak kawah yang merupakan hasil tumbukan benda-benda angkasa yang

mengenaikannya akibat atmosfer yang tipis. Atmosfer Bulan disebut eksosfer, yang sangat tipis dan tidak dapat memberi perlindungan terhadap radiasi matahari maupun tumbukan benda-benda angkasa lain. Pada Oktober 2020, Observatorium Stratosfer NASA untuk Astronomi Inframerah (SOFIA) mendeteksi molekul air (H₂O) di salah satu kawah terbesar Bulan, yaitu kawah Clavius (NASA, 2021).

Referensi

- ESO. 2017. Large and Small Magellanic Clouds. (Online), <https://www.eso.org/public/news/eso1714/>, diakses tanggal 30 Januari 2021.
- Ingalls, B. 2015. A Composite of Seven Images Shows the Full Moon at Perigee or Supermoon During A Total Lunar Eclipse. (Online), <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earthsmoon/overview/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- Malik, A. dan Haq, D.N. 2016. *Penciptaan Alam Semesta menurut Al Quran dan Teori Big Bang*. Bandung: LPPM UIN Sunan Gunung Djati.
- Mawardi dan Hidayati, N. 2009. *Ilmu Alamiah Dasar, Ilmu Sosial Dasar, Ilmu Budaya Dasar (IAD-ISD-IBD)*. Bandung: Pustaka Setia.
- Miller, D. 2015. Aurora as Seen from Talkeetna Alaska. (Online), <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/sounding-rocket-mission-will-trace-auroral-winds/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2015. The Milky Way Galaxy. (Online), <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/milkyway1.html>, diakses tanggal 30 Januari 2021.
- NASA. 2018. Color of the Innermost Planet: View 1. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/771/colors-of-the-innermost-planet-view-1/?category=planets_mercury, diakses tanggal 30 Januari 2021.
- NASA. 2018. NASA's SDO Sees Sun Emit Mid-Level Flare Oct.1. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/768/nasas-sdo-sees-sun-emit-mid-level-flare-oct-1/?category=solar-system_sun, diakses tanggal 2 Februari 2021.

- NASA. 2019. As the World Turns. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/2332/as-the-world-turns/?category=planets_earth, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2019. Earth. (Online), <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/overview/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2019. Mercury. (Online), <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mercury/overview/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2019. Venus. (Online), <https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/overview/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2020. Newly-Processed Views of Venus from Mariner 10. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/2524/newly-processed-views-of-venus-from-mariner-10/?category=planets_venus, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2020. Perseverance Rover Approaching Mars (Illustration). (Online), <https://mars.nasa.gov/resources/25442/perseverance-rover-approaching-mars-illustration/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2021. Earth's Moon. (Online), <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/overview/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2021. Jupiter. (Online), <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/in-depth/>, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- NASA. 2021. Uranus as Seen by NASA's Voyager 2. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/599/uranus-as-seen-by-nasas-voyager-2/?category=planets_uranus, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- Octavia, R. dan Fuad, Y. 2017. Analisis Kestabilan Sistem Dinamik Satelit Pengamat Bumi. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 3 (6): 158-165.
- Owen, T.C. 2021. Solar System. (Online), <https://www.britannica.com/science/solar-system>, diakses tanggal 30 Januari 2021.
- Saputra, O. 2018. Revolusi dalam Perkembangan Astronomi: Hilangnya Pluto dalam Keanggotaan Planet pada Sistem Tata Surya. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 1(1): 71-74.

- Simon, A. dan Wong, M.H. 2019. Hubble's New Portrait of Jupiter. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/2486/hubbles-new-portrait-of-jupiter/?category=planets_jupiter, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- Simon, A. dan Wong, M.H. 2019. Saturn's Rings Shine in Hubble Portrait. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/2490/saturns-rings-shine-in-hubble-portrait/?category=planets_saturn, diakses tanggal 2 Februari 2021.
- Siregar, S. 2017. *Fisika Tata Surya*. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB.
- Weilbacher, P. 2018. Neptune from the Very Large Telescope VLT. (Online), https://solarsystem.nasa.gov/resources/936/neptune-from-the-very-large-telescope-vlt/?category=planets_neptune, diakses tanggal 2 Februari 2021.

BAB IV

KERAGAMAN MAKHLUK HIDUP DAN PERSEBARANNYA

A. Biosfer dan Kehidupan

Biosfer adalah lapisan bumi yang dapat ditinggali oleh makhluk hidup. Biosfer menempati tingkatan tertinggi dalam struktur organisasi kehidupan. Biosfer dapat pula didefinisikan sebagai ekologi global karena mencakup seluruh bioma yang ada di bumi (Gambar 4.1). Bioma yaitu kumpulan ekosistem pada area geografis tertentu. Bioma dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu bioma darat dan bioma perairan.



Gambar 4.1 Biosfer sebagai Ekologi Global
(Sumber: Urry et al, 2021)

Bioma darat dibedakan berdasarkan iklim dan vegetasi yang dominan. Ada delapan jenis bioma darat di bumi, antara lain: hutan tropis, gurun, sabana, kaparal, padang rumput subtropis, hutan konifer, hutan subtropis berdaun lebar, dan tundra.

1. Hutan Tropis

Bioma hutan tropis dapat ditemukan di daerah ekuator (khatulistiwa) dan sekitarnya (Gambar 4.2). Curah hujan relatif konstan dengan ketinggian pertahun 200-400 cm. Suhu rata-rata 25-29°C. Jenis tumbuhan yang hidup di hutan tropis sangat beragam dan membentuk lapisan vertikal sebagai akibat dari persaingan untuk mendapatkan cahaya. Lapisan teratas adalah pepohonan dengan kanopi atau tajuk yang lebar, sehingga menutup permukaan bawah hutan. Lapisan kedua adalah pepohonan dengan kanopi yang lebih kecil. Lapisan ketiga disusun oleh semak dan herba yang berukuran kecil dengan batang tidak berkayu. Tumbuhan epifit seperti anggrek dan bromelia juga banyak dijumpai di hutan tropis. Keanekaragaman hewan di hutan tropis adalah yang paling tinggi dibandingkan dengan bioma lainnya. Berbagai kelas dalam Kingdom Animalia (Dunia Hewan) dapat dijumpai di hutan tropis, bahkan hewan-hewan yang belum teridentifikasi.



Gambar 4.2 Distribusi dan Contoh Bioma Hutan Tropis
(Sumber: Urry et al, 2021)

2. Gurun

Bioma gurun dapat dijumpai di daerah 30°LU - 30°LS (Gambar 4.3). Curah hujan rendah dengan ketinggian pertahun kurang dari 30 cm. Suhu udara maksimal dapat mencapai lebih dari 50°C dan terendah dapat mencapai di bawah -30°C. Vegetasi di gurun sangat terbatas keanekaragamannya. Jenis tumbuhan

yang mendominasi bioma ini adalah sukulen, termasuk kaktus dan euphorbia. Ciri khas tumbuhan yang hidup di bioma gurun adalah memiliki duri dan melakukan fotosintesis tipe C4 atau CAM. Jalur fotosintesis C4 adalah jalur fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan yang hidup di daerah panas, ditandai dengan proses fotosintesis terjadi di sel-sel mesofil dan sel-sel seludang pembuluh. Adapun jalur CAM serupa dengan jalur C4, namun reaksi terang dilakukan pada malam hari dan reaksi gelap dilakukan pada siang hari. Keanekaragaman hewan di gurun juga terbatas, mayoritas adalah reptil dan hewan pengerat pemakan biji.

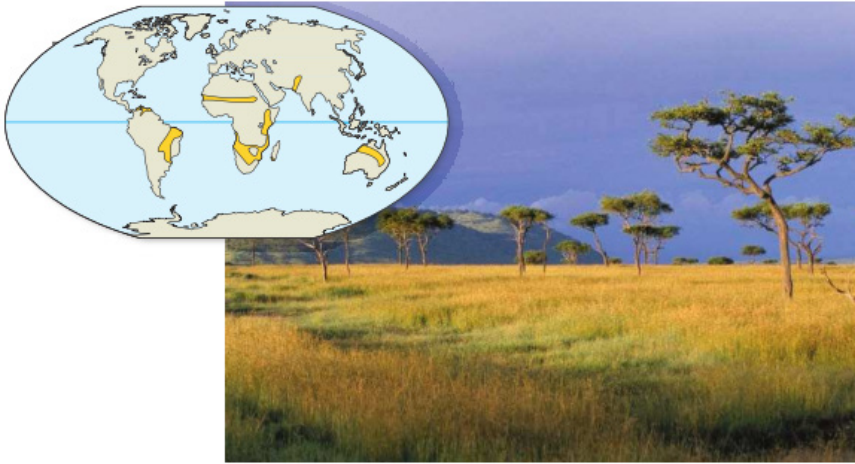


Gambar 4.3 Distribusi dan Contoh Bioma Gurun
(Sumber: Urry et al, 2021)

3. Sabana

Bioma sabana dapat dijumpai di daerah ekuator dan sekitarnya (Gambar 4.4). Curah hujan cukup rendah dengan ketinggian rata-rata pertahun 30 - 50 cm. Suhu udara berkisar antara 24 - 29°C. Vegetasi didominasi oleh rumput dan tumbuhan herba yang tidak berkayu. Pepohonan berdaun sempit dan batang berduri juga dijumpai namun tersebar. Jenis hewan yang mendominasi adalah serangga herbivora dan mamalia besar herbivora, seperti zebra dan banteng. Karnivora

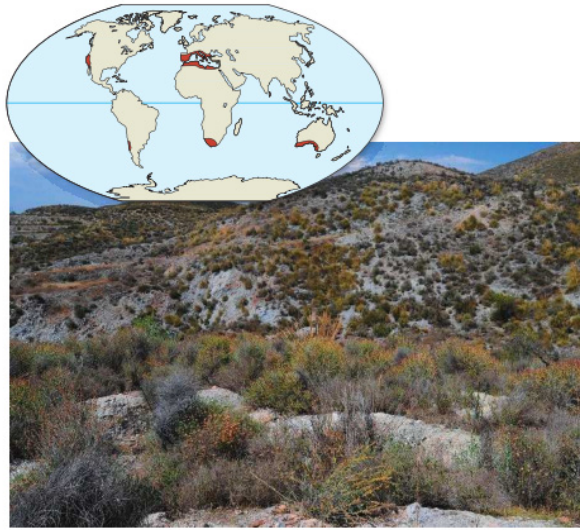
seperti singa dan hyena juga sering dijumpai sebagai predator di bioma ini.



Gambar 4.4 Distribusi dan Contoh Bioma Sabana
(Sumber: Urry et al, 2021)

4. Kaparal

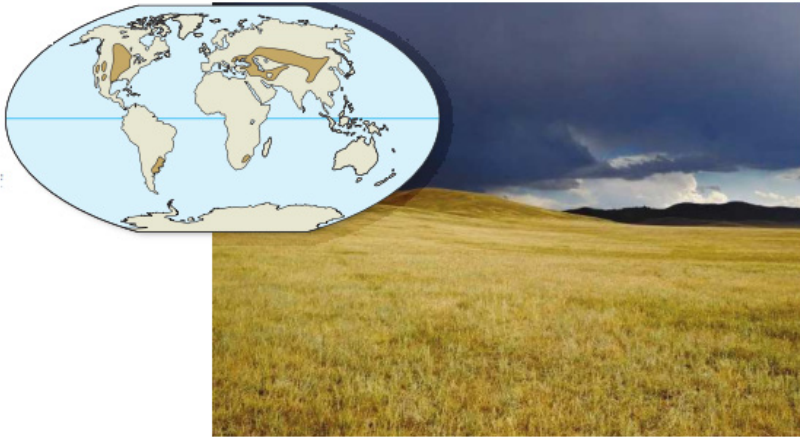
Bioma kaparal ditemukan di daerah pesisir lintang tengah di beberapa benua (Gambar 4.5). Curah hujan relatif rendah dengan ketinggian rata-rata pertahun 30 - 50 cm. Suhu udara rata-rata 10 - 12°C pada musim gugur, dingin, dan semi. Suhu udara rata-rata pada musim panas mencapai 30°C dan suhu maksimal bisa lebih dari 40°C. Bioma kaparal didominasi oleh semak dan pepohonan kecil. Keanekaragaman tumbuhan cukup tinggi. Jenis hewan endemik daerah kaparal adalah rusa dan kambing. Beberapa jenis amfibi, burung, reptil, dan serangga juga menghuni daerah ini.



Gambar 4.5 Distribusi dan Contoh Bioma Kaparal
(Sumber: Urry et al, 2021)

5. Padang Rumput Subtropis

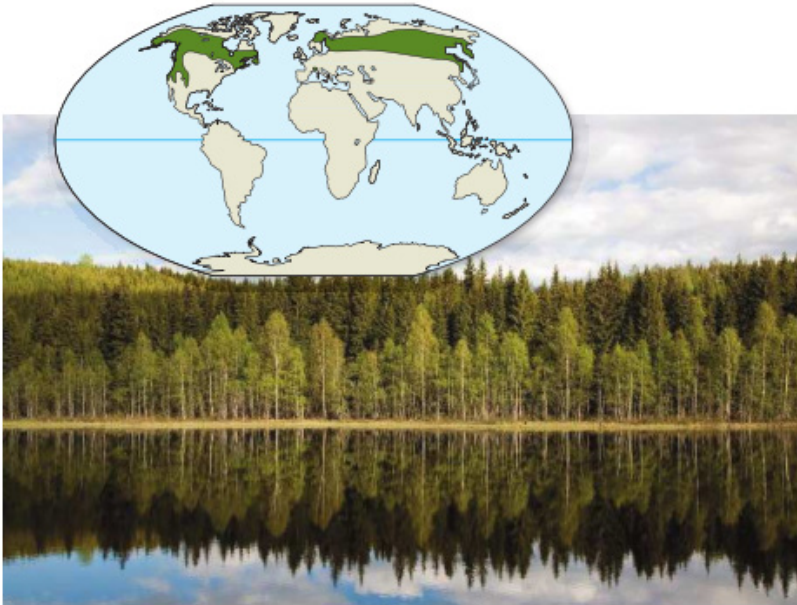
Bioma padang rumput subtropis dapat dijumpai di area subtropis (Gambar 4.6). Curah hujan relatif sedang dengan ketinggian rata-rata pertahun 30 – 100 cm, dan sering terjadi banjir. Suhu udara di musim dingin rata-rata di bawah -10°C , sedangkan pada musim panas rata-rata 30°C . Tumbuhan yang dominan adalah rumput, dapat mencapai tinggi hingga 2 m. Pepohonan dan semak berkayu tidak dijumpai pada bioma ini. Jenis hewan endemik yang dijumpai di bioma padang rumput subtropis adalah mamalia herbivora berukuran besar, seperti bison dan kuda liar.



Gambar 4.6 Distribusi dan Contoh Bioma Padang Rumput Subtropis
(Sumber: Urry et al, 2021)

6. Hutan Konifer

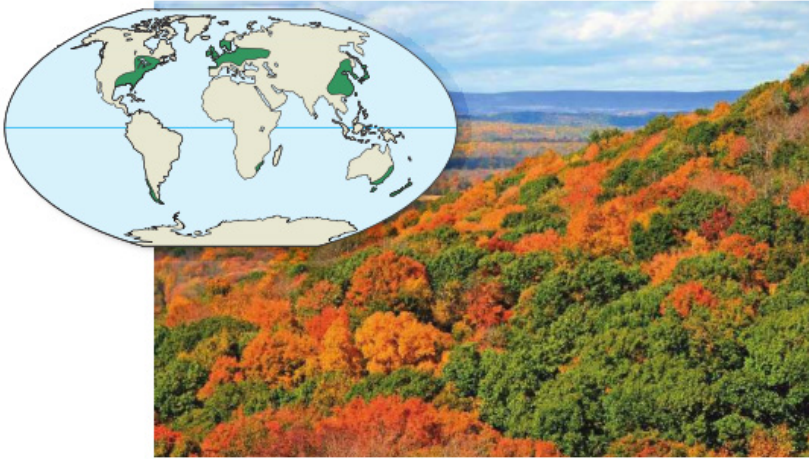
Bioma hutan konifer dijumpai di sepanjang bagian utara Amerika Utara dan Eurasia (Gambar 4.7). Hutan konifer disebut juga taiga, merupakan bioma terluas di bumi. Curah hujan relatif sedang dengan ketinggian rata-rata pertahun 30 – 70 cm, namun di daerah pesisir dapat mencapai 300 cm. Suhu udara di musim dingin dapat menjadi -50°C dan di musim panas dapat mencapai lebih dari 20°C . Tumbuhan yang mendominasi di daerah hutan konifer adalah pepohonan berdaun jarum, seperti pinus dan cemara. Ciri khas vegetasi di hutan konifer membentuk tajuk serupa kerucut. Jenis-jenis hewan yang mendiami bioma hutan konifer adalah mamalia besar seperti beruang, rusa, harimau, serangga, dan beberapa jenis burung migran.



Gambar 4.7 Distribusi dan Contoh Bioma Hutan Konifer
(Sumber: Urry et al, 2021)

7. Hutan Subtropis Berdaun Lebar

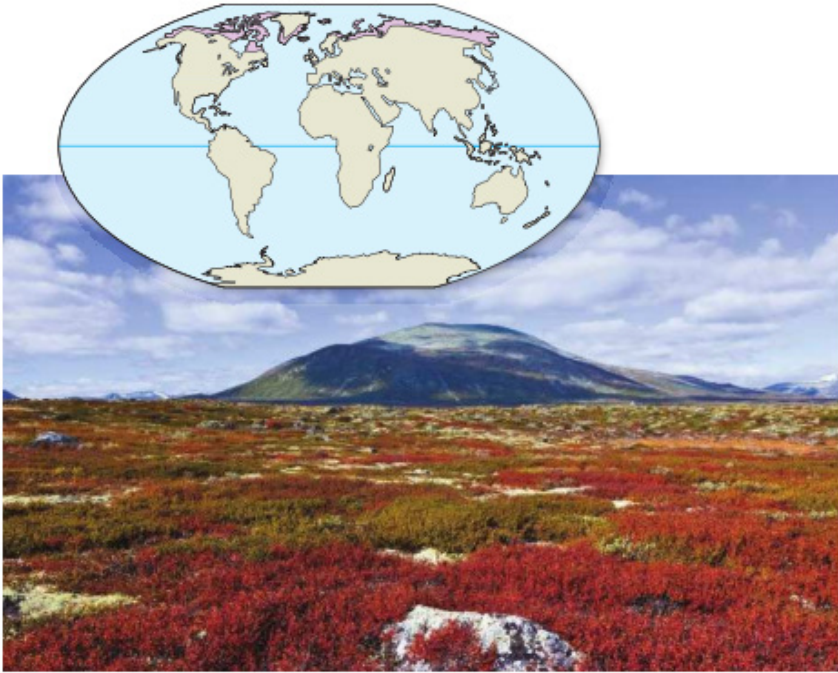
Bioma hutan subtropis berdaun lebar dapat dijumpai di hemisfer utara lintang tengah, seperti di Cile, Afrika Selatan, Australia, dan Selandia Baru (Gambar 4.8). Curah hujan relatif tinggi dengan ketinggian rata-rata pertahun 70 – 200 cm. Suhu udara di musim dingin rata-rata 0°C, sedangkan di musim panas 35°C. Vegetasi dominan adalah pepohonan berdaun lebar yang menggugurkan daunnya di musim gugur. Di wilayah Australia didominasi oleh pohon eukaliptus. Jenis-jenis hewan yang mendiami bioma ini adalah mamalia yang berhibernasi di musim dingin, burung, dan serangga.



Gambar 4.8 Distribusi dan Contoh Bioma Hutan Subtropis Berdaun Lebar (Sumber: Urry et al, 2021)

8. Tundra

Bioma tundra menutup 20% permukaan bumi di daerah utara (Gambar 4.9). Ketinggian curah hujan rata-rata pertahun 20 – 60 cm di wilayah Arktik dan 100 cm di daerah Alpen. Wilayah dengan bioma tundra sangat berangin dan bersuhu rendah. Di musim dingin suhu rata-rata dapat mencapai di bawah -30°C , sedangkan pada musim panas suhu rata-rata kurang dari 10°C . Vegetasi di bioma tundra sebagian besar berupa herba yang meliputi kelompok lumut kerak (lichen), tumbuhan lumut, rumput, dan semak tidak berkayu. Jenis-jenis hewan yang menempati bioma tundra adalah karibu, rusa, beruang, serigala, dan rubah. Burung-burung migran juga dapat dijumpai di musim panas.

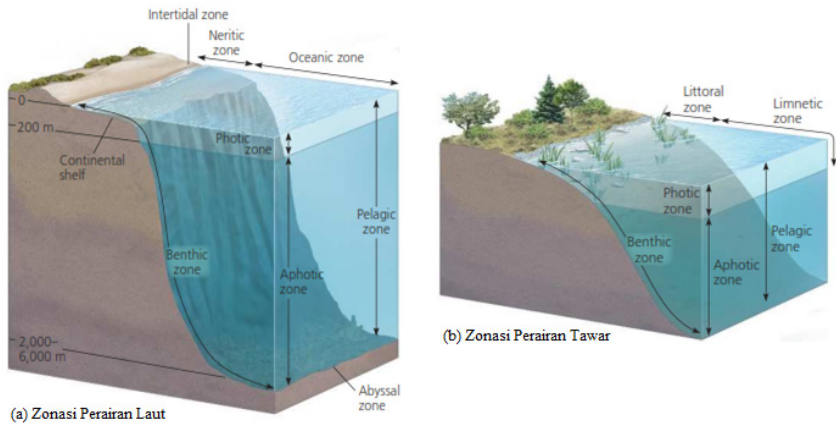


Gambar 4.9 Distribusi dan Contoh Bioma Tundra
(Sumber: Urry et al, 2021)

Bioma perairan dibedakan berdasarkan lingkungan fisik dan kimia penyusunnya, dan tidak terlalu dipengaruhi oleh garis lintang sehingga dapat ditemukan di seluruh penjuru dunia. Bioma perairan dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan kadar garamnya, yaitu bioma perairan laut dan perairan tawar. Bioma perairan laut memiliki kadar garam rata-rata 3%, sedangkan bioma perairan tawar memiliki kadar garam kurang dari 0,1%. Bioma perairan laut menutup sekitar 75% permukaan bumi sehingga memberikan pengaruh besar terhadap biosfer. Air yang menguap dari laut dan samudera menjadi sumber utama awan hujan di bumi. Ganggang dan bakteri fotosintetik di perairan laut menyediakan oksigen dan mengonsumsi sebagian besar karbondioksida di atmosfer. Bioma perairan tawar berkaitan erat dengan tanah dan komponen biotik di bioma darat.

Bioma perairan memiliki pembagian daerah atau zonasi. Gambar 4.10 menunjukkan zonasi bioma perairan laut dan

perairan tawar. Perairan laut dan perairan tawar memiliki empat daerah yang sama, yaitu *photic zone*, *aphotic zone*, *pelagic zone*, dan *benthic zone*. *Photic zone* merupakan daerah yang memperoleh penetrasi cahaya cukup untuk melakukan fotosintesis, sedangkan *aphotic zone* tidak memperoleh penetrasi cahaya yang cukup. *Pelagic zone* merupakan daerah perairan lepas yang tersusun dari *photic zone* dan *aphotic zone*. *Benthic zone* merupakan daerah yang menyusun bagian dasar perairan, baik perairan dalam maupun dangkal. Pada *benthic zone* terdapat pasir dan endapan organik maupun anorganik yang merupakan hasil pelapukan makhluk hidup yang telah mati (*detritus*). Makhluk hidup yang mendiami *benthic zone* disebut *benthos*, yang memperoleh makanan dari *detritus*.



Gambar 4.10 Zonasi Bioma Perairan
(Sumber: Urry et al, 2021)

Daerah lain pada bioma perairan laut adalah *intertidal zone*, *neritic zone*, *oceanic zone*, dan *abyssal zone*. *Intertidal zone* adalah daerah pantai yakni bagian daratan yang langsung berhubungan dengan perairan laut. *Neritic zone* adalah daerah perairan laut yang langsung berhubungan dengan daratan, sepanjang dataran benua (*continental shelf*). *Oceanic zone* adalah daerah yang jauh dari daratan. *Abyssal zone* adalah daerah dasar laut, yang berada di bagian dasar *aphotic zone*. Adapun daerah lain pada bioma perairan tawar adalah *littoral zone* dan *limnetic zone*. *Littoral zone* merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan daratan, sedangkan *limnetic zone* adalah daerah yang jauh dari daratan.

Beberapa contoh bioma perairan antara lain: danau, lahan basah, sungai, estuari, dan laut.

1. Danau

Danau merupakan bioma perairan tawar yang berada di daratan dengan luas yang bervariasi, mulai dari beberapa meter persegi hingga ribuan kilometer persegi. Suhu air, salinitas (kadar garam), kadar oksigen, dan kandungan bahan organik dalam danau bervariasi tergantung pada musim. Danau yang memiliki kadar oksigen tinggi namun kandungan bahan organik rendah disebut danau oligotrofik. Danau yang memiliki kadar oksigen rendah namun kandungan bahan organik tinggi disebut danau eutrofik. Peningkatan endapan bahan organik di dasar danau oligotrofik, akan menjadikannya sebagai danau eutrofik. Gambar 4.11 menunjukkan contoh danau oligotrofik dan eutrofik. Tumbuhan air yang hidup di danau, umumnya berada di *littoral zone* yang dekat dengan daratan. Adapun *limnetic zone* yang berada jauh dari daratan menjadi habitat fitoplankton yang juga dapat melakukan fotosintesis, dan zooplankton yang bersifat heterotrof. Hewan-hewan invertebrata (tidak bertulang belakang) menempati *benthic zone*. Ikan yang hidup di danau dapat menempati semua zona.



Gambar 4.11 Contoh Danau Oligotrofik dan Eutrofik
(Sumber: Urry et al, 2021)

2. Lahan Basah

Bioma lahan basah adalah suatu habitat yang tergenang air dalam beberapa waktu (Gambar 4.12). Produksi bahan organik oleh tumbuhan dan pelapukan oleh mikroorganisme yang

tinggi menyebabkan air dan tanah di bioma ini mengandung sedikit oksigen. Lahan basah dapat terbentuk di dataran tinggi, lembah sungai, atau di sekitar pesisir laut. Jenis tumbuhan yang dapat dijumpai di bioma lahan basah misalnya lili, ekor kucing, alang-alang, dan cemara hitam. Vegetasi yang mendominasi lahan basah berupa rawa adalah tumbuhan berkayu dan lumut. Adapun jenis hewan yang berhabitat di bioma ini sebagian besar adalah invertebrata, burung, dan reptil.



Gambar 4.12 Contoh Lahan Basah
(Sumber: Urry et al, 2021)

3. Sungai

Bioma sungai ditandai dengan aliran air yang terbagi menjadi beberapa tingkatan vertikal. Daerah hulu memiliki aliran air yang cepat, deras, dengan penampakan air yang jernih dan dingin. Daerah hilir memiliki aliran air yang lebih lambat karena merupakan gabungan dari beberapa aliran sungai dari hulu, serta mulai terdapat endapan. Air di daerah hilir cenderung lebih hangat dibandingkan air dari daerah hulu. Kadar garam dan nutrisi di dalam air sungai semakin meningkat dari hulu hingga muara. Air di daerah hulu mengandung lebih banyak oksigen dibandingkan daerah lainnya. Morfologi bioma sungai daerah hulu memiliki jalur yang sempit dan berbatu, sedangkan daerah hilir hingga muara memiliki jalur yang lebar dan memiliki lebih banyak endapan (Gambar 4.13). Fitoplankton dan tumbuhan air lebih banyak ditemukan di daerah hulu.

Adapun jenis hewan yang dapat dijumpai di sungai adalah berbagai jenis ikan yang terdistribusi di masing-masing daerah tergantung pada jenis makanan dan kekuatan aliran airnya.



Daerah Hulu Sungai



Daerah Hilir dan Muara

Gambar 4.13 Bioma Sungai
(Sumber: Urry et al, 2021)

4. Estuari

Bioma estuari adalah bioma di daerah transisi antara sungai dan laut (Gambar 4.14). Air laut memasuki celah estuari ketika pasang sehingga bercampur dengan air sungai di daerah muara. Kadar garam (salinitas) di daerah estuari bervariasi tergantung pada pasang surut air laut dan endapan organik yang terbawa oleh sungai. Fitoplankton, ganggang, dan rumput rawa asin dapat dijumpai sebagai produsen di bioma estuari. Berbagai jenis cacing, tiram, kepiting, dan ikan konsumsi dapat ditemukan di estuari. Bioma ini juga menjadi daerah untuk mencari makan bagi unggas air dan beberapa jenis mamalia laut.



Gambar 4.14 Bioma Estuari
(Sumber: Urry et al, 2021)

5. Laut

Bioma laut dapat dibedakan menjadi empat, yaitu daerah pesisir laut, daerah laut lepas, daerah terumbu karang, dan daerah dasar laut. Daerah pesisir laut berada paling dekat dengan daratan, sehingga kadar oksigen dan nutrisi tinggi. Bagian dasar pesisir laut bisa berbatu atau berpasir tergantung pada jenis organisme yang mendiaminya. Berbagai jenis alga lebih banyak ditemukan di daerah yang berbatu dibandingkan daerah yang berpasir. Adapun daerah berpasir menjadi habitat bagi tumbuhan lamun. Berbagai jenis hewan juga dapat ditemukan di daerah ini, mulai dari porifera, coelenterata, crustacea, echinodermata, kerang, dan ikan kecil (Gambar 4.15a).



(a) Daerah Laut Dekat Pesisir (*Intertidal Zone*)



(b) Daerah Laut Lepas

Gambar 4.15 Daerah Pesisir Laut dan Laut Lepas
(Sumber: Urry et al, 2021)

Selanjutnya adalah daerah laut lepas yang berada jauh dari daratan. Kedalaman air meningkat di daerah ini dengan kadar oksigen tinggi, namun kadar nutrisi lebih rendah dibandingkan daerah pesisir. Fitoplankton merupakan produsen utama daerah laut lepas. Zooplankton juga melimpah di daerah ini. Hewan-hewan laut yang dapat berenang bebas dan berukuran bebas lebih banyak ditemukan di laut lepas (Gambar 4.15b). Daerah terumbu karang dapat ditemukan di perairan laut tropis yang jernih dan dekat pulau atau sepanjang garis benua. Suhu optimal untuk pertumbuhannya adalah 18 – 20°C dengan kedalaman 200 – 1500 m. Kadar oksigen di daerah ini juga tinggi. Berbagai jenis alga uniseluler dan multiseluler mendiami daerah ini sebagai produsen. Keanekaragaman hewan di daerah terumbu karang setinggi hutan tropis (Gambar 4.16a).



(a) Daerah Terumbu Karang



(b) Daerah Dasar Laut

Gambar 4.16 Daerah Terumbu Karang dan Dasar Laut
(Sumber: Urry et al, 2021)

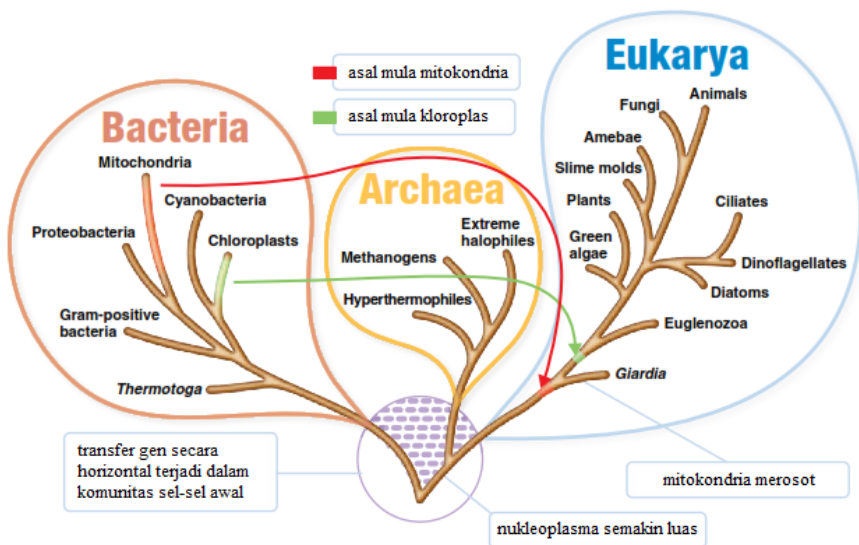
Daerah dasar laut (*benthic zone*) mulai dari daerah pesisir laut hingga laut lepas. Daerah dasar laut yang dekat pesisir saja yang memperoleh cahaya matahari. Suhu air menurun seiring meningkatnya kedalaman air. Tekanan air semakin meningkat seiring meningkatnya kedalaman air. Kadar oksigen di daerah dasar laut tidak cukup tinggi namun cukup untuk menopang kehidupan organisme yang menghuninya. Endapan lembut menutup hampir seluruh bagian dasar laut, sebagian kecil lain ditutup oleh batuan karang, pegunungan dasar laut, dan kerak bumi. Organisme fotosintetik sangat sedikit di dasar laut karena tidak cukup mendapat sinar matahari. Namun, di wilayah dasar laut yang memiliki sumber panas bumi bawah air (hidrotermal), terdapat organisme kemoautotrof yang dapat bertindak sebagai produsen dengan memanfaatkan energi kimia dari panas bumi tersebut. Jenis hewan yang dapat ditemukan adalah invertebrata dan ikan. Contohnya adalah cacing tabung raksasa yang hidup di dekat sumber hidrotermal (Gambar 4.16b), yang dapat tumbuh sepanjang 1 m.

B. Keanekaragaman Makhluk Hidup

Makhluk hidup yang diciptakan Tuhan untuk menghuni bumi sangat beranekaragam. Keanekaragaman makhluk hidup sangat sulit untuk dipelajari tanpa dikelompok-kelompokkan. Oleh karena itu tercipta ilmu yang mempelajari pengelompokkan makhluk hidup yang disebut taksonomi. Pengelompokkan makhluk hidup berkembang dengan penelusuran hubungan kekerabatan di antara makhluk hidup (filogeni). Oleh karena itu berkembang ilmu yang mempelajari pengelompokkan makhluk hidup dan hubungan kekerabatannya, yaitu sistematika.

Pengelompokkan makhluk hidup ditentukan berdasarkan perbedaan dan persamaan ciri yang dimiliki. Ciri yang digunakan sebagai dasar pengelompokkan makhluk hidup semakin berkembang seiring perkembangan ilmu dan teknologi. Pada mulanya, ciri yang digunakan adalah ciri morfologi, yakni ciri yang dapat diamati dari luar. Ketika ditemukan mikroskop, ciri yang digunakan bertambah pada ciri anatomi, yaitu struktur tubuh bagian dalam. Perkembangan teknologi mikroskop dan biologi molekuler menambah ciri yang menjadi dasar pengelompokkan makhluk hidup. Pada masa kini, susunan gen dalam DNA atau RNA dan protein dari suatu makhluk hidup menjadi ciri utama yang digunakan dalam pengelompokkan makhluk hidup.

Di dalam penentuan kelompok makhluk hidup terdapat tingkatan atau hirarki yang disebut takson. Urutan takson dari tingkat tertinggi hingga terendah adalah domain, kingdom, filum atau divisi, kelas, ordo, famili, genus, dan spesies. Semakin tinggi tingkatan takson, maka semakin sedikit persamaan ciri yang dimiliki, sehingga jumlah anggotanya semakin banyak. Semakin rendah tingkatan takson, maka semakin banyak persamaan ciri yang dimiliki, sehingga jumlah anggotanya semakin sedikit. Pada masa kini, berdasarkan analisis sekuen RNA ribosom-nya, makhluk hidup dikelompokkan dalam tiga domain, yaitu Archaea, Bacteria, dan Eukarya (Gambar 4.17).



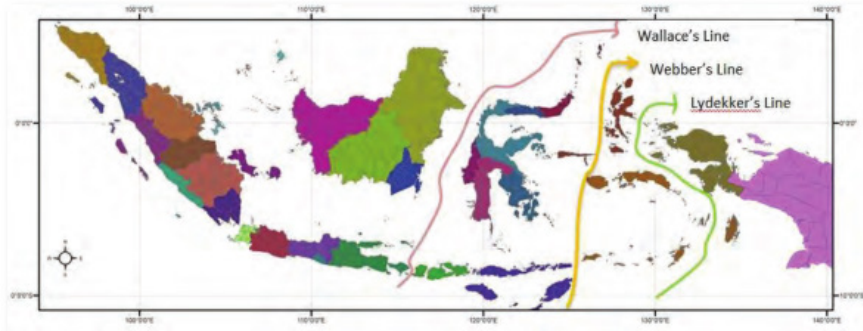
Gambar 4.17 Sistem Klasifikasi Tiga Domain
(Sumber: Tortora et al, 2019)

Domain Archaea dan Bacteria memiliki tipe sel prokariotik. Sel prokariotik tidak memiliki membran inti maupun organel bermembran. Domain Archaea memiliki dinding sel yang tidak mengandung peptidoglikan; membran sel yang disusun oleh lipid rantai karbon bercabang dan terikat dengan gliserol secara eter; menggunakan asam amino metionin sebagai kodon *start* dalam sintesis proteinnya; dan berhabitat di lingkungan ekstrim (bersuhu sangat tinggi atau sangat rendah, berkadar asam tinggi, berkadar garam tinggi, maupun mengandung gas metana). Domain Bacteria

memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan, membran sel yang disusun oleh lipid rantai karbon lurus yang terikat pada gliserol melalui ikatan ester, dan menggunakan asam amino formilmetionin sebagai kodon start dalam sintesis proteinnya. Domain Eukarya memiliki tipe sel eukariotik, yang memiliki membran inti dan organel bermembran.

Keanekaragaman makhluk hidup dipengaruhi oleh kondisi habitat atau lingkungannya. Perubahan kondisi lingkungan mempengaruhi kelangsungan hidup makhluk hidup yang menempatnya. Kita dapat mempelajari perkembangan keanekaragaman makhluk hidup di Bumi dari zaman prasejarah hingga saat ini dengan ilmu khusus, yang disebut Paleogeografi (Mainaki dan Putri, 2020). Hasil penelitian ahli paleogeografi melalui fosil-fosil yang ditemukan di berbagai lapisan bumi, menunjukkan bahwa perkembangan flora di dunia dimulai dengan kemunculan alga, fungi, dan schizophyta (tumbuhan tingkat rendah). Tumbuhan paku mulai muncul sejak zaman Paleozoikum. Adapun perkembangan fauna diawali dengan munculnya protozoa di masa Tersier hingga Kambrium.

Keanekaragaman makhluk hidup di Indonesia sangat tinggi karena didukung oleh letak geografis Indonesia yang berada di daerah tropis dengan struktur kepulauan. Pembagian daerah keanekaragaman hayati di Indonesia didasarkan pada tiga garis imajiner, yaitu garis Wallace, Weber, dan Lydekker (Widjaja et al, 2014). Garis Wallace memisahkan wilayah geografi fauna Asia dan Australasia. Garis Weber memisahkan wilayah geografi fauna endemik Indonesia yang ada di sekitar pulau Sulawesi dan Bali-Lombok dengan wilayah Indonesia Barat dan Timur. Garis Lydekker ditarik pada batas Paparan Sahul di bagian timur Indonesia. Gambar 4.18 menunjukkan pembagian biogeografi di Indonesia menurut tiga garis imajiner tersebut.



Gambar 4.18 Garis Wallace, Weber, dan Lydekker
(Sumber: Widjaja et al, 2014)

Keanekaragaman makhluk hidup dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan tingkatannya, yaitu keanekaragaman tingkat gen, jenis, dan ekosistem.

1. Keanekaragaman tingkat gen

Keanekaragaman tingkat gen berkaitan dengan jumlah total gen yang dimiliki suatu makhluk hidup pada tingkat jenis atau spesies. Keanekaragaman tingkat gen ini menjadi dasar pemuliaan makhluk hidup, misalnya hewan dan tumbuhan, untuk kesejahteraan manusia. Indonesia memiliki jenis sapi lokal yaitu *Bos javanicus* atau yang lebih dikenal dengan sapi bali (Gambar 4.19). Jenis sapi asli Indonesia ini berkembang menjadi beberapa rumpun sapi, antara lain sapi madura, sapi aceh, sapi ongole, dan sapi pesisir. Keanekaragaman gen pada tumbuhan, misalnya padi dan pisang juga cukup tinggi. Indonesia diketahui memiliki 6.179 aksesi, yaitu tumbuhan karakteristik khusus yang berasal dari suatu wilayah. Ada 12 jenis pisang di Indonesia, 15 varietas liar *Musa acuminata* yang berbiji dan dua varietas *Musa bilbisiana* di Indonesia. Kedua jenis pisang ini telah dimanfaatkan dalam program pemuliaan pisang. Gambar 4.20 menunjukkan beberapa kultivar pisang yang terdapat di Indonesia. Nama-nama kultivar pisang tersebut secara urut adalah: (a) pisang kapal, (b) pisang ambon, (c) pisang barangan, (d) pisang paget, (e) pisang pulau pinang, (f) pisang ambon hijau, (g) pisang talas, (h) pisang awak, (i) pisang kepok, (j) pisang mas, (k) pisang pulo, dan (l) pisang jari buaya.



Gambar 4.19 Sapi Bali
(Sumber: Widjaja et al, 2014)



Gambar 4.20 Beberapa Kultivar Pisang di Indonesia
(Sumber: Widjaja et al, 2014)

2. Keanekaragaman tingkat jenis

Keanekaragaman tingkat jenis dapat didefinisikan sebagai banyaknya jenis makhluk hidup yang terdapat dalam suatu habitat. Fauna laut Indonesia diketahui terdapat 5.319 jenis, adapun floranya diketahui terdapat 1.077 jenis. Gambar 4.21 menunjukkan beberapa jenis karang yang ada di perairan laut Indonesia. Mamalia di dunia tercatat 5.416 jenis dan sekitar 720 jenis ditemukan di Indonesia. Jenis burung yang ada di Indonesia sekitar 1.605 jenis. Keanekaragaman amfibi dan

reptil di Indonesia diketahui mencapai 395 jenis dan 723 jenis. Indonesia memiliki 595 jenis lumut kerak, 80.000 jenis jamur, 2.440 jenis lumut, 2.197 jenis tumbuhan paku, dan sekitar 30.000 jenis tumbuhan berbiji. Gambar 4.22 menunjukkan beberapa jenis jamur yang dapat dijumpai di Indonesia. Nama-nama jamur tersebut secara urut adalah: (A) *Marasmius* sp., (B) *Collybia* sp., (C) *Boletus* sp., (D) *Marasmiellus* sp., (E) *Marasmius aurantiobasalis*, dan (F) *Hidropus* sp.



Gambar 4.21 Beberapa Jenis Karang di Indonesia
(Sumber: Widjaja et al, 2014)



Gambar 4.22 Beberapa Jenis Jamur di Indonesia
(Sumber: Widjaja et al, 2014)

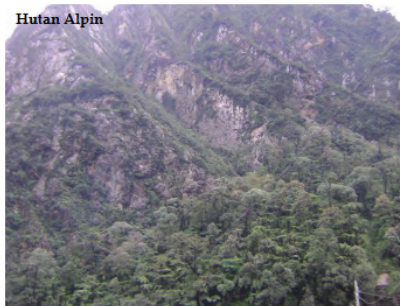
3. Keanekaragaman tingkat ekosistem

Ekosistem adalah keseluruhan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya. Indonesia memiliki berbagai jenis ekosistem alami maupun buatan. Ekosistem alami dapat dibedakan menjadi ekosistem perairan laut, perairan tawar, dan daratan. Ekosistem perairan laut yang dimiliki Indonesia berupa terumbu karang, padang lamun, dan laut lepas. Ekosistem perairan tawar yang ada di Indonesia adalah sungai dan danau. Adapula ekosistem semiterestrial, yaitu mangrove dan riparian. Gambar 4.23 menunjukkan beberapa bentuk ekosistem perairan dan semiterestrial yang ada di Indonesia. Ekosistem darat yang dimiliki Indonesia antara lain: hutan pantai, hutan dipterokarpa, hutan kerangas, rawa, rawa gambut, karst dan gua, savana, hutan pegunungan bawah, hutan pegunungan atas, hutan sub-alpin, dan hutan alpin (Gambar 4.24). Ekosistem buatan adalah ekosistem yang sengaja dibuat oleh manusia untuk tujuan tertentu, misalnya sawah, ladang, kebun, dan tambak.



