

## Review: Pilar dan Model Pertanaman Berkelanjutan di Indonesia

### *Pillars and Model of Sustainable Cropping Systems in Indonesia: A Review*

Rusdi Evizal\*, Fembriarti Erry Prasmatiwi

\*) Email korespondensi: [rusdi.evizal@fp.unila.ac.id](mailto:rusdi.evizal@fp.unila.ac.id)  
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No  
1 Bandar Lampung 35145

#### ABSTRAK

Sistem pertanaman berkelanjutan merupakan bagian dari sistem pertanian berkelanjutan dalam arti yang lebih luas. Beberapa pilar sistem pertanaman berkelanjutan yang umum diterapkan di Indonesia seperti suksesi vegetasi, sistem polikultur, pola tanam, rotasi tanaman, pemberoan dibahas dalam ulasan ini. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap model sistem pertanaman berkelanjutan (1) berdasarkan perkebunan kopi naungan yang banyak diterapkan di perkebunan kopi Indonesia, (2) berdasarkan lansekap budidaya pertanian di Provinsi Bali yang dikenal dengan sistem Subak yang telah didaftar oleh UNESCO sebagai situs warisan dunia, dan (3) berdasarkan pada perkebunan karet agroforest yang merupakan kearifan lokal Sumatera dan Kalimantan.

**Kata kunci:** agroforest; berkelanjutan; karet; kopi; subak.

#### ABSTRACT

*Sustainable cropping systems are part of a sustainable agricultural system in a broader sense. Some of the pillars of sustainable cropping systems commonly applied in Indonesia, such as vegetation succession, polyculture systems, cropping patterns, crop rotation, are discussed in this review. Furthermore, an analysis of the sustainable cropping system model was carried out: (1). Based on shade coffee plantations that are widely applied in Indonesian coffee plantations, (2). Based on the agricultural cultivation landscape in Bali Province known as the Subak system, which UNESCO has registered as a world heritage site, (3). Based on agroforest rubber plantations which are the local wisdom of Sumatra and Kalimantan.*

**Keywords:** agroforestry; coffee; rubber; Subak; sustainable.

## I. PENDAHULUAN

Sistem pertanaman (*cropping systems*) terus berkembang dan menjadi bagian dari sistem pertanian (*farming systems*) yang luas. Bello (2008) mendefinisikan *cropping systems* sebagai pola dan pengaturan spasial pertanaman pada suatu lahan. Secara lebih luas maka sistem pertanaman merupakan pengatur pola waktu dan spasial pertanaman pada suatu lahan dan bentang lahan dalam periode waktu jangka panjang. Maka pengertian ini mendekati istilah sistem pertanaman dengan sistem pertanian, misalnya Giller and Palm (2004) menyebut sistem pertanian ladang berpindah sebagai “*slash-and-burn cropping system*” atau sistem pertanian tebas-bakar.

Iskandar dan Iskandar (2016) menerangkan perkembangan sistem pertanian Indonesia dari hasil kearifan lokal di Cianjur Jawa Barat. Sistem pertanian berkembang dimulai dari sistem pertanian berpindah menjadi sistem pertanian menetap. Hutan atau semak belukar dibuka untuk digarap menjadi ladang atau huma yaitu untuk bertani tanaman pangan dan

sayur. Pada musim kemarau lahan ini diberokan sehingga ditumbuhi herba, rumput, dan semak. Pemanfaatan lahan bero ini adalah dengan memanen sisa pertanian yang masih bertahan, memanen rumput pakan ternak, atau untuk mengembala ternak. Masa pemberoan ini relatif singkat yang mungkin segera diolah kembali dan ditanami pada musim hujan berikutnya untuk kembali bertanam tanaman pangan dan sayur yang sering disebut sebagai lahan tegal. Sampai disini dapat dipahami bahwa sistem ladang, huma, dan tegal menunjuk kepada sistem pertanian yang sama atau mirip. Jika ditinjau dari tingkat intensitas pengelolaan lahan maka urutannya adalah huma – ladang – tegal. Jika menyebut ladang (huma) maka menunjukkan intensitas pengelolaan yang minim dan pemberoan yang lebih dari satu musim. Sedangkan ladang (tegal) menunjukkan sistem pengelolaan yang intensif dan masa pemberoan dilakukan ketika kemarau atau bahkan bertanam di musim kemarau menggunakan irigasi pompa atau sumur bor. Apabila bentang lahan tersebut dapat digenangi dan ditanami padi maka akan berkembang menjadi sistem pertanian sawah, baik sawah tadah hujan maupun sawah irigasi.

Apabila ladang atau tegalan ditanami tanaman semusim (palawija, sayur, bumbu) juga disisipi tanaman tahunan maka akan terbentuk kebun tanaman tahunan yang dapat dipanen terus menerus. Misalnya dari ladang menjadi kebun pisang yaitu jika lahan didominasi tegakan pisang, atau menjadi kebun kelapa, kebun nanas, kebun pepaya, kebun durian, kebun karet dan sebagainya. Apabila di lahan tersebut dibangun rumah, maka berkembang menjadi sistem pertanian yang lebih kompleks jenis tanamannya yang disebut dengan sistem pertanian pekarangan. Evizal (2014) menjelaskan bahwa ladang atau kebun yang dikelola dalam skala yang luas, massif, menghasilkan bahan baku industri yaitu untuk memenuhi permintaan pabrik maka berkembang menjadi sistem perkebunan (*plantation*). Dengan demikian dapat dipahami pengertian perkebunan kelapa sawit, perkebunan karet, perkebunan tebu, perkebunan nenas, perkebunan tembakau, perkebunan singkong, perkebunan pisang dan sebagainya.

