

Elfis

AGROFORESTRI



AGROFORESTRI

Elfis



AGROFORESTRI

Penulis:

Dr. Elfis, M.Si

ISBN: 978-623-8687-19-0

Editor:

Dr. Prima Wahyu Titisar, S.Si., M.Si.

Penyunting:

Indri Cahyana, M.Si.

Desain Sampul dan Tata Letak:

Tika Permata Sari, S.Pd.

15,5 x 23 cm

Jumlah halaman, 175 halaman

Cetakan 1 *Desember *2024

Penerbit:

UIR Press

Gedung Rektorat Lantai 3 Universitas Islam Riau (UIR)

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Perhentian Marpoyan

Pekanbaru 28285

E-Mail : uirpress@uir.ac.id

Website : <https://uirpress.uir.ac.id>

Anggota IKAPI Riau

015 / Anggota Luar Biasa / RAU / 2022

Hak cipta dilindungi undang – undang

Dilarang keras mengutip, menjiplak, memfotocopy, atau memperbanyak dalam bentuk apapun, baik sebagian atau keseluruhan isi buku ini serta memperjualbelikannya tanpa izin tertulis dari ***Penerbit UIR Press.***

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah *subhānahu wata'ālā* atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul Agroforestri ini dapat diselesaikan. Buku ini disusun sebagai salah satu referensi yang diharapkan dapat memberikan pemahaman dasar mengenai ekologi pertanian kepada pembaca, khususnya mahasiswa, praktisi, dan masyarakat yang tertarik dengan konsep keberlanjutan dalam agroforestri.

Dalam era modern ini, isu-isu terkait lingkungan, keberlanjutan, dan perubahan iklim menjadi tantangan besar dalam pengelolaan sumber daya alam, termasuk dalam sektor pertanian. Melalui buku ini, kami berusaha menghadirkan konsep-konsep penting tentang interaksi antara komponen pertanian, perhutanan/perkebunan, peternakan dan perikanan darat, serta bagaimana komponen-komponen tersebut menciptakan sistem agroforestry sederhana dan kompleks dalam bentuk agrisilvikultur, silvopastura, agrosilvopastura, agrosilvofisheri, dengan berbagai sub sistimnya.

Buku ini terdiri dari beberapa bab yang membahas topik-topik fundamental, seperti pengertian agroforestry, sistem agroforestry sederhana dan kompleks dalam bentuk agrisilvikultur, silvopastura, agrosilvopastura, agrosilvofisheri, dengan berbagai sub sistimnya., serta peran manusia dalam memodifikasi sistem agroforestry. Kami juga menyertakan studi kasus dan contoh-contoh aplikatif yang relevan dengan kondisi agroforestry, di Indonesia, sehingga pembaca dapat lebih mudah memahami dan mengimplementasikan konsep-konsep yang disampaikan.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan, baik dalam hal isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kami sangat terbuka terhadap kritik dan saran konstruktif untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang luas dan menjadi salah satu kontribusi kecil kami dalam pengembangan ilmu agroforestry di Indonesia.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam proses penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan wawasan baru dan menjadi inspirasi bagi pembaca untuk terus mendalami ilmu agroforestry.

Pekanbaru 18 November 2024

Penulis

Elfis

Resume Materi Buku Agroforestri

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan, pertanian, dan/atau peternakan dalam satu unit pengelolaan untuk menciptakan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial. Buku tentang agroforestri umumnya membahas konsep, prinsip, praktik, dan manfaat agroforestri dalam pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan.

1. Pendahuluan Agroforestri

Definisi: Agroforestri mengacu pada kombinasi praktik menanam pohon bersama tanaman semusim atau memelihara ternak untuk memanfaatkan lahan secara efisien.

Sejarah: Evolusi sistem agroforestri di berbagai peradaban, termasuk pengaruhnya terhadap pengelolaan lingkungan.

Tujuan: Menyeimbangkan antara produktivitas ekonomi dan pelestarian lingkungan.

2. Komponen Agroforestri

Tanaman Kehutanan: Pohon dan semak yang memberikan hasil kayu, buah, atau bahan baku lainnya. Contoh: jati, mahoni, dan bambu.

Tanaman Pertanian: Tanaman pangan, hortikultura, atau tanaman obat yang ditanam bersama pohon. Contoh: padi, jagung, dan jahe.