Gambar 4.23 Beberapa Bentuk Ekosistem Perairan dan Semiterestrial di Indonesia

(Sumber: Widjaja et al, 2014)



Gambar 4.24 Beberapa Contoh Ekosistem Darat Alami di Indonesia
(Sumber: Widjaja et al, 2014)

Referensi:

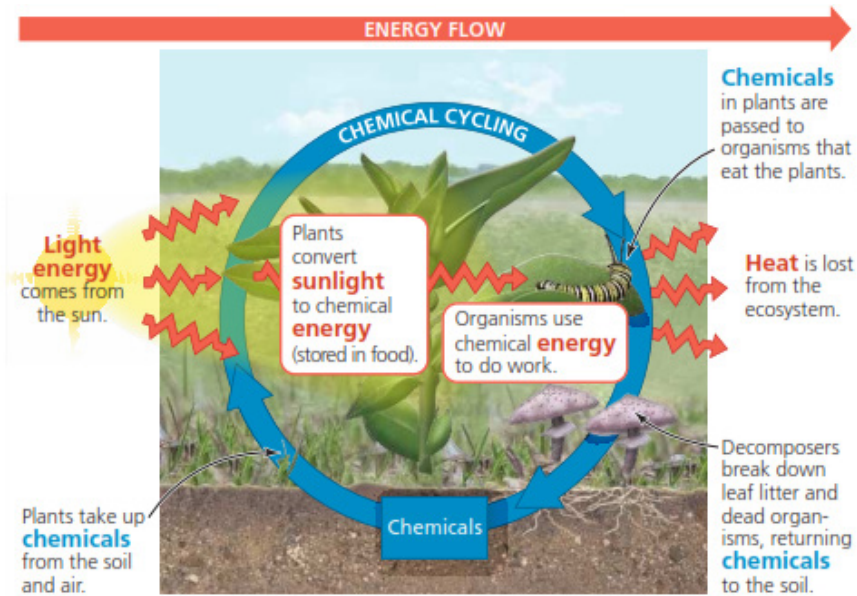
- Mainaki, R. dan Putri, A.E. 2020. Paleogeografi: Perkembangan Keanekaragaman Hayati dalam Ruang dan Waktu (Biodiversity in Time and Space). *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1): 17-24.
- Tortora, G.J., Funke, B.R., & Case, C.L. 2019. *Microbiology: an introduction, Thirteenth Edition*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Urry, L.A., Cain, M.L., Minorsky, P.V., Wasserman, S.A. & Orr, R.B. 2021. *Campbell Biology, 12th Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Widjaja, E.A., Rahayuningsih, Y., Rahajoe, J.S., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Walujo, E.B. dan Semiadi, G. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. Jakarta: LIPI Press.

BAB V

EKOSISTEM, SUMBER DAYA ALAM, DAN LINGKUNGAN

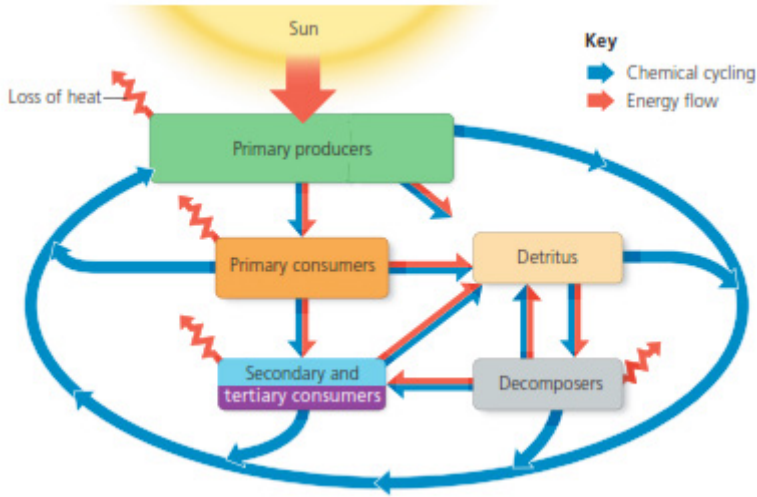
A. Ekosistem dan Komponennya

Ekosistem merupakan salah satu tingkat organisasi kehidupan dalam kajian biologi. Ekosistem dapat didefinisikan sebagai keseluruhan makhluk hidup dan makhluk tak hidup yang saling berinteraksi di suatu daerah tertentu. Ekosistem dapat meliputi daerah yang luas seperti danau, hutan, atau pulau. Ekosistem dapat pula hanya berupa area yang kecil, misalnya ruang di bawah batang pohon yang tumbang. Komponen ekosistem adalah makhluk hidup, yang biasa disebut faktor biotik, dan makhluk tak hidup atau faktor abiotik. Makhluk hidup yang menghuni suatu ekosistem dapat beranekaragam, misalnya manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Makhluk tak hidup yang akan berinteraksi dengan makhluk hidup di dalam suatu ekosistem misalnya air, udara, cahaya, suhu, tanah, dan lain sebagainya.



Gambar 5.1 Aliran Energi dan Siklus Kimia dalam Ekosistem
(Sumber: Urry et al, 2021)

Dua hal utama yang selalu ada dan penting dalam suatu ekosistem adalah aliran energi dan siklus kimia (Gambar 5.1). Sumber energi pada sebagian besar ekosistem adalah matahari. Energi cahaya dari matahari akan diubah menjadi energi kimia oleh makhluk hidup autotrof, melalui proses fotosintesis. Energi kimia dari autotrof akan diteruskan pada heterotrof, yakni makhluk hidup yang tidak mampu berfotosintesis atau menghasilkan makanan sendiri, melalui senyawa organik dalam makanan. Sebagian energi lainnya akan kembali ke lingkungan dalam bentuk panas. Adapun tentang siklus kimia di dalam ekosistem, unsur-unsur seperti karbon dan nitrogen mengalir di antara komponen biotik dan abiotik. Makhluk hidup fotosintetik dan kemosintetik menggunakan kedua unsur ini dalam bentuk anorganik dari lingkungan, dan mengubahnya menjadi senyawa organik yang sebagian dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup heterotrof. Unsur-unsur tersebut akan kembali ke lingkungan dalam bentuk anorganik melalui sisa metabolisme makhluk hidup atau dekomposisi.



Gambar 5.2 Dinamika Energi dan Nutrisi dalam Ekosistem (Sumber: Urry et al, 2021)

Ahli ekologi mengelompokkan makhluk hidup yang menghuni suatu ekosistem ke dalam tingkat trofik berdasarkan hubungan rantai makanan (Gambar 5.2). Tingkat trofik yang paling mendukung keberadaan tingkat trofik lainnya adalah produsen, yang terdiri dari berbagai jenis makhluk hidup autotrof. Sebagian besar autotrof adalah makhluk hidup fotosintetik yang menggunakan energi cahaya untuk mensintesis karbohidrat dan senyawa organik lainnya. Contoh makhluk hidup autotrof adalah tumbuhan dan ganggang. Di beberapa ekosistem tertentu, produsennya berupa makhluk hidup kemosintetik, yang menggunakan senyawa kimia sebagai sumber energi untuk menghasilkan karbohidrat dan senyawa organik lain. Contoh makhluk hidup kemosintetik adalah bakteri yang hidup di dasar laut hidrotermal atau gua.

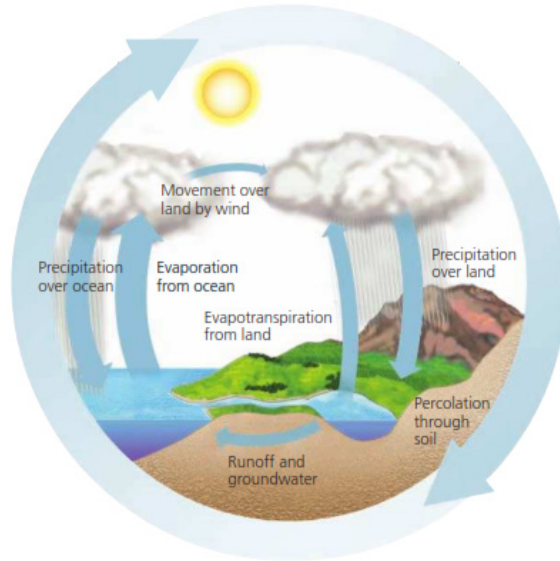
Makhluk hidup dalam tingkat trofik setelah produsen adalah konsumen primer, yang merupakan heterotrof yang bergantung langsung pada produsen sebagai sumber energinya. Contoh makhluk hidup konsumen primer adalah herbivora, yang memakan tumbuhan atau jenis produsen lainnya. Tingkat trofik selanjutnya ditempati oleh konsumen sekunder, yakni karnivora yang memakan herbivora. Apabila ada karnivora yang memakan karnivora lainnya, maka disebut sebagai konsumen tersier. Kelompok heterotrof lainnya adalah dekomposer atau pengurai. Dekomposer memperoleh

energi dari detritus, yaitu materi organik yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Contoh dekomposer adalah jamur, bakteri, dan cacing tanah. Dekomposer mengubah materi organik dari seluruh tingkat trofik menjadi materi anorganik yang dapat digunakan kembali oleh produsen.

Siklus kimia dalam ekosistem melibatkan komponen biotik dan abiotik, sehingga disebut juga dengan siklus biogeokimia. Unsur-unsur karbon, oksigen, nitrogen, dan sulfur dalam bentuk gas dapat dijumpai di atmosfer. Siklus dari unsur-unsur ini sangat penting dalam skala global. Contoh peranan penting unsur-unsur tersebut adalah karbondioksida yang dibutuhkan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis, terdiri dari unsur karbon dan oksigen. Unsur-unsur lain seperti fosfor, natrium, dan kalsium tidak dapat dijumpai dalam bentuk gas di atmosfer, sehingga memberikan pengaruh yang bersifat lokal. Pada ekosistem darat misalnya, unsur-unsur ini diserap dari tanah oleh akar tumbuhan dan dikembalikan ke tanah oleh dekomposer. Ada empat siklus biogeokimia yang akan dibahas pada bagian ini, yaitu siklus air, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus fosfor.

1. Siklus Air

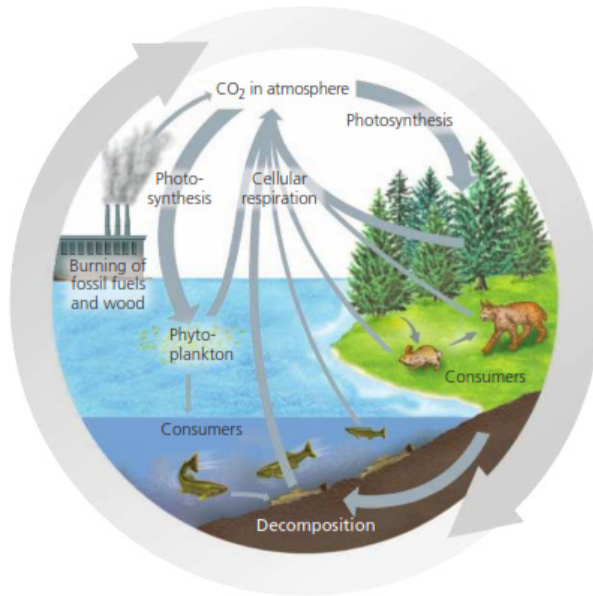
Air sangat penting bagi makhluk hidup dan keberadaannya memberikan pengaruh penting bagi berbagai proses dalam ekosistem. Lautan mengandung 97% air yang ada di Bumi, sekitar 2% air tersimpan dalam glasier dan es di kutub, serta 1% lainnya ada di danau, sungai, maupun air tanah. Air dalam bentuk cair merupakan bentuk utama yang digunakan oleh makhluk hidup. Proses utama dalam siklus air adalah penguapan air (evaporasi) oleh energi matahari, kondensasi uap air menjadi awan, dan presipitasi (turunnya air ke permukaan bumi). Transpirasi atau penguapan air pada tumbuhan darat juga menunjang siklus air, terutama pada tahap penguapan. Aliran air permukaan dan air tanah dapat mengembalikan air ke lautan untuk melengkapi siklus air tersebut. Gambar 5.3 menunjukkan proses yang terjadi dalam siklus air di Bumi.



Gambar 5.3 Siklus Air
(Sumber: Urry et al, 2021)

2. Siklus Karbon

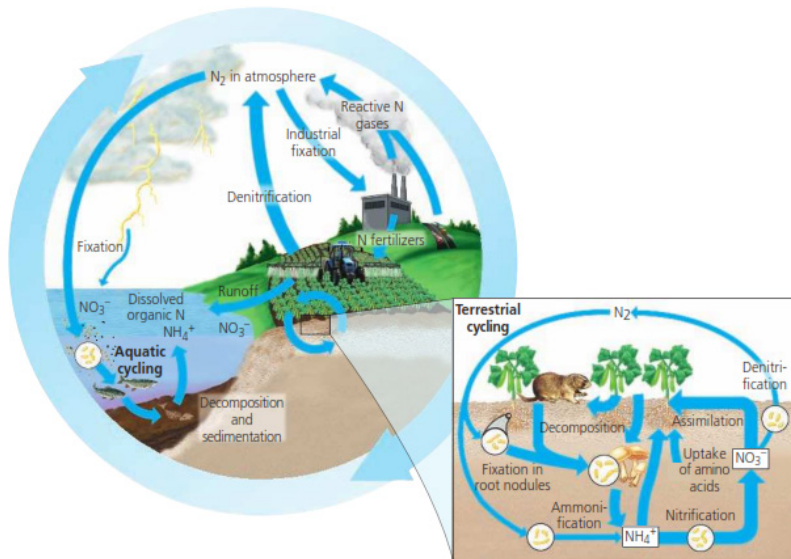
Karbon merupakan unsur utama dalam menyusun berbagai molekul organik dalam tubuh makhluk hidup. Makhluk hidup fotosintetik menggunakan karbondioksida selama fotosintesis dan mengubah karbon anorganik menjadi senyawa organik yang digunakan oleh konsumen (heterotrof). Sumber karbon di Bumi adalah tanah, endapan pada ekosistem perairan, energi fosil, biomassa hewan dan tumbuhan, dan karbondioksida di atmosfer. Makhluk hidup dapat mengembalikan karbon secara langsung ke lingkungan dalam bentuk karbondioksida melalui proses pernapasan. Gambar 5.4 menunjukkan proses yang terjadi dalam siklus karbon di Bumi.



Gambar 5.4 Siklus Karbon
(Sumber: Urry et al, 2021)

3. Siklus Nitrogen

Nitrogen adalah komponen dalam asam amino, protein, dan asam nukleat dalam tubuh makhluk hidup. Tumbuhan dapat menggunakan dua bentuk nitrogen anorganik, yaitu amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), dan beberapa bentuk organiknya, seperti asam amino. Beberapa jenis bakteri dapat menggunakan semua bentuk nitrogen, termasuk nitrit (NO_2^-). Hewan hanya dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk organik. Sumber utama nitrogen adalah gas nitrogen yang berada di atmosfer (sekitar 80%). Sumber lainnya adalah senyawa nitrogen organik maupun anorganik di tanah dan endapan di perairan, serta biomassa makhluk hidup. Jalur utama nitrogen untuk masuk ke dalam ekosistem adalah melalui fiksasi nitrogen, yaitu proses pengubahan nitrogen bebas (N_2) menjadi bentuk yang dapat digunakan untuk sintesis senyawa nitrogen organik. Makhluk hidup yang dapat melakukan fiksasi nitrogen adalah bakteri. Gambar 5.5 menunjukkan proses yang terjadi dalam siklus nitrogen di Bumi.



Gambar 5.5 Siklus Nitrogen
(Sumber: Urry et al, 2021)

4. Siklus Fosfor

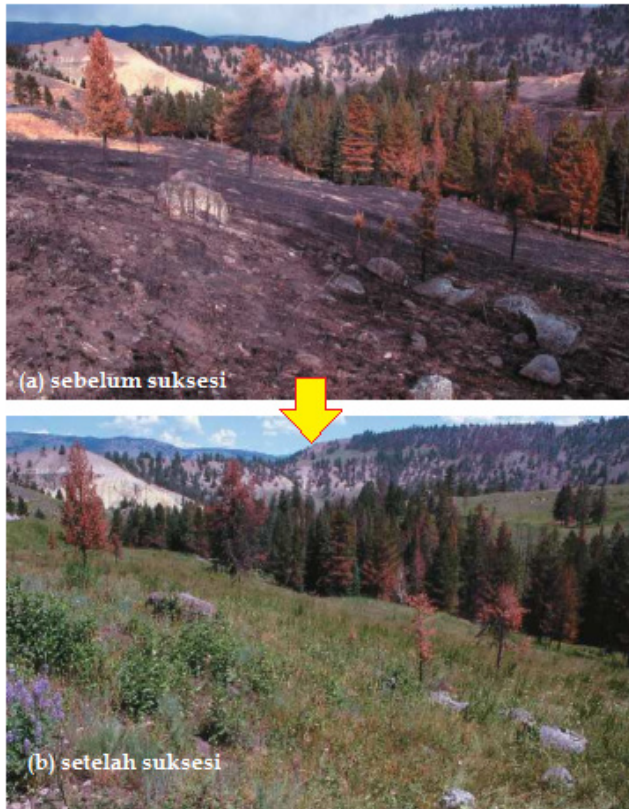
Makhluk hidup membutuhkan fosfor sebagai komponen utama dalam asam nukleatnya, fosfolipid dalam membran selnya, dan ATP (*adenosine triphosphate*) sebagai senyawa berenergi tinggi yang diperlukan dalam melakukan berbagai aktivitas tubuhnya. Selain itu, senyawa fosfor juga dibutuhkan dalam pembentukan tulang dan gigi. Bentuk fosfor anorganik yang paling utama adalah fosfat (PO_4^{3-}), yang dapat diserap oleh akar tumbuhan dan digunakan untuk menghasilkan senyawa organik. Sumber utama fosfor di Bumi adalah batuan sedimen yang berasal dari lautan. Fosfor juga dapat ditemukan dalam jumlah besar di tanah.

Pelapukan batuan secara terus menerus akan meningkatkan kandungan fosfat di dalam tanah, beberapa larut dalam air tanah dan dapat mengalir hingga ke lautan. Fosfat kemudian digunakan oleh produsen dan diubah menjadi molekul biologis yang dapat digunakan oleh konsumen. Fosfat dapat kembali ke tanah atau air melalui dekomposisi biomassa atau ekskresi konsumen. Gambar 5.6 menunjukkan proses yang terjadi dalam siklus fosfor di Bumi.



Gambar 5.6 Siklus Fosfor
(Sumber: Urry et al, 2021)

Ekosistem yang mengalami gangguan atau kerusakan dapat memperbaiki diri secara alami melalui suksesi (Handziko dan Suyanto, 2015). Proses suksesi ini dapat berlangsung lama hingga berabad-abad, jika kerusakannya berat. Ada dua jenis suksesi yang terjadi di alam, yaitu suksesi primer dan suksesi sekunder (Maknun, 2017). Suksesi primer terjadi jika komunitas asal rusak seluruhnya sehingga digantikan oleh komunitas baru. Penyebab hilangnya komunitas asal misalnya adalah bencana alam gunung meletus atau tanah longsor. Suksesi sekunder terjadi jika komunitas asal tidak hilang seluruhnya. Kerusakan komunitas pada suksesi sekunder dapat disebabkan oleh faktor alam maupun manusia. Faktor alam yang dapat menyebabkan kerusakan komunitas sebagian adalah banjir, angin kencang, dan gelombang laut. Adapun faktor manusia yang dapat menyebabkan kerusakan komunitas pada suksesi sekunder misalnya penebangan hutan atau pembakaran padang rumput. Gambar 5.7 menunjukkan contoh proses suksesi di alam.



Gambar 5.7 Proses Suksesi di Taman Nasional Yellowstone pada Tahun 1988 Akibat Kebakaran Hutan
(Sumber: Urry et al, 2021)

Suksesi primer diawali dengan munculnya lumut kerak (Lichenes) di permukaan tanah atau batuan yang ada di habitat yang telah rusak. Lumut kerak adalah simbiosis jamur dan alga. Lumut kerak akan melapukkan batuan atau menggemburkan tanah sehingga memungkinkan tumbuhan hidup di habitat tersebut (Gambar 5.8). Hal ini yang menjadikan lumut kerak sebagai makhluk hidup pionir. Selanjutnya, habitat mulai ditumbuhi rerumputan dan herba. Tahap berikutnya adalah semak dan pepohonan pendek. Tahap akhir suksesi adalah munculnya pepohonan besar. Pada suksesi sekunder, karena habitat tidak rusak sepenuhnya, maka tidak perlu lumut kerak sebagai pionir. Jenis tumbuhan yang muncul pertama kali dalam suksesi sekunder biasanya adalah rerumputan atau herba.



Gambar 5.8 Contoh Lumut Kerak di Permukaan Batuan
(Sumber: Madigan et al, 2019)

B. Manusia dan Lingkungan Hidup

Manusia mengeksplorasi dan memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di lingkungan untuk menyejahterakan kehidupannya. Aktivitas-aktivitas manusia memberikan dampak bagi kelestarian lingkungan hidup. Dampak yang sering terjadi adalah dampak negatif yang mengancam kelestarian lingkungan hidup. Kerusakan lingkungan hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung, akan menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati. Perubahan habitat karena alih fungsi lahan dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati. Pencemaran udara, air, dan tanah merupakan aktivitas manusia yang berdampak negatif bagi lingkungan hidup. Hal ini karena polusi atau pencemaran menyebabkan perubahan aliran energi, kondisi fisik dan kimia lingkungan, serta kelimpahan jenis di suatu ekosistem. Eksploitasi kehidupan liar yang berlebihan juga menjadi penyebab kepunahan beberapa jenis keanekaragaman hayati di Indonesia.

Usaha pemerintah untuk melindungi dan menyelamatkan keanekaragaman hayati di Indonesia dilakukan melalui pembentukan kawasan konservasi *in situ* dan *ex situ*. Berbagai peraturan perundang-undangan juga disusun dan diterbitkan untuk mendukung usaha tersebut. Kawasan konservasi *in situ* adalah kawasan perlindungan di habitat alami, sedangkan kawasan konservasi *ex situ* adalah kawasan perlindungan yang berada di luar habitat alami. Bentuk konservasi *in situ* adalah Cagar Alam, Suaka Margasatwa, Taman Wisata Alam, Taman Hutan Raya, dan Taman Nasional. Cagar Alam lebih memfokuskan perlindungan keanekaragaman tumbuhan dan ekosistemnya, sedangkan Suaka Margasatwa berfokus pada perlindungan keanekaragaman hewan

dan ekosistemnya. Taman Wisata Alam merupakan kawasan perlindungan alam yang juga dimanfaatkan sebagai area pariwisata dan rekreasi. Taman Hutan Raya merupakan kawasan perlindungan alam yang bertujuan untuk kepentingan penelitian dan pendidikan, serta budaya dan pariwisata. Taman Nasional adalah kawasan perlindungan alam yang dikelola dengan sistem zonasi dan bertujuan untuk kepentingan penelitian, pendidikan, budaya, dan pariwisata. Indonesia memiliki sekitar 528 kawasan konservasi *in situ* (Widjaja et al, 2014).

Adapun bentuk kawasan konservasi *ex situ* yang ada di Indonesia adalah Kebun Raya, Taman Kehati, Arboretum, dan Kebun Plasma Nutfah. Kebun Raya adalah kawasan konservasi tumbuhan secara *ex situ* yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan tertata berdasarkan pola tertentu (taksonomi, bioregion, tematik, atau kombinasi). Kebun Raya dibangun untuk tujuan konservasi, penelitian, pendidikan, dan pariwisata. Ada 25 Kebun Raya yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, yang dikelola oleh LIPI maupun Pemerintah Daerah (Gambar 5.9). Taman Kehati (Keanekaragaman Hayati) adalah kawasan pencadangan sumber daya alam hayati lokal yang diharapkan mendukung kelestarian tumbuhan dan satwa penyerbuk atau pemencar biji. Ada 29 Taman Kehati yang tersebar di 29 Kabupaten di 13 Provinsi di Indonesia. Arboretum adalah kebun koleksi yang juga berfungsi sebagai kebun percobaan. Kebun Plasma Nutfah adalah kebun koleksi tumbuhan acuan untuk pemuliaan, sumber penelitian, dan sumber pendidikan.



Gambar 5.9 Persebaran Kebun Raya di Indonesia
(Sumber: Widjaja et al, 2014)

Pembangunan dan pengelolaan kawasan konservasi tidak dapat berhasil sepenuhnya apabila masyarakat tidak berperan aktif dalam mendukung fungsinya. Wiratno (2018) mengemukakan sepuluh cara baru untuk mengelola kawasan konservasi secara efektif dan efisien. Sepuluh cara tersebut antara lain: menjadikan masyarakat sebagai subyek, penghormatan pada HAM, kerjasama lintas Eselon 1, kerjasama lintas kementerian, penghormatan nilai budaya dan adat, kepemimpinan multilevel, pengambilan keputusan berbasis sains, pengelolaan berbasis resort, penghargaan dan pendampingan, serta organisasi pembelajar. Masyarakat ditempatkan sebagai subyek atau pelaku dalam berbagai model pengelolaan kawasan konservasi. Keterlibatan aktif masyarakat akan menumbuhkan rasa memiliki dan mencintai lingkungan alam dalam diri masyarakat, sehingga secara sadar dan tanggung jawab akan ikut melestarikannya. Beragam konflik antara masyarakat sekitar wilayah konservasi dengan pemerintah dapat dihindari atau diselesaikan dengan menerapkan prinsip-prinsip penghormatan pada hak asasi manusia (HAM). Kerjasama lintas Eselon 1 dan Kementerian akan mendorong pengelolaan kawasan konservasi lebih terpadu dan solutif, karena setiap departemen maupun kementerian memiliki fungsi yang saling mendukung.

Penghormatan terhadap nilai budaya dan adat, atau kearifan lokal masyarakat di area konservasi akan membantu komunikasi dan kerjasama antara pemerintah dan masyarakat dalam mengelola kawasan konservasi tersebut. Kepemimpinan multilevel akan membangun kolaborasi banyak pihak untuk mendukung keberhasilan pengelolaan kawasan konservasi. Pengambilan keputusan berbasis sains adalah pengambilan keputusan pengelolaan berdasarkan data dan informasi yang valid dari hasil penelitian ilmiah. Hal ini akan mencegah kesalahan pengelolaan dan dapat meningkatkan fungsi lain dari kawasan konservasi, misalnya pengembangan sumber bahan obat atau pangan baru. Pengelolaan berbasis resort atau lapangan akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam mengatasi permasalahan di kawasan konservasi. Staf pihak pengelola menjaga kawasan langsung di lapangan agar lebih cepat mengetahui permasalahan dan meresponnya. Penghargaan dan pendampingan pada staf pengelola yang memiliki integritas dalam pekerjaannya akan memberikan motivasi untuk meningkatkan kinerjanya. Pembangunan organisasi pembelajar di kawasan konservasi perlu dilakukan untuk memastikan proses pembelajaran tentang pengelolaan kawasan konservasi terdokumentasi dan terdistribusi ke masyarakat.

Referensi

- Handziko, R.C. dan Suyanto, S. 2015. Pengembangan Video Pembelajaran Suksesi Ekosistem untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Penguasaan Konsep Mahasiswa Biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1 (2): 212-224.
- Madigan, M.T., Bender, K.S., Buckley, D.H., Sattley, W.M., dan Stahl, D.A. 2019. *Brock Biology of Microorganisms, Fifteenth Edition*. New York: Pearson Education Limited.
- Maknun, J. 2017. *Ekologi Populasi, Komunitas, Ekosistem Mewujudkan Kampus Hijau Asri, Islami, dan Ilmiah*. Cirebon: Nurjati Press.
- Urry, L.A., Cain, M.L., Minorsky, P.V., Wasserman, S.A. & Orr, R.B. 2021. *Campbell Biology, 12th Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Widjaja, E.A., Rahayuningsih, Y., Rahajoe, J.S., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Walujo, E.B. dan Semiadi, G. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. Jakarta: LIPI Press.
- Wiratno. 2018. *Sepuluh Cara Baru Kelola Kawasan Konservasi di Indonesia: Membangun "Organisasi Pembelajar"*. Jakarta: Direktorat Jenderal KSDAE, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

BAB VI

Perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam

A. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan alam (IPA) atau biasa juga disebut Sains telah diakui berada pada titik perkembangan yang pesat kemajuannya. Hal itu terbukti dengan banyaknya penemuan-penemuan baru dari berbagai disiplin ilmu yang berkembang lewat kajian Sains. Pada peradaban modern seperti sekarang ini merupakan bentuk atau hasil yang dibangun oleh Sains. Hampir semua bentuk teknologi dari kedokteran hingga perjalanan ke luar angkasa adalah aplikasi Sains. Tapi apa sebenarnya ilmu itu? Dari mana asalnya? Bagaimana seharusnya Sains digunakan? Apa yang akan terjadi dalam kehidupan sehari-hari seperti tanpa Sains?

Ilmu adalah pengetahuan yang mempunyai ciri-ciri tertentu yaitu ciri ontologi (apa yang dikaji ilmu); ciri epistemologi (bagaimana memperoleh pengetahuan yang benar); dan ciri aksiologi (nilai kegunaan apa yang diberikan oleh ilmu). Ciri-ciri inilah yang membedakan ilmu dari pengetahuan lainnya.¹ Jadi, ilmu bukan hanya sekedar pengetahuan tetapi merangkum sekumpulan pengetahuan berdasarkan teori-teori yang disepakati dan dapat secara sistematis diuji dengan seperangkat metode yang diakui dalam bidang ilmu tertentu.

Dipandang dari sudut filsafat, ilmu terbentuk karena manusia berusaha berpikir lebih jauh mengenai pengetahuan yang dimilikinya. Ya contohnya, IPA (Sains) sebagai proses merupakan langkah-langkah yang ditempuh para ilmuwan untuk melakukan penyelidikan dalam rangka mencari penjelasan tentang gejala-gejala alam. Langkah tersebut adalah merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mengumpulkan

1 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm : 1

data, menganalisis dan akhirnya menyimpulkan. Dari sini tampak bahwa karakteristik yang mendasar dari Sains ialah kuantifikasi artinya gejala alam yang dapat berbentuk kuantitas.

IPA berupaya membangkitkan minat manusia agar mau meningkatkan kecerdasan dan pemahamannya tentang alam seisinya yang penuh dengan rahasia yang tak habis-habisnya. Dengan tersingkapnya tabir rahasia alam itu satu persatu, serta mengalirnya informasi yang dihasilkannya, jangkauan Sains semakin luas dan lahirlah sifat terapannya, yaitu teknologi. Bahkan kini Sains dan teknologi bersatu menjadi budaya ilmu pengetahuan dan teknologi yang saling mengisi (komplementer), ibarat mata uang, yaitu satu sisinya mengandung hakikat Sains (*the nature of Science*) dan sisi yang lainnya mengandung makna teknologi (*the meaning of technology*).²

Dengan melihat pada masing-masing deskripsi di atas maka kita dapat mengambil kesimpulan bahwa IPA dan teknologi tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena keduanya mempunyai hubungan erat satu sama lain dimana IPA sebagai ilmu yang dapat menimbulkan hal-hal baru berupa teknologi berdasarkan hasil kerja keras para saintis dalam meneliti dan menganalisa sebuah ilmu. Hasilnya sangat berperan bagi kehidupan manusia dalam melangsungkan kehidupannya. Penemuan teknologi merupakan akibat dari penelitian IPA yang telah membawa manusia meninggalkan kehidupan tradisional yang kolot. Oleh karena itu, teknologi akan terus mengikat manusia seakan seperti hama yang terus mengikuti kemanapun kehidupan manusia sehingga teknologi tidak akan pernah punah dan terus berkembang sampai dunia ini berakhir.³

Perkembangan IPA merupakan bahan ajar yang akan disampaikan kepada mahasiswa untuk mencapai tujuan-tujuan khusus pembelajaran agar mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan hakikat dan perkembangan IPA
2. Menjelaskan cabang-cabang utama dari IPA : Biologi, Fisika, dan Kimia
3. Menjelaskan hubungan Biologi, Fisika, dan Kimia dengan cabang ilmu lainnya

2 Wikipedia. 2020. Ilmu Alam. Diakses tanggal 23 Desember 2020 dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Ilmu_alam#:~:text=Ilmu%20pengetahuan%20alam%20\(IPA\)%20atau,life%20sciences%20\(ilmu%20biologi\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Ilmu_alam#:~:text=Ilmu%20pengetahuan%20alam%20(IPA)%20atau,life%20sciences%20(ilmu%20biologi)).

3 Wahyudi, I W. & Suardana, A.A.K. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar*. Denpasar : UNHI Press, hlm : 49

4. Menyebutkan beberapa manfaat IPA : Biologi, Fisika, dan Kimia dalam kehidupan
5. Menyebutkan beberapa dampak negatif IPA : Biologi, Fisika, dan Kimia dalam kehidupan

B. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

1. Pengetahuan dan Ilmu Pengetahuan

Kemampuan manusia dalam memperoleh pengetahuannya memang luar biasa dengan keenam panca inderanya manusia mampu merekam berjuta-juta memori serta menyimpannya dalam waktu yang tak terbatas dan tidak khawatir terserang virus sebagaimana layaknya sebuah disket komputer. Bahkan lewat mimpi, intuisi, angan-angan, ilham, mithos, inspirasi dan otoritas, manusia dapat memperoleh pengetahuan karena semua itu merupakan sumber pengetahuan bagi manusia. Jadi asal usul pengetahuan dapat dimulai dari rasa ingin tahu; kepastian yang dimulai oleh rasa ragu-ragu; dan juga filsafat yang dimulai dengan kedua-duanya.⁴

Berbicara tentang apa yang disebut Ilmu Pengetahuan termasuk pemberian definisi yang tidak semudah dengan apa yang kita perkirakan. Dahulu ilmu pengetahuan adalah identik dengan filsafat, sehingga pembatasannya bergantung pada sistem filsafat yang dianutnya. Namun sejalan dengan perkembangan filsafat itu sendiri telah mengantarkan adanya suatu konfigurasi dengan menunjukkan bagaimana “pohon ilmu pengetahuan” telah tumbuh mekar dan bercabang dengan subur. Masing-masing cabang melepaskan diri dari batas filsafatnya, berkembang mandiri dan masing-masing mengikuti metodologinya sendiri-sendiri.⁵

⁶Ilmu merupakan pengetahuan yang kita peroleh sejak di bangku sekolah dasar. Namun apa sebenarnya yang kita ketahui tentang ilmu? Apa ciri-ciri ilmu yang hakiki, yang membedakan ilmu dari pengetahuan lain yang bukan-ilmu? Bagaimana kita mengetahui bahwa ilmu merupakan pengetahuan yang benar? Kriteria apa yang dipakai di dalam menentukan pengetahuan

4 Huda, A.M. 1992. *Pendekatan Filsafat Ilmu dan Fenomena Copernicus*. Bestari, hlm : 54

5 Tim Dosen Filsafat Ilmu. 2010. *Filsafat Ilmu Sebagai Dasar Pengembangan Ilmu Pengetahuan*. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta, hlm : 1

6 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm : 2

yang benar? Mengapa kita mesti mempelajari ilmu? Apa kegunaan dari ilmu?

Ilmu merupakan pengetahuan yang mempunyai karakteristik tersendiri. Pengetahuan (*knowledge*) mempunyai berbagai cabang pengetahuan, sementara ilmu (*science*) merupakan salah satu cabang dari pengetahuan itu sendiri.

Pengetahuan diartikan secara luas mencakup segenap apa yang kita tahu tentang suatu obyek tertentu. Pengetahuan mencakup segenap cabang pengetahuan seperti seni, moral, dan ilmu. Sebagaimana telah disebutkan pada bagian pendahuluan, ada 3 (tiga) ciri pembeda pengetahuan yakni tentang apa (ontologi), bagaimana (epistemologi), dan untuk apa (axiologi) pengetahuan tersebut diketahui, disusun, dan dimanfaatkan. Jika sumber dari pengetahuan adalah pikiran, perasaan, indera, intuisi, dan wahyu, maka ilmu terkait erat dengan dua sumber pengetahuan yaitu pikiran dan indera. Berpikir logis merupakan suatu kegiatan berpikir secara teratur berdasarkan logika tertentu. Proses berpikir yang dituntun oleh suatu logika disebut kegiatan analisis. Analisis merupakan tahap atau proses yang harus ditempuh dalam kegiatan berpikir agar kesimpulan yang ditarik bersifat benar (sahih) ditinjau dari suatu logika tertentu.

Ilmu merupakan suatu pengetahuan yang bersifat menjelaskan rahasia alam (gejala alamiah); berfungsi untuk meramalkan apa yang akan terjadi; dan berguna untuk mengontrol gejala yang terjadi tersebut. Secara epistemologis, ilmu memanfaatkan dua kemampuan manusia dalam mempelajari alam yakni pikiran dan indera. Epistemologis keilmuan pada hakikatnya merupakan gabungan antara berpikir secara rasional dan berpikir secara empiris. Penggabungan kedua cara berpikir ini oleh manusia di dalam memperoleh/ menemukan kebenaran ilmiah.

Dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa ilmu pengetahuan adalah pengumpulan pengetahuan-pengetahuan tentang suatu hal (obyek) yang dengan sadar menuntut kebenaran tentang obyek tersebut dengan cara tertentu, yaitu cara atau metode ilmiah.⁷Jadi, dalam hal ini kata kunci yang amat penting adalah cara atau metode ilmiah. Jika ada suatu

7 Wahyudi, I W. & Suardana, A.A.K. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar*. Denpasar : UNHI Press, hlm : 4

pengetahuan yang didapat dari cara-cara non-ilmiah, maka pengetahuan tersebut belum layak disebut sebagai ilmu pengetahuan. Misalnya, Einstein melalui penelitian ilmiah selama bertahun-tahun, menemukan bahwa semua benda akan jatuh (ke bawah) disebabkan karena adanya gravitasi bumi. Ini adalah ilmu pengetahuan. Tetapi jika pengetahuan itu diperoleh dengan cara non-ilmiah, misalnya bertapa di gua selama berbulan-bulan untuk mendapatkan wangsit, maka pengetahuan yang diperoleh bukanlah ilmu pengetahuan. Lalu apa yang menjadi syarat ilmu pengetahuan itu?

⁸Syarat-syarat yang harus dipenuhi agar suatu pengetahuan dapat disebut ilmu atau ilmiah adalah:

- a. Objektif, artinya pengetahuan itu sesuai dengan obyeknya atau didukung metodik fakta empiris
- b. Metodik, artinya pengetahuan ilmiah itu diperoleh dengan menggunakan cara-cara tertentu yang teratur dan terkontrol
- c. Sistematis, artinya pengetahuan ilmiah itu tersusun dalam suatu sistem, tidak berdiri sendiri, satu dengan yang lain saling berkaitan, saling menjelaskan sehingga seluruhnya merupakan satu kesatuan yang utuh
- d. Berlaku umum atau universal, artinya pengetahuan itu tidak hanya berlaku atau dapat diamati oleh seseorang atau beberapa orang saja, tetapi semua orang dengan cara eksperimentasi yang sama akan memperoleh hasil yang sama atau konsisten.

⁹Dengan melihat penjelasan di atas menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan adalah produk atau hasil dari suatu pencarian dengan cara atau metode ilmiah. Tetapi ilmu pengetahuan juga bisa dilihat sebagai sistem, yaitu bahwa ilmu pengetahuan melibatkan berbagai abstraksi dari kejadian atau gejala yang terjadi di alam semesta dan diatur dalam tatanan yang logis dan sistematis. Jadi kumpulan fakta dan konsep saja belum dapat disebut sebagai ilmu pengetahuan.

2. Metode Ilmiah

Setelah adanya hasrat ingin tahu, apa yang akan dilakukan oleh manusia? Biasanya orang yang disebut ilmuwan atau saintis dalam memuaskan rasa keingintahuannya, bagaimana cara

8 Harmoni, A. XXXX. Seri Diktat Kuliah: Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD). XXXX: Gunadarma, hlm: 6

9 Mulyono. 2010. Konsep Dasar Untuk PGSD. Bandung : UPI Press, hlm : 2

mereka dalam mencari jawabannya? Dalam proses mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang ada, ilmuwan melakukan langkah-langkah tertentu. Langkah-langkah yang dilakukan ilmuwan ini disebut dengan metode ilmiah atau proses ilmiah. Terkadang langkah-langkah yang dilakukan satu ilmuwan mungkin berbeda dengan yang lain. Karena itu, sebenarnya tidak hanya ada satu metode ilmiah di dalam sains. Walaupun demikian, terdapat banyak kesamaan langkah saat ilmuwan melakukan kegiatannya. Sekarang marilah kita bahas apa itu metode ilmiah.

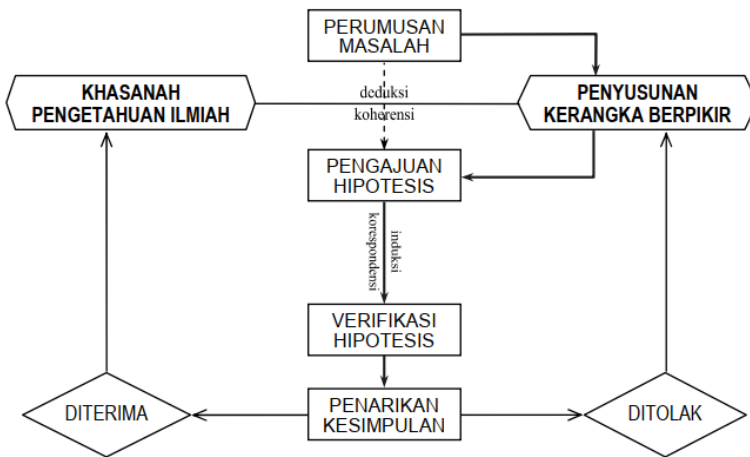
¹⁰Metode ilmiah merupakan langkah-langkah dalam memproses pengetahuan dengan menggabungkan cara berpikir rasional dan berpikir empiris melalui tahap penghubung berupa pengajuan hipotesis. Hipotesis merupakan kesimpulan atau jawaban sementara sebagai hasil berpikir secara rasional (menggunakan pengetahuan ilmiah sebelumnya). Atau dengan kata lain, penarikan hipotesis didasarkan pada prinsip koherensi (prinsip keutuhan) dimana pernyataan hipotesis tidak bertentangan dengan pernyataan ilmiah sebelumnya. Logika yang dipergunakan dalam penarikan hipotesis dinamakan logika deduktif. Pernyataan hipotesis dapat menjadi pernyataan ilmiah baru atau kebenaran baru harus memenuhi prinsip korespondensi, yakni prinsip kesesuaian antara pernyataan hipotesis dengan obyek yang dikenai pernyataan itu. Hipotesis harus bersesuaian dengan kenyataan empirik (obyek yang bersifat faktual). Untuk menilai kesesuaian ini, data empirik perlu diambil; atau pengujian (verifikasi) terhadap hipotesis harus dilakukan. Berdasarkan hubungan di atas, metode ilmiah dikenal juga sebagai proses logiko-hipotetiko-verifikatif atau dedukto-hipotetiko-verifikatif.

Secara rinci, metode ilmiah tersusun dari langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Perumusan masalah
- b. Penyusunan kerangka berfikir dengan menggunakan pengetahuan ilmiah yang relevan (logika deduktif) menuju jawaban/pemecahan sementara terhadap masalah.
- c. Pengajuan hipotesis berupa kesimpulan yang ditarik dari logika berfikir yang telah disusun.
- d. Verifikasi (pengujian) terhadap hipotesis berupa

10 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm : 3

- pengumpulan dan analisis data yang relevan (data empirik).
- e. Penarikan kesimpulan apakah data empirik bersesuaian atau tidak bersesuaian dengan pernyataan hipotesis. Jika data empirik mendukung hipotesis maka pernyataan hipotesis dapat dianggap sebagai pernyataan ilmiah (pernyataan yang benar), dan diterima sebagai pengetahuan ilmiah sebab telah memenuhi alur/siklus proses kegiatan ilmiah.
- Adapun skema atau alur dari metode ilmiah yang dapat digambarkan pada ulasan di atas, dapat disajikan sebagai berikut.