## II. SUKSESI VEGETASI

Perkembangan sistem pertanian tersebut di atas dari sudut pandang agroekosistem merupakan suksesi sekunder (Yusnaini & Evizal, 2017). De Jong *et al.* (2001) menyebutkan dinamika perubahan agroekosistem sebagai jalan suksesi menuju hutan sekunder di Indonesia akibat pemberoan lahan pertanian, perkebunan dan kehutanan melalui tahapan penting yaitu semak belukar. Pada suksesi lahan padang rumput, semak belukar sebagai tumbuhan pioner, meningkatkan pemantapan pertumbuhan bibit pohon dengan berlaku sebagai fasilitator suksesi. Perladangan dan perkebunan yang berhasil meniru suksesi menjadi hutan adalah hutan (repong atau kebun) damar mata kucing di Krui, Lampung Pesisir Barat.

Ladang dan pemberoan merupakan pusat proses perubahan tataguna lahan di Lampung Barat berbasis tanaman kopi (Evizal, 2013) atau berbasis repong damar seperti yang dijelaskan oleh Michon *et al.* (2000) atau berbasis tanaman karet seperti dilaporkan Gouyon *et al.* (2000). Setelah hutan dibuka untuk berladang padi, ladang tidak diberokan, melainkan ditanami tanaman keras seperti kopi dan lada dengan dadap sebagai pohon peneduh. Kebun kopi atau lada dipelihara dan produktif sampai 15 tahun sambil disisipi anakan pohon damar.

Ketika kebun kopi ditinggalkan karena tua dan kurang produktif, pohon damar tumbuh dan berlaku sebagai kolonizer akhir yang memenangkan kompetisi.

### III. POLA PERTANAMAN

Praktek budidaya pertanian di suatu bidang lahan adalah memadukan dan memanfaatkan semua sumberdaya yang ada yaitu tanah, hujan, air irigasi, keragaman tanaman, dan karakteristik tanaman. Selain itu teknologi, sosial ekonomi, ruang, waktu dan lingkungan berpengaruh terhadap sistem-sistem pertanian (*cropping systems*) yang diterapkan. Di antaranya adalah sistem pola tanam (*cropping pattern*) yang merupakan penataan urutan pertanian menurut waktu (tahunan) berupa urutan pengaturan jenis komoditas yang ditanam termasuk di dalamnya waktu pemberoan (*fallowing*).

Berbagai istilah yang terkait dengan agronomi penataan pertanian dirangkum dari Andrews and Kassam (1976) dan Azam-Ali (2003), antara lain:

- 1) Monokultur adalah di satu lahan menanam satu jenis tanaman, umumnya berupa petakan lahan yang luas, dan berulang menanam tanaman yang sama atau minimal satu siklus hidup tanaman. Sistem monokultur merupakan salah satu ciri pertanian intensif dan pertanian mekanisasi modern.
- 2) Polikultur atau pertanian berganda (*multiple cropping*) adalah kebalikan dari monokultur yaitu menanam dua atau lebih jenis tanaman pada lahan yang sama dalam rentang waktu tertentu.
- 3) Rotasi tanaman (*rotation cropping*) adalah penanaman menggunakan pola urutan pergantian jenis tanaman tertentu. Misalnya dalam satu tahun ditanam padi-jagung-kedelai tahun berikutnya juga padi-jagung-kedelai atau padi-cabe-kedelai.
- 4) Pertanian campuran (*mixed farming*) adalah sistem pertanian yang melibatkan tanaman semusim ataupun menahun dengan ternak, ikan, dan sebagainya.
- 5) Tanaman bergilir (*sequential cropping*) merupakan penanaman dua jenis tanaman atau lebih yang dilakukan secara bergiliran. Pada sistem ini intensifikasi tanaman (dua atau lebih jenis tanaman) hanya pada dimensi waktu secara berurutan. Setelah tanaman yang satu panen kemudian baru ditanam tanaman berikutnya pada sebidang lahan tersebut. Tanaman bergilir dapat dibedakan berdasarkan jumlah jenis tanaman yang dibudidayakan, yaitu:
  - (a) *double cropping* adalah menanam 2 jenis tanaman berurutan dalam satu tahun, jenis kedua ditanam setelah jenis pertama dipanen;
  - (b) *triple cropping* yaitu penanaman 3 jenis tanaman berurutan dalam satu tahun;
  - (c) *quadruple cropping* yaitu penanaman 4 jenis tanaman berurutan dalam satu tahun.
- 6) Tanaman lorong (*alley cropping*) adalah sistem petanaman dimana tanaman semusim ditanam pada lorong (*alley*) diantara dua baris tanaman pagar (*hedgerows*) biasanya berupa pohon atau perdu legum,
- 7) Tanaman sela (*interculture*) yaitu budidaya tanaman semusim di sela pohon tanaman tahunan. Contohnya adalah penanaman jagung di sela barisan kelapa. Termasuk dalam pola ini adalah penanaman tanaman semusim ketika tanaman tahunan masih muda, misalnya menanam jagung atau singkong di sela tanaman karet, sawit, atau kelapa mash muda (umur 0-3 tahun).