Peternakan: Pengintegrasian ternak seperti sapi, kambing, atau ayam dalam sistem agroforestri.

3. Prinsip Dasar Agroforestri

Keanekaragaman: Memadukan berbagai jenis tanaman dan/atau ternak untuk meningkatkan produktivitas dan stabilitas ekosistem.

Efisiensi Penggunaan Sumber Daya: Memanfaatkan sinergi antar komponen untuk memaksimalkan penggunaan tanah, air, dan sinar matahari.

Keberlanjutan: Memastikan bahwa sistem dapat berjalan dalam jangka panjang tanpa merusak lingkungan.

4. Jenis-jenis Agroforestri

Agrosilvikultur: Kombinasi antara tanaman kehutanan dan tanaman pertanian.

Silvopastura: Kombinasi antara tanaman kehutanan dan peternakan.

Agrosilvopastura: Kombinasi antara tanaman kehutanan, pertanian, dan peternakan.

Hutan Rakyat: Agroforestri berbasis masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan petani.

Kebun Campuran: Sistem yang mengintegrasikan berbagai jenis tanaman di lahan terbatas.

5. Manfaat Agroforestri

Ekologi:

Mengurangi erosi tanah.

Meningkatkan kesuburan tanah melalui daun gugur dari pohon.

Menyediakan habitat bagi keanekaragaman hayati.

Ekonomi:

Diversifikasi sumber pendapatan petani.

Mengurangi risiko kegagalan panen tunggal.

Sosial:

Mendukung ketahanan pangan lokal.

Memperbaiki kehidupan masyarakat pedesaan.

6. Teknik dan Desain Agroforestri

Penataan Ruang: Menentukan jarak tanam, tata letak, dan jenis tanaman untuk memaksimalkan efisiensi.

Rotasi Tanaman: Strategi untuk memelihara kesuburan tanah.

Pengelolaan Air: Memanfaatkan pohon untuk mengontrol aliran air dan mencegah banjir.

Peran Pohon Multiguna: Pohon seperti kelor, sengon, atau pohon buah untuk berbagai kebutuhan.

7. Kelebihan dan Tantangan Agroforestri

Kelebihan:

Ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan.

Menyediakan banyak hasil (multiguna) dari satu unit lahan.

Tantangan:

Membutuhkan pengetahuan teknis yang baik.

Proses integrasi dan penyesuaian yang memakan waktu.

8. Kebijakan dan Implementasi Agroforestri

Kebijakan Pemerintah: Dukungan regulasi untuk mendorong implementasi agroforestri, seperti program reboisasi dan pengelolaan DAS.

Peran Lembaga dan Komunitas: Lembaga penelitian, NGO, dan masyarakat lokal dalam pengembangan agroforestri.

Studi Kasus: Implementasi agroforestri di beberapa daerah, seperti sistem tumpang Sari di Jawa atau kebun campuran di Sulawesi.

9. Peran Agroforestri dalam Mengatasi Perubahan Iklim

Penyerapan Karbon: Pohon dan tanaman menyerap karbon dioksida, mengurangi emisi gas rumah kaca.

Pengelolaan Bencana: Menjaga stabilitas tanah dan mengurangi dampak banjir.

Ketahanan Pangan dan Energi: Mengintegrasikan tanaman pangan dan bioenergi.

10. Masa Depan Agroforestri

Peluang: Agroforestri memiliki potensi besar untuk mendukung pembangunan berkelanjutan, terutama dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan degradasi lingkungan.

Strategi Pengembangan: Melibatkan teknologi modern, penelitian, dan pelibatan masyarakat dalam implementasi.

Buku ini ditutup dengan rekomendasi praktik terbaik dan prospek agroforestri di masa depan.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
RESUME MATERI DASAR-DASAR EKOLOGI PERTANIAN	iv
DAFTAR ISI	vii
Bab 1 Pendahuluan	1
Bab 2 Komponen Agroforestri	34
Bab 3 Prinsip Dasar Agroforestri	37
Bab 4 Jenis-jenis Agroforestri	41
Bab 5 Manfaat Agroforestri	60
Bab 6 Teknik dan Desain Agroforestri	63
Bab 7 Agroforestri Indonesia	67
Bab 8 Agroforestri Khas Indonesia	84
Bab 9 Kelebihan dan Tantangan Agroforestri	106
Bab 10 Kebijakan dan Implementasi Agroforestri	110
Bab 11 Peranan Agroforestri dalam Mengatasi Perubahan Iklim	114
Bab 12 Masa Depan Agroforestri	118
Bab 13 Simulasi Penerapan Agroforestri	123
Bab 14 Urban Farming Agroforestri Perkotaan	148
Bab 15 Agroforestri Berkelanjutan	165
DAFTAR PUSTAKA	176