Gambar 1. Metode Ilmiah (Mulyono: 2010)¹¹

¹²Pola pemecahan masalah seperti langkah-langkah metode ilmiah akhirnya dianut secara umum. Orang yang dapat dan terbiasa menggunakan metode ilmiah berarti telah mempunyai sikap ilmiah. Sikap ilmiah semestinya dimiliki oleh setiap penelitian dan ilmuwan. ¹³Adapun sikap ilmiah yang dimaksud adalah:

- a. Rasa ingin tahu
- b. Jujur (menerima kenyataan hasil penelitian dan tidak mengada-ada)

11 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm: 3

12 Hartinawati, dkk. 2016. *Studi Lapangan IPA*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.15

13 Swantara, I.M.D. 2015. *Diktat Kuliah : Filsafat Ilmu 2*. Denpasar : Universitas Udayana, hlm: 7-8

- c. Objektif (sesuai fakta yang ada, dan tidak dipengaruhi oleh perasaan pribadi)
- d. Tekun (tidak putus asa)
- e. Teliti (tidak ceroboh dan tidak melakukan kesalahan)
- f. Terbuka (mau menerima pendapat yang benar dari orang lain)

3. Hakikat Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

¹⁴Hakikat IPA dibangun atas dasar sikap ilmiah, proses ilmiah, dan produk ilmiah. ¹⁵Chiappetta & Koballa (2010:105) membagi dimensi IPA ke dalam empat macam yaitu IPA sebagai cara berpikir, IPA sebagai cara untuk melakukan investigasi, IPA sebagai pengetahuan, serta IPA dan hubungannya dengan masyarakat dan teknologi.

IPA sebagai cara berpikir dapat dipahami juga sebagai sikap ilmiah yang diperlukan dan dikembangkan dalam mempelajari IPA. Melalui berpikir, sikap ilmiah akan berkembang sebagai efek pengiring (*nurturant effect*) pada saat memahami fakta, konsep, hukum dan prinsip maupun teori yang ada dalam IPA.

IPA sebagai cara untuk melakukan investigasi merupakan sebuah pendekatan dalam mengkonstruksi pengetahuan. IPA pada dasarnya memiliki banyak metode dalam mencari solusi atas permasalahan yang terjadi. Sebagai contoh, ahli astronomi dan ekologi menggunakan observasi dan prediksi sebagai pendekatan dalam mencari solusi atau jawaban atas masalah.

IPA sebagai pengetahuan berarti juga sebagai produk ilmiah yang dihasilkan dari proses investigasi. Produk yang dihasilkan berupa fakta, konsep, hukum dan prinsip, teori maupun model. Fakta dalam IPA merupakan landasan dari konsep, prinsip, maupun teori. Fakta merupakan kebenaran yang terjadi dan menggambarkan sesuatu yang kita terima melalui indra maupun alat yang dianggap reliabel. Untuk menentukan sesuatu yang dianggap fakta, ada dua kriteria yang digunakan yaitu pengamatan langsung dan melalui demonstrasi yang dilakukan berulang kali. Konsep merupakan abstraksi dari kejadian, objek, maupun fenomena yang terjadi.

14 Muiz, A., Wilujeng, I., Jumadi, & Senam. 2016. Implementasi Model Susan Loucks-Horsley Terhadap Communication and Collaboration Peserta Didik SMP. *Unnes Science Education Journal*, 5 (1), 1080

15 Chiappetta, E.L., & Koballa, T.R. (2010). *Science Instruction in The Middle and Secondary School 7th Edition*. Boston: Allyn and Bacon

Konsep memiliki lima unsur penting yaitu nama, definisi, sifat, nilai dan contoh. Hukum dan prinsip lebih umum dibandingkan dengan fakta dan konsep, tetapi dibatasi pada kondisi serta dihubungkan ke fenomena yang dapat teramati. Teori merupakan sebuah penjelasan dari fenomena yang terjadi di alam. Model merupakan sebuah representasi dari fenomena yang tidak dapat kita lihat atau amati secara langsung. Sebagai contoh,¹⁶ada sebuah masalah, mengapa bensin kalau kena kulit terasa dingin?. Menurut fakta, kulit yang kena bensin cepat kering. Ke mana perginya bensin tersebut? Menurut fakta, bensin pergi ke udara. Timbul gagasan atau ide bahwa bensin menguap. Maka menguap merupakan konsep. Air, alkohol, minyak tanah dapat juga menguap, zat ini mempunyai sifat yang sama, selain itu zat tersebut juga mudah berubah bentuk menurut tempatnya dan mudah mengalir. Sehingga timbul konsep bahwa zat-zat tersebut adalah zat cair, timbul konsep zat cair, demikian seterusnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa IPA merupakan serangkaian konsep-konsep yang saling berkaitan dan berkembang sebagai hasil percobaan. Dari konsep maka akan timbul prinsip dan hubungan antara prinsip dengan prinsip yang lain maka didapatlah teori.

IPA pada zaman sekarang sangat erat kaitannya dengan masyarakat dan teknologi. IPA dengan masyarakat dan teknologi saling mempengaruhi satu sama lain. Ketika ilmuwan bekerja, maka dia terlibat dengan aktivitas yang ada dalam masyarakat seperti bekerja sama. Selain itu, dampak yang ditimbulkan dari penggunaan teknologi yang dihasilkan sebagai perkembangan IPA dapat mempengaruhi kondisi sosial masyarakat. Proses pembelajaran IPA harus memperhatikan karakteristik IPA sebagai proses dan IPA sebagai produk. Karakteristik ini disebut juga dengan objek IPA. Objek proses belajar IPA adalah kerja ilmiah (prosedur), sedangkan objek produk IPA adalah pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural dan pengetahuan metakognitif IPA (Wisudawati & Sulistyowati, 2014: 27)¹⁷.

Pemahaman tentang hakikat sains berhubungan dengan kemampuan masyarakat dalam memahami sains secara

16 Hartinawati, dkk. 2016. Studi Lapangan IPA. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.15

17 Wisudawati, A.W., & Sulistyowati E. (2014). *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara.

menyeluruh dan mampu mengaplikasikannya dalam sehari-hari. Dengan memahami hakikat sains, seseorang diharapkan dapat berfikir secara ilmiah dan bijaksana dalam menyikapi setiap permasalahan. Hakikat sains adalah landasan untuk berpijak dalam mempelajari IPA (Tursinawati, 2016)¹⁸.¹⁹Hal tersebut penting karena dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia dituntut untuk lebih bijaksana dan berhati-hati dalam menggunakannya. Manusia juga harus memiliki sifat terbuka dan rasa ingin tahu yang tinggi supaya dapat mengikuti pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan. Untuk dapat mengikuti perkembangan, salah satu hal yang harus dicapai adalah masyarakat yang berliterasi dan memahami hakikat ilmu pengetahuan alam. Sains berupaya untuk membangkitkan minat dan rasa ingin tahu manusia agar kecerdasan dan pemahaman tentang alam seisinya terus berkembang. Diiringi dengan mengalirnya informasi, jangkauan sains semakin luas dan lahirlah sains terapan, yakni teknologi. Sains dan teknologi yang dicapai oleh suatu bangsa biasanya digunakan sebagai tolok ukur untuk kemajuan suatu bangsa.

4. Perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

²⁰Sejak ada peradaban manusia, orang telah dapat mengadakan upaya untuk mendapatkan sesuatu dari alam sekitarnya. Mereka telah dapat membedakan hewan atau tumbuhan mana yang dapat dimakan. Mereka telah dapat menggunakan alat untuk mencapai kebutuhannya. Dengan menggunakan alat, mereka telah merasakan manfaat dan kemudahan-kemudahan untuk mencapai suatu tujuan. Kesemua itu menandakan bahwa mereka memperoleh pengetahuan dari pengalaman dan atas dorongan untuk dapat memenuhi kebutuhan. Berkat pengalaman pula, mereka mengenal beberapa macam tumbuhan yang dapat dijadikan obat dan bagaimana cara pengobatannya.

18 Tursinawati. 2016. Penguasaan Konsep Hakikat Sains Dalam Pelaksanaan Percobaan Pada Pembelajaran IPA Di SDN Kota Banda Aceh. *JURNAL PESONA DASAR Universitas Syiah Kuala*, 2 (4), hal 72-84

19 Annisa, M., & Listiani. 2017. Pemahaman Aspek-Aspek dalam Hakikat Sains (Nature of Science) oleh Guru Sekolah Dasar di Wilayah 4P (Pedalaman, Perbatasan, Perkotaan, dan Pesisir). *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 1 (4), pp. 241-246.

20 Hartinawati, dkk. 2016. Studi Lapangan IPA. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.14-1.15

Mereka telah mampu pula untuk mengadakan pengamatan dan melakukan abstraksi. Misalkan dari suatu pengamatan, dengan cara menggosokkan tangan timbul kehangatan, dengan demikian timbul gagasan untuk menggosokkan bambu sehingga ditemukan api. Mulai dari pengamatan terhadap objek di sekitar, kemudian mereka mengarahkan pandangan ke objek yang lebih jauh seperti, bulan, bintang, matahari. Akibatnya, pengetahuan mereka lebih meluas. Tetapi pengetahuan mereka tetap dalam bentuk yang sederhana, diperoleh dengan cara berpikir sederhana pula.

Dorongan ingin tahu yang telah terbentuk secara kodrati, telah mendorong mereka untuk mengagumi dan mempercayai adanya keteraturan di alam. Hal ini telah mendorong munculnya sekelompok orang ahli berpikir dan kemudian disebut ahli filsafat. Berkat mereka, pola berpikir manusia lebih sempurna dan penciptaan alat sudah menjadi kebutuhan. Pemikiran dilakukan secara terpola sehingga dapat dipahami oleh orang lain. Dorongan tidak hanya karena ingin tahu tetapi telah meningkat untuk mencari kepuasan dan penggunaannya.

Penemuan mereka dapat diuji kebenarannya oleh orang lain sehingga dapat diterima secara universal. Dengan demikian, dari pengetahuan berkembang menjadi ilmu pengetahuan. Perolehan didapat melalui percobaan, didukung oleh fakta, menggunakan metode berpikir yang sistematis sehingga dapat diterima secara universal. Ilmu pengetahuan yang diperoleh ini untuk selanjutnya kita namakan produk. Sedangkan langkah yang dilakukan merupakan suatu proses. Dimulai dengan adanya masalah, kemudian berupaya untuk mengumpulkan informasi yang relevan, mencari beberapa alternatif jawaban, memilih jawaban yang paling mungkin benar, melakukan percobaan dan memperoleh kesimpulan.

Berdasarkan uraian di atas adalah gambaran mengenai perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya ilmu pengetahuan alam. Dari uraian tersebut apa yang dapat Anda simpulkan? Ilmu pengetahuan alam (IPA), merupakan kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala alam. ²¹Pada proses perkembangannya, istilah *Natural Sciences* kemudian lebih populer dengan sebutan *Science*. Di Indonesia,

21 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm: 4

Science diadaptasi dengan istilah Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam (disingkat IPA).

Apakah yang menjadi karakteristik obyek ontologis IPA yang membedakannya dengan disiplin keilmuan lainnya? IPA mengkaji alam semesta dalam ruang jelajah pengalaman (kemampuan) manusia. Jadi IPA membatasi kajiannya terhadap gejala alam dalam batas pengalaman manusia termasuk metode ilmiah yang diterapkan.²² Untuk selanjutnya, IPA atau Sains terbagi menjadi beberapa bidang sesuai dengan perbedaan bentuk dan cara memandang gejala alam. Ilmu yang mempelajari kehidupan disebut biologi. Ilmu yang mempelajari gejala fisik dari alam disebut fisika, dan khusus untuk bumi dan antariksa disebut ilmu pengetahuan bumi dan antariksa sedangkan ilmu yang mempelajari sifat materi benda disebut ilmu kimia. Dalam bidang-bidang ilmu tersebut, selanjutnya akan kita bahas masing-masing pada sub-topik berikutnya.

C. Biologi

Apa arti sesungguhnya biologi itu? Biologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata bios dan logos. Bios berarti hidup dan logos berarti ilmu atau belajar tentang sesuatu". Jadi biologi adalah ilmu yang mempelajari tentang sesuatu yang hidup serta masalah-masalah yang menyangkut hidupnya. Pada Bab ini membahas tentang gambaran umum dari biologi, sebagai ilmu pengetahuan tentang makhluk hidup dan manfaatnya dalam kehidupan manusia sehari-hari serta penggunaan metode ilmiah, sebagai cara untuk mengembangkan biologi. Tapi apakah makhluk hidup itu? Apa yang membedakan makhluk hidup dari benda mati? Kita cenderung mengetahui makhluk hidup ketika kita melihatnya, meski terkadang mata kita bisa menipu kita. Lalu makhluk hidup seperti apa yang membuat mereka tampak hidup?

Biologi adalah suatu disiplin ilmu sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA), yakni kajian tentang materi dan energi yang berhubungan dengan makhluk hidup serta proses-proses kehidupannya.²³ Semua makhluk hidup memiliki seperangkat karakteristik. Untuk satu hal, mereka semua menggunakan energi. Makhluk hidup, seperti bunga matahari dan singa mengambil

22 Hartinawati, dkk. 2016. Studi Lapangan IPA. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.15

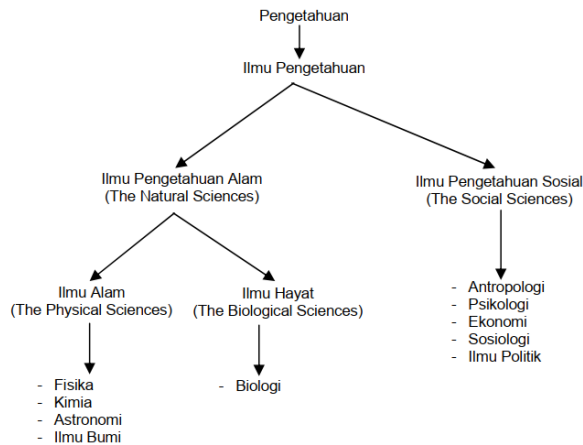
23 Hewitt, P.G., Lyons, S., Suchocki, J., & Yeh, J. 2007. *Conceptual Integrated Science*. San Francisco: VonHoffman Press, hlm: 319

energi dari lingkungan dan mengubahnya menjadi bentuk energi lain untuk digunakan sendiri. Misalnya, tumbuhan mengambil energi elektromagnetik dari sinar matahari dan menggunakannya untuk membangun batang dan daun. Hewan makan, mengubah energi yang mereka dapatkan dari makanan menjadi energi kimia, yang mereka simpan di tubuh mereka. Energi kimia ini akhirnya diubah lagi menjadi energi kinetik dan potensial serta panas saat mereka merangkak, terbang, atau tumbuh. Tentu saja, semua cara makhluk hidup mengubah energi adalah konsisten hukum fisika. Artinya, pertama, energi selalu kekal dan, kedua, bahwa dalam setiap konversi energi, sebagian energi hilang ke lingkungan sebagai panas.

Sebelum kita mempelajari biologi lebih lanjut, marilah kita lihat terlebih dahulu kedudukan biologi di antara ilmu pengetahuan yang lain.

1. Kedudukan Biologi dan Hubungan dengan Ilmu Lain

²⁴Untuk melihat kedudukan biologi di antara ilmu pengetahuan lain, perhatikanlah bagan tentang penggolongan ilmu pengetahuan ini.



Bagan 1. Penggolongan Ilmu Pengetahuan (Suryanto, dkk: 2016)

Dari bagan tersebut terlihat bahwa ilmu pengetahuan berkembang dari apa yang disebut pengetahuan. Pengetahuan adalah segala sesuatu yang kita ketahui, tanpa menghiraukan

24 Suryanto, A., Sutarno, N., Redjeki, S., Djamhur, Ristansa, R., & Rahayu, U. 2016. *Biologi Umum*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 2

dari mana datangnya pengetahuan tersebut. Jadi pada hakikatnya apa saja yang kita ketahui walaupun dan mimpi atau berkhayal sekalipun, itu merupakan pengetahuan (Darmodjo, 1986)²⁵. ²⁶Pengetahuan dapat diperoleh dari berbagai sumber antara lain pancaindra, pikiran, wahyu dan intuisi. Sedangkan ilmu pengetahuan merupakan pengetahuan yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah. Ini berarti bahwa cara memperoleh pengetahuan akan menentukan apakah pengetahuan tersebut termasuk ilmiah atau bukan. Dengan demikian kalau dibandingkan antara pengetahuan dengan ilmu pengetahuan terdapat perbedaan yang nyata. Pengetahuan adalah semua yang kita ketahui tanpa menghiraukan apakah pengetahuan tersebut benar atau salah, tetapi ilmu pengetahuan hanya membatasi pada pengetahuan yang benar saja. Yang dimaksud pengetahuan yang benar di sini adalah pengetahuan yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah.

Pada dasarnya ilmu pengetahuan dapat dibagi menjadi dua golongan besar yaitu ilmu pengetahuan alam (*the natural sciences*) yang bidang garapannya adalah alam dengan segala isinya termasuk hewan, tumbuhan dan manusia ditinjau dari segi fisiknya dan ilmu pengetahuan sosial (*the social sciences*) yang bidang garapannya adalah tingkah laku manusia dalam bermasyarakat. Dalam perkembangan berikutnya ilmu pengetahuan alam berkembang menjadi dua, yaitu ilmu alam (*the physical sciences*) yang bidang garapannya adalah benda-benda tak hidup dan ilmu hayat atau biologi (*the biological sciences*) yang bidang garapannya adalah makhluk hidup. Ilmu alam berkembang lagi menjadi fisika yang mempelajari massa dan energi, kimia yang mempelajari substansi zat, astronomi yang mempelajari benda-benda langit dan ilmu bumi yang mempelajari tempat tinggal kita ini. Ilmu hayat atau biologi akan berkembang menjadi beberapa cabang biologi sesuai dengan bidang garapannya masing-masing. Cabang-cabang biologi akan dibahas lebih lanjut dalam pembahasan berikutnya.

Berdasarkan uraian tersebut, biologi bukanlah ilmu tunggal, akan tetapi berupa ilmu multidisipliner yang terkait erat dengan ilmu-ilmu lainnya. Perkembangan baru disiplin

25 Darmodjo, H. 1986. *Filsafat Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Universitas Terbuka.

26 Suryanto, A., Sutarno, N., Redjeki, S., Djamhur, Ristansa, R., & Rahayu, U. 2016. *Biologi Umum*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.4

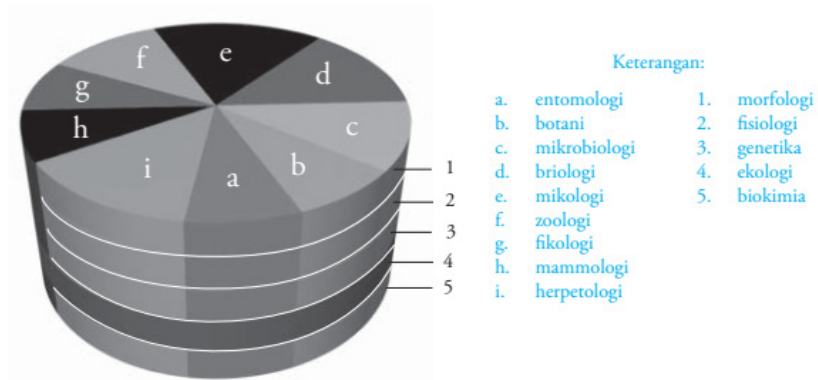
ilmu biologi yang berkaitan dengan ilmu-ilmu lainnya seperti dengan ilmu kimia telah melahirkan ilmu-ilmu baru seperti farmakologi, biologi molekuler, dan biokimia. Biologi juga terkait erat dengan ilmu lain seperti ilmu fisika seperti biofisika, radiobiologi, dan kedokteran nuklir. Dengan ilmu-ilmu sosial, biologi berhubungan erat dan melahirkan ilmu-ilmu seperti: psikologi, antropologi, biogeografi dan sebagainya.

2. Cabang-Cabang Biologi

²⁷Sebagai ilmu, biologi memiliki ruang lingkup sangat luas karena menyangkut segala permasalahan makhluk hidup dan kehidupannya. Sebagai upaya memperdalam berbagai objek dan permasalahan tersebut, para biolog membuat kajian-kajian khusus sehingga muncul berbagai cabang biologi. Dengan berkembangnya berbagai pendalaman ini, para biolog dapat menanggapi berbagai masalah biologi dengan lebih baik.

Pembagian biologi ke dalam berbagai cabang dapat digambarkan seperti keratan-keratan pada kue lapis pada Gambar 2. Coba Anda pahami secara saksama. Keratan vertikal menggambarkan berbagai cabang biologi berdasarkan kelompok makhluk hidup yang dikajinya sedangkan keratan horizontalnya menggambarkan cabang-cabang biologi berdasarkan aspek yang dikajinya. Wilayah a adalah wilayah entomologi yang mempelajari dunia serangga sedangkan, a1 adalah entomologi ditinjau dari kajian morfologinya. Kemudian, a2 adalah entomologi ditinjau dari kajian fisiologi. Begitu seterusnya sesuai dengan keterangan yang ditunjukkan oleh huruf dan angka pada gambar tersebut. Letak a, b, c, d, e, f, g, h, i tidak harus seperti pada gambar, begitu juga letak 1, 2, 3, 4, dan 5.

27 Widayati, S., Rochmah, S.N., & Zubedi. 2009. *Biologi: SMA dan MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, hlm: 11



Gambar 2. Cabang-cabang Biologi (Widayati: 2009)²⁸

Supaya lebih mudah, kita dapat menyatakan lapisan mendatar pada diagram di atas melalui Tabel 1 sedangkan cabang biologi dengan objek kajian yang lebih spesifik dapat Anda perhatikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Cabang-cabang Biologi Berdasarkan Aspek Kajiannya

Cabang Ilmu	Bidang Kajian
Morfologi	Mempelajari bentuk dan struktur suatu makhluk hidup
Anatomi	Mempelajari susunan tumbuh makhluk hidup
Histologi	Mempelajari jaringan
Fisiologi	Mempelajari cara kerja dan fungsi organ-organ dalam tubuh makhluk hidup
Genetika	Mempelajari cara pewarisan sifat-sifat penurunan yang diwariskan dari induk kepada keturunannya.
Embriologi	Mempelajari perkembangan suatu organisme dari mulai zigot sampai menjadi dewasa
Ekologi	Mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya
Evolusi	Mempelajari perkembangan dan perubahan-perubahan dari jenis makhluk hidup sepanjang waktu

28 Widayati, S., Rochmah, S.N., & Zubedi. 2009. *Biologi: SMA dan MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, hlm: 12

Tabel 2. Cabang-cabang Biologi Berdasarkan Kelompok Makhluk Hidup Kajiannya

Cabang Ilmu	Bidang Kajian
Entomologi	Mempelajari serangga atau insekta
Mikrobiologi	Mempelajari segala aspek kehidupan mikroorganisme yang berukuran mikroskopis
Botani	Mempelajari kehidupan tumbuh-tumbuhan
Zoologi	Mempelajari kehidupan hewan
Briologi	Mempelajari tumbuhan lumut

Cabang-cabang yang termasuk di dalam tabel tersebut adalah cabang-cabang biologi yang mempelajari kelompok-kelompok makhluk hidup (taksonomi) secara umum. Masih banyak cabang biologi yang lainnya, yang lebih khusus dari cabang-cabang yang telah ada atau merupakan cabang yang baru.

3. Hubungan Antara Biologi Dengan Ilmu-ilmu Lain

²⁹Dalam perkembangannya biologi tidak dapat berdiri sendiri tetapi selalu berhubungan dengan ilmu-ilmu lain baik ilmu pengetahuan alam maupun ilmu pengetahuan sosial. Untuk mempelajari hubungan tersebut, mari kita bahas pada uraian berikut.

a. Hubungan antara Biologi dengan Matematika

Biologi memakai logika dan analisa serta perhitungan matematis. Salah satu penerapan matematika dalam bidang biologi adalah masalah ekologi. Ekologi merupakan cabang biologi yang mempelajari populasi-populasi dalam komunitas, salah satunya yaitu dinamika kompetisi antar dua spesies yang dapat dikaji dengan menggunakan pendekatan sistematis.

Selain itu, matematika sangat membantu dalam penelitian-penelitian biologi. Matematika diperlukan sebagai alat untuk menafsirkan hasil penelitian-penelitian tersebut. Misalnya pada persilangan monohibrid (persilangan dengan atau sifat beda) antara kacang ercis berbunga merah dengan ercis berbunga putih, maka dengan bantuan matematika akhirnya Mendel memperoleh

29 Suryanto, A., Sutarno, N., Redjeki, S., Djamhur, Ristansa, R., & Rahayu, U. 2016. *Biologi Umum*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.5

kesimpulan bahwa pada keturunan kedua diperoleh hasil perbandingan fenotip adalah kacang ercis berbunga merah dengan kacang ercis berbunga putih = 3 : 1. Yang dimaksud dengan perbandingan fenotip adalah perbandingan sifat yang tampak (dapat diamati) oleh mata. Masih ingatkah Anda bagaimana, cara memperoleh angka-angka perbandingan tersebut?

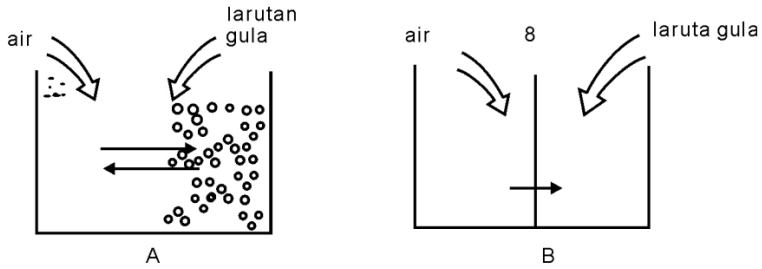
Kalau Anda agak lupa, coba pelajari kembali buku Biologi SMA. Selain diperlukan dalam penelitian bidang genetika, matematika juga diperlukan dalam penelitian cabang-cabang ilmu yang lain.

b. Hubungan antara Biologi dengan Fisika

Ada beberapa contoh hubungan antara biologi dengan fisika antara lain:

- 1) Proses penyerapan air dan zat hara yang terlarut di dalamnya yang dilakukan oleh akar tumbuh-tumbuhan berlangsung berdasarkan prinsip fisika yaitu prinsip difusi dan osmosis. Difusi merupakan proses penyebaran partikel-partikel dari larutan yang berkonsentrasi tinggi ke larutan yang berkonsentrasi lebih rendah tanpa adanya membran atau selaput pemisah. Berdasarkan sifatnya kita dapat membedakan selaput pemisah menjadi tiga macam yaitu selaput permeabel, semi permeabel dan impermeabel. Selaput permeabel adalah selaput pemisah yang dapat dilewati oleh air dan zat-zat yang terlarut di dalamnya. Selaput semi permeabel adalah selaput pemisah yang hanya dapat dilewati oleh air dan zat-zat tertentu dan selaput impermeabel adalah selaput pemisah yang tak dapat dilewati oleh air dan zat-zat yang terlarut. Untuk melihat proses difusi dapat Anda lakukan percobaan sederhana yaitu masukkan beberapa tetes tinta atau larutan berwarna ke dalam suatu tempat yang berisi air. Amatilah proses yang terjadi. Apabila difusi terjadi melalui membran pemisah maka proses tersebut dinamakan osmosis. Istilah ini berasal dari kata *os* = lubang dan *movea* = to move = pindah (Dwidjoseputro, 1993)³⁰.

30 Dwidjoseputro. 1983. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia.



Gambar 3. (A). Difusi dan (B). Osmosis³¹

- 2) Penggunaan kaca mata untuk membantu bagi manusia yang mengalami cacat mata yang sering dijumpai pada manusia, seperti pada presbiop, merupakan cacat mata di mana lensa mata kehilangan elastisitasnya, karena bertambahnya usia seseorang sehingga lensa mata kurang dapat berakomodasi lagi. Cacat mata presbiop pada umumnya terdapat pada orang-orang yang sudah tua. Pada umumnya mereka dapat melihat jelas bila objeknya jauh sedangkan untuk melihat objek yang dekat perlu bantuan kaca mata dengan lensa cembung (positif).

c. Hubungan antara Biologi dengan Kimia

Antara biologi dengan kimia terdapat hubungan yang sangat erat. Hal ini terbukti bahwa dalam tubuh kita terkandung berbagai unsur-unsur kimia. Berdasarkan penelitian tubuh manusia tersusun atas unsur-unsur sebagai berikut.

Tabel 3. Susunan Unsur-unsur Kimia Dalam Tubuh Manusia³²

Nama Unsur	Tanda Atom	Berat (%)
Oksigen	O	65
Karbon	C	18,5
Hidrogen	H	9,5
Nitrogen	N	3,3

31 Suryanto, A., Sutarno, N., Redjeki, S., Djamhur, Ristansa, R., & Rahayu, U. 2016. *Biologi Umum*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.8-1.9

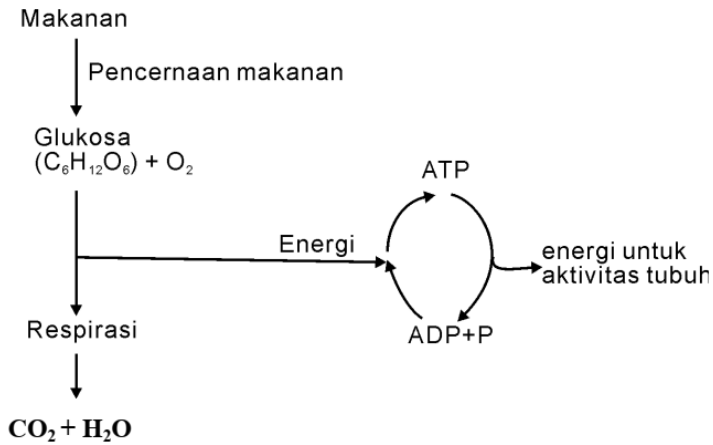
32 Neil, A.C. 1987. *Biology*. California: The Benjamin/cummings Publishing Comp.Inc

Kalsium	Ca	1,5
Pospor	P	1,0
Kalium	K	0,4
Sulfur	S	0,3
Natrium	Na	0,2
Chlor	Cl	0,2
Magnesium	Mg	0,1
Unsur-unsur lain seperti Boron (Bo), Cromium (Cr), Cobalt (Co), Cuprum (Cu), Fluor (F), Jodium (I), Ferum (Fe), Mangan (Mn), Molybdenum (Mo), Zincum (Zn), Silikon (Si) dijumpai kurang dari 0,01%		

Unsur-unsur seperti karbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O) merupakan unsur-unsur utama pembentuk materi dalam tubuh dan sangat diperlukan untuk menyusun senyawa-senyawa organik seperti karbohidrat, lemak dan protein. Karbohidrat dan lemak mempunyai fungsi utama sebagai penghasil energi sedangkan protein mempunyai fungsi utama sebagai pembangun sel-sel tubuh kita yang mati dan rusak.

Untuk menghasilkan energi maka karbohidrat atau lemak yang berasal dari makanan akan diubah menjadi glukosa. Selanjutnya glukosa akan mengalami proses pembakaran atau oksidasi. Hasil proses berupa CO_2 dan H_2O serta energi. Energi ini belum merupakan energi yang siap digunakan tetapi energi tersebut akan digunakan untuk menggabungkan Adenosin Di Fosfat (ADP) dengan fosfat (P) membentuk Adenosin Tri Pospat (ATP) yang merupakan senyawa berenergi sumber energi yang siap pakai untuk segala macam aktivitas tubuh dan sebagainya. Setelah ATP melepaskan energi maka ATP akan berubah kembali

menjadi ADP dan P. Untuk lebih jelasnya perhatikanlah skema berikut ini.



Bagan 2. Proses Penguraian Unsur-unsur Kimia Untuk Memperoleh Energi (Suryanto: 2016)³³

d. Hubungan antara Biologi dengan Ekonomi

Hubungan antara biologi dengan ekonomi dapat terlihat dengan jelas di bidang pertanian. Untuk meningkatkan hasil pertanian kita telah mengenal dua kebijakan yang dijalankan pemerintah yaitu intensifikasi pertanian dan ekstensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian merupakan usaha untuk meningkatkan produksi pertanian dengan jalan mengoptimalkan penggunaan lahan pertanian yang ada, misalnya dengan pemupukan yang benar, penggunaan bibit unggul, irigasi yang teratur, penanaman lahan pertanian dengan sistem tumpang sari dan sebagainya. Sedangkan ekstensifikasi pertanian merupakan usaha untuk meningkatkan hasil pertanian dengan jalan memperluas lahan pertanian. Dengan peningkatan hasil pertanian tersebut tentu saja kalau dipandang dari segi ekonomi, usaha tersebut telah dapat memberikan nilai tambah yang besar bagi para petani. Bahkan sekarang pemerintah sudah mulai mengembangkan pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik yang dapat memberikan nilai tambah

33 Suryanto, A., Sutarno, N., Redjeki, S., Djahmur, Ristansa, R., & Rahayu, U. 2016. Biologi Umum. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.9

yang lebih besar bagi para petani. Sistem hidroponik merupakan cara penanaman tanaman yang menggunakan medium selain tanah (misalnya pasir) yang telah diberi zat-zat makanan yang diperlukan tanaman. Coba carilah sendiri hubungan antara biologi dengan ilmu-ilmu yang lain.

4. Manfaat dan Bahaya Ilmu Biologi Bagi Kehidupan

Biologi merupakan ilmu yang memiliki banyak manfaat yang berhubungan dengan kehidupan, khususnya bagi manusia. Seiring kemajuan teknologi, biologi memberikan manfaat atau sumbangan terhadap kemajuan teknologi. Pemanfaatan ilmu ini mungkin secara tidak sadar juga dimanfaatkan dalam setiap kehidupan sehari-hari manusia. Misalnya, di bidang pertanian, kehutanan, perkebunan, agrobisnis, sosial, kedokteran, ekonomi, pangan, kesehatan, obat-obatan (farmasi) dan masih banyak lagi yang lainnya.

a. Bidang Pertanian

Pemanfaatan pertama ilmu biologi yang paling umum dilakukan oleh manusia ada pada bidang pertanian. Tujuannya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Di zaman dahulu, tanpa adanya pemanfaatan ilmu biologi dan cabang-cabang ilmunya seperti ini, para petani masih menggunakan teknik bertani konvensional super sederhana. Tentu saja, hasil yang diperoleh pun menjadi kurang maksimal. Justru dengan memanfaatkan ilmu cabang-cabang biologi dan juga disertai dengan perkembangan teknologi yang digunakan di dalamnya, kualitas hasil pertanian pun meningkat secara signifikan. Seperti contohnya, pemanfaatan cabang ilmu biologi molekuler dan bioteknologi yang menghasilkan teknik untuk rekayasa genetika. Dengan beragam bentuk rekayasa tersebut, dihasilkan tanaman yang memiliki sifat unggul dan bisa menghasilkan aneka jenis tanaman baru untuk menggantikan varietas tanaman lama yang kurang berkualitas³⁴.

Disamping itu juga telah dikembangkan teknik-teknik pemberantasan hama secara terpadu dengan menggunakan musuh alami sebagai pengendalian biologi sehingga tidak merusak lingkungan. Dalam bidang mikrobiologi telah

34 RimbaKita.com. 2019. Biologi-Pengertian, Sejarah, Cabang Ilmu & Manfaat. Diakses tanggal 25 Desember 2020 dari <https://rimbakita.com/biologi/>

memberikan sumbangan berarti dengan ditemukannya bakteri penambat nitrogen dari udara seperti *Rhizobium* spp. serta pengembangan mikoriza yaitu sejenis jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Kemajuan yang pesat dalam bidang pertanian telah memberikan peningkatan kesejahteraan para petani, menanggulangi kekurangan pangan dan meningkatkan produktivitas komoditi hasil pertanian.

b. Bidang Industri

Pemanfaatan ilmu biologi selanjutnya digunakan dalam bidang industri yang tak berbeda dengan pemanfaatan di bidang pertanian. Banyak penemuan biologi dalam bidang industri yang memberikan sumbangan yang berarti bagi peningkatan produk industri, seperti industri pengolahan bahan pangan, industri farmasi, industri tekstil, industri pupuk dan sebagainya. Dulu, orang-orang cenderung mengambil hasil alam untuk dimanfaatkan secara langsung. Namun ketika pemanfaatan ilmu biologi ini mulai diterapkan, maka diperoleh produk dari alam yang bisa menghasilkan nilai lebih. Contohnya dalam cabang ilmu mikrobiologi yang mempelajari tentang aneka jenis mikroba dan sifatnya. Ilmu tersebut menghasilkan perkembangan dalam dunia industri makanan dan obat yang justru bermanfaat bagi kesehatan tubuh makhluk hidup di muka bumi ini. Salah satunya adalah bakteri *Lactobacillus* yang kemudian dikembangkan dalam industri makanan sebagai bahan pembuatan yogurt.

c. Bidang Kedokteran

Pemanfaatan dalam bidang kedokteran berawal dari ilmu biologi murni yang kemudian dikembangkan di berbagai ilmu terapan lain. Contohnya, di zaman dulu ada banyak jenis penyakit yang sulit disembuhkan sehingga banyak korban jiwa yang berjatuh. Namun dengan adanya pengembangan cabang-cabang ilmu biologi ini, terciptalah berbagai jenis obat dan juga vaksin untuk menyembuhkan penyakit-penyakit tersebut.

Disamping itu teknik kedokteran modern telah memungkinkan pengobatan penyakit dalam dengan alat-alat bantu yang canggih yang dapat mendeteksi penyakit serta mengobatinya, seperti dengan radiasi. Begitu pesat

kemajuan dalam bidang kedokteran , beberapa penyakit yang sulit diobati seperti tumor, kanker, penyakit jantung, sudah dapat ditanggulangi dengan penemuan teknik pengobatan modern tanpa operasi.

³⁵Namun demikian, di balik manfaat yang sangat besar bagi kehidupan, penerapan biologi juga dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar. Melalui pengetahuan biologi, dan didukung kemajuan ilmu dan teknologi, manusia dapat mengeksploitasi kekayaan alam dengan tanpa batas. Ini berbahaya, sebab keseimbangan alam akan terganggu. Dengan alasan meningkatkan penghasilan keluarga, para petani mengganti tanaman pekarangan yang beraneka ragam dengan satu tanaman

tertentu (pertanian monokultur) yang memiliki sifat unggul dan bernilai ekonomi tinggi. Akibatnya, keanekaragaman hayati yang ada akan mengalami penurunan. Pemberantasan hama dan pemupukannya pun dapat berdampak pada pencemaran lingkungan, apabila dilakukan melebihi kebutuhan.

Berita yang paling mutakhir dan sangat mengerikan yakni penggunaan senjata biologi di dalam peperangan. Sejenis mikrobia patogen disebarkan dengan cara tertentu sehingga bibit penyakit yang dibawa bakteri tersebut dapat tertularkan. Contohnya adalah *Bacillus anthracis* yang merupakan penyebab penyakit antraks. Apabila senjata biologis yang berisi bakteri tersebut diluncurkan ke suatu wilayah, maka penduduk di wilayah tersebut akan mengalami pandemi penyakit antraks. Dan masih banyak berbagai peran biologi di dalam kehidupan kita.

Kalian bisa menemukannya di lingkungan sekitar. Cobalah Anda bersama teman-teman sekelas mendiskusikan hal-hal tersebut.

D. Fisika

³⁶Mengapa kita perlu belajar fisika? Ada dua alasan. Pertama, fisika adalah salah satu ilmu yang paling dasar dari ilmu pengetahuan. Ilmuwan dari segala disiplin ilmu memanfaatkan ide-ide dari fisika, mulai dari ahli kimia yang mempelajari struktur

35 Widayati, S., Rochmah, S.N., & Zubedi. 2009. Biologi: SMA dan MA Kelas X. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, hlm: 13

36 Young, H.D. & Freedman, R.A. 2002. Fisika Universitas. Jakarta: Erlangga, hlm: 1

molekul sampai ahli paleontologi yang berusaha merekonstruksi bagaimana dinasourus berjalan. Fisika juga merupakan dasar dari semua ilmu rekayasa dan teknologi. Tidak ada insinyur yang dapat merancang alat-alat praktis tanpa terlebih dahulu mengerti prinsip-prinsip dasar yang digunakan. Untuk merancang sebuah pesawat antariksa atau sebuah perangkap tikus yang lebih baik, maka Anda harus mengerti hukum-hukum dasar fisika. Selain itu, kaitan antara fisika dan disiplin ilmu lain membentuk disiplin ilmu yang baru, misalnya ilmu astronomi membentuk ilmu astrofisika, dengan biologi membentuk ilmu biofisika, dengan ilmu kesehatan membentuk fisika medis, dengan ilmu bahan membentuk fisika material, dengan geologi membentuk geofisika, dan lain-lain.

Tetapi ada alasan lain. Mempelajari fisika merupakan suatu petualangan. Anda akan menemukan bahwa ilmu ini begitu menantang, kadang-kadang membuat frustrasi, sewaktu-waktu menyakitkan, dan seringkali bermanfaat dan memberikan kepuasan batin. Fisika akan menarik rasa estetis seperti halnya intelektualitas Anda. Pengertian tentang dunia fisika yang kita miliki saat ini dibangun di atas pondasi yang diletakan oleh ilmuwan-ilmuan besar seperti Galileo, Newton, Maxwell, dan Einstein, dan pengaruh mereka telah berkembang jauh melewati batas dari ilmu fisika itu sendiri dan mempengaruhi secara mendalam cara hidup dan berpikir kita. Anda dapat merasakan kesenangan dengan temuan-temuan mereka ketika Anda belajar menggunakan fisika untuk menyelesaikan persoalan-persoalan praktis dan untuk mendapatkan wawasan tentang fenomena sehari-hari. Jika Anda pernah bertanya mengapa langit berwarna biru, bagaimana gelombang radio dapat merambat dalam ruang hampa, atau bagaimana satelit tetap berada pada orbitnya, Anda akan dapat menemukan jawabannya dengan menggunakan dasar-dasar fisika.

Pada Bab ini, kita akan mempelajari konsep dasar fisika sebagai ilmu pengetahuan.³⁷ Fisika berasal dari kata Yunani yang berarti “alam” karena fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda di alam, gejala-gejala, kejadian-kejadian alam serta interaksi dari benda-benda di alam tersebut. Gejala-gejala ini pada mulanya adalah apa yang dialami oleh indera kita, misalnya penglihatan, menemukan optik atau cahaya, pendengaran menemukan pelajaran tentang bunyi, panas juga dapat dirasakan

37 Harmoni, A.XXXX. *Seri Diktat Kuliah: Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD)*. XXXX: Gunadarma, hlm: 107

(perasaan). Demikianlah fisika didefinisikan sebagai proses benda-benda alam yang akan dapat berubah artinya benda mati. (Biologi mempelajari benda-benda hidup). Maka dapat disimpulkan bahwa “fisika” adalah ilmu pengetahuan yang tujuannya mempelajari bagian-bagian dari alam dan interaksi antara bagian tersebut. Fisika mempelajari materi, energi, dan fenomena atau kejadian alam, baik yang bersifat makroskopis maupun yang bersifat mikroskopis. Makroskopis yaitu benda-benda yang ukurannya besar dapat dilihat dengan alat-alat yang ada saat ini; alam yang besar ini termasuk benda-benda yang sangat besar dengan jarak antara 2 benda juga besar kali, misalnya bulan, matahari, bumi dan lain-lain. Mikroskopis adalah benda-benda kecil sekali dengan jarak antara benda tersebut sangat kecil, benda-benda mikro ini tak dapat dilihat dengan alat-alat biasa.

Menurut sejarah, fisika adalah bidang ilmu yang tertua karena dimulai dari pengamatan-pengamatan dari gerakan benda-benda langit, bagaimana lintasannya, periodenya, usianya dan lain-lain. Ilmu yang mempelajari gerak benda ini disebut mekanika. Bidang ilmu ini dimulai kira-kira berabad-abad yang lalu, mekanika berkembang pada zamannya Galileo dan Newton. Galileo merumuskan hukum-hukum benda-benda jatuh, Newton mempelajari gerak benda pada umumnya, termasuk planet-planet pada sistem tata surya. Hukum Newton adalah dasar dari mekanika.

1. Cabang-cabang Fisika

Ilmu fisika memiliki banyak manfaat dalam kehidupan kita. Tentunya fisika memiliki keterkaitan dengan bidang lain dan memiliki ruang lingkup pembahasan yang luas. Oleh karena itu, fisika memiliki cabang-cabangnya. Berikut ini yang merupakan cabang-cabang ilmu fisika dalam kehidupan manusia.

- a. Mekanika adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang gerak. Mekanika klasik terbagi atas dua bagian, yaitu Kinematika dan Dinamika. Kinematika membahas bagaimana suatu objek dapat bergerak tanpa menyelidiki sebab-sebab apa yang menyebabkan suatu objek dapat bergerak. Dinamika mempelajari bagaimana suatu objek dapat bergerak dengan menyelidiki penyebabnya.
- b. Fisika kuantum adalah cabang dasar ilmu Fisika yang berhubungan dengan atom maupun subatom.
- c. Elektronika adalah cabang ilmu Fisika yang mempelajari aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam suatu

- alat seperti komputer, semikonduktor, dan peralatan elektronik lainnya.
- d. Termodinamika adalah ilmu Fisika yang mempelajari tentang energi atau perpindahan panas.
 - e. Astronomi adalah ilmu Fisika yang mempelajari tentang perbintangan dan benda-benda angkasa.
 - f. Fisika Optik (Geometri) adalah ilmu fisika yang mempelajari tentang cahaya
 - g. Fisika medis adalah cabang ilmu Fisika yang berhubungan dengan bidang kedokteran. Pada Fisika medis, meliputi beberapa hal diantaranya: biomekanika mempelajari gaya dan hukum fluida dalam tubuh; biooptik mempelajari mata dan penggunaan alat optik; dan biolistrik mempelajari sistem listrik pada sel hidup.
 - h. Fisika lingkungan adalah ilmu yang mempelajari kaitan fenomena fisika dengan lingkungan. Beberapa di antaranya memuat : fisika bumi, fisika udara, fisika gempa, fisika laut, dll.