- 8) Tanaman tumpangsari (*intercropping*) merupakan penanaman dua atau lebih tanaman secara simultan pada lahan yang sama pada rentang musim tanam tertentu. Pada sistem ini intensifikasi tanaman (dua atau lebih jenis tanaman) dilakukan pada dimensi waktu dan ruang. Menurut pengaturan ruang dan waktu, tumpangsari dapat dibedakan menjadi:
- (a) tumpangsari acak (*mixed intercropping*) yaitu menanam lebih dari dua jenis tanaman secara simultan tanpa adanya pengaturan barisan tanam yang jelas;
  - (b) tumpangsari barisan (*row intercropping*) yaitu menanam lebih dari dua jenis tanaman secara simultan di dalam masing-masing barisan;
  - (c) tumpangsari strip (*strip intercropping*) yaitu menanam lebih dari dua jenis tanaman secara simultan di dalam strip barisan yang cukup rapat;
  - (d) tumpangsari sisipan (*relay intercropping*) yaitu menanam lebih dari dua jenis tanaman secara simultan dalam masing-masing siklus hidup tanaman, tanaman kedua disisipkan ketika tanaman pertama mencapai pertumbuhan reproduktif tetapi sebelum siap dipanen.

#### IV. SISTEM POLIKULTUR

Pertanaman polikultur, *multiple cropping*, atau tumpangsari merupakan pilar penting dalam sistem pertanian berkelanjutan baik pada pertanian semusim (Hossain *et al.*, 2017) maupun pertanian keras (Cubillo, 2016). Sistem polikultur merupakan upaya meningkatkan keragaman spesies di dalam agroekosistem yang umum ditemukan pada sistem pertanian kurang intensif. Pola tumpangsari banyak dipelajari karena mempunyai berbagai keuntungan baik ekologi, ekonomi maupun sosial seperti yang dijelaskan oleh Lithourgidis *et al.* (2011). Pembahasan tentang sistem pertanian berganda atau polikultur khususnya sistem tumpangsari secara luas antara lain oleh Brooker *et al.* (2015), seperti berikut.

Pada pertanian subsisten sampai pertanian intensif modern, polikultur khususnya pola tumpangsari penting sebagai pertanian bermasukan rendah dan pada pertanian bersumberdaya terbatas, baik keterbatasan lahan, air, dan teknologi. Sistem tumpangsari merupakan jalan ke arah intensifikasi berkelanjutan (*sustainable intensification*) karena dapat meningkatkan produksi dan pendapatan tanpa meningkatkan masukan, dan meningkatkan stabilitas hasil dengan menurunkan masukan.

Berdasarkan sudut pandang agroekologi, *cropping systems* terkait dengan komunitas pada suatu bentang lahan, interaksi, suksesi, dan kompetisi, misalnya interaksi antar dan intra genotipe dan spesies (interaksi interspesifik = interaksi antar spesies yang berbeda, intraspesifik = interaksi dalam spesies yang sama), peningkatan ketersediaan sumberdaya melalui komplementaritas ceruk (*niche*), interaksi saling bergantung (*dependen*), mekanisme menghindari (*avoidance*) hama dan penyakit, keterkaitan sistem bawah dan atas tanah (*below-above ground*), dan peranan mikrotopografi dalam hidup bersama (koeksistensi).

Praktek sistem pengaturan tanam dipengaruhi oleh berbagai komponen, seperti agroklimat, tanah, spesies tanaman, teknologi, dan sosial ekonomi. Tumpangsari sering dilakukan oleh petani yang memberikan masukan rendah tetapi tenaga kerja tinggi, berlahan sempit untuk meningkatkan agregat hasil per unit input (*yield/input*), mengatasi kegagalan panen dan fluktuasi pasar, memenuhi kebutuhan makanan dan sosial, melindungi dan

meningkatkan kualitas tanah, dan meningkatkan pendapatan terutama pada sistem pertanian sempit, ladang, perkebunan rakyat, dan agroforestri.

Variabel penting pada produktivitas sistem polikultur atau tumpang sari adalah rasio ekivalen lahan atau *Land Equivalent Ratio* (LER) yaitu jumlah areal lahan monokultur yang diperlukan untuk memproduksi hasil yang sama dengan hasil tanaman pola tumpang sari. Variabel lain misalnya *Area-Time Equivalency Ratio* (ATER) dan *Crop Performance Ratio* (CPR) (Azam-Ali, 2003).

## V. ROTASI DAN POLA TANAM

Rotasi dan pola tanam merupakan pilar yang penting menuju sistem pertanian berkelanjutan. Rotasi berkaitan dengan pola tanam yaitu bergantinya jenis pertanaman sampai kembali kepada jenis tanaman yang sama sebagai basis, sedangkan pola tanam adalah urutan pertanaman dalam satu tahun. Contoh pada lahan sawah pola tanamnya dapat ditulis padi-padi-padi apabila padi ditanam 3 kali setahun secara berulang-ulang tanpa rotasi sehingga diperoleh indeks panen padi yang tinggi yaitu  $IP = 3$ . Pola tanam tanpa rotasi semacam ini berimplikasi pada pengelolaan unsur hara serta hama dan penyakit tanaman.

Penanaman padi sawah tanpa rotasi padi-padi-padi dimungkinkan karena tersedia air irigasi yang cukup. Apabila air irigasi tidak cukup untuk tanam padi 3x maka dapat ditanam selain padi sehingga terjadi rotasi tanaman dengan pola tanam yang menyesuaikan ketersediaan air irigasi dan air hujan misalnya pola tanam padi-padi-jagung atau padi-jagung-kedelai. Pola tanam padi-palawija sangat umum dilakukan di lahan sawah beririgasi maupun sawah tadah hujan karena palawija membutuhkan lebih sedikit air daripada padi, kadang tanpa perlu olah tanah misalnya untuk tanaman ketiga yaitu kedelai atau kacang hijau yang dapat ditanam tanpa olah tanah setelah pertanaman jagung.