Bab 1

Pendahuluan

1. Konsep Dasar Agroforestri

Agroforestri adalah sebuah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan, tanaman pertanian, dan/atau peternakan dalam satu unit pengelolaan. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan lahan secara efisien dan menciptakan hubungan sinergis antara komponen yang terlibat. Dengan menggabungkan pohon, tanaman semusim, dan/atau ternak, agroforestri memberikan manfaat ekologi, ekonomi, dan sosial yang tidak hanya meningkatkan produktivitas lahan tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan.

Dalam praktiknya, agroforestri memanfaatkan interaksi positif antara pohon dan tanaman semusim atau ternak untuk meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi erosi, serta menyediakan sumber pendapatan dan makanan yang beragam bagi masyarakat. Dengan pendekatan ini, agroforestri menjadi solusi penting dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan, khususnya di daerah pedesaan yang bergantung pada pertanian subsisten.

1. Sejarah Agroforestri

1) Awal Mula dan Evolusi

Praktik agroforestri telah dikenal sejak ribuan tahun lalu, bahkan sebelum istilah “agroforestri” secara resmi diperkenalkan pada abad ke-20. Pada zaman prasejarah, manusia telah memanfaatkan kombinasi pohon, tanaman semusim, dan ternak dalam pengelolaan lahan. Sebagai contoh, masyarakat di berbagai belahan dunia menggunakan sistem rotasi ladang berpindah, yang melibatkan pembukaan hutan untuk pertanian sementara, kemudian membiarkan lahan kembali ke kondisi alaminya.

Sistem agroforestri tradisional juga telah ditemukan di berbagai peradaban:

a) Asia Tenggara: Sistem kebun campuran di Indonesia dan Filipina telah lama digunakan untuk menanam pohon buah-buahan seperti durian, mangga, dan pisang bersama dengan tanaman pangan seperti padi dan jagung.

- b) Afrika: Sistem “fallow enriched” di Afrika Sub-Sahara mengintegrasikan tanaman pohon legum seperti akasia dengan tanaman pangan untuk memperbaiki kesuburan tanah.
- c) Amerika Latin: Suku Maya di Amerika Tengah mengembangkan “milpa”, sebuah sistem pertanian yang menggabungkan jagung, kacang-kacangan, dan labu bersama pohon.

2) Perkembangan Modern

Konsep agroforestri mulai diakui secara ilmiah pada pertengahan abad ke-20 sebagai respons terhadap masalah degradasi tanah dan ketidakseimbangan ekologi akibat praktik monokultur intensif. Pada tahun 1977, *International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)* – sekarang dikenal sebagai World Agroforestry Centre – didirikan untuk mempromosikan penelitian dan pengembangan agroforestri di seluruh dunia.

Sejak itu, agroforestri terus berkembang sebagai pendekatan inovatif untuk meningkatkan produktivitas lahan sekaligus melindungi lingkungan. Dengan meningkatnya perhatian terhadap perubahan iklim, peran agroforestri dalam mitigasi emisi karbon dan adaptasi terhadap dampak lingkungan semakin diakui di tingkat global.

2. Tujuan Agroforestri

1) Produktivitas Ekonomi

Salah satu tujuan utama agroforestri adalah meningkatkan produktivitas lahan melalui diversifikasi hasil. Sistem ini memungkinkan petani mendapatkan berbagai produk, seperti kayu, buah-buahan, hasil ternak, tanaman obat, dan hasil pertanian lainnya. Diversifikasi ini tidak hanya meningkatkan pendapatan petani tetapi juga mengurangi risiko ekonomi akibat kegagalan panen pada sistem monokultur.

2) Pelestarian Lingkungan

Agroforestri berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Beberapa kontribusi ekologis utama meliputi:

- a) Pengurangan Erosi Tanah: Akar pohon membantu menstabilkan tanah, sedangkan kanopi pohon mengurangi dampak langsung hujan pada permukaan tanah.