Dan masih banyak lagi cabang ilmu lain dari fisika yang dapat Anda cari dan pelajari pada Bab ini.

2. Hubungan Fisika dengan Ilmu Pengetahuan Alam Lainnya

³⁸Tujuan fisika adalah agar kita dapat mengerti bagian-bagian dari benda-benda dan interaksi antara benda-benda, jadi untuk menerangkan gejala-gejala alam. Dari pernyataan ini kita ketahui bahwa fisika adalah bidang ilmu pengetahuan alam yang paling dasar. Ilmu kimia berdasarkan kepada fisika adalah bidang ilmu pengetahuan alam yang paling dasar. Ilmu kimia berdasarkan kepada fisika dan kimia, untuk menerangkan proses-proses yang terjadi dalam benda-benda hidup. Ilmu teknik juga bersandar kepada fisika dan kimia. Fisika adalah penting untuk menunjang riset murni maupun terpakai. Misalnya ahli-ahli geologi dalam risetnya menggunakan metode-metode gravimetri, ekustik, listrik dan mekanika. Rumah-rumah sakit modern dilengkapi dengan alat-alat elektronik. Ahli-ahli astronomi memerlukan optik, spektrografi dan teknik radio, demikian pula ahli-ahli meteorologi, oceanologi, seismologi memerlukan pengetahuan Fisika.

38 Harmoni, A.XXXX. Seri Diktat Kuliah: Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD). XXXX: Gunadarma, hlm: 108

Lebih lanjut, matematika dan fisika mempunyai hubungan yang sangat erat. Mengapa? Karena matematika merupakan alat untuk mematematisasikan interaksi alam dan penyebab interaksi yang merupakan kajian utama ilmu fisika. Biologi juga harus bersandar ketat pada ilmu fisika dan kimia untuk menerangkan proses-proses yang berlangsung pada makhluk hidup. Selain itu, konsep-konsep dasar fisika tidak saja mendukung perkembangan fisika itu sendiri, tetapi juga mendukung perkembangan ilmu lain dan teknologi. Ilmu fisika menunjang riset murni maupun terapan. Ahli-ahli geologi dalam risetnya menggunakan metode-metode gravimetri, akustik, listrik dan mekanika. Peralatan modern di rumah-rumah sakit menerapkan prinsip ilmu fisika dan Ahli-ahli astronomi memerlukan optik spektografi dan teknik radio.

Selain itu, terdapat hubungan antara ilmu fisika dan ilmu biologi dimana ilmu biologi dapat membantu ilmu fisika dalam kajian konservasi energi, yaitu tentang jumlah panas yang diserap dan dilepaskan oleh makhluk hidup yang pertama kali dipelajari oleh Mayer. Dalam proses biologi pada hewan terdapat banyak fenomena fisika, misalnya sirkulasi darah, pompa, tekanan, dll. Sistem syaraf mirip kabel listrik dengan dinding bagian luar yang kompleks dan sangat tipis tempat mengalirnya ion positif dan bagian dalam tempat mengalirnya ion negatif, seperti kapasitor. Membran ini memiliki sifat yang menarik. Jika beberapa ion berpindah dari satu tempat, maka tegangan listrik akan berkurang di bagian tersebut, dan memungkinkan ion-ion dari bagian di dekatnya bergerak ke bagian yang bertegangan rendah tersebut. Hal ini akan terjadi secara sambung menyambung dan memungkinkan terjadinya aliran ion sepanjang membran. Proses ini merupakan pengiriman hanya satu pesan, kecuali pemompaan ion terjadi lagi, sehingga saraf siap untuk menghantarkan pesan berikutnya. Efek listrik terkait dengan impuls saraf ini dapat diamati dengan instrumen listrik, dan karenanya fisika efek listrik telah memiliki banyak pengaruh pada pemahaman fenomena tersebut.

3. Peranan Penting Fisika dalam Kehidupan

³⁹Berbagai fenomena fisika tidak hanya di dalam kehidupan, tetapi juga digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk

39 Raharja, B., Sally, V.K. & Das Gupta, R.N. 2013. Panduan Belajar Fisika 1A SMA Kelas X. Jakarta: Yudhistira

kesejahteraan dan kenyamanan hidup manusia modern. Fisika merupakan dasar dari teknologi modern. Berbagai jenis peralatan yang biasa kamu gunakan dibuat berdasarkan hukum-hukum fisika dan dikembangkan oleh para fisikawan. Contohnya, TV (prinsip elektromagnetisme), mesin pesawat (prinsip mekanika dan kalor), laser (prinsip optik), *handphone* (prinsip gelombang elektromagnetik), dan satelit buatan (prinsip gravitasi).

Hukum-hukum fisika juga telah membantu kita membawa ke era penjelajahan baru, yaitu penjelajahan angkasa luar serta pemanfaatan energi nuklir untuk tujuan pemenuhan bentuk energi baru. Berikut ini beberapa contoh fenomena alam yang menjadi tantangan di masa depan bagi para fisikawan.

- a. Fisika masih belum dapat mengendalikan kekuatan yang menyebabkan gempa, banjir, tornado, taifun, dan bencana alam lainnya yang menyebabkan kerugian sangat besar, baik harta benda maupun jiwa.
- b. Fisika masih harus menyelesaikan permasalahan terkait pembuangan limbah nuklir yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga nuklir. Limbah tersebut merupakan ancaman yang sangat besar bagi lingkungan dan kesehatan umat manusia.
- c. Fisika harus bisa menemukan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang persediaannya semakin berkurang dengan cepat dan akan habis sama sekali dalam beberapa ratus tahun ke depan. Selain itu, sumber energi alternatif tersebut harus murah dan tidak menimbulkan polusi.

Namun sudah merupakan hal yang sering kita dengar mengenai pernyataan sebagian orang atau mungkin sebagian besar orang beranggapan bahwa fisika itu sulit. Mereka beranggapan bahwa fisika itu merupakan ilmu yang penuh dengan rumus dan hitungan matematis tingkat tinggi. Sehingga mengakibatkan tidak semua orang dapat belajar fisika dengan baik. Bahkan fisika sering pula dianggap sebagai momoknya pelajaran. Keadaan ini hampir sama dengan anggapan pada matematika (Hugh dan Roger, 2002)⁴⁰.

Akan tetapi terlepas dari semua anggapan di atas, ada sesuatu yang lebih penting untuk kita pikirkan. Yaitu tentang apa untungnya kita belajar fisika, dan apa ruginya jika kita tidak

40 Young, H.D. & Freedman, R.A. 2002. Fisika Universitas. Jakarta: Erlangga

mau belajar fisika. Padahal baik disadari maupun tidak pada hakikatnya setiap manusia membutuhkan ilmu pengetahuan dan mengikuti perkembangan teknologi agar dapat menjalani kehidupan ini secara harmonis. Dimana perkembangan teknologi itu tentu merupakan implikasi dari ilmu fisika yang telah di pelajari oleh para pakar yang ahli di bidangnya.

Mempelajari fisika mempunyai banyak manfaat. Mulai awal dipelajarinya ilmu fisika, fisika telah terbukti mampu membantu memudahkan manusia dalam menjalani aktivitas kehidupan sehari-hari. Ada beberapa manfaat mempelajari fisika antara lain (Suparno, 2007)⁴¹:

- a. Fisika berperan besar dalam penemuan-penemuan teknologi
- b. Melalui fisika dapat menyingkap rahasia alam
- c. Fisika berada di depan dalam perkembangan teknologi
- d. Fisika sebagai ilmu dasar yang mempunyai andil dalam pengembangan ilmu-ilmu lain
- e. Fisika melatih kita untuk berpikir logis dan sistematis

E. Kimia

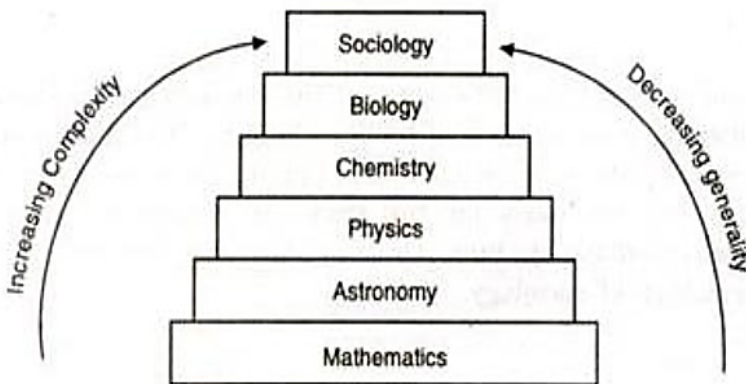
⁴²Apabila Anda mendengar kata kimia, apa yang Anda bayangkan? Persamaan kimia? laboratorium? tabung reaksi? bom? atau hal lain lagi? atau mungkin Anda ngeri membayangkannya. Sekarang coba Anda perhatikan barang-barang di sekitar Anda atau baju yang Anda kenakan, atau bahkan tubuh kita bukankah ada proses kimia yang terlibat? Kita tidak dapat berhenti berpikir bagaimana kimia dapat mempengaruhi kehidupan ini. Hampir semua barang-barang yang ada di sekitar Anda dibuat oleh industri-industri yang melibatkan proses kimia. Sebagai contoh, plastik yang Anda gunakan merupakan hasil proses kimia yang berupa makromolekul yang disebut polimer ataupun baju yang Anda kenakan merupakan hasil proses kimia dari bahan alam seperti kapas atau minyak bumi hingga menjadi bahan baju atau makanan yang kita makan juga merupakan hasil dari proses kimia. Masih banyak lagi contoh-contoh dalam kehidupan ini yang melibatkan proses kimia, misalnya reaksi yang terjadi pada saat kita bernafas atau pada saat kita makan.

41 Suparno, P. 2007. *Metodelogi Fisika Konstruktivitas dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

42 Listyarini, S., Warlina, L., Silawati, T., & Mustafa, D. 2014. *Kimia Dasar I*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, hlm: 1.1

Dalam kamus, kimia didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan tentang komposisi, struktur, sifat, dan reaksi dari senyawaan terutama atom dan sistem molekular. Kimia adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang berhubungan erat dengan fisika dan juga biologi. Tidak hanya karena organisme hidup dibuat dari senyawa kimia, tetapi juga karena kehidupan itu sendiri merupakan sistem yang kompleks dari proses kimia yang saling berhubungan. Lingkup kimia sangat luas, yaitu dapat meliputi seluruh alam dan segala sesuatu yang hidup maupun tidak. Kimia tidak hanya memperhatikan komposisi dan perubahan, tetapi juga energi dan perubahannya.

Oleh karena luasnya bahasan yang termasuk dalam ruang lingkup kimia, maka para ahli menyebut ilmu kimia sebagai "*central science*" atau pusat dari ilmu pengetahuan. Ilmu kimia merupakan dasar ilmu yang dapat menjembatani semua ilmu pengetahuan alam, seperti biologi, fisika, geologi bahkan astronomi. Peran sentral kimia dapat dilihat pada klasifikasi sistematis dan hirarkis tentang ilmu yang dibuat oleh Auguste Comte (1798 - 1857). Pada klasifikasi ini setiap bidang ilmu merupakan kerangka yang lebih umum dibanding bidang ilmu di atasnya.



Gambar 4. Hirarki Ilmu Menurut Auguste Comte

Lalu bagaimana cara mempelajari kimia? Pertanyaan tersebut mungkin akan timbul di benak Anda. Memang, dalam mempelajari kimia Anda akan banyak menemui simbol-simbol, rumus, teori, ataupun hukum-hukum. Tetapi Anda jangan merasa ngeri atau berkecil hati. Kimia mempunyai istilah-istilah tersendiri, apabila Anda dapat mempelajarinya, hal tersebut merupakan awal

kesuksesan Anda dalam mempelajari kimia. Pertama Anda harus mengenal nama unsur, tidak terlalu banyak, hanya sekitar 30 – 40 an. Dengan mengurutnya secara alfabetis dan memakai simbol-simbol tersebut berulang-ulang, maka otomatis Anda akan mengingat unsur-unsur tersebut. Gabungan unsur itu akan menjadi senyawa. Jadi Anda harus juga mengerti bagaimana menyatakan senyawa dengan rumus senyawa. Selanjutnya Anda harus belajar bagaimana menuliskan reaksi karena kimia pada dasarnya berawal dari reaksi. Aturannya sederhana dan sangat logis sehingga mudah dipahami.

1. Cabang Ilmu Kimia

⁴³Telah disinggung di awal sub-topik sebelumnya bahwa, Kimia sebagai pengetahuan ilmiah. Tepatnya, Kimia merupakan salah satu cabang IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Bidang IPA lainnya ialah Fisika, Biologi, Astronomi, dan Ilmu Bumi (Geologi). Kelima ilmu ini dikenal sebagai “ilmu-ilmu dasar” dalam bidang IPA. Jadi kedudukan Kimia dalam IPTEK adalah sebagai Ilmu Dasar. Berbeda dengan bidang IPA lainnya, Kimia memusatkan kajiannya pada materi dari segi sifat, struktur, ikatan, komposisi, perubahan materi, serta energi yang terlibat. Batasan ini mencerminkan betapa luasnya Kimia sebagai pengetahuan ilmiah. Kini Kimia diperkirakan mencakup lebih dari 60 cabang.

Perkembangan Kimia dan juga Ilmu Pengetahuan lainnya sesungguhnya didorong oleh kebutuhan dan kepentingan manusia. Karena bidang-bidang yang dipelajari dalam keilmuan ini sangatlah luas, maka para ahli membaginya menjadi lima bidang ilmu kimia penting, yaitu (Setiawan: 2020)⁴⁴:

- a. Kimia Fisika merupakan topik ilmu kimia yang mempelajari mengenai suatu zat dalam skala makroskopik, atomik, subatomik pada suatu sistem kimia dengan hukum-hukum dan konsep fisika yang berlaku. Hal-hal yang dipelajari dari cabang kimia fisika ialah mengenai prinsip dan konsep fisika seperti pergerakan, energi, gaya, waktu, termodinamika, kimia kuantum, statistika mekanik, dinamika dan ekuilibrium. Dalam bidang ini kita akan menjumpai banyak persamaan matematis dan perhitungan yang berkaitan dengan energi sehingga cenderung rumit.

43 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm : 9

44 Setiawan, P. 2020. Ilmu Kimia. Diakses tanggal 28 Desember 2020 dari <https://www.gurupendidikan.co.id/ilmu-kimia/>

- b. Kimia analitik, ialah cabang dari ilmu kimia yang mempelajari tentang cara memisahkan, mengidentifikasi jenis zat penyusun suatu bahan serta menentukan jumlahnya. Oleh karenanya kimia analitik dibedakan atas dua bagian pokok, yakni analisis kualitatif dan kuantitatif. Kimia analitik meliputi proses-proses pengidentifikasian suatu zat, pengelompokan zat, dan pembentukan zat baru untuk melakukan analisis. Bidang kimia lingkungan biasanya digolongkan dalam cabang ilmu analitik juga.
- c. Kimia organik merupakan ilmu yang mempelajari tentang sintesis dan sifat-sifat senyawa organik. Umumnya senyawa organik ini terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon serta turunannya. Bidang ini memiliki peranan penting dalam hal sintesis senyawa, analisa gugus karbon dan penelitian yang berhubungan dengan atom karbon lainnya. Materi dasar yang ditemukan pada kimia organik ialah mengenai Hidrokarbon, tata nama senyawa Hidrokarbon. Kemudian pada level mahasiswa yaitu kuliah, Anda akan dapat materi mengenai senyawa organik halogen dan beberapa hidrokarbon yang berikatan dengan unsur-unsur lain, seperti oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor dan natrium. Perkembangan terkini dari riset-riset bidang kimia organik, mengarah pada topik mengenai organometalik, termasuk lantanida dan logam transisi.
- d. Kimia anorganik adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari tentang sintesis dan sifat-sifat senyawa anorganik, seperti garam, mineral, logam serta senyawa-senyawa organometalik. Bidang ini juga mempelajari mengenai pembentukan kristal, pemisahan senyawa anorganik, pengolahan mineral, pelapisan material, penggunaan campuran dalam bahan bakar dan pembentukan warna dalam senyawa. Karena kegunaannya yang luas, bidang kimia anorganik seringkali diperlukan dalam industri, seperti industri cat, industri kaca dan gelas, industri tekstil, plastik, dan banyak industri lainnya.
- e. Biokimia merupakan cabang ilmu kimia yang mempelajari proses-proses kimia yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup, dan menganalisa senyawa-senyawa yang terlibat

dalam reaksi tersebut. Bidang ini terkait dengan komponen kimia sel, pembuatan obat, penelitian genetik, penelitian enzim, penelitian mengenai rangkaian reaksi dalam tubuh manusia dan penelitian dalam kaitan ilmu kimia dan biologi. Fokus penelitian pada bidang biokimia yang dilakukan akhir-akhir ini ialah mempelajari bagaimana suatu molekul dapat mempercepat proses kimiawi dalam suatu makhluk hidup.

2. Hubungan Kimia dengan Ilmu Pengetahuan Alam Lainnya

⁴⁵Ilmu kimia dibangun di atas pemahaman tentang hukum-hukum fisika yang mengatur partikel, seperti atom, proton, elektron, termodinamika, dll., yang tidak sepenuhnya dapat direduksi menjadi mekanika kuantum. Konsep seperti periodisitas unsur-unsur dan ikatan kimia merupakan kekuatan dasar dalam ilmu kimia. Dengan cara yang sama, ilmu biologi tidak dapat sepenuhnya dapat direduksi menjadi ilmu kimia meskipun fakta menunjukkan bahwa mesin yang bertanggung jawab untuk hidup terdiri dari molekul. Sebagai contoh, mesin evolusi dapat dijelaskan dari sudut pandang kimia dengan pemahaman bahwa yang bertanggung jawab pada perubahan genetik adalah DNA (asam deoksiribonukleat). Namun, ilmu kimia tidak dapat sepenuhnya menggambarkan proses evolusi secara lengkap karena kimia tidak mengandung konsep-konsep seperti seleksi alam yang bertanggung jawab terhadap terjadinya evolusi. Ilmu kimia mendasari ilmu biologi karena ilmu kimia memberikan metodologi untuk mempelajari dan memahami molekul pembentuk sel.

Koneksi yang dibuat oleh ilmu kimia terbentuk melalui berbagai sub-disiplin ilmu yang memanfaatkan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu. Baik konsep-konsep kimia dan maupun fisika dibutuhkan di bidang kimia fisika, kimia inti, dan kimia teoretik. Kimia dan biologi interseksi di bidang biokimia, kimia obat, biologi molekuler, biologi kimia, dan genetika molekuler. Kimia dan matematika interseksi di bidang seperti matematika kimia dan komputasi kimia.

45 Prodjosantoso. 2020. Hubungan Ilmu Kimia dengan Ilmu Pengetahuan Alam Lainnya. Diakses tanggal 28 Desember 2020 dari <http://staffnew.uny.ac.id/upload/198804282014042001/pendidikan/11.%20Hubungan%20Kimia%20dengan%20Ilmu%20Lain.pdf>

3. Manfaat dan Bahaya Ilmu Kimia Bagi Kehidupan

⁴⁶Tak ada setiap aktivitas kehidupan yang tidak berhubungan dengan kimia. Semua bahan kebutuhan hidup adalah bahan kimia, dan sebagian proses di alam juga melibatkan kimia. Melalui Kimia manusia dapat mengolah alam, membuat bahan baru, bahan pengganti, dan sumber energi pengganti. Bukan itu saja kimia pun dapat diaplikasikan antara lain sebagai teknik penetapan bibit unggul, pengolahan bahan alam, penetapan kemurnian dan struktur zat, pengawetan, dan sebagainya. Berbagai pabrik dan industri bermunculan, dan bermacam-macam alat dan instrumen berhasil dibuat. Dengan kata lain kimia selalu dekat dengan kehidupan bahkan menentukan kehidupan masa depan umat.

⁴⁷Ilmu kimia memiliki kedudukan yang penting dan diperlukan oleh bidang ilmu lainnya. Beberapa manfaat yang sebenarnya itu merupakan manfaat ilmu kimia dalam kehidupan manusia bahkan tidak begitu disadari. Berikut ini adalah beberapa manfaat ilmu kimia dalam kehidupan manusia yang tidak bisa digantikan oleh ilmu yang lain (Setiawan: 2020).

a. Ilmu kimia di Kedokteran

Manfaat ilmu kimia yang pertama pada kehidupan manusia adalah dalam bidang kedokteran. Untuk membantu penyembuhan pasien yang mengidap suatu penyakit, digunakan obat-obatan yang dibuat berdasarkan hasil riset terhadap proses dan reaksi kimia bahan-bahan yang berkhasiat yang dilakukan dalam cabang kimia farmasi.

b. Ilmu kimia di Pertanian

Mungkin Anda bingung, apa hubungan antara ilmu kimia dan bidang pertanian, lalu apa manfaat ilmu kimia bagi bidang pertanian? Baiklah, bukankah untuk mengembalikan kesuburan tanah, perlu dilakukan penambahan pupuk, sedangkan hama dapat diatasi dengan penambahan pestisida. Manfaat dan bahaya penggunaan pupuk dan pestisida harus dipahami sehingga tidak terjadi kesalahan dalam penggunaannya. Hal yang harus diingat adalah pupuk dan pestisida adalah “produk” dari ilmu kimia.

46 Mulyono. 2010. *Konsep Dasar Untuk PGSD*. Bandung : UPI Press, hlm : 9

47 Setiawan, P. 2020. Ilmu Kimia. Diakses tanggal 28 Desember 2020 dari <https://www.gurupendidikan.co.id/ilmu-kimia/>

c. Ilmu kimia di Geologi

Bidang ini berkaitan dengan penelitian batu-batuan (mineral) dan pertambangan gas dan minyak bumi. Proses penentuan unsur-unsur yang menyusun mineral dan tahap pendahuluan untuk eksplorasi, menggunakan dasar-dasar ilmu kimia. Manfaat ilmu kimia dalam bidang ini untuk membantu memahami serta mengerti temuan para peneliti tentang bebatuan atau “benda-benda” alam.

d. Ilmu kimia di Biologi

Bidang ini khusus mempelajari tentang makhluk hidup (hewan dan tumbuhan). Proses kimia yang berlangsung dalam makhluk hidup meliputi pencernaan makanan, pernapasan, metabolisme, fermentasi, fotosintesis dan lain-lain. Untuk mempelajari hal tersebut, diperlukan pengetahuan tentang struktur dan sifat senyawa yang ada, seperti karbohidrat, protein, vitamin, enzim, lemak, asam nukleat dan lain-lain. Meskipun secara umum, bidang ini lebih erat kaitannya dengan ilmu biologi, namun manfaat ilmu kimia juga nyatanya sedikit banyak berpengaruh dalam bidang biologi ini.

e. Ilmu kimia di Hukum

Bidang hukum secara langsung memang tidak ada hubungan dengan ilmu kimia, namun manfaat ilmu kimia dalam bidang hukum ini dapat dirasakan ketika diberlakukannya pemeriksaan peralatan bukti kriminalitas (kriminologi). Bagian tubuh tersangka dapat diperiksa dengan memeriksa struktur DNA-nya karena struktur DNA setiap orang berbeda-beda. Pemeriksaan ini melibatkan ilmu kimia.

f. Ilmu kimia di Mesin

Manfaat ilmu kimia juga bisa mengenai bidang permesinan yaitu mempelajari sifat dan komposisi logam yang baik untuk pembuatan mesin, mempelajari sifat, komposisi bahan bakar dan minyak pelumas mesin.

g. Ilmu kimia di Teknik Sipil

Bahan-bahan yang digunakan dalam bidang ini adalah semen, kayu, cat, paku, besi, paralon (pipa PVC), lem dan sebagainya. Semua bahan tersebut dihasilkan melalui riset yang berdasarkan ilmu kimia. Manfaat ilmu kimia dalam hal ini adalah agar bahan-bahan bangunan tersebut dapat

diketahui kelebihan serta kekurangannya, sehingga dapat meminimalisir kecelakaan dikemudian hari.

h. Ilmu kimia di Lingkungan

Kimia lingkungan adalah ilmu mempelajari bagaimana zat kimia berinteraksi dengan lingkungan alam. Kimia lingkungan ialah bidang lintas disiplin yang melibatkan kimia analitik dan pemahaman terhadap ilmu lingkungan. Ahli di bidang ini pertama kali harus memahami kimia dan reaksi kimia yang muncul pada proses alam pada air dan udara. Kualitas air merupakan area penting pada kimia lingkungan. Air “murni” tidak pernah muncul di alam semesta. Selalu terdapat beberapa mineral atau senyawa lainnya yang terkandung di dalamnya. Kualitas air diuji pada sungai, danau, serta air laut melalui karakteristik seperti kandungan oksigen, keasaman, tingkat kekeruhan, sedimen tersuspensi, serta pH.

Berdasarkan uraian di atas dengan melihat begitu banyaknya kaitan antara ilmu kimia dan bidang-bidang kehidupan manusia, maka sangatlah jelas bahwa manfaat ilmu kimia memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Kehadirannya menyeimbangkan kehidupan manusia untuk selaras dengan peningkatan kualitas hidup di muka bumi. Namun, di sisi lain tak dapat disangkal dan tak dapat dihindarkan adanya dampak atau akibat negatif yang ditimbulkan oleh perkembangan Ilmu Kimia.

⁴⁸Sebagai contoh, pedagang makanan dan minuman tidak lagi memperhitungkan akibat bahan sintesis yang digunakannya. Bagi pedagang itu yang penting adalah mendatangkan keuntungan secara ekonomi. Bahan kimia atau bahan sintesis berupa pengawet, pemanis, pembau, pewarna, penyedap, penyegar, penguat, dll. kini diperdagangkan dan dengan mudah dapat diperoleh di pasaran bebas. Padahal bahan-bahan tersebut dapat merugikan kesehatan bahkan mengancam kelangsungan hidup manusia yang mengonsumsinya.

Hal yang sama yang berakibat buruk bagi manusia juga terjadi di berbagai bidang seperti di bidang farmasi (kosmetik dan obat-obatan), pertanian (pupuk dan pembasmi hama), peternakan (makanan dan perangsang), dan seterusnya. Obat-obat berbagai merek diperdagangkan, dan agar ampuh

atau mujarab, dosis obat dibuat berlebihan. Manusia menjadi tidak kebal lagi terhadap penyakit tertentu, bahkan menjadi berketergantungan pada obat itu. Beberapa zat pembasmi hama tertentu dilarang keras diperdagangkan/diedarkan. Zat pembasmi hama tumbuhan dapat diserap tumbuhan dan berakumulasi dalam tumbuhan. Tumbuhan yang mengandung zat beracun ini berbahaya bila dikonsumsi.

Dan hal lain yang lebih mengerikan adalah akibat penyalahgunaan narkoba, yakni bahan kimia yang meliputi narkotika dan obat-obatan. Terutama narkotika (heroin, sabu-sabu, dan sejenisnya) dalam bidang medis/kedokteran memiliki peran khusus. Namun mengonsumsinya tanpa sepengetahuan dokter akan berakibat fatal dan membuat hidup seseorang berketergantungan pada narkotika. Orang itu menjadi individu bermotivasi rendah dan berperilaku menyimpang dengan tingkat kemampuan berpikir rendah.

Singkatnya, selain memberikan manfaat, Kimia dapat menimbulkan akibat atau dampak negatif terhadap kehidupan.

BAB VII

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Manusia

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era digital seperti sekarang ini bertumbuh semakin cepat dari hari ke hari, bulan ke bulan hingga ke tahun kedepannya. Secara tidak langsung penggunaan teknologi ini juga semakin meningkat dan membuat hidup menjadi lebih mudah. Terlebih lagi di masa pandemi COVID-19 dimana kita diharuskan untuk tetap di rumah. Salah satu contohnya adalah kita dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan pertemuan secara online menggunakan aplikasi *Zoom Meeting*, yang sangat mendukung dalam upaya pencegahan penyebaran COVID-19. Namun apakah Anda mengetahui apa teknologi itu sebenarnya dan apa saja peranan dan dampak yang dirasakan bagi manusia?

⁴⁹Teknologi adalah suatu sarana atau sistem yang berfungsi untuk memberikan kenyamanan serta kemudahan bagi manusia. Oleh karena itu teknologi menjadi sangat penting di era sekarang, apalagi dengan adanya teknologi digital yang berkembang pesat setiap harinya.⁵⁰Teknologi yang sering kita dengar dengan istilah IT yang merupakan singkatan atau akronim dari informasi dan teknologi telah dikenal jauh - jauh sebelum ilmu sains dan teknik. Karena sebuah teknologi informasi sering dikaitkan dengan suatu penemuan baru yang lebih mempermudah dari penemuan lama.

49 Ramadhani, Niko. 2020. *Ini Dampak Perkembangan Teknologi yang Dapat Dirasakan*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.akseleran.co.id/blog/perkembangan-teknologi/>

50 Kidi. XXXX. *Teknologi dan Aktivitas Dalam Kehidupan Manusia*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://bpsdmd.ntbprov.go.id/wp-content/uploads/2018/05/Teknologi-dan-aktivitas-dalam-kehidupan-manusia.pdf>

Contohnya walaupun penemuan yang sudah sangat lama misalnya seperti roda, maka masih juga disebut sebuah teknologi karena lebih memudahkan dari yang lama berupa alat yang dibuat dari kayu.

Setiap saat, mungkin kita tidak akan pernah lepas dari perannya sebuah teknologi informasi. Dari contoh kecilnya yaitu disaat kita memakai sebuah *handphone* dalam hal untuk menjelajah jaringan sosial, *handphone* tersebut merupakan salah satu dari jenis teknologi informasi yang lain selain dari TV, komputer, dan perangkat elektronik lainnya dalam rumah tangga. Namun seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi pun meliputi benda yang sebenarnya tidak dapat kita sentuh. Salah satu contoh utamanya adalah browser yang anda gunakan saat ini untuk membaca sebuah artikel. Yang anda sentuh sebenarnya bukan browser anda namun gadget anda, yang merupakan contoh perkembangan teknologi dalam arti tradisional.

⁵¹Kemajuan teknologi adalah sesuatu yang tidak bisa dihindari dalam kehidupan ini, karena kemajuan teknologi akan berjalan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Setiap inovasi diciptakan untuk memberikan manfaat positif bagi kehidupan manusia. Teknologi juga memberikan banyak kemudahan, serta sebagai cara baru dalam melakukan aktivitas manusia. Manusia juga sudah menikmati banyak manfaat yang dibawa oleh inovasi-inovasi teknologi yang telah dihasilkan dalam dekade terakhir ini.

Berdasarkan uraian tersebut maka kita dapat membuat kesimpulan bahwa perkembangan teknologi adalah suatu proses kegiatan dalam rangka mengembangkan teknologi atau ilmu tentang keterampilan. Hal ini bersesuaian dengan pengertian ⁵²teknik secara umum diartikan sebagai alat perlengkapan dan metode membuat sesuatu. Teknologi adalah suatu cara untuk teknik memproduksi atau memproses membuat sesuatu yang lebih mengembangkan keterampilan manusia. Oleh karena itu, teknologi adalah ilmu terapan, sebaliknya teknologi juga mendorong diciptakannya atau ditimbulkannya ilmu pengetahuan yang lebih maju lagi.

Dalam bab ini membahas peranan dan dampak perkembangan teknologi bagi manusia yang akan disampaikan kepada mahasiswa untuk mencapai tujuan-tujuan khusus pembelajaran agar mahasiswa mampu :

51 Ngafifi, M. 2014. Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 2(1), hlm: 34

52 Harmoni, A. XXXX. *Seri Diktat Kuliah: Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD)*. XXXX: Gunadarma, hlm: 89

1. Menjelaskan pengertian teknologi beserta contohnya
2. Menyebutkan fungsi dan manfaat teknologi bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari
3. Menjelaskan dampak positif dan negatif dari perkembangan teknologi
4. Menjelaskan dampak perkembangan sains dan teknologi terhadap kehidupan manusia

B. Teknologi

1. Pengertian Teknologi dan Contohnya

⁵³Manusia pada awalnya tidak mengenal konsep teknologi. Kehadiran manusia purba pada masa pra sejarah, hanya mengenal teknologi sebagai alat bantu dalam mencari makan, alat bantu dalam berburu, serta mengolah makanan. Alat bantu yang mereka gunakan sangatlah sederhana, terbuat dari bambu, kayu, batu, dan bahan sederhana lain yang mudah mereka jumpai di alam bebas. Misalnya untuk membuat perapian, ia memanfaatkan bebatuan yang dapat memunculkan percikan api. Pada awalnya teknologi berkembang secara lambat. Namun seiring dengan kemajuan tingkat kebudayaan dan peradaban manusia perkembangan teknologi berkembang dengan cepat. Semakin maju kebudayaannya, semakin berkembang teknologinya karena teknologi merupakan perkembangan dari kebudayaan yang maju dengan pesat (Adib, 2011)⁵⁴.

⁵⁵Mungkin sekarang kita sudah tidak asing lagi dengan teknologi. Karena, ia sudah menjadi kebutuhan bagi manusia. Dulu sebelum adanya teknologi, manusia mengerjakan sesuatu masih serba manual. Mulai dari mengirim surat, bekerja, dan lain sebagainya. Dulu manusia harus mengirim surat melalui kantor pos dan surat yang di kirim pun baru sampai berminggu-minggu bahkan berbulan-bulan kemudian. Tetapi semenjak teknologi telah diciptakan, semua pekerjaan manusia jadi lebih mudah. Sekarang untuk mengirim informasi hanya memerlukan

53 Ngafifi, M. 2014. Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 2(1), hlm: 35

54 Adib, M. 2011. *Filsafat ilmu: onto-logi, epistemologi, aksiologi, dan logika ilmu pengetahuan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

55 Putri, K. 2018. *Apa itu Teknologi? Sejarah dan Pengertian Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://teknologi.id/insight/apa-itu-teknologi-sejarah-dan-pengertian-teknologi/>

waktu beberapa menit bahkan beberapa detik saja. Tidak hanya itu, pekerjaan manusia pun sudah banyak dikerjakan oleh mesin dan manusia hanya bertugas untuk mengoperasikan mesin tersebut.

⁵⁶Pertama-tama perlu diketahui mengenai definisi teknologi, karena teknologi sering dikaitkan hanya dengan bermacam mesin-mesin canggih saja seperti komputer atau roket dan lain sebagainya. Padahal sebenarnya definisi teknologi adalah segala sesuatu yang mempermudah kehidupan manusia. Dalam perkembangannya teknologi pun semakin spesifik dikaitkan dengan berbagai bidang tertentu, yakni ada teknologi informasi, teknologi komunikasi dan lain sebagainya. Lalu apa definisi dari teknologi itu sendiri?

Definisi atau pengertian teknologi secara umum ialah ilmu yang berhubungan dengan alat atau mesin yang diciptakan untuk mempermudah manusia dalam menyelesaikan berbagai macam masalah atau pekerjaan yang terdapat di dunia. Penggunaan teknologi oleh umat manusia diawali dengan adanya perubahan sumber daya alam menjadi berbagai macam alat-alat sederhana. Istilah teknologi sendiri berasal dari perpaduan dua kata, yaitu *techne* dan *logos*. Kata *techne* dalam bahasa Yunani memiliki arti keterampilan sedangkan *logos* berarti ilmu. Secara singkatnya, pengertian teknologi berarti ilmu yang mempelajari tentang keterampilan dan kemudian berkembang menjadi penggunaan ilmu pengetahuan sesuai dengan kebutuhan manusia. Penggunaan istilah teknologi sendiri diadopsi dari bahasa Inggris "*Technology*" sejak abad ke-20 yang bersamaan dengan berakhirnya Revolusi Industri Kedua. Biasanya penggunaan teknologi oleh umat manusia diawali dengan adanya perubahan sumber daya alam menjadi berbagai macam alat-alat. Oleh karena itu, teknologi dapat pula dimaknai sebagai "pengetahuan mengenai bagaimana membuat sesuatu (*know-how of making things*) atau "bagaimana melakukan sesuatu" (*know-how of doing things*), dalam arti kemampuan untuk mengerjakan sesuatu dengan nilai yang tinggi, baik nilai manfaat maupun nilai jualnya (Martono, 2012)⁵⁷.

Menurut Poerbahwadja Harahap (Putri, 2018), pengertian

56 Anonim. 2020. *Sejarah Perkembangan Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.prestasiglobal.id/sejarah-perkembangan-teknologi/>

57 Martono, N. 2012. *Sosiologi perubahan sosial: perspektif klasik, modern, postmodern, dan postkolonial*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

teknologi mengacu pada sebuah ilmu pengetahuan yang menyelidiki tentang cara kerja di bidang teknik, mengacu pada sebuah ilmu pengetahuan yang digunakan dalam pabrik ataupun industri tertentu. Dimana definisi ini mengacu pada definisi praktis dari teknologi yang banyak ditemukan pada pabrik-pabrik dan industri tertentu. Menurut seorang ahli teknologi bernama Nasibit mengatakan bahwa teknologi adalah sebuah benda dan juga sekaligus obyek berikut bahan dan wujud yang berbeda dibandingkan dengan manusia biasa. Pendapat lain juga diungkapkan oleh Miarso yang menyatakan bahwa teknologi adalah suatu bentuk proses yang meningkatkan nilai tambah. Proses tersebut dapat menghasilkan suatu produk tertentu dimana produk yang bersangkutan tidak terpisah dari produk lain yang telah ada terlebih dulu. Teknologi menurutnya merupakan sebuah bagian integral yang terdapat dalam suatu sistem tertentu. Sedangkan itu dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), teknologi memiliki arti: (1) metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis; ilmu pengetahuan terapan; (2) keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia.

Lebih lanjut dari pendapat lain, Henslin (Ngafifi, 2014)⁵⁸ menjelaskan bahwa istilah teknologi dapat mencakup dua hal. Pertama, teknologi menunjuk pada peralatan, yaitu unsur yang digunakan untuk menyelesaikan tugas. Teknologi merujuk pada peralatan sedemikian sederhana-seperti sisir-sampai yang sangat rumit-seperti komputer. Kedua, keterampilan atau prosedur yang diperlukan untuk membuat dan menggunakan peralatan tersebut. Teknologi dalam kasus ini tidak hanya merujuk pada prosedur yang diperlukan untuk membuat sisir dan komputer, akan tetapi juga meliputi prosedur untuk memproduksi suatu tatanan rambut yang dapat diterima, atau untuk dapat memasuki jaringan internet. Berdasarkan uraian pendapat di atas kita dapat menyimpulkan dan menarik suatu benang merah bahwa teknologi merupakan hasil olah pikir manusia yang pada akhirnya digunakan manusia untuk mewujudkan berbagai tujuan hidupnya, teknologi menjadi sebuah instrumen untuk mencapai tujuan.

58 Ngafifi, M. 2014. Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 2(1), hlm: 36

⁵⁹Seiring perkembangannya teknologi mengalami perluasan makna menjadi sebuah benda yang tidak berwujud seperti *software*, metode pembelajaran, metode bisnis dan lainnya. ⁶⁰Teknologi yang berkembang dengan pesat, meliputi berbagai bidang kehidupan manusia. Masa sekarang nampaknya sulit memisahkan kehidupan manusia dengan teknologi, bahkan sudah merupakan kebutuhan manusia. Awal perkembangan teknologi yang sebelumnya merupakan bagian dari ilmu atau bergantung dari ilmu, sekarang ilmu dapat pula bergantung dari teknologi. Contoh teknologi nyata di era sekarang yaitu yang sangat banyak dimulai dari teknologi yang kita sering gunakan seperti komputer, laptop, handphone, mesin-mesin, mobil motor dan lainnya. Contoh lainnya dengan berkembang pesatnya teknologi komputer dan satelit ruang angkasa, maka diperoleh pengetahuan baru dari hasil kerja kedua produk teknologi tersebut.

2. Manfaat Teknologi

Munculnya teknologi tentu memberikan banyak sekali manfaatnya untuk keberlangsungan hidup salah satu contoh teknologi yang benar-benar bermanfaat saat ini adalah google. Manfaat teknologi secara umum memang untuk mempermudah penggunaanya dapat mengerjakan semua hal dengan lebih cepat dan singkat, semua itu juga membuat pekerjaan yang dihasilkan lebih baik. Sedangkan manfaat teknologi yang secara khusus adalah membantu kegiatan mendidik anak agar tidak lagi gagap teknologi dan dapat mempermudah untuk menyesuaikan lingkungan dengan sekitar. Selain itu, teknologi juga dapat digunakan sebagai sebuah sarana eksplorasi untuk menambahkan wawasan serta pengetahuan dalam penyelesaian pekerjaan (Ramadhani, 2020).

Sebagai contoh pada saat pandemi ini, teknologi sangat bermanfaat untuk membantu berlangsungnya hidup manusia. Seperti yang kita ketahui, bahwa sangat dianjurkan untuk tidak keluar rumah apabila bukan urusan mendesak demi mengurangi kemungkinan terpapar COVID-19. Aplikasi-aplikasi yang dapat melakukan panggilan video, pemesanan makanan dan kebutuhan barang-barang lain secara online, dan

59 Ramadhani, N. 2020. *Ini Dampak Perkembangan Teknologi yang Dapat Dirasakan*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.akseleran.co.id/blog/perkembangan-teknologi/>

60 Dwiningrum. 2012. *Ilmu sosial & budaya dasar*. Yogyakarta: UNY Press.

yang paling penting, internet, telah berkontribusi sangat besar untuk memastikan bahwa manusia tetap dapat menghubungi satu sama lain dan kebutuhan-kebutuhan dasarnya terpenuhi. Di samping itu, teknologi dapat digunakan untuk menambah skill yang dimiliki dan dalam beberapa kasus, meningkatkan produktivitas⁶¹.

Selain itu, ⁶²pada masa pandemi ini juga memaksa percepatan di sektor pendidikan. Pembelajaran sekolah jarak jauh ini memaksa anak-anak dengan dibantu dengan orang tua untuk akrab dengan internet. Oleh sebab itu, akses internet dan teknologi di Indonesia belum merata di semua wilayah. Beberapa anak di berbagai daerah di Indonesia tidak dapat mengakses internet dengan mudah. Mereka harus bersusah payah mencari tempat yang dapat menjangkau internet agar dapat melaksanakan sekolah daring. Permasalahan ini muncul dan membuat pemaksaan terhadap pemerintah untuk melakukan pemerataan akses internet ke seluruh wilayah. Apabila anak-anak yang sama sekali tidak bisa melakukan akses internet maka dengan terpaksa mengumpulkan tugas sekolah secara offline. Penyebaran virus Corona yang belum berhenti ini menjadikan acuan agar akses internet dan teknologi dapat lebih merata ke seluruh penjuru Indonesia.

Teknologi lain yang juga mulai berkembang pesat di masa pandemi ini adalah teknologi kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) dan robot yang telah berjalan selama lebih dari enam bulan ini. Dengan adanya peraturan pemerintah dalam menjaga jarak atau PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) untuk mencegah penyebaran COVID-19 maka banyak startup dan periset mencoba bermacam cara untuk berinovasi membuat robot agar bisa mengurangi kontak dengan sesama manusia. Teknologi yang memiliki kegunaan 'tanpa sentuh' kini sudah mulai banyak digunakan khususnya di tempat umum. Penggunaan robot di masa pandemi ini semakin masif untuk berbagai keperluan membantu manusia. Salah satu contohnya

61 Anonim. 2020. *Perkembangan Teknologi dan Dampaknya*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari <https://greatdayhr.com/id/blog/perkembangan-teknologi/>

62 Ayu, M.G. 2020. *Pentingnya Penggunaan dan Pemanfaatan Teknologi di Masa Pandemi*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.cloudcomputing.id/berita/pentingnya-penggunaan-pemanfaatan-teknologi-masa-pandemi>

adalah robot digunakan untuk menyemprotkan desinfektan di ruangan. Robot digunakan untuk untuk membantu memeriksa kondisi pasien. Teknologi *Artificial Intelligence* pun kian banyak digunakan di masa pandemi. Kecerdasan buatan dsainskai untuk membantu banyak hal seperti mendiagnosa penyakit dan membantu menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan pandemi.