Pola tanam terutama ditentukan oleh pembatas utama yaitu ketersediaan air, baik air irigasi maupun air dari curah hujan. Selain itu dipengaruhi oleh banyak faktor lain misalnya faktor teknis seperti kesuburan lahan, iklim, dan ketersediaan saprodi, juga faktor ekonomi, sosial budaya dan kearifan lokal. Perubahan iklim meningkatkan risiko kegagalan panen akibat cuaca ekstrim baik kemarau berkepanjangan atau hujan ekstrim yang menyebabkan banjir. Maka pola tanaman harus menyesuaikan dengan prakiraan cuaca pada musim tanam. Pola tanam yang sesuai dengan ketersediaan air hujan maka akan diperoleh hasil yang tinggi dan penggunaan air yang efisien dengan pemilihan pola tanam sebagaimana dilaporkan oleh Meng *et al.* (2017).

Pada lahan kering atau lahan nonsawah, dapat ditemukan banyak pola tanam. Pola tanam di lahan kering dapat dilihat dari basis tanamannya, misalnya basisnya padi gogo, jagung, singkong, atau sayuran misalnya cabai, kentang, atau tomat. Tanaman basis adalah tanaman yang paling banyak ditanam di suatu wilayah biasanya ditanam di awal musim hujan yaitu Musim Tanam I (MT-I).

Pola tanam pada pertanaman sela memanfaatkan dinamika penutupan lahan oleh tanaman tahunan, pengaturan jarak tanam, dan ketersediaan curah hujan. Penaungan oleh pohon tanaman pokok dapat bersifat dinamis dan dibagi menjadi periode pra-tanam, tanaman belum menghasilkan (TBM), tanaman menghasilkan (TM) dan periode tanaman

tua. Penanaman tanaman semusim pada periode pra-tanam dan TBM sangat penting bagi pelaksanaan program perluasan areal dan peremajaan (*replanting*) tanaman perkebunan, seperti *replanting* kelapa sawit (Rochmah *et al.*, 2020).

Biaya pemeliharaan kebun 3-4 tahun sampai tanaman mulai menghasilkan merupakan masalah yang berat bagi petani yang bermodal terbatas. Sistem tanam sela merupakan cara pembangunan perkebunan biaya rendah dan mungkin merupakan perkembangan dari sistem pembangunan kebun ladang berpindah, yang umum dilakukan pada pembangunan perkebunan karet rakyat (Evizal, 2015).

Perubahan pertanian sebagai produsen dalam rantai makanan ekologis akan mengawali dinamika agroekosistem dari level plot sampai hamparan (*landscape*), dari level spesies, populasi, komunitas, sampai ekosistem. Rotasi tanaman meningkatkan dinamika lingkungan terutama biodinamika pada lahan sehingga memberi manfaat ekologi, ekonomi dan sosial yang merupakan pilar pertanian berkelanjutan. Manfaat rotasi antara lain adalah: (a) memanfaatkan sumberdaya secara optimal, terutama sumberdaya air, lahan, dan ragam tanaman, (b) memperbaiki kesehatan tanah, (c) mencegah pengurasan unsur hara karena setiap jenis tumbuhan membutuhkan jumlah unsur hara yang berbeda untuk mendukung pertumbuhannya, (d) memutus siklus hidup hama dan penyakit, (e) menekan pertumbuhan gulma karena adanya sifat fasilitasi, asosiasi, maupun kultur teknis, (f) meningkatkan hasil tanaman, (g) memenuhi kebutuhan sosial dan budaya.

Variabel yang terkait dengan produksi pada pola tanam adalah intensitas panen (*cropping intensity*) dan indeks pertanian. Sedangkan terkait dengan eksploitasi lahan digunakan variabel intensitas tataguna lahan (*Land Use Intensity*) dengan banyak formula sebagaimana dijelaskan oleh Erb *et al.* (2013). Intensitas panen lebih mampu menggambarkan produksi di suatu wilayah, sedangkan indeks pertanian menggambarkan luas panen potensial, kebutuhan air irigasi, saprodi, dan produksi potensial.

## VI. PEMBEROAN

Pemberoan merupakan pilar penting pertanian berkelanjutan yaitu tindakan menghentikan aktivitas budidaya dan membiarkan vegetasi tumbuh secara alami di lahan untuk jangka waktu tertentu sampai lahan kembali dibudidayakan. Pemberoan penting untuk memulihkan (*recovery*) dan memperbaiki kesuburan tanah (Nielsen and Calderón, 2011; Styger and Fernandes, 2006). Jangka waktu pemberoan musiman sesuai dengan pola tanam tanaman semusim baik tahunan maupun dua tahunan. Contohnya kita mendapatkan pola tanam di sawah tadah hujan seperti padi-bero, padi-jagung-bero, atau padi-jagung-kedelai-bero dimana pada musim kemarau lahan dibiarkan bero.