- b) Peningkatan Kesuburan Tanah: Pohon legum dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen, sementara daun yang gugur menjadi bahan organik yang memperkaya tanah.
 - c) Konservasi Keanekaragaman Hayati: Agroforestri menciptakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna.
 - d) Pengelolaan Sumber Air: Pohon dalam sistem agroforestri membantu mengatur siklus air dengan mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah.
- 3) Kesejahteraan Sosial
- Agroforestri tidak hanya memberikan manfaat ekonomi dan ekologi tetapi juga mendukung kesejahteraan sosial masyarakat pedesaan. Sistem ini menyediakan kebutuhan dasar seperti pangan, kayu bakar, dan bahan bangunan, sekaligus memperkuat ketahanan pangan lokal. Selain itu, agroforestri sering kali melibatkan partisipasi komunitas, sehingga mendukung pembangunan sosial yang inklusif.
- 4) Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim
- Dalam konteks perubahan iklim, agroforestri memainkan peran ganda:
- a) Mitigasi: Pohon menyerap karbon dioksida dari atmosfer, membantu mengurangi konsentrasi gas rumah kaca.
 - b) Adaptasi: Sistem ini membantu petani menghadapi perubahan pola cuaca dengan menyediakan pendapatan dan makanan yang lebih stabil, serta melindungi lahan dari degradasi akibat cuaca ekstrem.
- 5) Pengelolaan Lahan Berkelanjutan
- Agroforestri mempromosikan penggunaan lahan yang berkelanjutan dengan mengintegrasikan berbagai jenis tanaman dan ternak. Hal ini memungkinkan siklus alami seperti daur ulang nutrisi dan pengelolaan limbah organik untuk menjaga produktivitas lahan dalam jangka panjang.

3. Pengelompokan Agroforestri

1) Agroforestri Kompleks

Sistem agroforestry kompleks atau singkatnya agroforestry adalah sistem-sistem yang terdiri dari sejumlah besar unsur pepohonan, perdu, tanaman musiman dan atau rumput. Penampakan fisik dan dinamika didalamnya mirip dengan ekosistem hutan alam primer maupun sekunder. Sistem agroforestry kompleks bukanlah hutan-hutan yang ditata lambat laun melalui transformasi ekosistem secara alami,

melainkan merupakan kebun-kebun yang ditanam melalui proses perladangan. Kebun-kebun agroforestry dibangun pada lahan-lahan yang sebelumnya dibabati kemudian ditanami dan diperkaya.

Dalam kondisi terbatasnya lahan karena ledakan jumlah penduduk dan perluasan konsesi penebangan hutan, transmigrasi dan hutan tanaman industri lahan yang masih tersisa kebanyakan sudah berupa agroforestry. Tahapan tanaman semusim biasanya padi ladang berlangsung selama satu atau dua kali panen saja, sistem-sistem pada tahapan ini merupakan perpaduan sementara yang berisi tanaman semusim dan pepohonan. Cara pembentukan sistem-sistem agroforestry kompleks mirip dengan pembentukan hutan jati pada lahan Perum Perhutani di Jawa dalam sistem tumpangsari. Bedanya dalam sistem tumpangsari, pepohonan adalah milik perum perhutani dan pada tahap dewasa tidak ada lagi pemaduan dengan tanaman bermanfaat lainnya komplek pohon yang ditanam khusus untuk menghasilkan kayu.

Sebaliknya, pada sistem agroforestry kompleks, pepohonannya dimiliki petani dan pada tahap dewasa petani tetap memadukan bermacam-macam tanaman lain yang bermanfaat. pemaduan terus berlangsung pada keseluruhan masa keberadaan agroforestry. Dalam konteks ini agroforestry berada di tengah-tengah, antara sistem pertanian dan hutan. Dan sudut pandang pelestarian lingkungan, kemiripan struktur dan penampilan fisik agroforestry dengan hutan alam merupakan suatu keunggulan. Seperti halnya pada sistem-sistem agroforestry sederhana, sumber daya air dan tanah dilindungi dan dimanfaatkan. Tetapi lebih dari itu, pada agroforestry sejumlah besar keanekaragaman flora dan fauna asal hutan alam tetap berkembang. Inilah salah satu ciri khas agroforestry yang membedakannya dari sistem pertanian dan agroforestry lainnya.