Lebih lanjut dilansir dari *Republika.co.id*, *Asosiasi Internet of Things* Indonesia memperkirakan teknologi 5G akan segera hadir seusai pendemi berlalu. Meski belum jelas pandemi kapan berakhir dan persiapan infrastruktur 5G di Indonesia, teknologi ini menjanjikan banyak sekali yang bisa dimanfaatkan. Memiliki kecepatan hingga 100 kali lsainst dengan 4G, teknologi 5G dapat memungkinkan bekerja secara jarak jauh lebih efisien dan kompeten.

Seiring berjalannya waktu, manusia berhasil membuat berbagai macam teknologi. Masing-masing teknologi memiliki peranan dan manfaatnya sendiri. Adapun macam-macam teknologi yang sering digunakan manusia adalah sebagai berikut (Nugraha, 2020)⁶³:

a. Teknologi transportasi

Transportasi diawali dengan penemuan ban yang terjadi sekitar 3500 sebelum masehi. Pada masa itu, penemuan ini digunakan untuk mempermudah dalam memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Seiring berjalannya waktu, manusia juga semakin ingin bepergian dan akhirnya pada tahun 3500 sebelum masehi terciptalah kapal layar. Kemudian pada tahun 2000 sebelum Masehi, manusia berhasil memanfaatkan kuda untuk sarana transportasi yang dikenal kencana kuda. Hal inilah yang memberi inspirasi manusia untuk menciptakan sarana transportasi yang cepat dalam mencapai tujuan. Sehingga pada 17 Desember 1903 Wright bersaudara berhasil menerbangkan transportasi udara untuk pertama kalinya. Secara umum teknologi transportasi berhubungan dengan alat transportasi yang mempermudah melakukan perjalanan dari suatu lokasi yang dituju secara cepat.

63 Nugraha, J. 2020. 5 Macam Teknologi Beserta Manfaatnya yang Perlu Diketahui. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.merdeka.com/jateng/5-macam-teknologi-beserta-manfaatnya-yang-perlu-diketahui-kln.html?page=all>

Berbagai teknologi transportasi berhasil ditemukan, seperti pesawat, kapal, motor dan lain sebagainya.

b. Teknologi informasi

Teknologi informasi adalah seperangkat alat perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk menyimpan beragam informasi. Penemuan ini dapat membantu manusia dalam menerima atau memberi informasi dalam waktu yang cepat sehingga hal ini dapat memenuhi kebutuhan manusia dengan mudah. Secara umum, teknologi informasi diartikan sebagai suatu sistem yang berbasis komputer terutama pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Kedua perangkat ini diciptakan untuk mendukung dan meningkatkan kualitas informasi secara mudah dan cepat. Beberapa jenis teknologi yang berhasil diciptakan ialah internet, televisi, radio dan lain sebagainya.

c. Teknologi komunikasi

Teknologi komunikasi merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk berkomunikasi dan mengirimkan informasi ataupun data dengan cepat dari satu tempat menuju ke tempat lain, atau dari satu orang ke orang lain, sehingga hal ini dapat memenuhi berbagai kebutuhan sehari-hari. Komunikasi digunakan untuk beragam tujuan antara lain digunakan untuk menyampaikan ide atau pendapat, saling bertukar informasi, dan mengekspresikan emosi dan juga perasaan. Adapun contoh teknologi komunikasi di antaranya ialah telepon, email, fax, *smartphone* dan lain sebagainya.

d. Teknologi medis

Teknologi medis adalah jenis teknologi yang digunakan untuk keperluan serta meningkatkan kehidupan manusia. Teknologi medis dapat mengurangi rasa sakit dan cedera pasien. Di negara-negara maju sudah mendapatkan keuntungan dari penggunaan berbagai teknologi medis dalam sistem perawatan mereka. Umumnya teknologi medis menggunakan sarana komputer untuk membantu para medis dalam melakukan penelitian atau mendiagnosa pasien. Adanya teknologi medis juga menjadi salah satu alasan mengapa orang di negara maju lebih sehat dibandingkan orang-orang di negara berkembang. Yang mana teknologi medis dapat digunakan untuk mendiagnosa

infeksi, mengobati penyakit, dan juga untuk membuat penelitian tentang penyakit yang mempengaruhi manusia. Beberapa contoh teknologi medis yang sering digunakan ialah mikroskop, CT-Scan dan berbagai macam alat bedah lainnya.

e. Teknologi konstruksi

Teknologi konstruksi adalah studi mengenai metode canggih serta peralatan yang bisa digunakan untuk membangun sebuah struktur. Kontruksi dapat membangun dua jenis struktur. Pertama struktur bangunan dan juga struktur teknik berat. Kontruksi menggunakan berbagai tindakan teknologi agar dapat mendirikan struktur di tempat manapun. Teknologi ini diciptakan untuk membantu dan mendukung para insinyur dalam menciptakan berbagai inovasi bangunan rumah dan fasilitas umum lainnya. Di samping itu, teknologi konstruksi diciptakan juga untuk mempermudah para pekerja dalam membangun berbagai fasilitas. Penggunaan alat-alat teknologi konstruksi seperti traktor berat dalam mempersiapkan tanah, *software* desain computer untuk menciptakan desain struktur pada computer dalam format 3D, dengan menggunakan berbagai teknologi konstruksi untuk melampirkan struktur serta menginstal utilitas sudah membantu dalam memajukan kedua bangunan tempat tinggal maupun bangunan komersial masa kini.

f. Teknologi pendidikan

Teknologi pendidikan adalah metode bersistem untuk merencanakan, menggunakan, dan menilai seuruh kegiatan pengajaran dan pembelajaran dengan memperhatikan, baik sumber teknis maupun manusia dan interaksi antara keduanya, sehingga mendapatkan bentuk pendidikan yang lebih efektif (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Beberapa contoh implementasi teknologi di dalam pendidikan yaitu media pembelajaran (radio, televisi, dan video), alat administratif (misalnya komputer), dan sumber belajar (*e-book* dan internet).

C. Perkembangan Teknologi Bagi Manusia

1. Sejarah Perkembangan Teknologi

⁶⁴Berbagai macam inovasi senantiasa terus berkembang selama abad pertengahan berlangsung. Teknologi di abad pertengahan banyak menggunakan mesin sederhana seperti halnya tuas, baut, dan katrol yang digabung untuk membentuk peralatan lain yang lebih kompleks. Pada zaman Renaisans, ditemukan mesin cetak yang memungkinkan adanya dokumenstasi pengetahuan yang lebih luas dan teknologi juga semakin menunjukkan keterkaitannya dengan sains. Sedangkan kemajuan teknologi di abad ini dikatakan lebih stabil sehingga dapat membuat cadangan makanan dan barang menjadi lebih stabil pula. Seiring berjalannya waktu, hal itu membuktikan bahwa teknologi terus mengalami perubahan. Perubahan ini tentunya didasari dengan kebutuhan manusia yang terus berubah sehingga perlu kita bahas bagaimana sejarah perkembangan teknologi pada zaman dulu hingga sekarang? Dan seperti apa perkembangan teknologi di Indonesia?

a. Teknologi Zaman Pra Sejarah^{65 ; 66}

Pra-sejarah adalah masa dimana manusia hidup sebelum mengenal tulisan. Perkembangan teknologi dimulai sejak zaman pra sejarah, bukan saat mulai ditemukannya api, tetapi pada saat manusia mulai menemukan cara agar batu bisa dipergunakan untuk mempermudah keseharian hidup manusia di zaman pra sejarah sejak 3 jutaan tahun lalu. Berbagai alat batu tersebut merupakan temuan teknologi pertama oleh manusia. Disusul kemudian dengan zaman perunggu dan besi yang mulai dimanfaatkan untuk menjadi berbagai perkakas untuk mempermudah hidup manusia.

1) Teknologi Zaman Kuno

Pada zaman kuno, teknologi pun berkembang pesat, antara lain dengan ditemukannya piramida yang di zaman Mesir kuno yang menunjukkan sudah canggihnya teknologi zaman itu, dan juga berbagai bangunan lainnya serta dengan mulai ditemukannya tulisan. Penemuan

64 Putri, K. 2018. *Apa itu Teknologi? Sejarah dan Pengertian Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://teknologi.id/insight/apa-itu-teknologi-sejarah-dan-pengertian-teknologi/>

65 Anonim. 2019. *Sejarah Perkembangan Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://sis.binus.ac.id/2019/06/05/sejarah-perkembangan-teknologi/>

66 Anonim. 2020. *Sejarah Perkembangan Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.prestasiglobal.id/sejarah-perkembangan-teknologi/>

angka juga mulai membantu perkembangan teknologi hingga ke depannya. Pemanfaatan teknologi pun makin berkembang dengan ditemukannya alat transportasi masal seperti gerobak, kereta kuda hingga kapal, dan lain sebagainya tak hanya sebatas pada berbagai alat keperluan rumah tangga juga lampu penerang serta aneka pisau untuk berbagai keperluan. Teknologi pun mulai memasuki tahap spesifikasi sejak awal. Ada teknologi untuk perang juga yang mulai ditemukan oleh bangsa Romawi, selain di bidang pertanian dan ekonomi dengan ditemukannya uang kertas di berbagai belahan dunia dan lain sebagainya. Teknologi di bidang astronomi juga berkembang pesat di zaman ini.

2) **Teknologi Zaman Pertengahan**

Menurut beberapa sumber, zaman pertengahan adalah sekitar abad ke-5 masehi sampai abad ke-15 masehi. Rumus-rumus matematika mulai ditemukan dan disebarluaskan. Peradaban Islam terkenal dengan kontribusinya pada bidang astronomi, dan matematika juga medis. Di bidang astronomi, para ilmuwan di masa peradaban Islam mulai membuat kalender juga tabel akurat guna memprediksi fenomena astronomi seperti akan adanya gerhana juga tentang pergerakan planet dan lain sebagainya. Lalu ada Al Khwarizmi yang dikenal karena mengembangkan ilmu aljabar yang menjadi basis atau dasar temuan-temuan teknologi berikutnya di masa-masa selanjutnya. Juga ada Ibnu Sina yang buku-buku karyanya hingga kini menjadi acuan standar studi di bidang medis pada berbagai universitas sejak abad pertengahan. Teknologi di bidang kesenian juga berkembang pesat di zaman ini. Jika dilihat dari sisi geografisnya, benua Eropalah rajanya pada masa ini. Perkembangan teknologi hampir semua dipelopori orang-orang Eropa. Ilmu pengetahuan mulai berkembang pesat, dengan ditemukannya rumus-rumus matematika dan teori-teori fisika. Pada zaman ini juga penjelajahan dunia mulai umum dilakukan lewat lautan sehingga sudah bisa ditemukan kompas pada zaman ini.

3) **Teknologi Zaman Revolusi Industri**

Di masa ini teknologi makin berkembang dengan ditemukannya berbagai alat berat untuk membantu mempermudah kehidupan manusia dan juga dengan

ditemukannya berbagai mesin yang mampu memproduksi aneka barang secara masal dalam jumlah yang besar dan digunakan dalam berbagai jenis pabrik. Perkembangan teknologi pada masa ini juga merubah perilaku sosial orang-orang yang ada, yang tentu saja tidak bisa lepas dari teknologi. Sebenarnya tidak ada periode waktu tertentu untuk era revolusi industri. Revolusi industri ini dimulai pada sekitar abad ke 17-18 ditandai dengan maraknya penggunaan mesin uap. Sebagai contoh revolusi industri di Inggris pada abad ke-18 merupakan babak awal adanya penemuan teknologi-teknologi baru dalam bidang pertanian, manufaktur, pertambangan, dan lain sebagainya. Kemajuan sains dan penemuan berbagai konsep telah memungkinkan adanya perkembangan teknologi ke arah yang lebih maju dan setingkat lebih tinggi dari zaman sebelumnya. Pada akhir abad 19 dan awal abad 20-an, teknologi di bidang transportasi mulai berkembang pesat seperti, kereta api dan pesawat terbang.

4) **Teknologi Zaman Abad ke 20 Hingga Sekarang**

Di zaman modern ini teknologi pun berkembang makin pesat, dengan ditemukannya komputer dan penemuan-penemuan baru yang makin mempermudah hidup manusia. Misalnya komputer dan laptop semakin mengecil ukurannya berkat adanya transistor dan sirkuit yang terintegrasi. Temuan internet juga membuat perkembangan teknologi makin maju lebih cepat lagi. Dalam bidang fisika, ditemukan adanya fisi nuklir yang memicu adanya penemuan di bidang senjata dan tenaga nuklir. Di bidang ekonomi perkembangan mata uang juga bertambah dengan adanya mata uang digital seperti bitcoin, serta makin tersebarnya ATM guna memudahkan keseharian hidup manusia dan lain sebagainya. Berbagai alat dan mesin canggih mulai dipergunakan. Namun, pada zaman sekarang teknologi bukan lagi membantu manusia untuk mencukupi kebutuhannya. Teknologi mulai diciptakan untuk memanjakan manusia, untuk dijadikan simbol sosial. Contohnya mobil. Awal penciptaan mobil adalah untuk mempercepat manusia menempuh perjalanan jauh. Logikanya, hal yang dibutuhkan untuk membuat sebuah mobil sesuai tujuan utamanya adalah ban, bahan bakar, dan mesin. Tapi sekarang kita bisa lihat,

mobil bukan hanya sebagai alat transportasi. Dengan segala fitur canggih di dalamnya, mobil seakan menjadi indikator status sosial seseorang. Salah satu lagi contoh teknologi yang sebenarnya tidak terlalu dibutuhkan manusia, tapi hanya untuk memanjakan manusia adalah sistem belanja online. Manusia tetap bisa belanja tanpa koneksi internet, tapi dengan adanya sistem belanja online, manusia seakan dimanjakan.

⁶⁷Begitulah beberapa tahapan perkembangan teknologi. Jika kita lihat polanya, semakin lama teknologi bukan hanya membantu kehidupan manusia. Tapi perlahan mulai menggeser dan menggantikan kehidupan manusia, seperti penggantian tenaga kerja dengan mesin. Selama peradaban manusia masih ada, teknologi akan terus berkembang. Untuk itu agar tidak kalah dengan teknologi, kita sebagai manusia yang hidup di era teknologi maju harus bisa mengendalikan teknologi yang ada.

Selain itu, perkembangan teknologi informasi juga sangat pesat di abad ke-21. Yaitu, dengan ditemukannya internet yang mereformasi total tentang media informasi. Di samping itu, teknik manufaktur maupun konstruksi yang kompleks diperlukan untuk membuat dan menjaga seluruh teknologi terbaru ini. Mereka juga tidak lupa bahwa terdapat kewajiban untuk mendukung dan mengembangkan generasi terbaru sehingga muncul berbagai macam peralatan di bidang teknologi yang lebih kompleks. Teknologi modern juga sangatlah bergantung pada pelatihan dan pendidikan, serta seringkali membutuhkan pengetahuan dan pelatihan tertentu dari *user* atau juga pemakainya.

2. Perkembangan Teknologi di Indonesia

Sejarah perkembangan di Indonesia juga telah ada sejak zaman pra sejarah dengan ditemukannya berbagai alat bantu hidup manusia dari batu seperti di zaman kampak batu dan lain sebagainya, dan terus berkembang hingga pada puncaknya dengan ditemukannya bangunan megah berukuran besar berupa candi Borobudur yang termasuk sebagai salah satu keajaiban dunia. Pemakaian uang koin juga sudah ditemukan sejak zaman Majapahit maupun sebelumnya, selain berbagai teknologi di bidang pertanian, seperti cangkul, serta alat bajak

67 Anonim. 2019. *Sejarah Perkembangan Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://sis.binus.ac.id/2019/06/05/sejarah-perkembangan-teknologi/>

sawah, dan lain sebagainya⁶⁸.

Sebagai contoh perkembangan teknologi di Indonesia yaitu televisi, pertama kali diresmikan pada 1962 melalui saluran Televisi Republik Indonesia (TVRI). Satelit Indonesia pertama kali diluncurkan pada 1975 dengan nama PALAPA A1, lalu disusul dengan satelit lain seperti PALAPA A2, PALAPA B1, PALAPA B2, dan sebagainya. Perkembangan internet di Indonesia juga mulai diperkenalkan pada 1970-an, dimulai dari perguruan tinggi, lalu pada 1993 barulah Indonesia resmi terhubung dengan jaringan internet secara universal menggunakan protokol TCP/IP serta menggunakan domain "id" untuk simbol negara⁶⁹. Namun sayangnya di saat-saat ini Indonesia mengalami kelambatan dalam teknologi dan baru mau menuju ke era mobil listrik yang lebih ramah lingkungan, guna mengejar ketertinggalan di berbagai bidang teknologi. Perkembangan teknologi lain yang cukup menggembirakan adalah ketika Indonesia berhasil membuat kapal laut yang cukup tangguh untuk mengarungi lautan Indonesia yang luas sejak zaman kerajaan, lalu juga dengan berhasilnya di masa Indonesia merdeka untuk membuat kapal terbang.

⁷⁰Pada era revolusi industri 4.0 saat ini, penguasaan teknologi menjadi *prestise* dan indikator kemajuan suatu negara. Negara dikatakan maju jika memiliki tingkat penguasaan teknologi tinggi (*high technology*), sedangkan negara-negara yang tidak bisa beradaptasi dengan kemajuan teknologi sering disebut sebagai negara gagal (*failed country*). Berikut ini 15 negara di dunia dengan penguasaan teknologi paling maju.

Tabel 5.1. Negara dengan Teknologi Paling Maju di Dunia

No	Nama Negara
1	Amerika Serikat
2	Jepang
3	Korea Selatan

68 Anonim. 2020. *Sejarah Perkembangan Teknologi*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.prestasiglobal.id/sejarah-perkembangan-teknologi/>

69 Lubis, I. & Safii, M. 2018. *Smart Economy Kota Tangerang Selatan*. Tangerang Selatan : PT Karya Abadi Mitra Indo.

70 Ngafifi, M. 2014. Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 2(1), hlm: 34

4	Jerman
5	Cina
6	India
7	Inggris
8	Kanada
9	Swedia
10	Australia
11	Finlandia
12	Rusia
13	Israel
14	Perancis
15	Malaysia

Sumber : IDN Times⁷¹

Berdasarkan tabel tersebut, nampaknya Indonesia masih belum masuk dalam lima belas besar negara dengan perkembangan teknologi paling tinggi ini. Dibandingkan dengan Malaysia sebagai negara tetangga Indonesia, Malaysia sudah mendapat perhatian masyarakat internasional terutama dengan kehadiran *Vitrox Corp*, produsen semi konduktor dan *microchip* yang digunakan pada beberapa teknologi *high-end* yang berhasil menaikkan sahamnya sebesar 24% pada tahun 2017. Perbedaan utama antara negara maju dan negara berkembang adalah kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemajuan yang pesat di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi di negara-negara maju karna didukung oleh sistem informasi yang mapan. Sebaliknya, sistem informasi yang lemah di negara-negara berkembang mengakibatkan keterbelakangan dalam penguasaan, ilmu pengetahuan, dan teknologi. Jadi jelaslah bahwa maju atau tidaknya suatu negara sangat di tentukan oleh penguasaan terhadap informasi, karena informasi merupakan modal utama dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menjadi senjata pokok untuk membangun negara. Sehingga apabila satu negara ingin maju dan tetap eksis dalam persaingan global, maka negara

71 Wei, Li. 2017. *Wow, Inilah 15 Negara dengan Teknologi Paling Maju di Dunia*. Diakses pada tanggal 13 Januari 2021 dari <https://www.idntimes.com/tech/trend/hendria-1/wow-inilah-15-negara-dengan-teknologi-paling-maju-di-dunia-c1c2/15>

tersebut harus menguasai informasi.

Di era globalisasi dan informasi ini penguasaan terhadap informasi tidak cukup hanya sekedar menguasai, diperlukan kecepatan dan ketepatan. Sebab hampir tidak ada guna menguasai informasi yang telah usang, padahal perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat mengakibatkan usia informasi menjadi sangat pendek, dengan kata lain, informasi lama akan diabaikan dengan adanya informasi yang lebih baru. Masukan dan kontribusi langsung dari para pemegang peran yang lain; siswa, orang tua dan anggota masyarakat juga memberikan informasi yang sangat membantu dan meningkatkan dukungan masyarakat bagi pengembangan sekolah. Jika obyektifitas utamanya adalah memaksimalkan pendidikan sumber daya manusia maka hal itu telah meningkatkan hubungan komunikasi kita dengan seluruh sektor lingkungan pendidikan dan para pemegang peran. Lagipula kunci utama untuk meningkatkan komunikasi harus terfokus pada saling berbagi komunikasi terbuka dan meningkatkan kesempatan untuk mendapatkan dukungan dari segala bidang.

Kehidupan kita sekarang perlahan lahan mulai berubah dari dulunya era industri berubah menjadi era informasi di balik pengaruh majunya era globalisasi dan informatika menjadikan computer, internet dan pesatnya perkembangan teknologi informasi sebagai bagian utama yang harus ada atau tidak boleh kekurangan dikehidupan kita. Aktifitas network globalisasi ekonomi yang disebabkan oleh kemajuan dari teknologi informasi bukan hanya mengubah pola produktivitas ekonomi tetapi juga meningkatkan tingkat produktivitas dan pada saat bersamaan juga menyebabkan perubahan structural dalam kehidupan politik, kebudayaan, kehidupan sosial masyarakat dan juga konsep waktu dalam dalam berbagai lapisan masyarakat.

Dengan melihat daftar nama negara-negara yang berjaya ini menjadi adikuasa (*powerful*), kaya raya (*prosperous*), dan berprestise (*prestigious*) karena bermodalkan teknologi. Oleh karena itu, memasuki era revolusi industri 4.0 ini, tidak mengherankan berkembang keinginan untuk memanfaatkan, mengembangkan, dan menguasai teknologi. Terobosan teknologi di bidang mikro-elektronika, bio-teknologi, telekomunikasi, komputer, internet, dan robotik telah

mengubah secara mendasar cara-cara kita mengembangkan dan mentransformasikan teknologi ke dalam sektor produksi yang menghasilkan barang dan jasa dengan teknologi tinggi (Buhal, 2000)⁷².

Dalam globalisasi ekonomi, perekonomian dunia tidak akan lagi mengenal batas-batas negara dan bahkan peranan negara diramalkan akan semakin berkurang. Arus globalisasi ekonomi dipercepat oleh kemajuan teknologi yang makin pesat khususnya di bidang transportasi, telekomunikasi dan informasi yang memungkinkan arus orang, barang, jasa, dan informasi bergerak dengan lebih cepat, dalam jumlah yang semakin besar, dengan kualitas yang semakin baik, dan dengan biaya yang semakin murah. Persaingan antar bangsa dalam memproduksi barang dan jasa akan semakin kuat dan ketat. Kemajuan teknologi itu pulalah yang akan makin mempercepat proses globalisasi di berbagai bidang kehidupan manusia. Dengan demikian, maka penguasaan iptek dari suatu bangsa yang akan menentukan keberhasilan bangsa itu menghadapi globalisasi dalam bidang ekonomi dan bidang kehidupan lainnya.

3. Peranan dan Dampak Perkembangan Teknologi

Teknologi yang digunakan manusia mengalami perkembangan dari masa ke masa. Hal ini dikarenakan sifat alami manusia yang tidak pernah puas. Manusia selalu mencari cara agar bisa hidup dengan lebih baik. Salah satu cara untuk memajukan kehidupan manusia adalah dengan memunculkan penemuan-penemuan yang bermanfaat bagi peradaban manusia. Teknologi bisa memajukan peradaban manusia baik dari cara hidup maupun cara berpikir. Teknologi membantu manusia untuk mengasah kemampuannya agar bisa melakukan kegiatan berpikir yang lebih abstrak dan kompleks.

Salah satu contoh mudah yang dapat kita temui sekarang ini adalah berkembangnya teknologi komunikasi yang dapat membantu manusia terhindar dari hambatan atau mengurangi hambatan tersebut dan juga membangkitkan budaya-budaya tertentu yaitu internet. Adanya teknologi ini telah berhasil memudahkan manusia untuk mengetahui beragam informasi dan menghubungkan dengan manusia lainnya di berbagai belahan dunia. Bahkan adanya teknologi informasi ini juga telah membuka kesempatan setiap orang untuk membuka usaha

72 Buhal, 2000. *Visi IPTEK Memasuki Milenium III*. Jakarta: UI Press

dan mendapatkan keuntungan. Berbagai penemuan teknologi ini apabila dimanfaatkan dengan positif, maka dapat memberi dampak yang baik untuk kehidupan manusia. Semakin hari juga semakin banyak jenis teknologi yang berhasil ditemukan oleh manusia. Namun, perkembangan teknologi layaknya pedang bermata dua. Artinya, walaupun terdapat banyak dampak positif di satu sisi, ada juga beberapa dampak negatif di sisi lainnya.

Dari pesatnya perkembangan teknologi informasi ini membawa banyak pengaruh positif, yang dimaksud dari pengaruh positif ini halnya seperti^{73; 74}:

- a. Mempermudah dan mempersingkat proses pertukaran informasi
- b. Memudahkan pekerjaan sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan
- c. Sistem pembelajaran dapat dilakukan secara online tanpa harus melakukan tatap muka
- d. Dapat berkomunikasi dengan orang lain walaupun tidak berada di lokasi yang sama

Banyaknya pengaruh positif yang dihasilkan dari tumbuhnya teknologi juga sebanding dengan hal yang negatif ditimbulkan, seperti hal-hal di bawah ini.

- a. Masuknya budaya luar yang tidak mudah untuk diterima oleh anak di Indonesia
- b. Penggunaan gadget yang berlebihan dan akhirnya dapat merusak perkembangan otak pada anak
- c. Berkurangnya sosialisasi antar manusia karena terlalu fokus kepada dirinya yang berinteraksi dengan teknologi.
- d. Meningkatnya jumlah pengangguran karena semakin banyak perusahaan yang menggunakan teknologi dibandingkan manusia.

Dari beberapa hal yang sudah dibahas di atas disimpulkan bahwa teknologi yang terus berkembang dapat membuat hidup kita lebih mudah dan nyaman. ⁷⁵Kemajuan teknologi

73 Ramadhani, N. 2020. *Ini Dampak Perkembangan Teknologi yang Dapat Dirasakan*. Diakses tanggal 11 Januari 2021 dari <https://www.akseleran.co.id/blog/perkembangan-teknologi/>

74 Anonim. 2020. *Perkembangan Teknologi dan Dampaknya*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari <https://greatdayhr.com/id/blog/perkembangan-teknologi/>

75 Ngafifi, M. 2014. *Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam*

ibarat dua sisi mata uang, di mana di satu sisi kemajuan teknologi memberikan banyak manfaat positif bagi manusia untuk mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun demikian disisi yang lain kemajuan teknologi menimbulkan efek negatif yang kompleks melebihi manfaat dari teknologi itu sendiri. Meski begitu, jika tidak digunakan secara bijak, terdapat beberapa dampak negatif yang justru memperburuk kualitas hidup kita. Untuk dapat menekan hal negatif yang dapat mempengaruhi diri kita sendiri adalah kita harus mengelola kemajuan teknologi informasi ini dengan baik.

Upaya-upaya yang dapat kita lakukan sebagai solusi untuk menanggulangi dampak negatif dari kemajuan teknologi adalah dengan menanamkan kesadaran kepada setiap individu tentang pentingnya memahami dampak negatif kemajuan teknologi. Menurut Ngafifi (2014), dengan menggunakan analisa SWOT yang terdiri dari *strength* (kekuatan), *weakness* (kelemahan), *opportunities* (peluang), dan *threats* (ancaman) secara sederhana kita dapat menjadikan tantangan dan dampak negatif dari teknologi menjadi peluang untuk memajukan suatu masyarakat dan negara. Untuk itulah diperlukan peran serta aktif dari keluarga, sekolah, masyarakat, dan negara dalam mencegah, mengurangi, dan menanggulangi dampak negatif dari kemajuan teknologi.

Sebagai manusia modern sangat tidak bijaksana serta tidak mungkin jika kita mengatakan *say no to technology*, namun yang harus kita lakukan yaitu mempertimbangkan kebutuhan kita terhadap teknologi, mempertimbangkan baik-buruknya teknologi tersebut dan tetap menggunakan etika, serta tidak terlalu berlebihan agar kita tidak kecanduan dan menjadi budak teknologi. Kita harus menyadari bahwa teknologi bukan merupakan aspek kehidupan umat manusia yang tertinggi. Tidak juga merupakan puncak kebudayaan dan peradaban umat manusia di dalam evolusinya mencapai kesempurnaan hidup (*perfection of existence*). Namun teknologi merupakan suatu alat yang digunakan manusia untuk mempermudah dalam melakukan sesuatu dalam aktivitas kehidupannya.

D. Perkembangan Sains dan Teknologi Terhadap Kehidupan Manusia

1. Manusia, Sains, dan Teknologi

Dalam kehidupan manusia selalu terdapat sains dan teknologi yang digunakan sebagai acuan untuk menginterpretasikan dan memahami lingkungan beserta isinya, serta digunakan sebagai alat untuk mengeksploitasi, mengolah, dan memanfaatkannya untuk pemenuhan kebutuhan manusia. Manusia merupakan makhluk ciptaan Allah SWT yang paling sempurna dibandingkan makhluk ciptaan Allah yang lain. Dikatakan paling sempurna karena manusia dibekali akal sekaligus nafsu. Meskipun manusia mempunyai nafsu tetapi yang paling berperan adalah akal. Akal ini bertujuan untuk membedakan mana yang baik dan mana yang buruk, akal juga sebagai alat untuk berfikir, berhitung, dan berkreasi sehingga kerja sama antara keduanya sangat diperlukan dalam kehidupan manusia.

Sains merupakan bagian dari himpunan informasi yang termasuk dalam pengetahuan alamiah, dan berisikan informasi yang memberikan gambaran tentang struktur dari suatu sistem serta penjelasan tentang pola laku sistem tersebut. Sistem yang dimaksud dapat berupa sistem alami maupun sistem yang merupakan rekaan pemikiran manusia mengenai pola laku hubungan dalam tatanan kehidupan bermasyarakat. Kita dapat mempelajari sains dari alam semesta yang dimulai dengan bertanya kepada alam atau mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang alam. Dari pertanyaan itulah kemudian muncul sebuah hipotesis yang akan diajukan secara empiris sehingga dari pengujian empiris tersebut diperoleh informasi yang valid dan dapat dipercaya.

Sains dan teknologi dapat berkembang melalui kreativitas penemuan (*discovery*), penciptaan (*invention*), melalui berbagai bentuk inovasi dan rekayasa. Kegunaan nyata dari sains dan teknologi bagi manusia sangat tergantung dari nilai, moral, norma dan hukum yang mendasarinya. Sains dan teknologi tanpa nilai sangat berbahaya dan manusia tanpa sains dan teknologi mencerminkan keterbelakangan. Sains dan teknologi adalah karya yang dilahirkan manusia maka tanpa adanya manusia kedua karya tersebut juga tidak akan ada. Dalam konteks di atas, hubungan antara sains, teknologi, dan manusia

menjadi penting, sebab seperti yang kita ketahui, teknologi (produk sains) lahir karena adanya kebutuhan manusia untuk mempermudah segala aktivitas dan kegiatannya⁷⁶.

⁷⁷Sains dan teknologi telah menuntun manusia menuju peradabanyang lebih maju dan merupakan bagian tak terpisahkan dari kebudayaan masyarakatnya. Pada era globalisasi sekarang ini, penguasaan sains dan teknologi merupakan indikator signifikan dalam percepatan pertumbuhan/pembangunan suatu bangsa. Upaya mengejar ketertinggalan sains dan teknologi bangsa-bangsa yang sedang membangun terhadap bangsa-bangsa yang sudah maju bukanlah suatu hal yang mudah karena kondisinya sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai kebudayaan masyarakat setempat.

Dalam peradaban manusia, perkembangan sains dan teknologi sangatlah sentral. Hal itu menyebabkan banyak negara berlomba-lomba untuk mengembangkan sains dan teknologi. Mereka percaya bahwa dengan majunya sains dan teknologi maka berimbas pada kemajuan bangsa tersebut. Namun dalam penerapannya, sains dan teknologi selalu mempunyai dampak positif dan negatif, seperti pada bahasan sebelumnya. Sains dan hasilnya dapat dirasakan dalam semua aspek kehidupan manusia. Untuk itu sains harus menjadi bagian internal dari sistem pendidikan nasional supaya para siswa menjadi warga negara dan masyarakat yang sadar akan pentingnya sains di era masa kini. Namun pada kenyataannya sains tidak selamanya berjalan dengan baik dalam memberikan manfaat kepada umat manusia, karena sains dapat berakibat buruk jika dipersalahkan. Dengan melihat pada uraian tersebut maka kita dapat mengambil kesimpulan bahwa kemajuan sains dan teknologi sangat menentukan kemajuan bangsa bahkan dijadikan tolak ukur kemajuan bangsa sehingga kemajuan sains dan teknologi berbanding lurus dengan kemajuan bangsa. Dan hal lebih penting yang bisa bangsa dapatkan dengan mengembangkan sains dan teknologi, yakni meningkatnya

76 Ariyanto, D.A.S. 2018. *Sains dan Teknologi dalam Perkembangan Peradaban Manusia*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:f6c9MFb6PpgJ:e proceedings.umpwr.ac.id/index.php/semnaspto/article/download/238/214+&cd=54&hl=id&ct=clnk&gl=id>

77 Dharma, A. XXXX. *Peran Sains dan Teknologi Dalam Percepatan Pembangunan*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari http://agus_dh.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/3699/Peran+Sains+%26+Teknologi+dlm+Percepatan+Pembangunan.pdf

kesejahteraan bangsa.

Lebih lanjut, teknologi merupakan bagian dari himpunan informasi yang termasuk dalam pengetahuan ilmiah yang berisikan informasi preskriptif mengenai penciptaan sistem-sistem ciptaan tersebut. Penggunaan teknologi bertujuan untuk memudahkan segala aktifitas yang berkaitan dengan efisien waktu dan tenaga. Penciptaan teknologi ini didorong oleh ciri otomatisme dari fenomena teknik kehidupan masa kini yang menginginkan segala sesuatu menjadi lebih cepat dan mudah, sama dengan sains, penggunaan teknologi dan hasilnya juga memberikan kontribusi yang besar dari kesejahteraan hidup manusia disegala aspek kehidupan. Namun sayangnya sekarang ini tidak semua teknologi dapat membantu pekerjaan manusia, justru adapula teknologi yang malah membantu menjadi boomerang akibat salah dalam memanfaatkannya. Oleh karena itu dalam memanfaatkan teknologi haruslah didasari dengan moral dan etika yang baik serta tanggungjawab sosial yang beradab.

2. Karakteristik Sains, Teknologi dan Masyarakat

Istilah Sains Teknologi dan Masyarakat atau disingkat dengan STM berasal dari bahasa Inggris *Science Technology Society* yang dikemukakan oleh Jhon Ziman dalam bukunya *Teaching and Learning about Science and Society*. Pembelajaran *Science Technology Society* berarti menggunakan teknologi sebagai penghubung antara sains dan masyarakat (Poedjiadi, 2005)⁷⁸. Sains dan teknologi dalam kehidupan masyarakat khususnya dunia pendidikan mempunyai hubungan yang erat. Hal ini dapat dsainshami karena ilmu pengetahuan pada dasarnya menjelaskan tentang konsep sedangkan teknologi merupakan suatu seni/keterampilan sebagai perwujudan dari konsep yang telah dipelajari dan dsainshami. Dengan kata lain untuk memahami sains dan teknologi berarti harus memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah dengan menggunakan konsep-konsep ilmu, mengenal teknologi yang ada di masyarakat serta dampaknya, mampu menggunakan dan memelihara hasil teknologi, kreatif membuat hasil teknologi sederhana, dan mampu mengambil keputusan berdasarkan nilai-nilai yang berlaku dalam masyarakatnya.

78 Poedjiadi, A. (2005). *Sains Teknologi Masyarakat. Model Pembelajaran Kontekstual Bermuatan Nilai*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Menurut Fajar (2003)⁷⁹, karakteristik atau ciri-ciri sains, teknologi, dan masyarakat sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi masalah-masalah yang memiliki kepentingan dan dampak.
- b. Menggunakan sumber daya setempat (manusia, benda, lingkungan) untuk mencari informasi yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah.
- c. Mengikutsertakan seseorang yang aktif dalam mencari informasi yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari.
- d. Suatu pandangan bahwa isi dari sains bukan hanya konsep-konsep saja yang harus dikuasai dalam tes.
- e. Menekankan pada keterampilan proses dimana seseorang dapat menggunakannya dalam memecahkan masalah. Penekanan yang dimaksud adalah pada kesadaran karir yang berkaitan dengan sains dan teknologi.
- f. Kesempatan untuk berperan sebagai warga negara dimana ia mencoba untuk memecahkan isu-isu yang telah diidentifikasi.

Oleh karena itu, kemajuan dalam penguasaan sains meningkatkan kemajuan teknologi. Sebaliknya taraf penguasaan teknologi yang maju akan meningkatkan penguasaan sains lebih lanjut. Sains dan teknologi saling membutuhkan karena sains tanpa teknologi bagaikan pohon tak berbuah, sedang teknologi tanpa sains bagaikan pohon tak berakar (*science without technology has no fruit, technology without science has no root*) (Zen, 1981)⁸⁰. Dewasa ini kedua kata itu sudah diucapkan dalam “satu-nafas”, yaitu Iptek atau *science and technology*.

Menurut Zen (1981), ada dua pilar yang menopang sains yaitu observasi dan konseptualisasi. Sains berhubungan dengan fakta dan bukan dengan pertimbangan nilai-nilai. *Value judgements* tidak terletak dalam wewenang sains. Sifat dari sains adalah bebas nilai, obyektif, dan netral. Lain halnya dengan teknologi, sekalipun pada dasarnya netral, dalam situasi tertentu dapat tidak netral lagi karena mengandung potensi merusak dan potensi kekuasaan. Hal ini sangat wajar karena

79 Fajar, A. (2003). *Aplikasi S-T-M Pada Mata Pelajaran SAINS*. Tesis PPs-UPI. Tidak diterbitkan.

80 Zen, M. T. (ed.). *Sains, Teknologi, dan Hari Depan Manusia*. Jakarta: PT Gramedia. 1981.

teknologi paling banyak diterapkan pada sistem produksi yang dipengaruhi oleh sistem ekonomi, politik, dan sosial-budaya. Di sinilah pentingnya penerapan nilai-nilai moral pada sains dan teknologi, yang merupakan wewenang dari teologi, filsafat, dan agama. Hubungan antara sains dan teknologi dengan agama ialah bahwa sains dan teknologi membutuhkan *moral-guidance* (bimbingan moral). *Science without religion is blind, and religion without science is lame.*

3. Peranan Sains dan Teknologi Dalam Memenuhi Kehidupan Manusia

Sains dan teknologi tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena keduanya mempunyai hubungan yang erat satu sama lain dimana sains sebagai sebuah ilmu yang dapat menimbulkan hal-hal baru berupa teknologi berdasarkan hasil kerja keras para *scientist* dalam meneliti dan menganalisa sebuah ilmu. Hasilnya sangat berperan bagi kehidupan manusia dalam melangsungkan kehidupannya⁸¹. Jika melihat fenomena perkembangan peradaban manusia dari masa ke masa. Kita akan melihat dengan jelas bagaimana peran sains dan teknologi sangatlah sentral. Walaupun pada masa-masa awal, manusia belum ada konsep sains dan teknologi. Pada masa-masa itu (seperti masa prasejarah) perkembangan peradaban manusia hanyalah dengan logika berpikir sederhana dan dari fenomena-fenomena alam yang sederhana. Misalnya penemuan alat berburu sederhana pada masa prasejarah, mungkin bagi kita adalah hal yang sederhana, akan tetapi pada masa itu penemuan tersebut adalah hal yang sangat revolusioner dan hebat⁸².

Namun sains memang tidak langsung mempunyai peranan dalam kehidupan manusia secara langsung, tetapi antara ilmu murni dan ilmu terapan (teknologi) mempunyai hubungan yang erat. Dari konsep atau prinsip ilmu murni dapat dikembangkan dalam ilmu terapan, sebaliknya teknologi atau ilmu terapan memberikan sumbangan dari penemuan-penemuannya kepada prinsip atau hukum-hukum baru dan seterusnya. Penemuan teknologi akibat penelitian sains telah membawa manusia

81 Wahyudi, I.W. & Suardana, A.A.K. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar*. Denpasar : UNHI Press.

82 Ariyanto, D.A.S. 2018. *Sains dan Teknologi dalam Perkembangan Peradaban Manusia*. Diakses pada tanggal 11 Januari 2021 dari <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:f6c9MFb6PpgJ:e proceedings.umpwr.ac.id/index.php/semnaspto/article/download/238/214+&cd=54&hl=id&ct=clnk&gl=id>

meninggalkan kehidupan tradisional yang kolot. Teknologi yang telah mengikat manusia seakan seperti hama yang terus mengikuti kemanapun kehidupan manusia. Teknologi tidak akan pernah punah dan terus berkembang sampai dunia ini berakhir. Oleh karena itu, peranan sains dan teknologi di dalam kehidupan manusia dapat diuraikan yaitu sebagai berikut⁸³ :

a. Sebagai sumber daya energi non konvensional

Selama lebih dari 10.000 tahun, sebagian besar manusia di Bumi hidup dalam lapangan non industri, yaitu lapangan pertanian. Sekarang ini jutaan orang hidup dalam berbagai lapangan pekerjaan. Sumber energi utama bagi masyarakat pertanian adalah kayu, sinar matahari, aliran sungai, kekuatan otot manusia, dan hewan pekerja. Sumber energi ini dapat diperbaharui (*renewable*). Kemudian mulai 200 tahun yang lalu, setelah dimulainya revolusi industri, orang mulai menggunakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Sumber energi tak terbaharui yang penting adalah bahan bakar fosil, batubara, gas alam, dan minyak bumi. Masyarakat industri menggunakan energi jauh lebih dari separuh jumlah penduduk di Bumi nya bahan bakar fosil.

Bahan bakar fosil merupakan sumber daya energi yang konvensional dan tidak terbaharui serta jumlahnya terbatas, sehingga suatu saat pasti akan habis. Kekuatan ekonomi, kecemasan terhadap lingkungan dan kemajuan teknologi telah pula menyebabkan orang mulai mencari pengganti sumber energi yang tidak menyebabkan orang mulai mencari energi tak terbaharui yang konvensional. Oleh karena itu untuk mempertahankan eksistensi manusia di Bumi ini, harus dicari sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Tetapi harus diingat bahwa sumber daya energi alternatif ini harus dapat digunakan dalam skala besar dan tidak mengeluarkan polusi terlalu banyak atau bahkan tidak menimbulkan polusi terlalu banyak atau bahkan tidak menimbulkan polusi sama sekali.

Dengan kemajuan teknologi, proses pengilangan minyak dan pengolahannya dapat dilakukan lebih efisien. Disamping itu, ditemukannya alat-alat untuk mengolah

83 Harmoni, A. XXXX. *Seri Diktat Kuliah: Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD)*. XXXX: Gunadarma, hlm: 98

potensi alam untuk diubah menjadi energi juga semakin banyak. Seperti pemanfaatan air, gelombang laut, dan angin untuk menggerakkan generator yang dibutuhkan untuk menghasilkan energi. Selain itu, telah dimanfaatkan pula tenaga matahari sebagai sel surya yang juga menghasilkan energi. Jadi berbagai upaya manusia untuk penyediaan energi dapat meliputi pemanfaatan energi matahari, energi panas bumi, energi angin, energi air, energi pasang surut, energi biogas (pemanfaatan sampah) dan energi biomassa.

b. Sebagai pemenuhan kebutuhan primer

1) Sandang

Manusia sebagai makhluk susila memerlukan pakaian. Mula-mula pakaian yang dikenakan hanya untuk menutupi auratnya saja, kemudian pakaian juga berfungsi untuk melindungi diri dari sengatan panas matahari dan udara dingin. Sekarang, pakaian mempunyai fungsi yang lebih luas lagi, yaitu untuk kenyamanan dengan menciptakan jenis pakaian yang sesuai dengan kebutuhan, misalnya pakaian tidur, pakaian olahraga, pakaian kerja, dan sebagainya sehingga sekarang orang beranggapan bahwa dapat menunjukkan status sosial pemakainya.