Pemberoan yang tidak terkait pola tanam melainkan terkait keadaan sosial ekonomi dapat terjadi dalam jangka waktu beberapa tahun sehingga lahan menjadi belukar atau bahkan menjadi hutan tertier. Lahan yang ditinggalkan tidak dikelola oleh pemiliknya misalnya karena kekurangan modal atau harga komoditas sedang jatuh. Misalnya lahan kebun kopi dibiarkan tidak dipelihara selama beberapa tahun sehingga menjadi semak belukar karena harga kopi yang rendah. Hal yang sama juga ditemukan pada perkebunan karet rakyat, yaitu kebun karet yang dibiarkan tidak dipelihara melainkan hanya untuk disadap sehingga menjadi kebun kopi tua bahkan menjadi hutan karet (*rubber forest*) yang

dapat ditemukan di Jambi. Lahan hutan karet adalah lahan yang subur dan siap dibuka kembali untuk berladang padi dan palawija. Hutan karet memiliki populasi pohon karet yang sangat rendah karena banyak pohon karet yang mati dan digantikan pohon kayu yang tumbuh alami yang tumbuh dan bersukses (Evizal, 2008).

Pemberoan merupakan cara tradisional untuk mengembalikan kesuburan tanah atau rejuvenasi lahan secara alami. Ketika hutan masih luas maka pemberoan pada sistem ladang berpindah berlangsung dalam waktu yang panjang yaitu mendekati 100 tahun untuk menjadi hutan primer, 20-30 tahun untuk menjadi hutan sekunder, dan 10-15 tahun untuk menjadi hutan tertier. Semakin lama pemberoan atau semakin tua umur hutan maka semakin tanah semakin subur untuk kembali dibuka dan berladang.

Sistem perladangan berpindah merupakan kerifan lokal yaitu bentuk adaptasi masyarakat yang tinggal di daerah pedalaman di dalam mencari penghidupan mereka dan melestarikan lingkungan ekologis mereka sebagaimana dilaporkan oleh Dove (1988) dan Hidayat (2013). Apabila pemberoan atau penghutananan dilakukan dalam jangka waktu yang lama, maka perladangan berpindah merupakan sistem yang berkelanjutan yang dapat terjadi apabila lahan hutan masih luas dan kepadatan penduduk < 35 orang per km<sup>2</sup>. Keterbatasan sistem ini adalah jika masa bero hanya singkat yaitu 1-3 tahun dimana vegetasi yang tumbuh masih berakar dangkal sehingga kurang dapat memanfaatkan unsur hara dari tanah yang dalam untuk meningkatkan kesuburan tanah (Pollini, 2014).

Merestorasi kesuburan lahan dalam pemberoan singkat 1-2 tahun diperlukan pemberoan yang diperbaiki (*improved fallowing*) yaitu sebelum diberokan lahan ditanami dengan tanaman yang cepat tumbuh sehingga cepat menutup tanah dan cepat memproduksi biomassa yang banyak. Di antara pilihan tanaman adalah jenis rumput pakan ternak ataupun tanaman leguminosa seperti *Mucuna bracteata*, koro benguk (*Mucuna pruriens*), bunga telang (*Clitoria ternatea*). Ketika saatnya kembali akan diusahakan maka lahan dibajak dan digaru agar biomassa hancur terpendam dalam tanah untuk meningkatkan bahan organik tanah. Selain itu *improved fallowing* dapat diintegrasikan dengan ternak yaitu biomassa dipanen sebagai pakan hijauan dan hasil pupuk kandang dikembalikan ke lahan.

## VII. MODEL PERTANAMAN BERKELANJUTAN

Model pertanian dianalisis berdasarkan berdasarkan layanan lingkungan yang diberikan oleh suatu sistem pertanian sebagaimana dijelaskan oleh Gaba *et al.* (2015). Perkebunan kopi bernaungan dan kopi campuran merupakan sistem pertanian yang umum ditemukan di dataran tinggi sentra produksi kopi di Indonesia. Pertanian ini dikenal sebagai sistem agroforestri berbasis kopi dimana ditanam pohon pelindung teknis dari jenis legum, pohon yang memberikan hasil nonkayu (MPTS) dan pohon kayu. Apabila lahan dikelola selaras dengan prinsip konservasi maka kebun kopi bernaungan merupakan sistem perkebunan berkelanjutan sebagaimana dilaporkan oleh Jha *et al.* (2011) karena menjamin kelangsungan kebun jangka panjang, mendukung keragaman hayati sehingga menyediakan layanan lingkungan yang luas. Sistem ini memberikan *ecosystem services* sebagai berikut: (a) *Provisioning services*: memproduksi kopi secara berkelanjutan dengan kualitas citarasa yang tinggi, memproduksi tanaman lain sebagai campuran, dan memproduksi kayu bangunan maupun kayu bakar; (b) *Supporting services*: menekan erosi, biodiversitas tinggi,

fungsi *carbon stock*; (c) *Regulating services*: fiksasi N pada pohon pelindung legum, siklus hara, konservasi habitat lebah polinator, regulasi iklim mikro naunga; (d) *Cultural services*: rekreasi agrowisata edu-agrowisata perkebunan kopi.

Kebun kopi bernaungan memenuhi kriteria sistem produksi yang ramah lingkungan dari semua standar sertifikasi lingkungan. Sistem sertifikasi yang banyak digunakan untuk produksi kopi antara lain: (1) Fair Trade, (2) 4C Common Code, (3) Sustainable Agriculture Network (Rainforest Alliance), (4) USDA Organic, (5) Utz Certification, (6) CAFÉ Practices (7) SCAA Certified (Wahyudi et al., 2020). Evizal *et al.* (2010) menyimpulkan bahwa usahatani kopi bernaungan dadap atau gamal memberikan nilai keberlanjutan yang tinggi. Selanjutnya Evizal *et al.* (2020) melaporkan produksi dan produktivitas kebun kopi bernaungan khususnya di Lampung Barat yang bertumbuh positif dalam sepuluh tahun terakhir.