Di daerah-daerah beriklim sedang (temperatur), seperti di Eropa dan Amerika, sudah sejak lama hutan dan tanah pertanian menjadi dua dunia yang saling terpisah. Petani-petani pembuka hutan alam lalu secara tetap menempati dan mengelola tanah-tanah terbaik; tidak ada lagi interaksi erat antara pertanian dan hutan. Pepohonannya umumnya tidak lagi masuk dalam lingkungan pertanian, kecuali dalam fruit orchard (kebun

monokultur buah-buahan) seperti apel, anggur, jeruk. Pola budidaya ini membutuhkan biaya yang tinggi dan teknologi yang canggih.

Di sisi lain, hutan-hutan dikelola untuk memproduksi kayu secara eksklusif, tanpa sentuhan dengan dunia pertanian. dengan demikian, dunia pertanian dan kehutanan di barat terpisah secara tegas dan berkembang sendiri-sendiri hingga mencapai bentuk sekarang. Sementara itu, hutan-hutan dikelola di negara-negara tropika termasuk Indonesia terus mengikuti langkah negara-negara beriklim sedang, tanpa mempertanyakan kesesuaiannya dengan kondisi setempat. Ini dilakukan dengan mengukuhkan penguasaan atas tanah dan sumber hutan, melalui upaya pengembangan silvitur dan pengamanan kawasan hutan yang memaksa petani menyingkir dari hutan.

Upaya mengukuhkan penguasaan atas sumber daya lahan dan hutan mulanya diterapkan oleh pemerintah-pemerintah kolonial barat terhadap negara-negara jajahannya di daerah-daerah tropika. dalam hal ilmu agronomi artinya dengan lenyapnya hutan- hutan alam. Sebaliknya dalam silvikultur barat, keberadaan petani yang cenderung diabaikan, sehingga eksploitasi dan pengelolaan hutan selalu berbenturan dengan kepentingan petani yang lebih diposisikan sebagai musuh atau pencuri. Semua itu dilakukan tanpa terlebih dahulu berusaha mengetahui apakah memang benar pertanian dan hutan harus selalu berbenturan dan saling mengancam. apakah tidak bisa justru sebaliknya, pertanian dan hutan dapat berkembang secara selaras?

Memang tidak dapat dibantah, bahwa pengelolaan lahan pertanian oleh petani di daerah tropika diawali dengan pembukaan hutan. tetapi, tidak semua upaya mendapatkan manfaat dan keuntungan dari tanaman pertanian dapat dipandang sebagai tindakan perusakan hutan. karena ternyata, di dalam sistem-sistem pertanian yang dibangun petani di daerah tropika terdapat sistem-sistem yang memiliki pertanian yang sangat erat dan saling melengkapi antara pepohonan dan tanaman pangan, antara hutan dan lahan pertanian.

Sifat saling melengkapi tampak jelas di daerah-daerah yang semula adalah hutan belantara dimana lingkungan hutan berikut sumber daya

alamnya yang melimpah menduduki peranan penting dalam menopang kehidupan petani-petani, kemudian secara bertahap struktur dan tumbuhan hutan dipindahkan ke lahan-lahan pertanian pada tahap awal, permukaan hutan tidak dapat dihindari. tetapi setelah itu, dilakukan upaya-upaya yang khas yaitu pengembalian lingkungan dan pepohonan hutan ke lahan-lahan pertanian. Secara bertahap terbentuklah hutan baru di lahan-lahan pertanian yang diperkaya dengan aneka pohon bermanfaat untuk dipetik hasilnya berupa kebun pepohonan campuran, hutan buatan serbaguna, atau aneka kebun pekarangan (*home garden*).

Semua ini membuktikan kuatnya pertalian antara hutan dan kegiatan petani. Sekarang ini sistem-sistem agroforestry tersebut sepertinya merupakan sistem usaha tani yang hanya diterapkan oleh petani-petani kecil. Indonesia yang memiliki hutan-hutan yang kaya dengan beraneka etnis penduduk, menyediakan beranekaragam pilihan sistem usaha tani. Selain itu, hubungan penduduk dengan dunia luar yang diwakili oleh para pedagang cina, arab dan eropa sudah berkembang dengan pesat sejak lama. Semua unsur ini menjadi pendorong proses pembangunan beraneka perpaduan agroforestry.