Kebutuhan manusia yang makin meningkat juga mendorong manusia untuk menciptakan teknologi yang dapat meningkatkan mutu dan jenis bahan pakaian. Sekarang manusia tidak hanya mengandalkan serat-serat alami untuk membuat bahan pakaian, tetapi dapat juga membuat serat-serat sintetis dari pokok-pokok kayu (benang rayon) maupun dari bahan galian seperti hasil sulingan batu bara dan minyak bumi (poliester, polipropilen, polientilen). Salah satu contoh lainnya adalah manusia menemukan cara untuk memintal benang sehingga dihasilkan sehelai kain dan pada saat ini telah ditemukan mesin pintal modern yang dapat memproduksi kain dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat dengan berbagai variasi warna dan corak.

2) Pangan

Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia untuk dapat bertahan hidup. Kebutuhan pangan ini

terus meningkat baik kualitas maupun kuantitasnya, sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Usaha untuk memenuhi kebutuhan pangan biasanya dilakukan dengan cara ekstensifikasi yaitu dengan memperluas lahan pertanian, dan dengan intensifikasi yaitu dengan meningkatkan mutu melalui pemilihan bibit unggul, cara penggarapan yang lebih baik, pemeliharaan tanaman yang lebih teliti dan pengolahan pasca panen yang lebih sempurna.

Dengan memanfaatkan sains dan teknologi yang makin berkembang manusia dapat menciptakan bibit unggul dengan teknik radiasi, rekayasa genetika, dan sebagainya. Penggunaan hormon tumbuhan yang mampu memacu tumbuhnya daun, bunga atau buah lebih lebat atau lebih cepat. Penggunaan mekanisasi pertanian juga membantu manusia dalam mengolah lahan dan memungut hasil panen dengan lebih cepat. Di samping itu keuntungan yang diperoleh akibat penggunaan teknologi untuk pengolahan lahan pertanian, ada pula dampak negatif yang perlu diwaspadai yaitu penggunaan racun pemberantas hama tanaman. Racun pembasmi hama ini ternyata dapat pula membunuh hewan ternak, meracuni hasil panen dan akhirnya meracuni manusia itu sendiri.

3) Papan

Dalam masa yang masih tradisional pembuatan rumah sangat tergantung pada bahan-bahan yang ada di sekitarnya. Misalnya di daerah pegunungan membuat atap dibuat dari ijuk, di daerah pantai membuat atap dibuat dari daun rumbia, dan di daerah yang kaya akan kayu seperti di Kalimantan maka orang membuat atap dari sirap. Sejalan dengan makin meningkatnya kebutuhan manusia akan tempat tinggal, saat ini banyak dijumpai gedung-gedung bertingkat yang membutuhkan pondasi kuat dari beton untuk dapat menopang dan menahan berat. Terutama di kota-kota besar di mana lahan untuk pembangunan rumah semakin sempit, maka manusia berusaha membuat rumah bertingkat dan menggunakan bahan-bahan bangunan yang makin ditingkatkan kualitasnya.

Dengan kemajuan sains dan teknologi, manusia telah berhasil membuka lahan untuk pemukiman. Fungsi rumah juga tidak lagi hanya sekedar untuk bertahan diri dari cuaca yang tidak menguntungkan dan berlindung dari serangan binatang buas melainkan sudah merupakan tempat tinggal yang memenuhi rasa kenyamanan dan keindahan.

c. Sebagai pemenuhan kebutuhan sekunder

Kebutuhan sekunder manusia timbul setelah kebutuhan primernya terpenuhi, terutama berupa kebutuhan akibat manusia makin memerlukan hubungan dengan manusia lain. Antara lain diperlukan industri untuk memenuhi kebutuhan manusia secara massal, sebagai contoh yaitu transportasi yang diperlukan untuk mengangkut barang-barang kebutuhan dari satu daerah ke daerah lain atau diperlukan untuk hubungan manusia dari satu daerah ke daerah lain, kesehatan yang makin terjamin dan sebagainya.

1) Bidang industri

Teknologi merupakan cara yang harus dilakukan manusia dalam usaha untuk memenuhi kebutuhannya yang makin meningkat baik kualitas maupun kuantitasnya. Oleh karena itu diperlukan alih teknologi (*transfer of technology*) dari negara-negara maju ke negara-negara berkembang. Proses pengambilalihan teknologi ini memerlukan perhitungan yang matang agar teknologi yang abru dapat diterima dan digunakan oleh masyarakat waktu itu (teknologi yang adaptif), serta sifatnya melindungi teknologi yang telah ada (teknologi protektif).

Sebagai contoh perkembangan industri yang semula di Eropa kemudian menjalar ke Amerika dan sebageian Asia maju dengan pesat, karena masyarakat mengharapkan kesejahteraan ekonomi yang meningkatkan masa depan sehingga timbullah revolusi pertama. Kini mesin tidak lagi dijalankan oleh manusia lagi, melainkan oleh mesin. Hal ini meliputi terpenuhinya kebutuhan manusia yang semakin baik yaitu penemuan teknik modern bidang penerbangan, teknik kimia, teknik sipil, teknik listrik, dan teknik mekanik yang menghasilkan bahan-bahan dasar untuk

industri, mesin-mesin yang sangat kompleks, pesawat terbang yang canggih dan lain sebagainya.

2) Bidang transportasi

Penemuan roda memegang peranan penting dalam transportasi, karena dengan adanya roda yang bentuknya bundar dapat diperlukan gerakan yang mudah, kemudian lebih dipermudah lagi dengan digunakannya binatang penarik sehingga beban manusia semakin ringan. Setelah ditemukannya mesin yang dapat menggerakkan roda, maka transportasi bukan hanya lebih ringan tetapi juga lebih cepat. Perbandingan transportasi pada zaman dahulu dengan zaman modern ini sangatlah jauh sekali. Dahulu orang hanya menggunakan sepeda, kereta kuda, gerobak, ataupun jika ada kereta api adanya kereta api uap. Sekarang, sarana transportasi menjadi lebih cepat seperti mobil, kereta listrik, pesawat udara, bahkan pesawat ulang-alik ruang angkasa yang mampu memindahkan manusia antar planet.

3) Bidang komunikasi

Sebagai makhluk sosial, manusia perlu berkomunikasi dengan sesamanya. Cara yang paling sederhana adalah dengan bertatap muka secara langsung, tetapi bila jaraknya jauh tentu diperlukan alat komunikasi. Kemajuan di bidang komunikasi ini dimulai dengan ditemukannya telegraph yang masih mempergunakan kawat oleh Samuel Morse (1832), kemudian disempurnakan oleh Guighelmo Marconi yang sudah tanpa kawat (1895). Pada tahun 1872, Alexander Abraham Bell menemukan pesawat telepon, mula-mula masih mempergunakan kawat kemudian digantikan dengan gelombang radio. Untuk keperluan kantor, sekarang orang dapat mempergunakan telex (*teleprinter exchange*). Dengan ditemukannya satelit telekomunikasi, kebutuhan manusia makin terpenuhi untuk mengadakan hubungan secara lebih cepat dan murah. Orang makin mudah mengadakan hubungan satu dengan yang lain atau bersosialisasi.

Salah satu akibat positif dengan majunya komunikasi adalah terjadinya deurbanisasi yaitu

sebuah proses sosial dan demografi dimana orang-orang pindah dari kawasan kota ke kawasan desa. Karena manusia walaupun tinggal di daerah pedesaan tidak lagi merasakan ketinggalan bila dibandingkan dengan yang tinggal di kota. Dapat pula dikatakan bahwa dengan majunya komunikasi dan teknologi lainnya, desa-desa menjadi kota dalam pengertian buka geografisnya melainkan teknis sosial sehingga perbedaan antara desan dan kota makin lama makin kecil.

4) Bidang kesehatan

Kebutuhan akan kesehatan makin dirasakan oleh manusia sehingga usaha untuk memerangi penyakit yang menjadi sumber malapetaka makin giat dilakukan. Biologi sebagai ilmu yang dapat diketahui struktur tubuh, organ-organ, dan cara bekerjanya organ untuk menunjang kehidupan manusia. Selain itu, biologi sebagai ilmu murni ini berkembang menjadi ilmu terapan yang secara praktis berguna bagi kesejahteraan manusia. Dengan hasilnya manusia menciptakan alat-alat operasi mutakhir, bermacam-macam obat, penggunaan benda radio aktif untuk pengobatan dan mendiagnosis berbagai penyakit, sehingga berbagai penyakit dapat dengan segera disembuhkan. Di samping itu, dapat pula menurunkan angka kematian dan moralitas. Contoh obat yang mengandung unsur radioaktif adalah isoniazid yang mengandung C radioaktif, sangat efektif dan menyembuhkan penyakit TBC.

4. Dampak Sains dan Teknologi Dalam Memenuhi Kehidupan Manusia

Pada satu sisi, perkembangan sains dan teknologi memang telah membawa manfaat luar biasa bagi kemajuan peradaban umat manusia. Pada sisi lain, pesatnya kemajuan sains dan teknologi membawa pengaruh negatif. Gejala dehumanisasi merupakan salah satu dampak negatif sains dan teknologi. Gejala dehumanisasi yaitu tergerusnya nilai-nilai kemanusiaan. Ada beberapa dampak perkembangan sains dan teknologi terhadap kehidupan manusia yang dapat diuraikan dibawah ini yaitu⁸⁴:

84 Wahyudi, I.W. & Suardana, A.A.K. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar*. Denpasar :

a. Dampak sains dan teknologi terhadap sumber daya alam

Perkembangan sains dan teknologi mempunyai dampak positif, yaitu dapat terpenuhinya kebutuhan manusia akan kemakmuran materi dan kemudahan, manusia dapat mendayagunakan sumber daya alam lebih efektif dan efisien, manusia dapat mengubah sistem transformasi dan komunikasi sehingga menimbulkan kemudahan-kemudahan untuk semua kegiatan-kegiatan tersebut jelas diperlukan tenaga dan pikiran manusia. Perkembangan sains dan teknologi dapat menaikkan kualitas sumber daya manusia (keterampilan dan kecerdasan manusia) yang memungkinkan tersedianya sarana dan prasarana penunjang kegiatan ilmiah dan meningkatkan kemakmuran materi dan kesehatan masyarakatnya. Namun dalam pemanfaatan perkembangan sains dan teknologi yang kurang tepat bagi kondisi masyarakatnya dapat mempersempit lapangan pekerjaan, misalnya banyak pekerjaan yang mulanya dikerjakan oleh manusia dapat diganti oleh mesin.

b. Dampak sains dan teknologi sehubungan dengan kebutuhan pokok

Perkembangan sains dan teknologi dalam bidang sandang memiliki dampak positif yaitu telah mampu menyumbangkan kepada manusia serat-serat sintetis baik yang terbuat dari pokok-pokok tanaman yang diproses secara kimiawi menjadi benang. Dengan serat-serat sintetis itu orang dapat membuat serat tekstil secara besar-besaran dalam waktu singkat. Sedangkan dampak negatif dari segala penemuan sains dan teknologi ini sehubungan dengan polimer sintetis yaitu plastik. Penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari berdampak buruk bagi kehidupan manusia karena sampah-sampah plastik itu tidak dapat dihancurkan oleh bakteri-bakteri busuk atau bakteri pengurai.

Dampak positif sains dan teknologi di bidang pangan yaitu penggunaan mekanisasi pertanian dimana orang memungut hasil produksi yang lebih besar dengan menggunakan tenaga manusia yang relatif lebih sedikit. Sumbangan sains di bidang pangan pun telah banyak dimanfaatkan orang misalnya dengan cara pemupukan yang

tepat dan penggunaan bakteri yang sanggup menunjang akar-akar tanaman mengambil zat hara dengan lebih baik sehingga produksi bertambah banyak. Dampak negatif sains dan teknologi yaitu, pemakaian racun pemberantas hama tanaman (pestisida) ternyata tidak saja dapat memberantas hama tetapi makhluk hidup lainnya.

Dampak positif sains dan teknologi dalam bidang papan yaitu manusia dapat menyempurnakan rumah tinggalnya dari gua-gua alami ke pohon-pohon, kemudian berkembang lagi menjadi rumah diatas tiang-tiang penyangga dan lebih maju lagi pada masa kini telah mampu membuat gedung-gedung pencakar langit yang menjulang tinggi ke angkasa. Adapun dampak negatif dari perkembangan sains dan teknologi yaitu adanya alat-alat modern yang digunakan dalam penebangan hutan untuk bangunan, perabotan dan lain-lain. Kecenderungan manusia untuk memafaatkan alat tersebut dalam bidang ekonomi membuat manusia lupa akan kaidah-kaidah ilmu lingkungan yang dapat menimbulkan kerugian terhadap kelangsungan hidup manusia.

c. Dampak sains dan teknologi terhadap industri

Manusia membutuhkan berbagai macam barang untuk memenuhi kebutuhannya. Pada mulanya barang-barang dibuat secara sederhana kemudian dengan kemampuan berpikir manusia dapat menciptakan mesin-mesin untuk membuat barang-barang itu lebih baik dan lebih cepat. Tapi setiap kali ada keuntungan ternyata selalu ada kerugian, maka bila manusia tidak berhati-hati dalam menggunakan mesin-mesin industri itu akan membawa dampak negatif. Secara positif industri memang memberikan kegunaan besar pada manusia tetapi dampak sampingnya berupa limbah pabrik dapat pula menimbulkan gangguan bagi penduduk yang bertempat tinggal di sekitar kawasan industri. Sebagai contoh, yang sering terjadi bahwa pengolahan bahan baku yang kurang memperhatikan batas-batas toleransi dari sumber daya alam hutan dimana kayu itu berasal, sehingga terjadilah kerusakan lingkungan khususnya sumberdaya alam hutan itu. Pada saat proses, terjadi kebisingan-kebisingan didalam pengergajian maupun pemotongan-pemotongan kayu, dan yang sering

terjadi adalah pihak perusahaan lupa akan pengaruh buruk dari kebisingan itu terhadap para pekerja dalam pabrik maupun manusia di sekitarnya.

d. Dampak sains dan teknologi terhadap transportasi dan komunikasi

Sains dan teknologi telah memberikan sumbangan yang besar sekali pada transportasi misalnya pada mobil, kereta api, kapal laut, pesawat terbang dan sebagainya. Sarana transportasi tersebut sangat efektif dan efisien daripada memakai alat transportasi pada zaman dahulu, misalnya kuda, kereta kuda atau kapal layar. Namun, dampak negatif yang timbul dari kemajuan transportasi, antara lain: timbulnya pencemaran suara (kebisingan) dan pencemaran udara. Berkurangnya lahan pertanian yang produktif karena dipakai lahan jasa transportasi.

Hal tersebut juga berdampak sama pada bidang komunikasi, dimana pada saat ini kita mudah sekali mengadakan pembicaraan melalui *handphone* antara benua dan memperoleh informasi-informasi yang akurat dan terbaru di bumi bagian manapun melalui internet. Namun penggunaan informasi tertentu dan situs tertentu yang terdapat di internet yang bisa disalah gunakan pihak tertentu untuk tujuan tertentu, seperti penipuan, ujaran kebencian, dan lain sebagainya.

BAB VIII

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Sumber Daya Alam

A. Pendahuluan

⁸⁵Manusia hidup selalu berusaha untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidup secara hayati, manusia haruslah mendapatkan air, udara dan pangan dalam kuantitas dan mutu tertentu. Kebutuhan dasar ini bersifat mutlak. Kecuali jika dia harus terlindung dari serangan organisme yang berbahaya, yaitu hewan buas, patogen, parasit, dan vektor penyakit. Juga harus dapat mempunyai keturunan untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Sebagai makhluk hidup, manusia tidak cukup sekedar hidup secara hayati, melainkan karena kebudayaannya dia harus hidup secara manusiawi. Misalnya, pangan tidak cukup sekedar memenuhi kebutuhan, melainkan harus disajikan dalam rasa, warna dan bentuk yang menarik.

⁸⁶Hubungan antara manusia dan teknologi sangat erat sekali, karena teknologi telah memberikan sumbangan besar bagi kehidupan manusia. Seperti dalam bidang transportasi, komunikasi, dan lain sebagainya. Dari sinilah mengapa banyak orang yang menyatakan bahwa hidup di zaman modern ini sulit dipisahkan dengan yang namanya teknologi. Itu karena hidup mereka sudah bergantung dan mengandalkan pada teknologi. Oleh karena itu, kita sebagai manusia tidak harus bergantung pada teknologi, karena apabila kita bergantung dan tergilagila pada teknologi atau prestasi material, dan lalu menggunakan Sumber Daya Alam (SDA) secara

85 Harmoni, A. XXXX. *Seri Diktat Kuliah: Pengantar Ilmu Alamiah Dasar (IAD)*. XXXX: Gunadarma, hlm: 98

86 Wahyudi, I.W. & Suardana, A.A.K. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar*. Denpasar : UNHI Press, hlm: 78

tidak terkontrol dan mengabaikan penyakit kehidupan masa depan. Tanpa disadari teknologi yang telah diciptakan oleh sains modern, secara tidak langsung menjadi alat penghancur bagi kehidupan manusia, baik kehidupan sosial mereka maupun kehidupan mereka sebagai bagian dari alam semesta.

Manusia hidup di muka bumi harus bertanggung jawab mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam berdasarkan asas konservasi untuk mencapai kemakmuran agar dapat memenuhi kebutuhannya. Sumber daya alam yang dimaksud ini adalah sesuatu yang berasal dari alam yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Yang berasal dari alam dan tergolong didalamnya tidak hanya komponen biotik, seperti hewan, tumbuhan dan mikroorganisme, tetapi juga komponen abiotik, seperti minyak bumi, gas alam, berbagai jenis logam, air dan tanah.

Penggunaan teknologi modern telah dapat mempercepat laju pembangunan, baik pembangunan dalam bidang ekonomi, kesehatan, transportasi, dan komunikasi, maupun kemakmuran masyarakat. Sedangkan peranan Sains dan Teknologi sebagian telah disinggung dalam pada bab sebelumnya, tetapi secara agak lebih rinci secara garis besar akan diulas kembali. Dalam bab ini membahas peranan dan dampak perkembangan teknologi bagi sumber daya alam (SDA) yang akan disampaikan kepada mahasiswa untuk mencapai tujuan-tujuan khusus pembelajaran agar mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan pengertian dan klasifikasi sumber daya alam
2. Menjelaskan konsep-konsep pengelolaan sumber daya alam
3. Menjelaskan peranan perkembangan teknologi bagi sumber daya alam
4. Menganalisis dampak terjadinya perkembangan teknologi bagi sumber daya alam

B. Sumber Daya Alam

Sumber daya alam adalah unsur-unsur lingkungan alam yang diperlukan manusia untuk memenuhi kebutuhan serta meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Atau pengertian lainnya, sumber daya alam itu merupakan semua kekayaan alam, baik berupa makhluk hidup maupun benda mati yang terdapat di bumi dan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Inovasi teknologi, kemajuan peradaban dan populasi manusia,

serta relokasi industri telah membawa manusia pada era eksploitasi sumber daya alam sehingga persediannya terus berkurang secara signifikan, terutama pada satu abad belakangan ini.

⁸⁷Pada umumnya, sumber daya alam berdasarkan sifatnya dapat digolongkan menjadi SDA yang dapat diperbaharui dan SDA tidak dapat diperbaharui. Sumber daya alam yang dapat diperbaharui adalah kekayaan alam yang dapat terus ada selama penggunaannya tidak dieksploitasi berlebihan. Tumbuhan, hewan, mikroorganisme, sinar matahari, angin, dan air adalah beberapa contoh sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui adalah sumber daya alam yang jumlahnya terbatas karena penggunaannya lebih cepat daripada proses pembentukannya dan apabila digunakan secara terus-menerus akan habis. Minyak bumi, mas, besi, dan berbagai bahan tambang lainnya pada umumnya memerlukan waktu dan proses yang panjang untuk kembali terbentuk sehingga jumlahnya sangat terbatas. Minyak bumi dan gas alam pada umumnya berasal dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang hidup jutaan tahun yang lalu, terutama bentuk dan berasal dari lingkungan perairan. Perubahan tekanan dan suhu panas selama jutaan tahun ini kemudian mengubah materi dan senyawa organik tersebut menjadi berbagai jenis bahan tambang tersebut.

Untuk lebih memudahkan kita dalam hal mengingat, berikut ini akan disajikan beberapa penggolongan sumber daya alam berdasarkan pada sifat, potensi dan jenisnya (Pratiwi dalam Widiastuti, 2017)⁸⁸.

1. Berdasarkan sifat

Menurut sifatnya, sumber daya alam dapat dibagi 3, yaitu sebagai berikut:

- a. Sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable*), misalnya : hewan, tumbuhan, mikroba, air dan tanah. Disebut terbarukan karena dapat melakukan reproduksi dan memiliki daya regenerasi (pulih kembali).
- b. Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable*), misalnya: minyak bumi, gas bumi, batu bara, dan bahan tambang lainnya.

87 Asiyah, dkk. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar Dalam Perspektif Islam*. Bengkulu: Vanda, hlm: 208

88 Widiastuti, N.L.G.K. 2017. *Modul Ilmu Alamiah Dasar*. Program Studi PGSD, Universitas Dwijendra. Modul tidak diterbitkan.

- c. Sumber daya alam yang tidak habis, misalnya udara, matahari, energi pasang surut, energi laut dan air dalam siklus hidrologi.

2. Berdasarkan potensi

Menurut potensi penggunaannya, sumber daya alam dibagi beberapa macam, antara lain sebagai berikut:

- a. Sumber daya alam materi merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan dalam bentuk fisiknya. Misalnya, batu, besi, emas, kayu, serat kapas, kaca, dan rosela.
- b. Sumber daya alam energi merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Misalnya batu bara, minyak bumi, gas bumi, air terjun, sinar matahari, energi pasang surut air laut, dan kincir angin. Contoh SDA yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi seperti air terjun.
- c. Sumber daya alam ruang merupakan sumber daya alam yang berupa ruang atau tempat hidup, misalnya area tanah (daratan) dan angkasa.

3. Berdasarkan jenis

Menurut jenisnya, sumber daya alam dibagi 2 yaitu sebagai berikut:

- a. Sumber daya alam nonhayati (abiotik); disebut juga sumber daya alam fisik, yaitu sumber daya alam yang berupa benda-benda mati. Misalnya: bahan tambang, tanah, air, dan kincir angin.
- b. Sumber daya alam hayati (biotik); disebut juga sumber daya alam yang berupa makhluk hidup. Misalnya: hewan, tumbuhan, mikroba, dan manusia.

Selain itu, sumber daya alam juga dapat dibedakan berdasarkan tujuannya dan cara pengolahan dan pemanfaatannya (Aisyah, dkk: 2019)⁸⁹.

1. Berdasarkan tujuan

Menurut tujuan dalam penggunaan sumber daya alam dapat dibedakan menjadi 3 bagian yaitu:

- a. Sumber daya alam bahan industri adalah sumber daya alam yang umumnya digunakan sebagai bahan dasar atau bahan baku industri, misalnya tanah liat dan belerang.

89 Asiyah, dkk. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar Dalam Perspektif Islam*. Bengkulu: Vanda, hlm: 209-210

- b. Sumber daya alam bahan pangan adalah sumber daya alam yang digunakan sebagai bahan pangan baik langsung maupun melalui pengolahan terlebih dahulu, misalnya padi, jagung dan kedelai.
- c. Sumber daya alam bahan sandang adalah sumber daya alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sandang, misalnya sutra dan kapas.

2. Berdasarkan cara pengolahannya dan pemanfaatannya

Sumber daya alam dibedakan menjadi sumber daya alam yang dapat diperbarui (*Renewable Resources*) dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (*Unrenewable Resources*). Secara rinci, cara pengolahan dan pemanfaatan sumber daya alam yaitu sebagai berikut:

- a. *Renewable Resources* merupakan sumber daya alam yang dapat terus diusahakan keberadaannya atau dapat dilestarikan. Sumber daya alam yang dapat diperbarui antara lain berasal dari tanah seperti hasil pertanian, kehutanan dan perkebunan yang sangat bermanfaat untuk manusia, diantaranya seperti: karet sebagai bahan baku pembuatan ban, kapas sebagai bahan baku tekstil, tembakau sebagai bahan baku rokok atau obat, dan kopi sebagai bahan baku pembuatan minuman.
- b. *Unrenewable Resources* merupakan sumber daya alam yang akan habis jika terus menerus digunakan atau sulit dijaga kelestariannya karena membutuhkan waktu yang sangat lama dalam proses pembentukannya. Sumber daya alam tidak dapat diperbarui dan kemungkinan akan habis adalah hasil tambang, diantaranya seperti: batu bara, banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk keperluan industri dan rumah tangga, minyak bumi digunakan sebagai bahan bakar minyak, vaselin untuk bahan obat, Paraffin untuk bahan pembuat lilin, dan aspal untuk bahan pembuatan jalan.

Dengan melihat pada potensi sumber daya alam berdasarkan klasifikasi tersebut maka memang sangat memungkinkan untuk bisa dimanfaatkan sebagai salah satu usaha untuk mengatasi masalah kemiskinan. Bumi menyediakan sumber daya yang begitu melimpah, salah satunya sumber energi yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Sumber energi itu dibagi menjadi dua yaitu sumber energi konvensional dan sumber energi non konvensional.

yang berwarna kekuningan, kemerahan, atau kehijauan, seperti pada gambar dibawah ini. Minyak bumi merupakan salah satu bentuk hidrokarbon, yaitu senyawa kimia yang mengandung hidrogen dan karbon. Minyak bumi yang belum diolah disebut minyak mentah (crude oil) dan belum dapat digunakan. Minyak mentah diolah dengan cara dipisah-pisahkan berdasarkan titik didihnya.



Gambar 6.1 Penyulingan Minyak Bumi
(Sumber : surabaya.proxsisgroup.com)

Sumur minyak sebagian besar menghasilkan minyak mentah, terkadang ada juga kandungan gas di dalamnya. Karena tekanan di permukaan Bumi lebih rendah daripada di bawah tanah, beberapa gas akan keluar dalam bentuk campuran. Jenis hidrokarbon yang terdapat pada minyak Bumi sebagian besar terdiri dari alkana, sikloalkana, dan berbagai macam jenis hidrokarbon aromatik, ditambah dengan sebagian kecil elemen-elemen lainnya seperti nitrogen, oksigen dan sulfur, ditambah beberapa jenis logam seperti besi, nikel, tembaga, dan vanadium. Jumlah komposisi molekul sangatlah beragam dari minyak yang satu ke minyak yang lain. Adapun hasil olahan minyak bumi diantaranya adalah minyak tanah, bensin, LPG, solar, avtur, avgas serta kerosin. Penggunaan hasil minyak bumi dimasa sekarang cukup konsumtif, hal ini tentunya perlu dilakukan penghematan serta penggunaan seefisien mungkin dalam kehidupan sehari-hari.

2. Batu Bara

Saat ini, batu bara bisa dibbilang masih menjadi andalan bagi banyak negara, termasuk Indonesia, dalam upayanya menggerakkan pembangkit listrik. Namun demikian, baik Indonesia maupun negara lainnya juga sadar, bahwa bahan baku ini tak selamanya ada. Karena itu, beralih menggunakan energi baru dan terbarukan pun seperti menjadi opsi. Berbeda dengan batu bara atau minyak bumi, energi baru dan terbarukan merujuk kepada sumber daya yang dapat terus dipakai dan tidak habis. Beberapa jenis energi ini yang kini banyak dipakai meliputi biomassa (kotoran hewan, atau tumbuhan), panas bumi, air, angin, sinar matahari dan gelombang laut.



Gambar 6.2 Eksploitasi Lahan Batu bara
(Sumber : dailynewsindonesia.com)

Batu bara merupakan salah satu batuan yang memiliki kegunaan sebagai bahan bakar fosil. Batu bara didapatkan dari proses pembakaran batuan sedimen yang mengendap, akan tetapi unsur utama dalam batu bara berasal dari sisa-sisa tumbuhan. Adapun unsur-unsurnya adalah hidrogen, oksigen dan karbon. Pemanfaatan batu bara dalam kesehariannya diantaranya adalah sebagai bahan utama dalam sumber tenaga pembangkit listrik, sebagai bahan pembuatan baja, dapat dijadikan sebagai gas jika masih didalam tanah, sebagai bahan dalam pembuatan metanol serta produk kimia lain.

3. Gas Alam

Gas alam merupakan salah satu bahan bakar fosil yang

memiliki ciri mengandung banyak metana (CH_4). Kelimpahan dan keserbagunaan gas alam menjadikannya sumber energi yang berharga untuk memenuhi berbagai kebutuhan selain membantu dunia beralih ke sumber energi yang menggunakan lebih sedikit karbon. Dalam kehidupan, gas alam dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan, dijadikan sebagai sumber energi dalam keperluan rumah tangga (LPG), dijadikan sebagai bahan utama dalam PLTU serta dapat dijadikan sebagai sumber pembangkit listrik. Tetapi gas alam juga memancarkan polutan secara signifikan lebih sedikit daripada pembangkit listrik batubara, termasuk NO_x , SO_x , partikulat, merkuri, dan GRK hingga 60% lebih sedikit.



Gambar 6.3 Gas Alam
(Sumber : aksipost.com)

4. Energi Nuklir

Energi nuklir adalah energi yang dihasilkan dari reaksi nuklir atau reaksi inti. Dalam reaksi nuklir sebagian massa dikonversi menjadi bentuk energi dengan memenuhi prinsip kesetaraan massa-energi yang dikemukakan oleh Einstein yaitu $E = mc^2$. Sejumlah besar energi panas dihasilkan dari reaksi nuklir, sehingga digunakan untuk menghasilkan uap. Uap ini digunakan untuk memutar turbin dan generator guna menghasilkan listrik. Namun, ada beberapa keterbatasan dari energi nuklir diantaranya resiko kebocoran yang tinggi dan pencemaran lingkungan, biaya yang mahal untuk pemasangan, serta resiko tinggi radiasi dan penyalahgunaan selama penyimpanan serta pembuangan bahan bakar bekas.



Gambar 6.4. Energi Nuklir
(Sumber : idntimes.com)

D. Sumber Daya Energi Non Konvensional

⁹²Energi sangat diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, baik digunakan untuk menggerakkan alat transportasi, mesin-mesin pabrik, dan alat listrik. Saat ini sumber energi andalan berasal dari energi konvensional. Padahal ketersediaan energi ini tidak selamanya bisa memenuhi kebutuhan manusia, maka perlu mencari energi alternatif yang disebut sumber energi non konvensional. Apa itu energi non konvensional dan jenisnya apa saja? Energi non konvensional merupakan energi yang terbarukan atau energi yang dapat diperbaharui dalam waktu singkat. Sebenarnya, energi non konvensional merupakan energi yang berasal dari alam hanya saja energi ini diolah kembali, sehingga menjadi energi yang lebih praktis dan siap digunakan. Salah satunya dengan memanfaatkan energi terbarukan, sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Ada beberapa sumber energi non konvensional yang tujuannya digunakan untuk mengganti sumber energi konvensional tersebut, diantaranya adalah hidro energi, biomassa, energi angin,

92 Anonim. 2020. Apa Itu Sumber Energi Non Konvensional dan Jenisnya?. Diakses tanggal 12 Februari 2021 dari <https://www.kelaspintar.id/blog/tak-berkategori/apa-itu-sumber-energi-non-konvensional-dan-jenisnya-9348/>

energi matahari, energi dari laut dan energi panas bumi.

1. Hidro Energi

Hidro energi merupakan sumber energi yang dimiliki oleh air dan termasuk salah satu sumber energi terbarukan. Seperempat dari kebutuhan energi dipenuhi oleh pembangkit listrik tenaga air. Hidro energi juga dapat menghasilkan listrik yang disebut dengan hidrolistrik atau hidroelektrik. Umumnya, pemanfaatan aliran air ini dilakukan dengan membangun bendungan pada sungai untuk menampung air, setelah itu dialirkan melalui pipa dengan debit dan laju tertentu untuk memutar turbin dan menghasilkan listrik, seperti pada gambar di bawah ini.



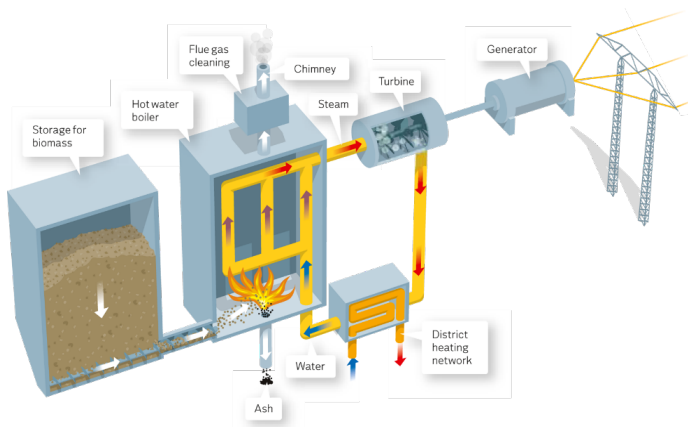
Gambar 6.5 Pembangkit Listrik Tenaga Air
(Sumber : texas-directory.org)

Sayangnya, ada beberapa kelemahan dari hidro energi ini diantaranya banyaknya daerah perbukitan yang dijadikan pembangkit tenaga listrik air, jika terjadi kecoboran atau kerusakan dapat menyebabkan lahan pertanian dan pemukiman terendam banjir. Selain itu, bendungan yang dibangun dapat menghasilkan gas metana yang menyebabkan efek rumah kaca.

2. Biomassa

Biomassa merupakan energi yang berasal dari hewan atau tumbuhan residu dari pertanian atau kehutanan dan komponen-komponen organik dari limbah kota dan industri. Pada zaman modern biomassa dapat dikonversi menjadi energi listrik yang lebih praktis dan berguna. Pemanfaatan biomassa dapat digunakan sebagai bahan bakar, pembangkit energi, dan sebagai bahan baku produk yang ramah lingkungan atau

bioproduk. Selain itu, biomassa juga dapat langsung dikonversi menjadi bahan bakar cair seperti etanol, biodiesel, dan methanol. Penggunaan biomassa berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca. Pembangkit listrik tenaga biomassa merupakan salah satu bentuk aplikasi dari biomassa yang dikonversi menjadi energi listrik. Terdapat 2 cara untuk bisa mengkonversi biomassa yaitu dengan pembakaran biomassa yang menghasilkan panas untuk menggerakkan turbin generator uap, dan cara kedua dekomposisi biomassa yang menghasilkan bahan bakar biogas.



Gambar 6.6 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa
(Sumber : pinterest.com)

3. Energi Angin

Energi angin merupakan energi yang berasal dari angin yang terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Perbedaan tekanan di atmosfer yang dihasilkan energi matahari menyebabkan pergerakan udara dan menghasilkan energi angin. Penggunaan energi angin dalam kehidupan sehari-hari ada pada pompa air, kincir angin, pembangkit listrik, dan pada layar penggerak kapal. Pada negara-negara yang mempunyai intensitas angin yang tinggi biasanya menggunakan energi angin sebagai sumber energi listrik. Dengan hembusan angin, maka akan mendorong baling-baling kincir angin, sehingga berputar dan saat itu akan menghasilkan listrik.



Gambar 6.7 **Kincir Angin**
(Sumber : beritagar.id)

Prinsipnya sangat sederhana, yaitu angin “ditangkap” oleh baling-baling atau katakanlah rotor bersayap. Energi putaran (energi mekanis) diteruskan untuk memutar generator pembangkit listrik. Angin akan tetap bertiup sepanjang zaman, maka angin juga merupakan salah satu energi alternatif pengganti minyak bumi. Ada beberapa keuntungan energi angin yaitu tidak menghasilkan banyak biaya untuk produksi listrik, terbarukan, ekonomis, mudah tersedia, dan dapat didistribusikan secara luas, serta bebas polusi. Sayangnya, ada keterbatasan dari energi angin ini karena tidak bisa digunakan di semua tempat dan setiap saat, menciptakan banyak suara, dan juga memerlukan pemeliharaan yang tinggi karena kondisi atmosfer yang buruk.

4. **Energi Matahari**

Energi matahari adalah energi yang diperoleh dari matahari dalam bentuk radiasi. Sebagaimana kita ketahui bahwa matahari merupakan sumber energi yang tidak dapat habis. Secara tradisional energi matahari ini digunakan sebagai pengganti lampu pada siang hari, mengeringkan padi dan pakaian, maupun membuat garam laut. Pemanfaatan energi matahari yang berasal dari pancaran sinar matahari secara langsung ke Bumi ini, dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a. Pemanasan secara langsung

Sinar matahari memanasi secara langsung benda atau medium yang akan dipanaskan. Cara pemanasan langsung ini sudah lama dikenal, misalnya dalam pembuatan ikan asin atau kering, menjemur pakaian, pembuatan garam, dan sebagainya. Dengan cara ini suhu yang diperoleh tidak akan lebih dari 100°C . Cara yang lebih efektif adalah dengan menggunakan pengumpul panas yang disebut kolektor. Sinar matahari dikonsentrasikan dengan kolektor ini pada suatu tempat hingga diperoleh suhu yang lebih tinggi.

b. Konversi Surya Thermis Elektris (KSTE)

Dengan cara ini air dipanaskan dan panas yang terkandung dalam air itu kemudian dikonversikan menjadi energi listrik. Prinsipnya KSTE memerlukan sebuah konsentrator optik untuk pemanfaatan radiasi matahari, suatu sistem pengangkut panas dan sebuah mesin untuk pembangkit tenaga listrik.

c. Photovoltaic

Photovoltaic atau *Solar cells* mengkonversikan sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung. Contoh yang sudah sering kita lihat adalah penggunaan *solar cells* pada kalkulator. Energi listrik yang dihasilkan juga dapat disimpan dalam baterai dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. *Photovoltaic* ini menggunakan lapisan-lapisan tipis silikon atau bahan semikonduktor lain. Sel-sel ini menangkap elektron ketika sinar matahari mengenai sel dan elektron meninggalkan sel sebagai arus listrik searah. Sampai sekarang penggunaan *photovoltaic* sebagai pembangkit listrik masih tiga kali lebih mahal dibandingkan dengan sumber energi konvensional.

Listrik dapat timbul dari cahaya matahari bila energi matahari itu dapat mempengaruhi atom. Sehubungan dengan susunan atom unsur dan pembangkit listrik tenaga nuklir, bahwa atom itu terdiri atas inti atom dan kulit atom. Inti atom terdiri dari proton yang bermuatan listrik positif dan neutron yang tidak bermuatan listrik, sedangkan kulit atom terdiri dari elektron yang bermuatan listrik negatif yang bergerak mengelilingi inti atom itu. Perlu diketahui bahwa teori atom itu memiliki jumlah elektron dalam sebuah atom sama dengan jumlah protonnya sehingga atom itu bermuatan listrik netral.

Dalam keadaan demikian, atom itu stabil. Namun bila terdapat energi tambahan, maka akan terganggu kestabilannya sebab elektron-elektron menjadi kelebihan energi. Bila kedua unsure yang cenderung positif

(X) dan cenderung negatif (Y) kita dekatkan kemudian dipanaskan, maka akan terjadi aliran elektron dari unsure X ke Y. Aliran elektron itu dinamakan listrik. Prinsip inilah yang digunakan untuk membuat foto sel atau sel pembangkit listrik dengan bersumber dari foto dan cahaya. Boron mempunyai sifat cenderung melepaskan untuk menerima elektron lebih

banyak. Sebaliknya, silikon bersifat sebagai semi konduktor, artinya hanya dapat menghantarkan arus listrik kesatu arah. Energi matahari dapat diubah menjadi energi panas yang dapat digunakan dalam bentuk kompor yang berprinsip sebagai berikut.



Gambar 6.8 Kompor Tenaga Surya
(Sumber : adzkia.net)

Cahaya matahari ditampung dengan sebuah cermin cekung yang bergaris tengah 3m. Dengan cermin cekung itu, matahari akan terkumpul dalam satu titik api. Pada titik api tersebut, diletakan suatu lempengan logam, maka lempengan itu akan menjadi panas. Selanjutnya di atas lempengan itu dapat diletakan ceret untuk memasak air. Namun, seiring dengan berkembangnya teknologi energi matahari dapat digunakan pada sel surya dan sebagai sumber listrik. Ada keuntungan yang bisa didapatkan dari energi matahari ini yaitu seluruh bagian statis sehingga tidak membutuhkan banyak perawatan, tidak membutuhkan perangkat yang khusus, dan dapat digunakan di tempat terpencil dan jauh dari jangkauan. Namun, ada beberapa kekurangan yaitu biaya produksi yang mahal, ketersediaan

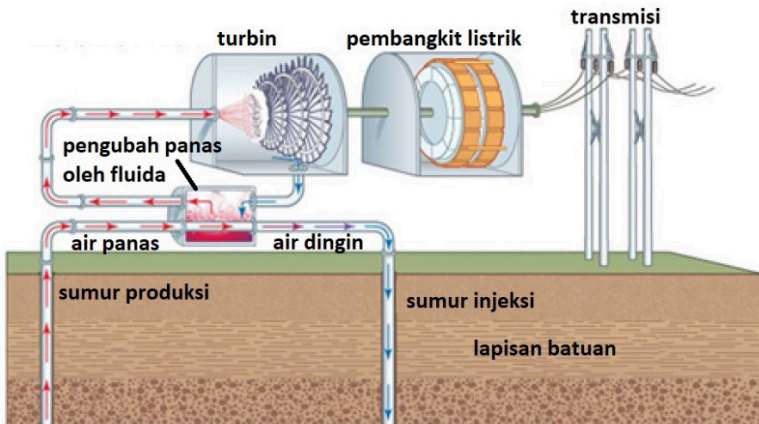
silicon yang digunakan untuk membuat sel surya masih rendah, dan efisiensinya pun masih rendah.

5. Energi dari Laut

Laut merupakan sumber energi yang sangat besar. Laut menyimpan energi dalam berbagai bentuk seperti pasang surut yang didapat dari pasang surut air laut yang dikonversi menjadi energi listrik. Pasang surut permukaan air laut disebabkan oleh gaya tarik antara matahari, bumi, dan bulan. Energi gelombang yang diperoleh dari arus laut mengkonversi arus permukaan air laut menjadi energi listrik, dan energi termal lautan yang diperoleh dengan mengonversi perbedaan suhu antara permukaan dan suhu di kedalaman tertentu menjadi listrik. Pemanfaatan energi potensial yang terkandung dalam perbedaan pasang dan surut lautan dapat dilakukan pada pantai atau teluk yang agak cekung dan dalam sehingga dapat dibangun suatu bendungan. Pintu bendungan harus dapat dibuka dan ditutup dan turbin untuk pembangkit listrik harus dapat berputar dua arah, atau dilakukan secara bergantian. Namun, teknologi ini masih jarang digunakan karena perawatannya sulit akibat air laut yang mudah membuat peralatan berkarat sehingga biayanya cenderung mahal.

6. Energi Panas Bumi

Energi panas bumi atau energi geothermal adalah energi yang berasal dari inti bumi. Inti bumi merupakan bahan yang terdiri atas berbagai jenis logam dan batu yang berbentuk cair yang memiliki suhu tinggi. Energi panas bumi dapat dilihat dalam berbagai bentuk, misalnya berupa mata air panas fumarola (uap panas), geysir (semburan air panas), dan sulfatora (sumber belerang). Uap panas air panas dapat langsung dimanfaatkan untuk memutar turbin uap yang dikaitkan dengan generator pembangkit listrik. Air panas dapat digunakan untuk pembangkit listrik secara tidak langsung. Air panas digunakan juga untuk menguapkan amoniak. Gas amoniak inilah yang digunakan untuk memutar turbin uap yang dikaitkan dengan generator pembangkit listrik sehingga akan diperoleh energi listrik.

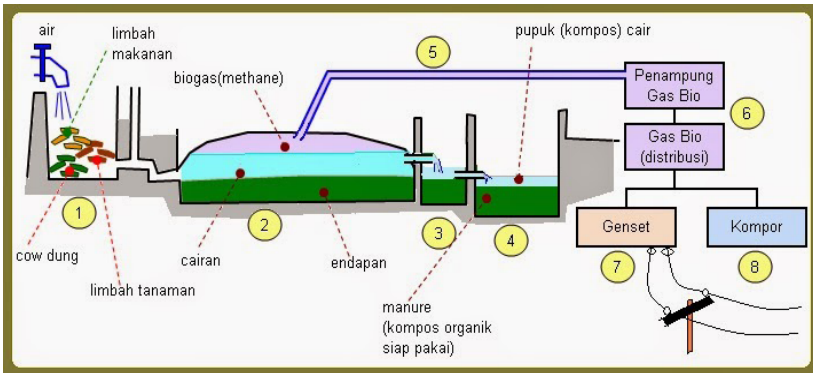


Gambar 6.9 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
(Sumber : keta.or.id)

Contoh lainnya dari energi geothermal yang dapat kita manfaatkan saat ini ialah panas bumi yang berasal dari magma. Magma adalah batuan cair atau panas yang terdapat dalam kerak bumi. Bila magma sampai kepermukaan bumi, maka disebut lava. Lava inilah yang membentuk gunung-gunung itu dibedakan menjadi gunung yang aktif dan gunung yang tidak aktif. Gunung yang aktif disebut gunung berapi, yaitu gunung yang mulutnya berhubungan dengan magma. Dengan cara yang berbeda dari berbagai kedalaman, yang dekat dengan permukaan bumi hingga yang letaknya jauh di perut bumi dapat menghasilkan sumber energi panas bumi. Keuntungan dari pembangkit listrik tenaga panas bumi adalah energinya tersedia melimpah, tidak menghasilkan emisi karbon dan polutan berbahaya, dan tidak memerlukan lahan yang terlalu luas. Namun sayangnya, ada kekurangan yang perlu diperhatikan dari energi panas bumi ini yaitu memerlukan modal yang besar dan diduga bisa mempengaruhi kestabilan tanah di daerah sekitarnya.