Sistem pertanian sawah memberikan servis kepada manusia sebagai sumber pangan seperti beras, ikan, itik dan ternak. Agar berkelanjutan, ekosistem ini harus dikelola sesuai kaidah kearifan lingkungan terhadap sumberdaya tanah, air, tanaman, dan organisme lainnya serta lingkungan sosial. Secara sosial sistem sawah dapat memenuhi kebutuhan spiritual seperti peribadatan dan rekreasi. Salah satu model sistem persawahan berkelanjutan adalah sistem persawahan Subak. Tahun 2012, Bali Culture Landscape diakui oleh UNESCO sebagai Situs Warisan Dunia. Menurut Artha (2016), kata sawah juga tercantum pada prasasti Tengkulak yang dibuat pada tahun Caka 945 atau dalam masa Kerajaan Sri Dharma Wangsa yang memerintah di Bali pada tahun 1022 -1048 Masehi. Artinya sawah Subak mulai berkembang sejak abad ke 11 atau sekitar 9 abad yang lalu. Dengan demikian sistem sawah Subak sudah terbukti merupakan sistem pertanian berkelanjutan karena sudah berjalan selama 9 abad bahkan diakui sebagai warisan dunia. Pengelolaan lahan sawah subak dilaksanakan secara intensif dengan memperhatikan prinsip-prinsip konservasi sehingga kesuburan tanah tetap terjaga. Arthagama dan Dana (2020) melaporkan Indeks Kualitas Tanah di sawah Subak intensif, termasuk kategori sangat baik.

Sawah Subak merupakan sistem produksi padi yang bersifat sosio-agraris religius yang dimanifestasikan dalam kegiatan pengairan, pola tanam, dan upacara. Sistem sawah Subak mempunyai tiga komponen, yaitu (1) komponen fisik, (2) komponen sistem sosial, dan (3) komponen nilai budaya. Komponen fisik berupa prasarana dan sarana subak, komponen sistem sosial berupa pengelolaan atas komponen fisik seperti pengelolaan air irigasi, dan komponen nilai budaya berupa nilai-nilai, adat, dan aturan-aturan. Dengan demikian sistem sawah Subak sebagai sistem pertanian berkelanjutan memberikan layanan lingkungan sebagai berikut: (a) *Provisioning services*: memproduksi padi secara berkelanjutan, memproduksi palawija sebagai komponen pola tanam, serta produk lain yang digunakan untuk bahan upacara; (b) *Supporting services*: sistem irigasi dan terasering untuk pengelolaan air; (c) *Regulating services*: menyediakan dan membagi irigasi secara berkelanjutan; (d) *Cultural services*: pengaturan pembagian irigasi, penyelenggaraan upacara agama dan destinasi pariwisata.

Model pertanian berbasis karet diterapkan secara luas di Sumatra mulai sistem monokultur intensif sampai sistem polikultur tidak intensif yaitu sistem *rubber jungle* atau para rimbo yang merupakan kearifan lokal petani di Jambi (Marwoto *et al.*, 2017). Ini adalah



model pertanian berkelanjutan di lahan kering yang mengintegrasikan sistem berladang dan sistem berkebun sebagai perkembangan dari sistem perladangan berpindah menjadi pertanian menetap dengan sistem rotasi jangka panjang (Ketterings *et al.*, 1999; Penot *et al.*, 2017).

Rotasi tanaman tidak hanya terjadi pada budidaya tanaman semusim melainkan juga terjadi pada budidaya tanaman perkebunan tanaman keras. Jangka waktu rotasi relatif panjang karena satu siklus tanaman perkebunan seperti karet yang mencapai lebih dari 20 tahun. Tanaman kebun tua akan dibongkar dan lahan diolah untuk ditanami tanaman semusim kemudian ditanami jenis tanaman perkebunan yang sama (karet *replanting*) atau diganti dengan tanaman perkebunan yang berbeda seperti kelapa sawit atau lada sampai waktu tertentu. Namun petani tradisional umumnya ingin tetap melestarikan sistem karet polikultur agroforestry (Villamor & van Noordwijk, 2011).

Rotasi pertanaman berbasis karet misalnya dapat ditemukan di Lampung dan Bangka; dimulai dari membuka kebun karet tua dijadikan ladang jagung atau singkong dalam beberapa musim, kemudian ditanami lada menjadi kebun lada. Semakin lama kebun lada tua semakin banyak pohon lada yang mati kemudian dibongkar dan dilakukan olah tanah untuk bertanam jagung atau singkong, selama beberapa musim sambil disisipi bibit karet sehingga kembali menjadi kebun karet (Evizal & Prasmatiwi, 2019; Prasmatiwi & Evizal, 2020).

Sistem pertanaman berbasis perkebunan karet sebagai sistem pertanaman berkelanjutan memberikan layanan lingkungan sebagai berikut: (a) *Provisioning services*: bentang lahan ini memproduksi karet, pangan, buah, dan rempah berkelanjutan dalam jangka panjang; (b) *Supporting services*: perkebunan karet mirip tegakan hutan dalam satu siklus (>20 tahun) menyuburkan kembali lahan sehingga lahan siap ditanami tanaman pangan atau tanaman lainnya, (c) *Regulating services*: perkebunan karet agroforestri berfungsi sebagai cadangan karbon dan menyediakan keragaman yang tinggi baik flora maupun fauna; (d) *Cultural services*: perkebunan karet rimbo (*jungle rubber*) merupakan kerifan lokal dan menjadi objek kajian internasional.