Agroforestri Kompleks adalah salah satu bentuk sistem agroforestri, yaitu kombinasi antara praktik kehutanan dan pertanian dalam satu lahan, yang melibatkan keragaman tinggi pada komponen tanaman, pohon, dan ternak. Agroforestri kompleks memiliki struktur yang menyerupai ekosistem alami, seperti hutan hujan tropis, sehingga memberikan manfaat ekologi, ekonomi, dan sosial yang signifikan.

a) Ciri-ciri Agroforestri Kompleks

a. Keanekaragaman Tinggi

Mengintegrasikan berbagai jenis pohon, tanaman semusim, tanaman tahunan, dan/atau ternak dalam satu unit lahan. Keanekaragaman ini menciptakan ekosistem yang stabil dan berkelanjutan.

b. Struktur Bertingkat (Multistrata)

Memiliki lapisan vegetasi yang menyerupai hutan alami, mulai dari pohon tinggi (kanopi), semak, hingga tanaman penutup tanah.

c. Fungsi Ekologi yang Kompleks

Menyediakan manfaat ekologi seperti konservasi tanah dan air, penyediaan habitat bagi fauna, pengurangan emisi karbon, dan peningkatan keanekaragaman hayati.

d. Berorientasi Jangka Panjang

Agroforestri kompleks biasanya dirancang untuk memberikan manfaat jangka panjang, baik secara ekologi maupun ekonomi.

b) Teori Pendukung

a. Teori Ekosistem Stabil

Ekosistem yang lebih kompleks dan beragam, seperti dalam agroforestri kompleks, cenderung lebih stabil dan tahan terhadap gangguan eksternal (Odum, 1971). Keragaman komponen dalam agroforestri membantu mengurangi risiko kegagalan total akibat gangguan seperti hama, penyakit, atau perubahan iklim.

b. Teori Relasi Simbiotik

Interaksi positif antara pohon, tanaman semusim, dan tanah menciptakan relasi simbiotik yang mendukung produktivitas lahan. Misalnya, pohon leguminosae memperkaya nitrogen tanah yang bermanfaat bagi tanaman lainnya (Nair, 1993).

c. Teori Efisiensi Penggunaan Sumber Daya

Dengan berbagai jenis tanaman dalam satu lahan, agroforestri kompleks dapat memanfaatkan sumber daya secara efisien (cahaya, air, dan nutrisi), sehingga meningkatkan produktivitas total lahan.

c) Proses Terbentuknya Agroforestri Kompleks

a. Kebutuhan Diversifikasi Lahan

Agroforestri kompleks biasanya muncul dari kebutuhan petani untuk memanfaatkan lahan secara multifungsi. Lahan diintegrasikan untuk menghasilkan berbagai jenis komoditas, baik untuk konsumsi pribadi, pasar, atau kebutuhan lain seperti kayu dan bahan bakar.

b. Adaptasi terhadap Kondisi Ekologi Lokal

Agroforestri sering berkembang karena adaptasi terhadap iklim, topografi, dan jenis tanah. Pada daerah tropis, di mana curah hujan tinggi dan tanah kurang stabil, kombinasi pohon dan tanaman pertanian membantu menjaga struktur tanah, mengurangi erosi, dan meningkatkan kesuburan tanah.

c. Penerapan Pengetahuan Lokal

Agroforestri kompleks banyak terinspirasi dari praktik tradisional. Petani sering memanfaatkan pengetahuan lokal mereka untuk mengelola keanekaragaman spesies dalam satu sistem yang berkelanjutan.

d. Rekayasa dan Inovasi Manusia

Pemerintah, lembaga penelitian, atau organisasi non-pemerintah sering memperkenalkan teknik agroforestri modern untuk mendukung keberlanjutan dan efisiensi produksi. Kombinasi spesies dipilih berdasarkan fungsinya, seperti tanaman yang memperbaiki nitrogen di tanah (leguminosa), pohon pelindung, dan tanaman bernilai ekonomi.

e. Keseimbangan Ekologi dan Ekonomi

Sistem ini terbentuk untuk menjaga keseimbangan antara produktivitas ekonomi dan fungsi ekologi. Pohon dalam agroforestri tidak hanya berfungsi sebagai sumber kayu, tetapi juga memberikan keteduhan, penyimpanan karbon, dan habitat bagi fauna.

Agroforestri kompleks adalah sistem yang berkelanjutan dan adaptif, mengintegrasikan berbagai jenis tanaman dan pohon dalam struktur bertingkat. Dengan dukungan teori ekologi dan ekonomi, sistem ini berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat. Contoh-contoh seperti pekarangan tradisional dan kebun kakao multistrata menunjukkan penerapan praktis dari konsep ini di berbagai wilayah.