7. Energi Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari sisa-sisa makhluk berupa sampah pertanian, yaitu batang pohon jagung, jerami, sisa ampas kelapa, atau tumbuhan lain.



Gambar 6.10 Proses Mekanisme Energi Biogas

Seperti pada gambar di atas, prinsipnya adalah memanfaatkan jasad hidup sampah melalui cara pembusukan dengan pertolongan bakteri pengurai. Bakteri itu diperoleh dari kotoran kerbau atau sapi. Bahan-bahan organik ini dapat dikonversikan menjadi bahan bakar melalui proses-proses kimia dengan bantuan organisme dekomposer. Bahan bakar cair utama yang dihasilkan dari biomassa adalah metanol dan etanol sedangkan produksi gas yang utama adalah biogas, yaitu campuran antara methana dan karbondioksida. Pembuatan biogas banyak dilakukan di daerah peternakan dan pabrik makanan, karena selain bisa menghasilkan biogas juga bisa meminimalisir adanya pencemaran lingkungan. Prinsip kimia yang melibatkan pembentukan biogas adalah prinsip terjadinya fermentasi pada semua karbohidrat, lemak, dan protein oleh bakteri metan tanpa adanya udara. Suhu yang baik untuk proses ini adalah antara 30°-55°C. Komposisi gas yang diperoleh tergantung pada komposisi bahan-bahan yang dipakai, suhu, dan lamanya dekomposisi. Pada umumnya komposisi biogas terdiri dari beberapa unsur, seperti pada tabel berikut.

Tabel 6.1 Komposisi Biogas

Nama	Rumus	Persentase
Methana	CH ⁴	55 - 56%
Karbondioksida	CO ²	36 - 45%
Nitrogen	N ²	0 - 3%

Hidrogen	H ²	0 - 1%
Oksigen	O ²	0 - 1%
Hidrogen Sulfida	H ² S	0 - 1%

E. Manfaat Sumber Daya Alam Bagi Manusia

⁹³Sumber daya alam adalah sesuatu yang bersumber atau berasal dari alam yang dapat digunakan atau dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Saat ini banyak aktivitas manusia yang memicu terjadinya kerusakan sumber daya alam dan lingkungan hidup yang ujungnya berdampak pada kehidupan dan ekosistem di muka bumi. Sumber daya alam sangat besar manfaatnya untuk kehidupan manusia manfaat tersebut diantaranya adalah (Asiyah,dkk. 2019)⁹⁴:

1. Tumbuhan

- a. Menghasilkan oksigen bagi manusia dan hewan.
- b. Mengurangi polusi karena dapat menyerap karbondioksida yang dipakai tumbuhan untuk proses fotosintesis.
- c. Mencegah terjadinya erosi, tanah longsor dan banjir.
- d. Bahan industri. Misalnya kelapa sawit sebagai bahan industri minyak goreng.
- e. Bahan makanan dan minuman. Misalnya padi menjadi beras, lalu teh dan jahe.

2. Air

- a. Menjaga kelangsungan hidup manusia sebab manusia akan mati jika tidak ada air.
- b. Pemenuhan kehidupan primer manusia.
- c. Kebutuhan rumah tangga.
- d. Kebutuhan industri dan ekonomi.
- e. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air).
- f. Sarana irigasi/pengairan.
- g. Sarana wisata/rekreasi.

93 Anonim. 2021. *Pemanfaatan Sistem Informasi untuk Inventarisasi Sumber Daya Alam*. Diakses tanggal 12 Februari 2021 dari <https://www.kelaspintar.id/blog/tips-pintar/pemanfaatan-sistem-informasi-untuk-inventarisasi-sumber-daya-alam-9902/>

94 Asiyah, dkk. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar Dalam Perspektif Islam*. Bengkulu: Vanda, hlm: 208

3. Udara

- a. Penyuplai oksigen
- b. Pembangkit listrik tenaga air.
- c. Mengarahkan kapal ke laut
- d. Membersihkan ruang ventilasi di rumah.
- e. Menyejukkan tubuh.

4. Tanah

- a. Kebutuhan tempat tinggal
- b. Tempat penyimpanan air.
- c. Dibutuhkan untuk lahan pertanian.
- d. Untuk menanam sumber daya alam pertanian.

5. Hewan

- a. Dapat dijadikan hewan peliharaan yang dapat diperjual belikan.
- b. Lauk pauk makanan manusia.
- c. Hewan liar yang hidup di hutan bermanfaat untuk kelestarian alam.

6. Hutan

- a. Menjaga kelestarian dan keseimbangan alam.
- b. Tempat hidup berbagai jenis tumbuhan dan hewan.
- c. Tempat penyimpanan air alamiah.
- d. Menentukan iklim.
- e. Mengurangi erosi.

Dalam pemanfaatan sumber daya alam, manusia perlu berdasar pada prinsip keefisienan. Artinya tidak merusak ekosistem, pengambilan secara efisien dalam memikirkan kelanjutan sumber daya alam. Tujuan kita adalah pembangunan yang berkelanjutan untuk mendukung kesejahteraan manusia maka dari itu prioritas utama pengolahan adalah upaya pelestarian lingkungan.

F. Peranan Perkembangan Teknologi Di Dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam

Teknologi merupakan sesuatu yang terus berkembang. Untuk mengembangkan teknologi menjadi lebih baik lagi dari waktu ke waktu, maka keberadaan sumber daya alam sangatlah penting untuk mendukung pengembangan teknologi ini. Baik secara langsung dan tidak langsung, serta secara sadar maupun tidak sadar, segala macam bentuk perkembangan teknologi yang kita rasakan saat ini pastilah membutuhkan sumber daya alam yang tepat. Pemanfaatan sumber

daya alam harus diikuti oleh pemeliharaan dan pelestarian. Alam mempunyai sifat yang beraneka ragam namun serasi dan seimbang. Oleh karena itu, perlindungan dan pengawetan alam harus terus dilakukan untuk mempertahankan keserasian dan keseimbangan itu.

Dalam upaya pemanfaatan ini dapat berkesinambungan, maka tindakan eksploitasi sumber daya alam harus disertai dengan tindakan perlindungan. Pemeliharaan dan pengembangan lingkungan hidup harus dilakukan dengan cara yang rasional antara lain sebagai berikut (Widiastuti, 2017)⁹⁵:

1. Memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dengan hati-hati dan efisien, misalnya: air, tanah, dan udara.
2. Menggunakan bahan pengganti, misalnya hasil metalurgi (campuran).
3. Mengembangkan metoda menambang dan memproses yang efisien, serta daur-ulangan (*recycling*).
4. Melaksanakan etika lingkungan berdasarkan falsafah hidup secara damai dengan alam.

Selain itu, peran perkembangan teknologi dalam pengelolaan sumber daya alam dapat juga membantu manusia. Saat ini informasi dianggap sebagai sumber daya yang berharga bagi organisasi. Organisasi menyadari bahwa tanpa informasi tidak ada peningkatan efektifitas, efisiensi, dan daya saing yang akan terjadi. Manusia membutuhkan informasi dalam menghadapi berbagai situasi, baik dari lingkungan, masyarakat, atau untuk memenuhi kebutuhan personal, sosial, ekonomi, maupun ketenagakerjaan. Oleh karena itu, hal ini menunjukkan bahwa informasi merupakan sumber daya yang berharga dan kritis yang dibutuhkan manusia untuk mengambil keputusan.⁹⁶ Disinilah sistem informasi dibutuhkan. Apalagi, jika melihat kekayaan alam yang ada di Indonesia cukup beragam dan luas maka perlu dijaga agar kerusakan bisa dicegah dan jumlahnya bisa tetap dikendalikan. Untuk itu, dalam melihat kondisi kerusakan sumber daya alam dan lingkungan hidup ini maka dibutuhkan sistem informasi geografi. Dimana, data hasil pengolahan dari sistem informasi ini dapat digunakan untuk evaluasi pemerintah dalam hal pembangunan maupun penanganan sumber

95 Widiastuti, N.L.G.K. 2017. *Modul Ilmu Alamiah Dasar*. Program Studi PGSD, Universitas Dwijendra. Modul tidak diterbitkan.

96 Anonim. 2021. *Pemanfaatan Sistem Informasi untuk Inventarisasi Sumber Daya Alam*. Diakses tanggal 12 Februari 2021 dari <https://www.kelaspinar.id/blog/tips-pintar/pemanfaatan-sistem-informasi-untuk-inventarisasi-sumber-daya-alam-9902/>

daya alam. Ada beberapa manfaat sumber informasi geografi untuk inventarisasi sumber daya alam, antara lain yaitu:

1. Membantu mengenali berbagai macam persebaran sumber daya alam seperti batu bara, gas alam maupun minyak bumi dan barang tambang yang lainnya.
2. Memberikan masukan atau input kawasan yang diprediksi akan terkena bencana alam, misalnya dalam memantau luas wilayah yang terkena bencana, pencegahan atau mitigasi bencana alam yang akan terjadi di masa yang akan datang, serta dapat menyusun rencana-rencana pembangunan akibat bencana alam.
3. Mengetahui luas suatu kawasan hutan dan sebaran vegetasinya, misalnya dalam mendeteksi kawasan lahan yang masih potensial atau lahan yang kritis, hutan yang masih asri atau hutan yang telah rusak.
4. Membantu pemetaan sumber daya mineral dan batuan, misalnya untuk menganalisis cadangan mineral, maka dibutuhkan peta ataupun citra satelit dari proses penginderaan jauh maupun dengan survei lapangan.
5. Membantu pemetaan kesuburan tanah untuk lahan pertanian.
6. Membantu pemetaan daerah pasang surut untuk pengembangan.
7. Membantu pemetaan geologi untuk eksplorasi mineral dan barang tambang serta penanggulangan bencana.

Berikut merupakan contoh dari beberapa konsep pengelolaan sumber daya alam dengan bantuan perkembangan teknologi, diantaranya yaitu (Widiastuti, 2017)⁹⁷ :

1. Pengelolaan Sumber Daya Alam di Bidang Pertanian

Mekanisme pertanian tanpa perhitungan yang tepat dapat menurunkan kesuburan sifat fisik tanah. Hal ini bisa terjadi karena terjadi kerusakan pada lapisan bagian atas tanah yang mengandung humus dan dapat menyebabkan terjadinya erosi tanah yang disebabkan oleh air. Usaha untuk memperoleh hasil pertanian yang berlimpah dengan sebutan revolusi hijau. Langkah ini ditempuh industri pertanian yaitu dengan adanya perubahan dari petani kecil dengan lahan sempit menjadi petani industri dengan lahan luas. Aktivitas ini membantu petani

97 Widiastuti, N.L.G.K. 2017. *Modul Ilmu Alamiah Dasar*. Program Studi PGSD, Universitas Dwijendra. Modul tidak diterbitkan.

kecil yang kehilangan tanah garapan dan pekerjaan. Dengan adanya peran teknologi pertanian maka diharapkan akan dapat meningkatkan kualitas hasil pertanian, serta memudahkan bagi para pengelola sektor pertanian untuk mendapatkan hasil kerja yang optimal. Contoh inovasi teknologi di bidang pertanian adalah teknologi sensor dan teknologi otomasi.

a. Teknologi Sensor

Teknologi sensor dapat memberikan data yang konkrit dan real time terhadap para petani. Teknologi sensor yang sedang dikembangkan saat ini adalah teknologi sensor bagi tanaman yang memanfaatkan drone untuk mendapatkan beragam data, seperti pertumbuhan hama, penyakit, dan permasalahan lainnya.



Gambar 6.11 Sensor Pertanian
(Sumber : msmbindonesia.com)

Teknologi ini banyak dikembangkan di pertanian tanaman hortikultura dalam skala besar. Dengan adanya teknologi ini, penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya dapat lebih terarah dan efisien, sehingga mengurangi dampak negatif bagi lingkungan.

b. Teknologi Otomasi

Penerapan teknologi otomasi biasa melibatkan beberapa program komputer dan alat-alat pertanian seperti traktor. Penerapan otomasi seperti ini masih terbilang sederhana. Namun, kini sistem otomasi yang lebih rumit sudah dikembangkan di Belanda. Alat ini bisa mendeteksi

level pigmen klorofil dan athocyanin melalui alat yang disematkan terhadap buah yang diamati. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan kamera pendeteksi kombinasi warna (RGB) untuk mendeteksi kedalaman warna sehingga ukuran buah dapat diketahui. Jika data menunjukkan bahwa buah sudah matang, alat akan memanen buah hanya dalam waktu dua detik. Selain itu, seluruh data kesehatan buah dan tanaman, tingkat kematangan, dan status lainnya akan terintegrasi pada smartphone. Dengan penggunaan teknologi ini, efisiensi akan sangat meningkat. Ketepatan waktu pada saat panen pun akan lebih terjaga.

2. Pengelolaan tanah datar, lahan miring, dan perbukitan

Upaya pelestarian tanah dapat kita lakukan dengan menggalakkan kegiatan menanam pohon atau penghijauan kembali (reboisasi) terhadap tanah yang sudah gundul. Khusus daerah perbukitan atau pegunungan dengan tanah yang miring posisinya perlu dibangun terasering atau sengkedan untuk menghambat laju aliran air hujan sehingga dapat mencegah tanah longsor. Berbagai macam cara untuk mengolah tanah terus dikembangkan, menghasilkan teknologi pengolahan tanah yang efisien. Petani tidak punya pilihan lain kecuali menggunakan mesin-mesin pertanian tersebut untuk meningkatkan hasil pertanian dan mengefisienkan usaha tani-nya. Contohnya penggunaan traktor mobil sawah. Hasilnya, tanah diolah dengan intensitas pengolahan yang terus meningkat.

3. Pengelolaan kualitas udara

Udara merupakan unsur vital bagi kehidupan karena setiap organisme bernafas memerlukan udara. Upaya yang dapat dilakukan untuk membuat udara tetap layak dihirup adalah:

a. Menggalakan penanaman pohon dan tanaman hias di lingkungan sekitar

Tanaman dapat menyerap gas-gas yang berbahaya bagi manusia dan mampu memproduksi oksigen melalui proses fotosintesis. Tumbuhan juga mengeluarkan uap

air sehingga kelembaban udara tetap terjaga. Selain itu, munculnya inovasi perkembangan teknologi juga mendukung hal tersebut. Sebagai contoh, ⁹⁸sebuah teknologi

98 Mudhofir,F., Yulianti,I., & Sujarwata,S. 2018. T-FANTYQ 09: *Teknologi Lingkungan Penyaring Udara Sebagai Upaya Degradasi Polutan Asap Rokok. Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science*, Vol.41, No.1

“T-FANTYQ 09” dirancang sebagai teknologi untuk mendegradasi polutan CO yang dihasilkan asap rokok. Teknologi ini berbasis fotokatalis TiO₂ yang dicampurkan dengan SiO₂ dari lumpur lapindo yang disemprotkan pada preparat. Preparat sebagai katalis dan tiga lampu UV disusun dalam bentuk kotak berukuran 16cm x 10cm x 20cm. Pengujian dilakukan dengan memasukkan asap rokok dalam kotak untuk kemudian disinari lampu UV. Dalam pengujian alat menggunakan CO meter diperoleh hasil penurunan konsentrasi CO sampai 95% dengan waktu penyinaran 60 menit.

b. Mengupayakan pengurangan emisi atau gas sisa pembakaran

Asap kendaraan bermotor dan cerobong asap merupakan penyumbang terbesar kotornya udara di perkotaan dan kawasan industri dan menjadi penyebab pencemaran udara. Salah satu pencegahannya adalah menggunakan bahan industri yang aman bagi lingkungan serta pemasangan filter pada cerobong asap. Hubungan yang erat antara penggunaan teknologi dan kerusakan lingkungan telah menyadarkan masyarakat untuk melakukan modifikasi dan inovasi dari teknologi yang ada saat ini. Salah satu contohnya yaitu mobil listrik yang dinilai ramah lingkungan sudah dikembangkan di sejumlah negara. Keberadaan mobil listrik juga akan meningkatkan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT).

c. Mengurangi dan menghindari pemakaian gas kimia yang dapat merusak lapisan ozon di atmosfer.

Gas Freon yang digunakan untuk pendingin AC atau kulkas serta yang digunakan dalam kosmetik merupakan salah satu senyawa yang dapat merusak lapisan ozon. Bahaya penggunaan bahan pendingin freon AC yang memiliki indeks *Global Warming Potential* (GWP) 510 kali lebih besar dibandingkan karbondioksida. Untuk mencegah hal tersebut, perlu dilakukan suatu inovasi dan uji coba dalam meneliti bahan pendingin apa yang dapat menggantikan freon. Salah satu contohnya yaitu material peubah fasa yang berasal dari minyak ikan berbasis asam lemak atau dikenal dengan nama *Marine Fish Oil Phase Change Material*

(MFO PCM). Menurut Yeyen (republika.co.id, 2018)⁹⁹, asam lemak dapat menjadi bahan penyimpan panas karena sifat termodinamika dan kinetik yang sesuai untuk penyimpanan panas laten suhu rendah. Sementara itu, minyak ikan digunakan karena termasuk sumber asam lemak potensial. Pembuatan MFO PCM dari minyak ikan dilakukan dengan epoksidasi minyak terlebih dahulu. Tujuannya untuk memutuskan ikatan rangkap yang terdapat pada minyak ikan. Hasil penelitiannya menunjukkan, MFO PCM mampu menyerap panas lebih besar dibandingkan minyak ikan kasar. MFO PCM dapat diintegrasikan pada bangunan terutama pada dinding dan langit-langit. Aplikasi MFO PCM pada dinding menggunakan bentuk fins yang diisi dengan PCM sedangkan pada langit-langit menggunakan bentuk silinder.

4. Pengelolaan hutan

Eksplotasi hutan yang berlangsung secara terus-menerus tanpa diimbangi dengan penanaman kembali menyebabkan kawasan ekosistem hutan menjadi rusak. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian hutan adalah:

- a. Reboisasi atau penanaman kembali hutan yang gundul
- b. Melarang pembabatan hutan
- c. Menerapkan sistem tebang pilih
- d. Menerapkan sistem tebang tanam dalam kegiatan penebangan hutan
- e. Menerapkan sanksi berat bagi mereka yang melanggar pengelolaan hutan

Menurut Sylvana dalam konferensi internasional ke-5 peneliti kehutanan (2019)¹⁰⁰, berpendapat bahwa dalam hal ini, peran ilmu pengetahuan dan teknologi atau IPTEK menjadi kebutuhan dan terus didukung oleh berbagai inovasi agar dapat mengelola sumber daya khususnya hasil hutan secara efisien dan berkelanjutan. Penerapan IPTEK juga mampu berkontribusi

99 Pryanka, A. & Murdaningsih, D. 2018. Mahasiswa IPB temukan Pengganti Freon untuk AC. Diakses tanggal 12 Februari 2021 dari <https://republika.co.id/berita/pbqgqc368/mahasiswa-ipb-temukan-pengganti-freon-untuk-ac>

100 Anonim. 2019. Penerapan IPTEK Untuk Pengelolaan Hutan Dan Hasil Hutan Yang Berkelanjutan. Diakses tanggal 12 Februari dari http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/2080

pada peningkatan pendapatan, mendorong ekonomi sirkular dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya yang diarahkan pada *zero waste*. Ekonomi sirkular pada dasarnya menggunakan limbah balik menjadi produk yang memiliki potensi untuk dikembangkan dan memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan.¹⁰¹ Dalam hal ini, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) sebagai lembaga pemerintah yang bertugas dalam mengkaji dan menerapkan teknologi di berbagai bidang, salah satunya yaitu bidang kehutanan, telah melakukan beberapa inovasi sebagai bentuk kontribusi dalam mendorong inovasi pengelolaan hutan. Diantaranya yaitu inovasi teknologi budidaya tanaman hutan seperti produksi bibit untuk industri bibit tanaman kehutanan fast growing species, produksi Bibit Tumbuh Mandiri (BITUMAN) untuk jenis jenis tanaman reboisasi dan reklamasi lahan atau hutan. Selain itu juga BPPT telah melakukan perbanyakan tanaman secara in-vitro (kultur jaringan) dan ex-vitro untuk tanaman hutan industri, reboisasi dan konservasi seperti Eucalyptus, Acacia, Sengon, Kayu Besi, Meranti, Jati, Jabon, Trembesi, Gaharu serta Ebony. Tidak hanya sampai disitu, inovasi teknologi pengelolaan hasil hutan pun telah dilakukan oleh BPPT meliputi pengelolaan, pemanfaatan dan pengembangan nilai tambah hasil hutan non kayu seperti tanaman obat, akselerasi produksi gaharu, pembibitan dan penyuntikan serta pemanfaatan biofuels limbah kayu penebangan hutan untuk menjalankan industri pengolahan kayu, misalnya kayu lapis.

5. Pengelolaan laut dan pantai

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang sangat luas dan banyak menyimpan kekayaan alam yang melimpah. Kerusakan ekosistem air laut dan ekosistem pantai, lebih banyak disebabkan oleh tangan manusia. Pengerukan pasir pantai, pengrusakan ekosistem hutan mangrove dan pengrusakan terumbu karang di laut merupakan kegiatan-kegiatan manusia yang mengancam kelestarian ekosistem laut dan ekosistem pantai. Adapun upaya untuk melestarikan laut dan pantai, dapat dilakukan dengan cara:

101 Anonim. 2011. Inovasi Untuk Mendorong Peningkatan Daya Saing Kehutanan. Diakses tanggal 12 Februari dari <https://www.bppt.go.id/layanan-informasi-publik/830-inovasi-untuk-mendorong-peningkatan-daya-saing-kehutanan>

- a. Melakukan reklamasi pantai dengan cara menanam kembali tanaman bakau di area sekitar pantai
- b. Melarang pengambilan batu karang yang berada di sekitar pantai dan laut
- c. Melarang penggunaan bahan peledak dan racun kimia untuk menangkap ikan

Lalu bagaimana peranan teknologi dalam membantu hal tersebut? Teknologi dan ilmu kelautan adalah suatu sarana yang dapat membantu dan menjaga laut Indonesia. Oleh karena itu, teknologi dan ilmu kelautan sangat dibutuhkan agar tercipta keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestariannya. Dampak yang diakibatkan oleh pemanfaatan teknologi dan ilmu kelautan harus diperhitungkan juga supaya hewan laut dapat berkembang dengan baik dan laut dapat terjaga. Salah satu pemanfaatan teknologi kelautan yang banyak diminati oleh kaum milenial ialah sebagai berikut ini.

a. Ilmu Kenautikaan

Ilmu kenautikaan atau lebih dikenal dengan ilmu pelayaran. Ilmu kenautikaan adalah ilmu yang mempelajari tentang pemanfaatan arah angin, cuaca, dan ilmu arah mata angin atau compas. Pemanfaatan ilmu kenautikaan banyak dimanfaatkan oleh nahkoda kapal untuk mencari arah yang benar saat kapal berlayar di laut. Ilmu kenautikaan ini sangat berguna karena dapat mendeteksi adanya badai dan ombak-ombak tinggi yang berada disekitar kapal sehingga kemungkinan kapal tenggelam atau kecelakaan lainnya dapat dihindari. Teknologi ini diperkenalkan dengan sistem sonar.

b. Biotalaut Pendeteksi Tsunami

Teknologi dan Ilmu Kelautan sangat berpengaruh dengan kelangsungan hidup manusia. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan ilmu kelautan yang mudah dideteksi yaitu makhluk hidup. Makhluk hidup memiliki rasa atau rangsangan untuk mendeteksi bahaya yang akan terjadi, karena sebelum datangnya tsunami biasanya ikan - ikan dan burung - burung memiliki tingkah laku yang aneh tanpa banyak disadari masyarakat sekitar pantai. Burung akan pergi menjauhi laut dan ikan akan berperilaku aneh seperti meloncat loncat kedalam permukaan. Pemanfaatan ilmu kelautan pendeteksi bencana tersebut kini dicontoh oleh

teknologi pendeteksi tsunami. Pendeteksi tsunami dapat di deteksi dengan cara memasang pelampung pelampung pendeteksi tsunami di bibir pantai. Alat ini terinspirasi dari perilaku makhluk hidup dilaut, alat ini berguna untuk mendeteksi bencana yang akan terjadi dilaut khususnya tsunami yang sangat membahayakan masyarakat luas. Bahkan tsunami adalah bencana yang dianggap memakan banyak korban dan kerusakan yang sangat parah. Untuk itu pengembangan ilmu pengetahuan untuk mendeteksi adanya tsunami terus dilakukan.

c. Pemanfaatan Laut Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Pemanfaatan ilmu kelautan lainnya adalah pemanfaatan air laut untuk diubah menjadi teknologi uap. Banyaknya wilayah laut di Indonesia menjadikan laut sebagai bahan eksploitasi secara besar-besaran. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan ilmu kelautan yang satu ini. Cara mengubah air laut ini menjadi uap adalah dengan mencampurkan batu bara sebagai bahan untuk mendidihkan air laut. Karena kandungan elektrolit garam dan panas uap air laut kemudian hal tersebut menghasilkan arus listrik. Sehingga munculah teknologi pemanfaatan ilmu kelautan untuk diubah menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang paling terkenal di Indonesia adalah PLTU Paiton yang terletak di wilayah Jawa Timur. PLTU ini sangatlah ramah lingkungan karena tidak mengganggu ekosistem yang berada di sekitar PLTU tersebut. Dan PLTU ini menjadi solusi lain untuk membangkitkan listrik selain PLTA yang sedang dikembangkan oleh Perusahaan negara atau PT. PLN.

G. Dampak Negatif Penggunaan Teknologi Bagi Keseimbangan Sumber Daya Alam

Perkembangan teknologi merupakan hal sulit untuk dihindari dari semua kalangan yang mengerti akan teknologi-teknologi baru. Pesatnya kemajuan suatu teknologi tentunya membawa pengaruh besar kepada siapapun yang menggunakannya, ada yang berdampak positif maupun negatif khususnya dikalangan remaja Indonesia zaman sekarang yang sepertinya sudah menjadi kegiatan sehari-hari untuk selalu update menggunakan media tertentu supaya tidak dibilang "GAPTEK" atau "Gagap Teknologi". Perubahan zaman dan

kemajuan teknologi selain membawa pengaruh positif tidak sedikit juga yang ternyata membawa dampak negatif di kalangan sebagian remaja di Indonesia, bila mereka tidak siap menghadapinya.

Dampak atau efek dari sains dan teknologi yang telah dikembangkan manusia dalam rangka mewujudkan keseimbangan sumber daya alam merupakan hal tidak mudah dan sederhana untuk menyelesaikannya. Indonesia merupakan negara dengan potensi yang sangat besar, namun pengembangan teknologi di Indonesia dapat dikatakan lambat. Pemerintah kurang memberikan perhatian terhadap pengembangan teknologi. Akhirnya lebih banyak teknologi dari luar negeri yang masuk ke Indonesia. Selain faktor tersebut masih ada lagi faktor lainnya yang mempengaruhi kemajuan teknologi informasi di Indonesia yaitu sebagai berikut.

1. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terlambat
2. Sikap masyarakat yang tradisional
3. Prasangka terhadap hal-hal yang baru atau asing
4. Rasa tidak percaya diri (*self distrust*)
5. Penolakan terhadap orang luar
6. Kesepakatan terhadap norma tertentu (*conforming to norms*)
7. Rasa tidak aman dan regresi (*insecurity and regression*)
8. Ketergantungan (*depedence*)

Jika faktor-faktor yang mempengaruhi kemajuan teknologi tersebut dikaitkan dengan konsep pengelolaan sumber daya alam dengan bantuan perkembangan teknologi, maka dapat disimpulkan dampak negatif yang timbul dari penggunaan teknologi tersebut terhadap sumber daya alam yaitu sebagai berikut.

1. Pencemaran Lahan Sawah di Bidang Pertanian

Salah satu korban industrialisasi modern ini adalah tanah, khususnya tanah pertanian. Banyak sekali tanah pertanian yang dikonversi menjadi lahan industri ataupun pabrik-pabrik, seringkali bahkan tanpa menghiraukan kesuburan tanah serta sistem pertanian setempat yang telah tertata rapi, lengkap dengan sistem irigasinya¹⁰². Lebih jauh, proses industrialisasi ini pada akhirnya juga merambah kawasan pertanian itu sendiri. Ada industri yang mengembangkan teknologi pertanian, yang

102 Kurniatmanto, dkk. 2005. *Laporan Akhir: Tim Analisis dan Evaluasi Hukum Tentang Kerusakan Tanah Pertanian Akibat Penggunaan Teknologi*. Jakarta : Departemen Kehakiman dan HAM

merupakan salah satu bentuk bioteknologi¹⁰³. Proses ini telah menimbulkan revolusi hijau yang menghebohkan, namun justru berdampak negatif bagi para petani dan pertanian itu sendiri, khususnya di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Para industrialis pertanian itu telah mengembangkan dan memasarkan pelbagai jenis bibit tanaman unggul, pupuk kimiawi, serta pestisida kimiawi dan obat-obatan, dengan dalih menyelamatkan masa depan kehidupan umat manusia. Akan tetapi dampak negatif yang menghancurkan kehidupan itu sendirilah yang terjadi. Karena proses kimiawi artifisial itu, unsur hara yang secara alami ada di dalam tanah menjadi hancur. Zat-zat renik menjadi musnah. Artinya, tanah pertanian menjadi kehilangan kesuburannya, karena teknologi pertanian ini¹⁰⁴.

2. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah meliputi berbagai kegiatan fisik dan mekanik tanah yang bertujuan untuk membuat media perakaran tanaman lebih baik. Meskipun tanah diolah dengan intensitas pengolahan yang terus meningkat. Petani, pada awalnya, mendapatkan hasil panen yang tinggi, namun karena tanah terus-menerus diolah, akibatnya tanah mengalami penurunan produktivitas. Tanah yang diolah berlebihan tanpa tindakan konservasi akan menjadi lebih cepat kering, lebih halus (*powdery*), berstruktur buruk, dan kadar bahan organik tanahnya semakin rendah. Penggunaan alat berat akan menggemburkan tanah dan membolak-balikkan tanah sampai pada kedalaman 20 cm. Namun, pada waktu yang bersamaan roda traktor menyebabkan terjadinya pemadatan tanah dan berbagai efek negatif lainnya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan tanah yang berlebihan menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan struktur tanah dan kekahatan kandungan bahan organik tanah (Idjudin, 2011)¹⁰⁵.

3. Pencemaran Udara dan Pemanasan Global

Udara merupakan faktor yang penting dalam hidup dan kehidupan. Namun pada era modern ini, sejalan dengan

103 Widayanti, H. & Krishnayanti, I.N. 2003. *Bioteknologi: Imprealisme Modal & Kejahatan Globalisasi*. Yogyakarta: INSIST Press

104 Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik: menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*, Yogyakarta: Kanisius

105 Idjudin, A.A. 2011. Peranan Konservasi Lahan Dalam Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol. 5 No.2

perkembangan pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, serta berkembangnya transportasi dari hasil teknologi maka kualitas udara pun mengalami perubahan yang disebabkan oleh terjadinya pencemaran udara atau sebagai bentuk berubahnya salah satu komposisi udara dari keadaan yang normal yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel aerosol) ke dalam udara dalam jumlah tertentu untuk jangka waktu yang cukup lama sehingga dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tanaman (BPLH DKI Jakarta, 2013)¹⁰⁶. Contoh lainnya penggunaan AC dan lemari es akan mengeluarkan zat buang berupa gas freon (CFC) yang akan menimbulkan dampak efek rumah kaca. Efek rumah kaca adalah keadaan di mana atmosfer bumi yang seharusnya kaya dengan kandungan ozon (O₃) menjadi kaya akan kandungan CO_x, NO_x, dan CFC, sehingga menjadikan panas sinar matahari sulit untuk dipantulkan kembali dan justru terperangkap di dalam bumi. Adanya efek rumah kaca membuat suhu rata-rata di Bumi menjadi sekitar 33°C. Naiknya gas rumah kaca berakibat akan menaikkan efek rumah kaca. Peristiwa naiknya intensitas efek rumah kaca ini disebut pemanasan global. Pemanasan global dapat berdampak luas terhadap kehidupan manusia. Di antara dampak itu adalah mencairnya es di kutub utara dan selatan, sehingga meningginya permukaan laut global. Selain itu, terjadi perubahan dalam jumlah dan pola curah hujan yang dapat menyebabkan banjir dan kekeringan. Akibat yang lain adalah perubahan cuaca yang ekstrem, kepunahan spesies tertentu, perubahan pola pertanian, dan peningkatan jenis vektor pembawa penyakit.

4. Penggundulan Hutan

Beberapa manusia bertindak terlalu cerdas dengan mengeksploitasi kekayaan yang ada di alam secara habis-habisan. Mereka berpikir bahwa alam telah menyediakan semua yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan mereka, sehingga mereka pikir tidak salah jika mereka menghabiskan kekayaan yang dimiliki oleh alam sampai tak bersisa. Apalagi dengan bertambah pesatnya perkembangan teknologi yang ada sekarang ini membuat mereka semakin menjadi-jadi mengeruk kekayaan alam ini. Salah satu contohnya adalah penebangan hutan yang semakin cepat dikarenakan adanya teknologi berupa

106 Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Jakarta. 2013. *Pengertian Pencemaran Udara*.

gergaji mesin dan penggunaan alat berat untuk meratakan hutan yang lahannya dijadikan untuk jalan raya, perumahan, dan lain sebagainya.

5. Eksplotasi Laut

Eksplotasi sumberdaya alam termasuk kelautan dan perikanan berpotensi menimbulkan dampak (positif dan/ atau negatif) yang signifikan dalam kehidupan masyarakat setempat dan masyarakat sekitarnya yang terkoneksi. Tentu tujuan idealnya adalah ikut berkontribusi dalam upaya meningkatkan derajat kesejahteraan masyarakat dimaksud, meskipun seringkali sulit dihindari pula dampak negatif terhadap tatanan masyarakat¹⁰⁷. Perkembangan yang terjadi akhir-akhir ini pada masyarakat nelayan, menunjukkan adanya peningkatan penggunaan teknologi yang pesat. Fenomena ini disebabkan sifat masyarakat nelayan yang cepat dan relatif terbuka terhadap pembaharuan, yang tampak pada adopsi berbagai jenis-jenis alat penangkapan barn, jenis dan ukuran kapal yang semakin besar, serta kapasitas mesin penggerak kapal maupun penggerak alat tangkap yang semakin besar¹⁰⁸. Perilaku nelayan teripang, nelayan bom, dan bius yang intensif karena didukung sarana selam modern terbukti berdampak pada kondisi kemerosotan populasi sumberdaya perikanan dan kerusakan habitat ekosistem terumbu karang. Alasan mengapa nelayan menggunakan bom dan bius serta sarana selam tersebut hanya dapat dipahami dengan analisis dan penjelasan konteks internal/sosial budaya dan konteks eksternal dari perilaku tersebut sebab kedua konteks inilah yang menyumbang kepada berbagai pola perilaku eksploitasi, yang pada gilirannya berkonsekuensi terhadap perubahan-perubahan lingkungan dan stok sumberdaya perikanan¹⁰⁹.

107 Pariella, T. 2019. Dampak Eksploitasi Sumberdaya Alam Kelautan Dan Perikanan Terhadap (Kondisi) Sosial Ekonomi Masyarakat. *Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan*, Vo.1 No.1.

108 Syahyuti & Taryoto, A.H. 1996. Pengaruh Perkembangan Teknologi Terhadap Perubahan Interaksi Sosial Masyarakat Nelayan. *FAE*, Vol.14, No.2

109 Lampe, M., Sairin, S., & Putra, H.S.A. 2005. Perilaku Eksploitasi Sumberdaya Perikanan Taka Dan Konsekuensi Lingkungan Dalam Konteks Internal Dan Eksternal: Studi Kasus Pada Nelayan Pulau Sembilan. *Humaniora*, Vo.17, No.3

BAB IX

Peranan & Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Lingkungan Hidup

A. Pendahuluan

¹¹⁰Sumber daya alam, darat dan laut merupakan asset yang memegang peranan penting dalam kelangsungan hidup suatu masyarakat baik dari aspek ekonomi, sosial, budaya, hukum dan politik. Berdasarkan pemanfaatannya, sumber daya alam baik yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui harus dikelola dan dipakai secara bijaksana, sebagaimana amanat Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 33, yang berbunyi, "Bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung didalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat,". Pengelolaan sumber daya alam di Indonesia dalam sejarahnya menimbulkan banyak konflik dengan masyarakat lokal. Konflik dapat berawal dari aktivitas eksploitasi, terjadinya degradasi lingkungan, semakin menipisnya hutan, rusaknya komoditas laut akibat pengeboman oleh masyarakat nelayan, akibat derasnya arus kapitalisme global dan sebagainya. Kapitalisme global tersebut, disebutkan telah mendorong intervensi dari Negara untuk melakukan proses regulasi. Efek yang ditimbulkan adalah terjadinya konspirasi antara penguasa modal dengan birokrasi untuk memuluskan proses eksploitasi sumber daya alam dengan dalih investasi untuk kesejahteraan masyarakat.

Manusia menjalankan kegiatannya akan memberikan dampak kepada lingkungan, karena manusia bukan saja bagian dari lingkungan tapi juga berperan didalam lingkungannya.

110 Ridwan. 2017. Peranan IPTEK Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Seminar Ilmiah Nasional Teknik Sipil Universitas Bosowa, SINALTSUB*. Vol.1, No.4

Kelangsungan hidup manusia sebagai spesies tergantung kepada keharmonisan kegiatannya dengan lingkungan, dan itu dapat tercapai dengan memperhitungkan berbagai macam kegiatan, sehingga kualitas lingkungan tetap terjaga dan terjaminnya kelangsungan hidup manusia, flora dan fauna serta jasad hidup lainnya. Hal ini terlihat pada minimnya kesadaran masyarakat pada penataan lingkungan sebagai salah satu faktor penyebab terjadinya krisis lingkungan yang berkelanjutan. Chiras (1991)¹¹¹, menyatakan bahwa kerusakan lingkungan disebabkan oleh ulah manusia yang bermental frontier. Adapun ciri manusia frontier adalah (1) berpandangan bahwa sumber kekayaan alam tidak terbatas; (2) berpandangan bahwa manusia bukan bagian dari alam; (3) berpandangan bahwa alam untuk dikuasai dan digunakan dalam memenuhi kebutuhan manusia.

Dalam Undang-Undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, menyatakan bahwa “lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan hidupnya, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya”. Berdasarkan penjelasan tersebut, mengisyaratkan bahwa peran manusia menjadi sangat penting dan strategis. Manusia sebagai agent perubahan dalam lingkungannya, sebab manusia dan perilakunya mampu mempengaruhi kelangsungan hidup seluruh makhluk hidup yang ada, karena adanya hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya.

Selain itu, degradasi lingkungan harus disadari akan merusak infrastruktur perekonomian dan mengganggu kehidupan sosial. Di wilayah perkotaan ditandai oleh semakin tingginya pencemaran udara. Kondisi tersebut tidak terlepas dan meningkatnya kerusakan sumber daya alam maupun banyaknya industri pencemaran, sejalan dengan pertumbuhan ekonomi maupun perkembangan penduduk. Degradasi lingkungan yang menyebabkan bencana tersebut dapat diminimalisir apabila ada kerjasama pengelolaan sumber daya alam oleh Negara dengan perangkatnya serta masyarakat lokal dengan kearifan dan pengetahuan lokal yang dimilikinya serta penggunaan teknologi bersih. Oleh karena itu, penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi perlu terus ditingkatkan dan diarahkan untuk menaikkan

111 Chiras, Daniel D.1991. *Environmental Science Action For A Sustainable Future*. The Benyamin/Cummings Publishing Company, Inc. California.

tingkat kesejahteraan dan kualitas hidup bangsa, yang harus selaras dengan nilai-nilai agama, nilai luhur budaya bangsa, kondisi sosial budaya, dan lingkungan hidup.

Pada bab ini, kalian akan diajak untuk mengenal peranan dan dampak perkembangan teknologi bagi lingkungan hidup yang akan disampaikan kepada mahasiswa untuk mencapai tujuan-tujuan khusus pembelajaran agar mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan pengertian dan pengelolaan lingkungan hidup
2. Mengidentifikasi macam-macam masalah lingkungan hidup
3. Menjelaskan peranan teknologi dalam pengelolaan lingkungan hidup
4. Menganalisis dampak perkembangan teknologi bagi lingkungan hidup

B. Pengertian Lingkungan Hidup

Pengertian lingkungan hidup menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.23 Tahun 1997 adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk di dalamnya manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Menurut Danusaputro (2005)¹¹², lingkungan hidup adalah semua benda dan daya serta kondisi termasuk di dalamnya manusia dan tingkah perbuatannya, yang terdapat dalam ruang di mana manusia berada dan mempengaruhi kelangsungan hidup serta kesejahteraan manusia dan jasad-jasad hidup lainnya. Sedangkan menurut Kamus Ekologi, istilah lingkungan hidup atau *environment* mengacu kepada keseluruhan yang saling berkaitan antara makhluk hidup dan non hidup yang berada secara alamiah di bumi atau di sebagian daerahnya.

Di dalam lingkungan hidup kita jumpai berbagai benda, daya dan keadaan yang memungkinkan manusia dan atau makhluk hidup lainnya dapat hidup dan berkembang biak. Benda-benda yang dimaksud antara lain dapat berupa semua benda hidup dan mati yang dapat atau tidak dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya seperti batuan, benda-benda tambang, tanah dan lahan, tumbuh-tumbuhan, udara dan berbagai zat dan sebagainya. Keadaan yang dimaksud dalam lingkungan hidup ini antara lain: iklim, cuaca, suasana, kesuburan tanah dan lain

112 Danusaputro, M. 2005. Hukum Lingkungan, Buku I Umum. Jakarta: Bina Cipta

sebagainya. Sementara itu, daya terkandung makna tenaga atau energi serta komponen untuk bergerak dan berubah. Tenaga atau energi yang ada di alam semesta ini seperti: panas bumi, panas matahari, tenaga angin dan air, serta yang dihasilkan dari hasil karya manusia dengan ilmu dan teknologinya. Dari pengertian tersebut di atas nampak bahwa manusia merupakan bagian dari lingkungan hidup. Manusia mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungannya. Kondisi saling mempengaruhi ini berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya dan antara satu masyarakat dengan masyarakat lainnya.

Semula lingkungan hidup hanya mencakup lingkungan yang sudah ada secara alamiah. Tetapi lambat-laun manusia memiliki kemampuan merubah keadaan lingkungan. Kota dibangun, sungai dibendung, hewan dijinakkan dan ditenakkan, cara-cara pertanian memakai bahan kimia, dan lainnya yang menimbulkan lingkungan hidup baru buatan manusia. Dengan hal tersebut, ternyata lingkungan hidup berkembang seiring waktu. Menurut Arianto (1988)¹¹³, lingkungan hidup manusia secara garis besar terdapat tiga macam lingkungan yaitu:

1. Lingkungan Fisik. Lingkungan fisik terdiri atas berbagai benda, zat dan keadaan, tanah, air dan udara dengan seluruh kekayaan alam fisik yang ada di atas dan di dalamnya.
2. Lingkungan Hayati. Lingkungan hayati meliputi segala makhluk hidup dari yang paling kecil (mikro organisme) sampai yang besar-besar, baik berupa hewan maupun tumbuh-tumbuhan.
3. Lingkungan Sosial. Lingkungan sosial adalah kehidupan manusia dan interaksinya dengan sesamanya.