## VIII. KESIMPULAN

Sistem pertanaman berkelanjutan merupakan bagian penting dari sistem pertanian berkelanjutan. Sistem ini dicirikan antara lain oleh adanya suksesi tanaman, pola tanam, rotasi tanaman, sistem polikultur, dan pemberoan. Sistem perkebunan kopi bernaungan yang banyak diterapkan di sentra produksi kopi Indonesia merupakan salah satu model sistem pertanaman berkelanjutan di dataran tinggi yang berbasis pertanaman kopi. Sistem sawah Subak di Bali merupakan model pertanaman berkelanjutan berbasis sawah beririgasi. Sistem tataguna lahan berbasis karet yang umum ditemukan di Sumatera dan Kalimantan merupakan model pertanaman berkelanjutan di lahan kering dataran rendah.

## REFERENSI

Andrews, D.J., & Kassam, A.H. (1976). *The Impotence of Multiple Cropping in Increasing World Food Supplies*. In Papendick, R.I., Sanchez, A., & Triplett, G.B. (Eds.), *Multiple Cropping*. ASA Special Publications, pp. 1-10.

- Artha, I. N. (2016). *Struktur Organisasi Sistem Subak di Bali*. [https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_pendidikan\\_1\\_dir/9def8ab6c29fa75e5ac48ddc1d683b87.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/9def8ab6c29fa75e5ac48ddc1d683b87.pdf).
- Arthagama, I.D.M. & Dana, I.M. (2020). Evaluasi Kualitas Tanah Sawah Intensif dan Sawah yang Dikonversikan untuk Kebun di Subak Kesiut Kerambitan Tabanan. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 10(1), 1–10.
- Azam-Ali, S. N. (2003). *Production Systems Multicropping*. In B. Thomas (Ed.), *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Elsevier. Amsterdam. Pp. 978-984.
- Bello, W. (2008). Environmental Sustainability of Some Cropping Systems in the Humid Tropics. *African Research Review*, 2(3), 262–277.
- Brooker, R.W., Bennett, A.E., Cong, W.F., Daniell, T.J., George, T.S., Hallett, P.D., Hawes, C., Iannetta, P.P.M., Jones, H.G., Karley, A.J., Li, L., Mckenzie, B.M., Pakeman, R.J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C.A., Zhang, C., Zhang, F., Zhang, J., & White, P.J. (2015). Improving intercropping: A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206(1), 107–117.
- Cubillo, G.P. (2016). Analysis of Coffee-Based Cropping Systems in Upland Cavite, Philippines Toward Improved Sustainability. *Journal of US-China Public Administration*, 13(6), 407–418.
- De Jong, W., Van Noordwijk, M., Sirait, M., Liswanti, N., & Suyanto. (2001). Farming secondary forests in Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science*, 13(4), 705–726.
- Dove, M. R. (1988). *Sistem Perladangan di Indonesia Suatu Studi-Kasus dari Kalimantan Barat*. Gadjah Mada University Press.
- Erb, K.H., Haberl, H., Jepsen, M.R., Kuemmerle, T., Lindner, M., Müller, D., Verburg, P.H., & Reenberg, A. (2013). A Conceptual Framework for Analysing and Measuring Land-use Intensity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 464–470.
- Evizal, R. & Prasmatiwi, F.E. (2019). *Agroteknologi Perkebunan Lada Lampung*. Dalam Sudarsono, H., & Erwanto (Eds.). *Revitalisasi Lada Lampung Sebagai Komoditas Warisan*. Aura Publishing. Bandar Lampung. Hlm. 113-136.
- Evizal, R. (2008). Intensitas Lahan dan Formasi Agroforestry Karet di Jambi: dari Ladang Kembali ke Hutan. *Visi Jurnal Irigasi, Sumberdaya Air, Lahan Dan Pembangunan*, 27(1), 37–46.
- Evizal, R. (2013). Etno-agronomi Pengelolaan Perkebunan Kopi di Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat (Review). *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 3(2), 1–12.
- Evizal, R. (2014). *Dasar-Dasar Produksi Perkebunan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Evizal, R. (2015). *Karet Manajemen dan Pengelolaan Kebun*. Plantaxia. Yogyakarta.
- Evizal, R., Prasmatiwi, F.E., Widagdo, S., & Novpriansyah, H. (2020). Etno-Agronomi Budidaya Kopi yang Toleran Variabilitas Curah Hujan. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 8(1), 49–59.
- Evizal, R., Tohari, Prijambada, I.D, Widada, J., Prasmatiwi, F.E., & Afandi. (2010). Pengaruh Tipe Agroekosistem terhadap Produktivitas dan Keberlanjutan Usahatani Kopi. *Jurnal Agrotropika*, 15(1): 17–22.
- Gaba, S., Lescourret, F., Boudsocq, S., Enjalbert, J., Hinsinger, P., Journet, E.P., Navas, M.L., Wery, J., Louarn, G., Malézieux, E., Pelzer, E., Prudent, M., & Ozier-Lafontaine, H. (2015). Multiple Cropping Systems as Drivers for Providing Multiple