Jika kita perhatikan keadaan di sekitar kita maka yang segera dapat kita kenal adalah lingkungan fisik seperti keadaan rumah tempat tinggal, halaman dengan berbagai tumbuhan yang ada, binatang piaraan seperti kucing, anjing, burung, ayam, kelinci, kambing dan lainnya. Bukan itu saja tetapi juga termasuk tikus, cicak, kecoa dan bahkan kutu di rambut, cacing dalam perut dan di halaman sampai kutu air di kamar mandi kita. Kita juga mengenal semua penghuni suatu rumah yang terdiri atas ayah, ibu, kakak dan adik bahkan pembantu rumah tangga dan lain-lain. Selanjutnya jika kita perluas sampai ke rumah tetangga sekitar tempat tinggal,

113 Arianto, I. 1988. *Kependidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup untuk IKIP dan FKIP*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen.

semuanya itu merupakan lingkungan sosial yang juga menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Secara lebih luas, lingkungan hidup manusia juga termasuk tanah pertanian, hutan dengan segala isinya, iklim, cuaca, perairan dengan berbagai makhluk dan lain-lain.

C. Interaksi Manusia dan Lingkungan

¹¹⁴Lingkungan bagi manusia merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam kehidupannya, karena lingkungan tidak saja sebagai tempat manusia beraktivitas, tetapi lingkungan juga sangat berperan dalam mendukung berbagai aktivitas manusia. Di lingkungan, semua kebutuhan hidup manusia telah tersedia sehingga ada upaya yang dilakukan oleh manusia untuk mengeksploitasi lingkungannya demi hajat hidupnya. Merupakan hal yang sangat wajar bila interaksi manusia dengan lingkungannya akan berlangsung secara berkelanjutan dan terus-menerus. Dengan adanya interaksi ini, maka dapat dipastikan bahwa kondisi lingkungan juga akan dipengaruhi oleh perilaku manusia. Sikap dan perilaku manusia akan menentukan baik dan buruknya kondisi suatu lingkungan. Sebaliknya bagaimana manusia memperlakukan lingkungan dampaknya akan berpengaruh terhadap kualitas kehidupan manusia itu sendiri.

Sejarah panjang kehidupan manusia di planet bumi telah mencatat perubahan yang nyata dalam menyelenggarakan interaksinya dengan lingkungan alam sekitarnya. Bumi terus mengalami tekanan dari unsur-unsur pencemar sehingga mengancam akan menurunkan kualitas lingkungan. ¹¹⁵Lingkungan merupakan suatu sistem terdiri atas komponen-komponen yang bekerja secara teratur sebagai suatu kesatuan. Atau seperangkat unsur yang secara teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas. Atau bisa juga dikatakan sebagai suatu sistem kehidupan di mana terdapat campur tangan manusia terhadap tatanan ekosistem. Lingkungan terdiri atas unsur biotik (manusia, hewan, dan tumbuhan) dan abiotik (udara, air, tanah, iklim dan lainnya). Lingkungan hidup merupakan sumber daya alam yang diperuntukkan makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya. Secara umum fakta saat ini menunjukkan bahwa jumlah manusia

114 Widodo, A. 2020. Kaidah-Kaidah Penataan Ruang Dalam Rangka Pengelolaan Lingkungan. *Hukum dan Dinamika Masyarakat*, Vol.17, No.2, hlm: 106

115 Asiyah, dkk. 2019. *Ilmu Alamiah Dasar Dalam Perspektif Islam*. Bengkulu: Vanda, hlm: 204

terus meningkat dengan pesat. Sejumlah wilayah semakin padat dengan penduduk. Timbullah hubungan timbal balik yang lebih erat antara manusia dengan manusia lainnya yang kemudian muncul masalah lingkungan hidup sosial yang tadinya belum dikenal.

Kemampuan manusia mengubah alam dan membuat hal-hal yang baru turut mempengaruhi keseimbangan lingkungan hidup. Aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan menyebabkan bumi serta atmosfernya mengalami nasib yang tidak menguntungkan. Apabila lingkungan hidup terganggu keseimbangannya, maka timbul reaksi dan bangkitlah kekuatan-kekuatan balasan, baik dari alam maupun dari manusia yang bisa melahirkan bencana seperti yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya mengenai permasalahan lingkungan hidup. Sekarang, betapa nampak banyak permasalahan lingkungan hidup yang disebabkan ulah tangan manusia dan kembali menghantui kelangsungan hidup manusia.

Proses interaksi manusia dengan lingkungannya akan mempengaruhi pula pandangan hidup manusia. Khususnya manusia sebagai khalifah di bumi sebagai pelaku utama dalam tatanan kehidupan di bumi. Peran manusia telah sedikit banyak berhasil mengatur kehidupannya sendiri (*birth control* maupun *death control*) dan sekarang dituntut untuk mengupayakan berlangsungnya proses pengaturan yang normal dari alam dan lingkungan agar selalu dalam keseimbangan.

Kualitas lingkungan dapat diukur dengan menggunakan kualitas hidup sebagai acuan, yaitu dalam lingkungan berkualitas tinggi terdapat potensi untuk berkembangnya kualitas hidup yang tinggi. Kualitas hidup ditentukan oleh tiga komponen yaitu (Djajadiningrat, 2002)¹¹⁶:

1. Derajat dipenuhinya kebutuhan untuk kelangsungan hidup hayati.
2. Derajat dipenuhinya kebutuhan untuk kelangsungan hidup manusiawi, dan
3. Derajat kebebasan dan memilih

Lingkungan hidup dapat memenuhi syarat kehidupan para penghuninya jika situasi dan kondisi lingkungan hidup itu dapat disesuaikan dengan kebutuhan minimal para penghuninya.

116 Djajadiningrat, A. 2002. Perkembangan IPTEK Dalam Pengelolaan Lingkungan: Strategi Dalam Rangka Transfer Teknologi Lingkungan, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 3 No. 3

Semakin modern suatu masyarakat berarti semakin kompleks pula hidupnya dan semakin beranekaragam kebutuhannya. Berkat kemajuan teknologi, manusia lebih mendapat kesempatan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, tetapi semakin mencemari lingkungan hidupnya.

Namun perencanaan untuk suatu lingkungan hidup tidak akan berjalan jika penduduk untuk suatu lingkungan hidup sudah menjadi terlalu banyak. Penduduk yang padat pada suatu lingkungan hidup seringkali merusak estetika lingkungan hidup itu. Dan juga, makin hari permasalahan lingkungan hidup makin bertambah, bahkan mengintai kelangsungan hidup manusia. Contohnya semakin banyak kendaraan bermotor, maka sangat diperlukan adanya tanaman yang memberikan suasana *evergreen*. Oleh karena itu, manusia cenderung berupaya dengan terus meningkatkan IPTEK guna menjadi solusi dan alat dalam pengelolaan permasalahan lingkungan hidup.

D. Pengelolaan Lingkungan Hidup

Menurut Undang-Undang No.23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup mendefinisikan sebagai upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup. Pengelolaan lingkungan hidup yang diselenggarakan dengan asas tanggung jawab Negara, asas berkelanjutan dan asas manfaat bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan hidup dalam rangka pembangunan manusia Indonesia seutuhnya dan pembangunan masyarakat Indonesia seluruhnya yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan yang Maha Esa. Adapun sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah:

1. Tercapainya keselarasan, keserasian dan keseimbangan antara manusia dan lingkungan hidup.
2. Terwujudnya manusia Indonesia sebagai insane lingkungan hidup yang memiliki sikap dan tindak melindungi dan membina lingkungan hidup.
3. Terjaminnya kepentingan generasi masa kini dan generasi masa depan.
4. Tercapainya kelestarian fungsi lingkungan hidup.
5. Terkendalinya pemanfaatan sumber daya secara bijaksana.
6. Terlindunginya Negara Kesatuan Republik Indonesia

terhadap dampak usaha dan/atau kegiatan di luar wilayah Negara yang menyebabkan pencemaran dan/atau merusak lingkungan hidup.

Pengelolaan lingkungan hidup bukan semata-mata menjadi tanggung jawab pemerintah. Swasta dan masyarakat juga sangat penting peran sertanya dalam melaksanakan kebijaksanaan pengelolaan lingkungan hidup. Setiap orang mempunyai hak dan kewajiban berperan serta dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup, sehingga dapat tercapai kelestarian fungsi lingkungan hidup. Pelestarian fungsi lingkungan hidup adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Daya dukung merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung peri-kehidupan manusia dan makhluk hidup lain, sedangkan daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Upaya perlindungan lingkungan dilakukan berdasarkan baku mutu lingkungan, baik berupa criteria kualitas lingkungan (*ambient*) maupun kualitas buangan atau limbah (*effluent*). Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsure lingkungan hidup. Baku mutu sebagai tolok ukur untuk menetapkan apakah lingkungan telah rusak atau apakah suatu kegiatan telah merusak lingkungan perlu dilaksanakan dan diacu dalam kegiatan pembangunan nasional. Baku mutu lingkungan dapat berbeda untuk setiap wilayah atau waktu yang berbeda mengingat adanya perbedaan kondisi lingkungan, tata ruang dan teknologi. Jadi, jika unsur-unsur pencemar dalam suatu lingkungan sudah melewati batas baku mutu yang ditetapkan menurut undang-undang, maka lingkungan tersebut dikatakan telah mengalami pencemaran.

Di dalam Undang-Undang No. 23 tahun 1997 menjelaskan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Dalam kehidupan dan aktivitas manusia (proses transformasi) tidak luput dari menghasilkan bahan yang tidak

berguna/diperlukan yang sering disebut limbah dan/atau emisi. Emisi dari proses ini dapat berupa limbah cair, limbah padat dan limbah gas atau udara. Pada dasarnya limbah belum merupakan proses ahir dari suatu produk sampingan yang harus dibuang ke medium penerimanya. Limbah didefinisikan sebagai bahan sisa yang masih memerlukan perlakuan khusus, Perlakuan tersebut baik untuk maksud penggunaan dan pemanfaatan kembali, atau ditransformasikan menjadi bentuk lain yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan proses itu sendiri maupun untuk kepentingan lain. Limbah yang tidak dapat lagi diolah untuk kepentingan lain yang berguna, baru dinamakan sebagai buangan.

Dengan perkembangan penduduk yang begitu pesat diperkirakan pada akhir abad ke 21 penduduk bumi akan mencapai lebih dari 12 milyar, dengan demikian planet bumi ini harus dapat mendukung jumlah tersebut, disamping itu jumlah emisi dan atau limbah yang akan dihasilkan akan meningkat baik jumlah maupun ragamnya. Oleh karena itu, dengan adanya baku mutu ini diharapkan akan terjadi kesamaan pandang dalam memandang lingkungan, dan memang baku mutu ini dimaksudkan untuk melindungi lingkungan dengan semakin banyaknya kegiatan manusia. Berikut ini contoh baku mutu limbah cair industri tekstil berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 281/KPTS/1998 yaitu disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 7.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Tekstil

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemar Maks (kg/ton)
BOD	50	1,20
COD	100	3,00
TSS	50	1,00
Fenol	0,5	0,01
Krom Total (Cr)	1,0	0,02
Amonia Total (NH ₄ -N)	5,0	0,16
Sulfida (sbg HS)	0,3	0,006
Minyak dan lemak	3,0	0,06

pH	6 - 9
Volume Limbah Maks (m ³ /ton produk)	20

Parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah:

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) : Banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/L yang dipergunakan untuk menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme. (secara biokimiawi)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) : Banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/L yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (menggunakan oksidator yang kuat seperti asam dikromat & asam sulfat atau potasium permanganat dan asam sulfat dengan katalis garam perak dan garam merkuri).

TSS (*Total Suspended Solid*) : Total padatan tersuspensi, yaitu padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak mengendap langsung.

DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut : Banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan mg/L. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka derajat pengotoran semakin kecil.

Baku mutu air dan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan oleh Gubernur dimaksudkan untuk melindungi peruntukan air di daerahnya. Dengan demikian harus diperhatikan dalam setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair dan yang membuang limbah cair tersebut ke dalam air pada sumber air. Limbah cair harus memenuhi persyaratan antara lain :

1. Mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air pada sumber air tidak boleh melebihi baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan, dan
2. Tidak mengakibatkan turunnya kualitas air pada sumber air penerima limbah.

Hal tersebut mengharuskan agar setiap pembuangan limbah cair ke dalam air pada sumber air, mencantumkan kuantitas dan kualitas limbah.

E. Permasalahan Lingkungan Hidup

¹¹⁷Permasalahan lingkungan hidup pada hakikatnya adalah permasalahan ekologi. Inti permasalahan lingkungan hidup adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Apabila hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungan berjalan teratur dan seimbang serta merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi, maka akan terbentuk suatu sistem ekologi yang lazim disebut ekosistem. Satuan sistem ekologi tidak dibatasi oleh batas administrasi, tetapi dibatasi oleh kesamaan karakteristik dari satu satuan ekosistem tersebut. Karakteristik yang menonjol di suatu wilayah ekosistem akan menentukan pola pengelolaannya. Ada 5 karakteristik lingkungan, yaitu: 1) selalu berubah; 2) mengandung ketidakpastian; 3) kompleks; 4) mengundang konflik; dan 5) terbatas.

Permasalahan lingkungan hidup saat ini memang menjadi *problem* yang paling sering terjadi. Permasalahan lingkungan ini bisa disebabkan oleh ciri-ciri manusia sebagai makhluk ekonomi dari beberapa hal, mulai dari faktor alam atau faktor dari manusianya sendiri. Kebanyakan dari permasalahan ini terkadang belum memiliki solusi untuk mengatasinya, sehingga menyebabkan kerusakan-kerusakan alam dan lingkungan. Agar dapat mengelola lingkungan hidup dengan baik dan benar, maka perlu diketahui permasalahan lingkungan yang harus ditangani/dikelola dengan cara-cara yang sesuai dengan permasalahan lingkungan tersebut. Masalah lingkungan hidup dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu permasalahan lingkungan alam, permasalahan lingkungan buatan dan permasalahan lingkungan sosial.

117 Widodo, A. 2020. Kaidah-Kaidah Penataan Ruang Dalam Rangka Pengelolaan Lingkungan. Hukum dan Dinamika Masyarakat, Vol.17, No.2, hlm: 107

1. Permasalahan Lingkungan Alam

Permasalahan lingkungan alam di Indonesia terutama meliputi 6 hal, yaitu:

a. Sumberdaya Lahan

Permasalahan-permasalahan yang ada antara lain:

- Bertambahnya jumlah penduduk disertai dengan meningkatnya pembangunan menyebabkan terjadinya pergeseran pola penggunaan lahan, seperti pergeseran dari penggunaan lahan untuk pertanian menjadi pemukiman dan industri.
- Pola penggunaan lahan tidak sesuai dengan kemampuan lahan sehingga menimbulkan berbagai masalah seperti lahan kritis, hilangnya lahan pertanian yang subur, pencemaran tanah dan lain-lain.
- Degradasi lahan karena penggunaan bahan-bahan kimia untuk pertanian, dan penggunaan tanah yang tidak sesuai dengan kemampuan dan kesesuaian lahan.
- Turunnya produktivitas lahan karena erosi.

b. Sumberdaya Air

Pesatnya perkembangan industri dan peningkatan jumlah penduduk telah memacu penggunaan air baik berupa air tanah maupun air permukaan untuk keperluan domestik, industri, PLTA, irigasi, dll. Hal ini merupakan ancaman bagi ketersediaan/kuantitas air dan kualitas air. Beberapa permasalahan yang timbul adalah pencemaran air karena limbah industri yang terkandung berbagai macam zat kimia di dalamnya, limbah domestik, seperti limbah rumah tangga yang secara sengaja dibuang ke sungai, kegiatan pertanian, penurunan muka air tanah sehingga terjadi intrusi air laut.

c. Sumberdaya Hutan

Kualitas dan kuantitas sumberdaya hutan cenderung menurun karena pembalakan kayu yang berlebihan oleh para pemegang HPH (Hak Pengusahaan Hutan), kebakaran hutan, perambahan hutan, perladangan berpindah, tumpang tindih penggunaan lahan hutan dengan kegiatan pembangunan seperti perkebunan, transmigrasi, pertambangan, pembangunan jalan dan prasarana lainnya. Tentu saja jika hal ini dibiarkan terus menerus, akan menyebabkan berkurangnya kawasan hutan yang berakibat pada ketidakstabilan ekosistem. Sementara itu kegiatan-

kegiatan rehabilitasi belum memadai dibanding dengan laju kerusakan yang terjadi.

d. Keanekaragaman Hayati

Dampak lanjutan dari kerusakan hutan tersebut bisa menjadi penyebab menurunnya keanekaragaman hayati. Bahkan tak hanya itu saja, banyak sekali alat komunikasi zaman sekarang menjadi informasi pengambilan flora dan fauna ilegal yang dijadikan sebagai barang jual beli membuat hewan dan tumbuhan menjadi berkurang bahkan punah. Sebagai contoh, pulau-pulau di Indonesia bervariasi dari yang sempit sampai yang luas, dari datar sampai berbukit serta bergunung tinggi, sehingga mampu menunjang kehidupan flora, fauna dan mikroba yang beranekaragam. Ditambah lagi dengan kekayaan hayati yang ada di laut. Oleh karena itu Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai *mega diversity* jenis hayati. Namun demikian keanekaragaman hayati Indonesia cenderung menyusut karena lingkungan yang mendukung kehidupan *mega diversity* tersebut diperkirakan menyusut seluas 15 000-20 000 ha/tahun, karena konversi lahan, pertanian monokultur, perindustri, dll.

e. Sumberdaya Tanah

Tanah dapat tercemar dengan bahan-bahan yang dapat merusak kualitas tanah. Permasalahan lingkungan hidup, biasanya hal ini terjadi akibat pengambilan tambang yang berlebihan, pembuangan sampah-sampah yang sulit diuraikan, dan masih banyak lainnya. Semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk, membuat tingkat konsumsi meningkat dan akhirnya membuat jumlah sampah semakin banyak permasalahan. Hal inilah yang menjadi permasalahan besar di beberapa tempat karena belum adanya solusi untuk menganggulangnya. Ditambah lagi, pencemaran air tanah menyebabkan berbagai jenis biota air menjadi rusak, mengancam kesehatan penduduk di sekitar sumber air, banjir, langkanya air bersih, dan masih banyak lainnya.

f. Pesisir dan Lautan

Permasalahan di Indonesia terutama karena adanya eksploitasi yang berlebihan tanpa terkendali terhadap sumberdaya alam di wilayah pesisir dan lautan, seperti

hutan mangrove, terumbu karang, pasir laut, dll. Hal ini menyebabkan degradasi ekosistem pesisir dan lautan. Selain itu juga terjadi pencemaran oleh logam berat dan tumpahan minyak. Pengambilan ikan yang masih menggunakan bahan kimia dan bahan peledak

masih menjadi tradisi bagi beberapa nelayan di dunia. Tentu saja ini merusak ekosistem laut, termasuk terumbu karang.

g. Udara

Udara merupakan bagian atmosfer yang peka terhadap pengaruh lingkungan. Pencemaran udara akan mempengaruhi kualitas udara, cuaca dan iklim. Peningkatan konsentrasi gas-gas akibat aktifitas manusia untuk memenuhi kebutuhannya akan menyebabkan menipisnya lapisan ozon yang menyebabkan pemanasan global. Masalah ini terjadi di berbagai negara- negara di dunia. Bahkan dampak pemanasan global sudah mulai terlihat di daerah kutub yang mulai mencair sehingga menyebabkan ketidak seimbangan lingkungan.

2. Permasalahan Lingkungan Buatan

Permasalahan yang terjadi terutama adalah kualitas lingkungan di perkotaan yang cenderung menurun, seperti kurangnya ruang terbuka hijau, tempat bermain anak, dan lapangan olah raga, banyaknya pemukiman kumuh, harga tanah yang semakin mahal serta masalah yang timbul karena sampah kota dan pencemaran.

3. Permasalahan Lingkungan Sosial

Perubahan masyarakat dari bersifat tradisional agraris ke masyarakat era industri (modernisasi) menyebabkan perubahan-perubahan sosial antara lain :

- a. Perubahan pranata (pranata keluarga, pemerintahan, ekonomi, agama, pendidikan, dll).
- b. Perubahan nilai (gotong royong, kesetiakawanan sosial, loyalitas dan kebersamaan menjadi kebebasan, individual, materialistik, liberal, dll.).
- c. Kenekaragaman kelompok. Berkembangnya pranata dan nilai-nilai masyarakat membawa semakin berkembangnya ragam kelompok sosial dan kelas ekonomi.
- d. Kontrol Sosial. Melemahnya kontrol sosial dalam masyarakat

dan keluarga telah banyak memunculkan masalah-masalah sosial psikologis dalam masyarakat.

Perubahan-perubahan di atas membawa dampak sosial budaya, yaitu munculnya kelompok-kelompok eksis (surplus) dan kelompok-kelompok yang tersisih (tidak dapat berperan dalam pembangunan), yang pada akhirnya menimbulkan persaingan antar kelompok, konflik kepentingan, diskriminasi, ketimpangan sosial, makin banyaknya kelompok masyarakat yang menjadi beban lingkungan, serta pemborosan sumberdaya alam (energi) dari kelompok masyarakat yang surplus.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa¹¹⁸ permasalahan di bidang lingkungan hidup meliputi di antaranya perubahan iklim global, meningkatnya laju kerusakan lingkungan, peningkatan pencemaran air, penurunan kualitas udara di kota besar, pencemaran sumber limbah domestik, sulitnya penerapan konsep 4R pemakaian kembali (*reuse*), pengurangan (*reduce*), daur ulang (*recycle*), dan mengganti (*replace*), lemahnya harmonisasi peraturan perundang-undangan lingkungan hidup, rendahnya ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup, belum optimalnya penataan ruang dan lingkungan hidup, rendahnya kesadaran masyarakat dalam pelestarian lingkungan serta pemberdayaan masyarakat dalam pelestarian lingkungan hidup, lemahnya penerapan standardisasi lingkungan dan kurangnya insentif bagi pembangunan lingkungan, serta kurangnya ketersediaan data dan informasi di bidang pengelolaan lingkungan hidup.

¹¹⁹Alam di Indonesia pada saat ini mengalami banyak perubahan lingkungan, banyak musibah seperti banjir besar, tanah longsor, polusi udara dan air, penumpukan sampah, pencemaran lingkungan akibat limbah industri serta banyaknya satwa yang terancam habitatnya, kejadian tersebut tidak hanya menimbulkan kerugian secara material tapi juga mengakibatkan beberapa nyawa manusia menjadi korban. Kondisi tersebut diperparah oleh menurunnya tutupan vegetasi di kawasan lindung, hilangnya ekosistem mangrove/tanaman pantai di pesisir, semakin rusaknya

118 Christanto, J. 2014. Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. In: Ruang Lingkup Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Jakarta : Universitas Terbuka

119 Ridwan. 2017. Peranan IPTEK Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. Seminar Ilmiah Nasional Teknik Sipil Universitas Bosowa, SINALTSUB. Vol.1, No.4

DAS, hilangnya sumber-sumber air dan semakin menurunnya kualitas air sungai dan laut. Dampak langsung yang terlihat nyata merugikan seperti terjadinya bencana kekeringan, banjir dan longsor di berbagai daerah yang menelan korban manusia, merusak/mengganggu fungsi infrastruktur yang sudah terbangun, dan memperburuk akses terhadap air bersih. Pada akhirnya hal ini akan berpengaruh terhadap perekonomian masyarakat.

Secara ekologis, lingkungan hidup dipandang sebagai satu sistem yang terdiri dari subsistem. Dalam konsep ekologi juga manusia merupakan salah satu subsistem dalam ekosistem lingkungan. Dengan demikian, manusia adalah satu kesatuan terpadu dengan lingkungannya dan diantaranya terjalin suatu hubungan fungsional sedemikian rupa. Dalam hubungan fungsional tersebut manusia dan lingkungan terdapat saling ketergantungan dan saling berpengaruh yang pada akhirnya akan berpengaruh pada ekosistem secara keseluruhan.

Banyak orang menyatakan bahwa penyebab kerusakan lingkungan alam berhubungan dengan manusia dengan aktivitas-aktivitas industri kapitalis modern. Desakan persaingan dibidang industri yang merupakan prinsip kapitalisme melahirkan berbagai tindakan yang lepas control dalam pendayagunaan atau pengolahan sumber daya alam untuk kebutuhan industri dan dalam penerapan teknologi industri yang tidak mempertimbangkan kondisi alam. Setidaknya ada dua penyebab terjadinya degradasi lingkungan hidup yaitu yang bersifat langsung dan tidak langsung. Faktor penyebab tidak langsung merupakan penyebab yang sangat dominan terhadap kerusakan lingkungan, diantara faktor tersebut antara lain pertumbuhan jumlah penduduk; kebijakan pemerintah; dampak industrialisasi; reboisasi dan reklamasi yang gagal; lemahnya penegak hukum; dan tingkat kesadaran masyarakat masih rendah. Oleh karena itu, makin hari permasalahan lingkungan hidup makin bertambah, bahkan mengintai kelangsungan hidup manusia. Manusia cenderung berupaya dengan terus meningkatkan IPTEK guna menjadi solusi dan alat dalam pengelolaan permasalahan lingkungan hidup.

F. Tujuan dan Sasaran IPTEK Pengelolaan Lingkungan Hidup

¹²⁰Keberadaan IPTEK dalam pengelolaan lingkungan hidup, diharapkan dapat menjadi solusi dalam menangani permasalahan lingkungan hidup yang akhir-akhir ini semakin memprihatinkan, oleh karena itu, tujuannya adalah diharapkan dapat terciptanya keserasian hubungan antara manusia dengan lingkungan sebagai tujuan membangun manusia Indonesia seutuhnya; terkendalinya pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana; terlaksananya pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan akan datang. Sedangkan sasarannya adalah mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi pengelolaan lingkungan yang sesuai, agar perkembangan teknologi yang berorientasi kepada mekanisme pasar, dapat mengendalikan dimensi lingkungan dan kepentingan masyarakat luas dan generasi yang akan datang; meningkatkan kemampuan sumber daya manusia dalam pemeliharaan dan penggunaan teknologi bersih untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan hidup.

Kemudian untuk mewujudkan dari pada tujuan dan sasaran tersebut, maka perlu ada strategi dalam penerapannya, yang mencakup antara lain untuk membangun secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, maka semua pihak membutuhkan akses kepada peningkatan kemampuan dalam penggunaan teknologi yang bersih dan sedikit menghasilkan limbah; dan teknologi berwawasan lingkungan mencakup tidak hanya perangkat keras, tetapi aspek pengetahuan, pelayanan, dan keahlian-keahlian organisasi dan manajerial. Pengenalan teknologi baru harus disertai informasi tentang resiko lingkungan yang ditimbulkan, sehingga konsumen dapat memilih teknologi yang tepat.

Kegiatan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi pengelolaan lingkungan mencakup : perumusan dan pengembangan kebijaksanaan untuk mengantisipasi dampak pencemaran lingkungan, dengan pengetahuan dan teknik pengelolaan lingkungan yang tepat untuk mengantisipasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia; merumuskan dan mengembangkan prinsip-prinsip pemerataan dan keadilan

120 Ridwan. 2017. Peranan IPTEK Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. Seminar Ilmiah Nasional Teknik Sipil Universitas Bosowa, SINALTSUB. Vol.1, No.4

serta tanggung jawab pemerintah, swasta, dan masyarakat yang merupakan dasar untuk mengantisipasi pencemaran lingkungan; meningkatkan kerjasama antara instansi yang terkait untuk merumuskan kebijaksanaan ilmu pengetahuan dan teknologi pengelolaan lingkungan; penggunaan teknologi berwawasan lingkungan memerlukan pelatihan yang sistematis kepada para *stockholder* dan masyarakat umum; pengembangan pusat-pusat pengkajian teknologi berwawasan lingkungan, terutama untuk sejumlah sektor utama, seperti pertanian, industri, dan energi. Pusat-pusat tersebut diharapkan dapat membantu pengembangan, pengelolaan, dan pengalihan teknologi kepada masyarakat luas dan termasuk dunia usaha.

G. Peranan Teknologi Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup

¹²¹Bagi manusia, alam lingkungan merupakan sumberdaya yang menjamin kehidupan dan sekaligus juga menjadi tantangan. Dari lingkungan, manusia memperoleh apa yang dibutuhkannya yang dari waktu ke waktu terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah mereka. Berbagai cara dan metode yang lebih efektif digunakan manusia untuk memanfaatkan sumber daya alam secara berkelanjutan. Tantangan tersebut, menjadi mendesak untuk segera diatasi mengingat berbagai masalah lingkungan yang ujungnya berdampak buruk bagi manusia itu sendiri. Dasar atau cara berfikir seperti ini penting sebagai landasan dan motivasi kuat agar manusia lebih serius dalam mengelola lingkungan yang berkelanjutan. Persaingan antarmanusia untuk memperoleh keuntungan dari sumber daya alam semakin ketat. Karena itu, saat ini dan di masa-masa mendatang, alam lingkungan dengan sumber dayanya menjadi tantangan yang senantiasa wajib diperhitungkan. Di sinilah terletak tuntutan pemanfaatan kemampuan intelektual.

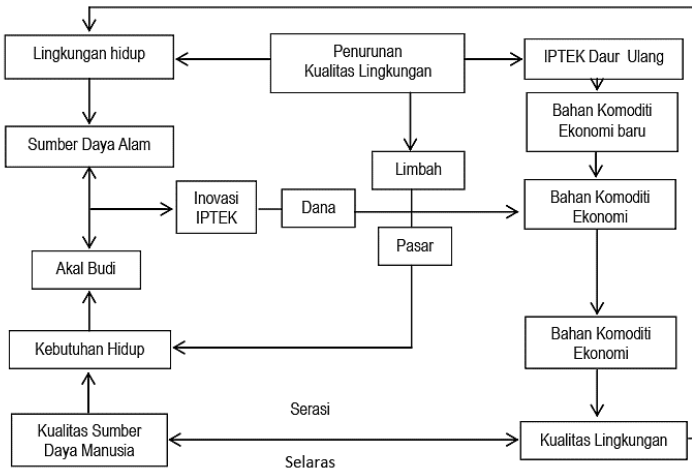
Pengalaman, tantangan dan masalah yang selalu mengikuti perjalanan hidup manusia, terakumulasi menjadi pengetahuan yang kemudian menjadi ilmu yang berharga bagi kepentingan pemenuhan kehidupan manusia sendiri. Masalah dan tantangan makin mempertajam pikiran manusia yang membawa kemajuan ilmu pengetahuan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan tersebut tidak dapat dilepaskan dari perkembangan pikiran atau kemampuan

121 Christanto, J. 2014. Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. In: Ruang Lingkup Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Jakarta : Universitas Terbuka

intelektual manusia. Dengan perkataan lain, ilmu pengetahuan tersebut merupakan produk akal atau budidaya manusia.

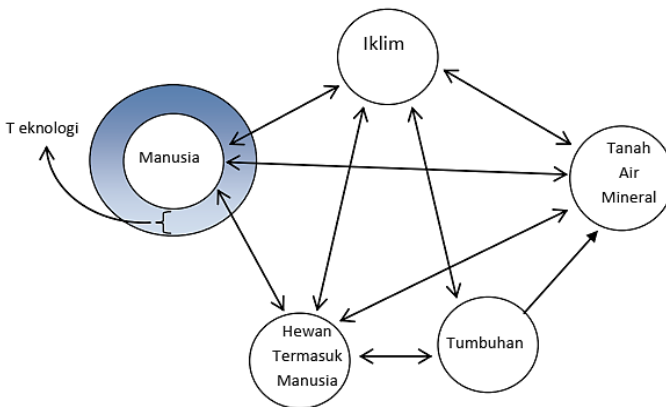
Pengalaman dan pengetahuan, tidak hanya sekedar konsep yang melekat pada benak manusia yang memilikinya, namun menjadi kiat untuk mengungkapkan kinerja membantu serta memudahkan pekerjaan mencapai suatu tujuan, terutama memenuhi tuntutan kebutuhan. Karena itu, bagaimanapun sederhananya tingkat budaya masyarakat, mereka telah memiliki pengalaman dan pengetahuan serta telah memanfaatkannya dalam bentuk “Teknologi” untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Pengelompokan masyarakat manusia menjadi masyarakat terbelakang, sedang berkembang dan maju, sesungguhnya didasarkan atas penguasaan mereka terhadap “pengetahuan dan teknologi”, bukan sekedar didasarkan atas tinggi-rendahnya martabat mereka.

Dinamika perkembangan IPTEK dalam perjalanan ruang dan waktu tampaknya akan terus menerus menjadi tumpuan untuk menjadi penyerasi dan penyelarasi interaksi manusia dengan sumber daya alam yang terkandung dalam lingkungan hidupnya. Berikut bagan interaksi antara sumber daya alam, sumber daya manusia dan IPTEK.

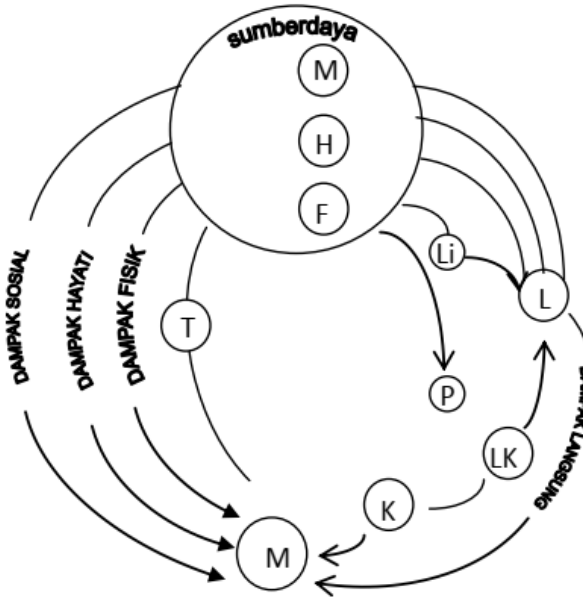


Gambar 7.1 Sumber Interaksi sumberdaya alam, sumber daya manusia dan IPTEK
(Sumber: Soeriaatmadja dalam Christanto, 2014)

Bagan di atas menunjukkan bahwa IPTEK menjadi unsur penting dalam pengelolaan lingkungan. IPTEK dapat menjadikan limbah hasil dari pemanfaatan sumber daya alam menjadi bahan komoditi yang bernilai bagi manusia dan lingkungannya. Gambaran umum lain mengenai peranan dan posisi IPTEK dalam suatu sistem di lingkungan hidup terlihat pada bagan berikut ini.



Gambar 7.2 Kedudukan Manusia Dengan Teknologinya Yang Transcendental Terhadap Kelompoknya Sendiri
(Sumber: Soerjani dalam Christanto, 2014)



Gambar 7.3 Kedudukan manusia dengan teknologinya yang transcendental Terhadap kelompoknya sendiri (Sumber: Soerjani dalam Christanto, 2014)

Keterangan:

M = manusia; T = teknologi; P = produksi; Li = Limbah industri; LK = Limbah Konsumsi; L = Limbah Total; K = Konsumsi;

Jelaslah secara alamiah penggunaan teknologi oleh manusia itu menyebabkan kedudukan dan fungsinya dalam ekosistem berubah menjadi transendental terhadap kelompoknya sebagai makhluk hidup hewani. Dengan demikian ekosistem atau lingkungan hidup alami berubah menjadi lingkungan hidup buatan. Seperti yang terlihat gambar 1.3 yang melukiskan “satu” nya ekosistem dan lingkungan hidup serta timbulnya limbah dalam lingkungan hidup buatan, karena kecepatan perombakan oleh kelompok perombak atau proses daur ulang lainnya yang berlangsung tidak secepat terbentuknya limbah itu sendiri.

Menumpuknya limbah ini juga karena limbah itu dieksternalisasikan (dikeluarkan) dari sistem yang menghasilkannya sehingga menimbulkan “tragedi” milik umum, yakni air sungai yang

dikotori, udara yang tercemar, timbunan limbah di pinggir jalan dan sebagainya. Seharusnya diusahakan agar sistem itu mampu untuk menyerap limbah itu sebagai sumberdaya, baik langsung maupun melalui teknologi yang memanfaatkan jasad renik perombak. Dengan terurainya limbah akan menjadikan keseimbangan lingkungan tetap terjaga. Di situlah peran ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dimanfaatkan yakni sebagai solusi untuk masalah yang dihadapi manusia.

¹²²Selain itu, pemilihan teknologi pengendalian pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah baik berupa cair, gas dan padat, tergantung pada beberapa faktor antara lain :

1. Jenis dan komposisi unsur pencemar yang terkandung didalam limbah, menurut sifat fisik kimia dan biologi.
2. *Assimilative Capacity* kemampuan media penerima dalam menerima beban limbah tanpa terjadi pencemaran.
3. Nilai ambang batas dari zat pencemar dan baku mutu media penerima (*effluent and/or emission standard, stream and/or ambient standard*).

Telah terbukti bahwa pengembangan dan penerapan teknologi pengendalian pencemaran lingkungan senantiasa sejalan dengan kriteria mutu lingkungan yang diberlakukan. Pada tahap awal program manajemen lingkungan, teknologi konvensional telah dimanfaatkan untuk melakukan penyempurnaan guna mencapai standar mutu lingkungan. Selain untuk melakukan rehabilitasi perlengkapan yang ada.

Akan tetapi, perkembangan industri dalam skala global dan kemunculan berbagai jenis produk baru telah menyebabkan munculnya limbah baru yang lebih kompleks dan berbahaya. Oleh sebab itu teknologi pengendalian pencemaran yang lebih kompleks menjadi berperan penting. Pengalaman di Amerika Serikat dan sejumlah negara industri lainnya menunjukkan terjadi evolusi teknologi lingkungan menuju konsep nir emisi. Perkembangan teknologi pengawasan lingkungan pada dasarnya dituntun oleh tujuan yang hendak dicapai dengan manajemen mutu lingkungan yang semakin tinggi dan kompleksitas karakteristik dari limbah yang ada. Perkembangan teknologi lingkungan itu terutama dipengaruhi oleh tujuan manajemen mutu lingkungan kompleks

122 Djajadiningrat, A. 2002. Perkembangan IPTEK Dalam Pengelolaan Lingkungan: Strategi Dalam Rangka Transfer Teknologi Lingkungan, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3 No. 3

dan peningkatan kekompleksan karakteristik limbah.

H. Dampak Perkembangan Teknologi Bagi Lingkungan Hidup

¹²³Secara sadar ataupun tidak, teknologi membawa dampak yang positif, juga mempunyai dampak yang negatif. Dampak positif telah dijelaskan seperti di atas, namun banyak yang tidak sadar bahwa teknologi membawa dampak yang kurang baik. Kadar kurang baik ini menjadikan manusia sebagai subjek (pengelola), pengemban, mengorganisir teknologi menjadi sumber dari segala sumber dampak yang tidak baik.

Jika kita amati, menarik untuk melihat kemiripan antara krisis dalam hubungan kita terhadap informasi dan krisis dalam hubungan kita terhadap dunia alam. Kita telah melakukan otomatisasi proses untuk mengubah oksigen menjadi karbondioksida (CO_2), dengan penemuan-penemuan seperti mesin uap dan mobil, tanpa mempertimbangkan kemampuan bumi untuk menyerap CO_2 . Demikian pula kita telah melakukan otomatisasi proses yang menghasilkan data dengan penemuan-penemuan seperti mesin cetak dan computer, tanpa mempertimbangkan kemampuan terbatas kita dalam menyerap pengetahuan baru yang diciptakan.

Setiap kali teknologi digunakan untuk menjembatani pengalaman kita di dunia, kita mendapatkan kekuatan tetapi dalam prosesnya kita juga kehilangan sesuatu. Meningkatnya produktivitas tahap perakitan di pabrik misalnya membutuhkan banyak pekerja untuk mengerjakan tugas-tugas yang sama berulang-ulang sehingga mereka kehilangan rasa kerkaitan terhadap proses kreatif dan begitu pula penghargaan terhadap tujuan mereka. Tentu saja, dampak teknologi pada kehidupan kita jauh melampaui dampaknya pada metode pengolahan informasi kita. Memang, revolusi ilmu dan teknologi telah benar-benar mengubah realita hubungan kita dengan bumi. Dengan adanya seperangkat peralatan baru, teknologi dan proses, kita telah mempertajam kepekaan dan meningkatkan kemampuan kita untuk memaksakan kehendak pada dunia di sekitar.

Seringkali kekaguman kita dengan teknologi menggusur kekaguman terhadap keajaiban alam yang dulu ada. Seperti seorang anak kecil yang mengira bahwa roti berasal dari rak di sebuah toko,

123 Christanto, J. 2014. Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. In: Ruang Lingkup Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Jakarta : Universitas Terbuka

kita mulai lupa bahwa teknologi melakukan sesuatu di atas alam guna memenuhi kebutuhan kita. Ketika populasi meningkat dan keinginan kita akan tingkat konsumsi yang lebih tinggi terus tumbuh, kita meminta peradaban untuk memenuhi segala keinginan kita yang terus meningkat sementara mengabaikan tekanan dan beban yang merusak jalinan setiap sistem alam. Karena kita merasa lebih dekat dengan pasar swalayan daripada ladang padi, jagung, maka kita lebih memperhatikan warna-warni yang menarik pada plastik pembungkus roti dibanding kerusakan lapisan tanah bagian atas tempat padi, jagung tumbuh. Semakin kita memusatkan perhatian pada pemanfaatan proses teknologi untuk memenuhi kebutuhan kita, maka kemampuan untuk merasakan keterkaitan kita dengan alam menjadi tumpul.

Selain itu, ketika kita berusaha meningkatkan kemampuan kita secara khusus untuk mendapatkan apa yang kita perlukan dari bumi, kita melakukannya dengan mengorbankan kemampuan bumi untuk memenuhi apa yang kita butuhkan secara alami. Misalnya, ketika kita berusaha meningkatkan produksi pertanian dengan menggunakan teknologi yang mempertinggi erosi lapisan tanah bagian atas, kita merusak kemampuan tanah untuk menghasilkan lebih banyak pangan di masa yang akan datang. Kemudian kita seringkali mengabaikan dampak teknologi kimia terhadap proses alami. Jadi, ketika kita membuat jutaan mesin pembakaran pengalihan oksigen menjadi CO₂ dan gas-gas lain, kita telah mengganggu kemampuan alam untuk membersihkan diri dari partikel-partikel yang biasanya hilang dari atmosfer dengan sendirinya. Untuk mengubah pola hubungan kita dengan alam yang cenderung merusak dewasa ini, kita harus mengembangkan pemahaman baru tentang peran teknologi dalam memperbesar dampak yang merusak dorongan dan aktivitas yang dulunya tidak berbahaya.

Kenyataannya, kita memang perlu membuat keputusan strategis untuk mempercepat perkembangan teknologi-teknologi baru, seperti pembangkit listrik tenaga surya, dengan dampak-dampak lingkungan hidup yang kecil. Tetapi pada setiap kasus, keberhasilan memerlukan perhatian seksama terhadap cara kita berhubungan dengan lingkungan hidup melalui teknologi canggih yang mungkin terjadi terhadap hubungan tersebut. Paham lingkungan hidup dalam arti yang mendalam, dan yang lebih peduli dengan ekologi seluruh bumi, kini timbul dari dalam bagian diri kita yang mempunyai pengetahuan lebih besar, yang mengetahui cara untuk mengkonsolidasi, melindungi, dan melestarikan hal-hal yang kita

sayangi sebelum kita memanipulasi dan mengubahnya, mungkin dengan cara yang tidak dapat diubah lagi.

Tentang Penulis



Mucharommah Sartika Ami, M.Pd. lahir di Lamongan tahun 1990. Menyelesaikan pendidikan pada program studi Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Surabaya tahun 2012. Magister Pendidikan Biologi diperoleh dari Universitas Negeri Malang pada tahun 2015. Saat ini aktif sebagai pengajar di Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Jombang pada program studi Pendidikan Biologi. Karya tulis ilmiah yang telah dihasilkan adalah monograf yang berjudul Makanan Tradisional sebagai Media Pembelajaran Struktur Perkembangan Tumbuhan. Penulis juga menulis beberapa bahan ajar untuk menunjang kegiatan perkuliahan di tempat mengajarnya, khususnya di bidang rumpun tumbuhan.



Puardmi Damayanti, M.Pd lahir di Balikpapan, 22 Oktober tahun 1990. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Mulawarman tahun 2012 dan pendidikan S2 pada Program Studi Pendidikan Sains konsentrasi Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2015. Pernah mengajar di Universitas Kaltara, Kab. Bulungan pada tahun 2016-2018 dan pernah menjabat sebagai Koor. Pusat Standarisasi dan Akreditasi LP3M pada tahun 2017-2018. Saat ini aktif sebagai pengajar di Universitas Mulawarman, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Fisika. Dan juga sebagai Pengelola Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF) sejak tahun 2019 hingga sekarang. Mulai menekuni bidang menulis dan media pembelajaran online agar dapat menghasilkan karya yang dapat bermanfaat bagi pembaca.