- Ecosystem Services: from Concepts to Design. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 607–623.
- Giller, K. & Palm, C. (2004). *Cropping Systems: Slash-and-Burn Cropping Systems of the Tropics*. In R. M. Goodman (Ed.). *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Marcel Dekker. Pp. 363-366.
- Gouyon, A., de Foresta, H., & Levang, P. (2000). *Kebun Karet Campuran Di Jambi Dan Sumatera Selatan*. Dalam H. de Foresta, A. Kusworo, G. Michon, & W.A. Djatmiko (Eds.). *Ketika Kebun Berupa Hutan Agroforest Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Masyarakat*. International Centre for Research in Agroforestry. Bogor. Hlm. 65-100.
- Hidayat, Y. (2013). Sistem Perladangan Berpindah Sebagai Lokal Genius pada Masyarakat Bukit di Pegunungan Meratus, Kalimantan Selatan. *Jurnal Vidya Karya*, 28(1), 82–88.
- Hossain, M.S., Kader, M.A., & Islam, N. (2017). Multiple Cropping for Sustainable and Exaggerated Agricultural Production System. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 14(2), 1202–1209.
- Iskandar, J., & Iskandar, B.S. (2016). Etnoekologi dan Pengelolaan Agroekosistem oleh Penduduk Desa Karangwangi Kecamatan Cidaun, Cianjur Selatan Jawa Barat. *Jurnal Biodjati*, 1(1), 1–12.
- Jha, S., Bacon, C.M., Philpott, S.M., Rice, R.A., Méndez, V.E., & Läderach, P. (2011). A Review of Ecosystem Services, Farmer Livelihoods, and Value Chains in Shade Coffee Agroecosystems. In Campbell, W. & Ortiz, S.L. (Eds.) *Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the Field. Issues in Agroecology – Present Status and Future Prospectus*. Springer, Dordrecht. Pp. 141-208.
- Ketterings, Q.M., Wibowo, T.T., van Noordwijk, M., & Penot, E. (1999). Farmers' Perspectives on Slash-and-Burn as a Land Clearing Method for Small-Scale Rubber Producers in Sepunggur, Jambi Province, Sumatra, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 120(1–3), 157–169.
- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., & Vlachostergios, D.N. (2011). An Alternative Pathway for Sustainable Agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 396–410.
- Marwoto, Kartodihardjo, H., Darusman, D., & Adiwibowo, S. (2017). Para Rimbo : Inti Budaya Petani Jambi Dan Peluang Integrasi dengan Pembangunan Sektor Kehutanan. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 5(2), 250–259.
- Meng, Q., Wang, H., Yan, P., Pan, J., Lu, D., Cui, Z., Zhang, F., & Chen, X. (2017). Designing a New Cropping System for High Productivity and Sustainable Water Usage under Climate Change. *Scientific Reports*, 7(41587), 1–12.
- Michon, G., de Foresta, H., Levang, P., & Kusworo, A. (2000). *Repong di Pesisir Krui, Lampung*. Dalam H. de Foresta, A. Kusworo, G. Michon, & W. A. Djatmiko (Eds.), *Ketika Kebun Berupa Hutan Agroforest Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Masyarakat*. International Centre for Research in Agroforestry. Bogor. Hlm. 19-64.
- Nielsen, D. C., & Calderón, F.J. (2011). *Fallow Effects on Soil*. In J. L. Hatfield and T. J. Sauer (Eds.). *Soil Management: Building a Stable Base for Agriculture*. American Society of Agronomy. Pp. 287-300.

- 
- Penot, E., Chambon, B., & Wibawa, G. (2017). History of Rubber Agroforestry Systems Development in Indonesia and Thailand As Alternatives for Sustainable Agriculture and Income Stability. *International Proceedings of IRC* (2017). Pp. 497–532.
- Pollini, J. (2014). *Slash-and-Burn Agriculture*. In P. Thompson & D. Kaplan (Eds.), *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics*. Springer. Dordrecht. Pp. 1648-1657.
- Prasmatiwi, F. E., & Evizal, R. (2020). Keragaan dan Produktivitas kebun Lada Tumpangsari Kopi di Lampung Utara. *Jurnal Agrotropika*, 19(2), 110–117.
- Rochmah, H.F., Suwarto, & Muliasari, A.A. (2020). Optimasi Lahan Replanting Kelapa Sawit Tumpangsari Jagung (*Zea Mays L*) dan Kacang Tanah (*Arachis hypogea*). *Jurnal Simetrik*, 10(1), 256–262.
- Styger, E., & Fernandes, E. (2006). *Contributions of Managed Fallowsto Soil Fertility Recovery*. In N. Uphoff, A. Ball, E. Fernandes, H. Herren, O. Husson, M. Laing, C. Palm, J. Pretty, P. Sanchez, N. Sanginga, & J. Thies (Eds.). *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. CRC Press. Pp. 425-437.
- Villamor, G.B. & van Noordwijk, M. (2011). Social Role-play Games Vs Individual Perceptions of Conservation PES Agreements for Maintaining Rubber Agroforests in Jambi (Sumatra), Indonesia. *Ecology and Society*, 16(3), 27-47.
- Wahyudi, A., Wulandari, S., Aunillah, A., & Alouw, J.C. (2020). Sustainability Certification as a Pillar to Promote Indonesian Coffee Competitiveness. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(012009).
- Yusnaini, S., & Evizal, R. (2017). *Ekologi Pertanian*. Aura Publishing, Bandar Lampung.