2) Agroforestri Sederhana

Sistem agroforestry sederhana adalah perpaduan-perpaduan konvensional yang terdiri atas sejumlah kecil unsur, menggambarkan apa yang kini dikenal sebagai skema agroforestry klasik dari sudut penelitian dan persepsi berbagai lembaga yang menangani agroforestry, tampaknya sistem agroforestry sederhana ini menjadi perhatian utama. Biasanya perhatian terhadap perpaduan tanaman itu menyempit menjadi satu unsur pohon yang memiliki peran ekonomi penting (seperti kelapa, karet, cengkeh, jati, dan lain-lain) atau yang memiliki peran ekologi (seperti dadap dan petal Cina) dan sebuah unsur tanaman musiman (misalnya

padi, jagung, sayur- mayur, rerumputan), atau jenis tanaman lain seperti pisang, kopi, coklat dan sebagainya yang juga memiliki nilai ekonomi.

Bentuk agroforestry sederhana yang paling banyak dibahas adalah tumpang sari yang merupakan sistem taungya versi Indonesia yang diwajibkan di areal hutan jati di Jawa. Sistem ini dikembangkan dalam program perhutanan sosial Perum Perhutani. Sistem-sistem agroforestry sederhana juga menjadi ciri umum pada pertanian komersil; kopi sejak dahulu diselengi dengan tanaman dadap, yang yang menyediakan naungan bagi kopi dan kayu bakar bagi petani.

Perpaduan kelapa dengan coklat juga semakin banyak dilakukan, sementara usaha diversifikasi karet dalam bentuk perpaduan karet dan rotan saat ini masih diujicobakan. Agroforestry sederhana juga bisa dijumpai pada pertanian tradisional. Seringkali perpaduan ini mencerminkan intensifikasi sistem produksi yang berkaitan dengan adanya kendala alam, seperti perpaduan kelapa dan sawah di tanah rawa di pantai Sumatera. Perpaduan semacam ini juga banyak ditemui di daerah berpenduduk padat, seperti pohon-pohon randu yang ditanam di pematang-pematang sawah di Jawa tengah sejak berabad-abad lalu. Demikian pula di daerah selatan garut, karena keterbatasan lahan, orang menanam jeruk dan cengkeh di gundukan-gundukan kecil di tengah sawah.

Agroforestri sederhana adalah suatu sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pertanian dengan pohon atau tanaman kehutanan secara sederhana dan minimal. Sistem ini bertujuan untuk memanfaatkan ruang lahan secara optimal dengan tetap menjaga keseimbangan ekologi, meningkatkan produktivitas, serta mendukung keberlanjutan lingkungan. Agroforestri sederhana biasanya lebih mudah diterapkan oleh petani kecil karena tidak memerlukan teknologi canggih atau investasi besar.

a) Teori Pendukung

a. Sustainability Theory

Agroforestri mendukung keberlanjutan melalui pengelolaan sumber daya alam yang efisien, menjaga kesuburan tanah, serta

mengurangi risiko degradasi lingkungan. Dengan mengintegrasikan pohon dan tanaman pertanian, sistem ini membantu menjaga keseimbangan ekosistem.

b. Ekologi Pertanian

Menurut prinsip ekologi, keberagaman spesies dalam suatu sistem (seperti agroforestri) mampu meningkatkan stabilitas ekosistem dan resilien terhadap gangguan seperti hama, penyakit, atau perubahan iklim.

c. Teori Multifungsi Lahan (*Land Use Multifuntionality*)

Lahan dalam agroforestri memiliki fungsi ganda, yakni menghasilkan hasil panen (seperti tanaman pangan) sekaligus memberikan jasa lingkungan seperti penyediaan oksigen, penyimpanan karbon, dan perlindungan keanekaragaman hayati.

Agroforestri sederhana adalah solusi praktis untuk meningkatkan produktivitas lahan dengan tetap menjaga lingkungan. Sistem ini tidak hanya mendukung keberlanjutan ekosistem, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi dan sosial bagi petani kecil. Implementasi agroforestri sederhana membutuhkan pemahaman dasar tentang ekologi lahan dan komitmen untuk menjaga keberlanjutan praktiknya.

Perbedaan antara sistem agroforestry sederhana dan kompleks, selain penting dalam konteks akademik juga penting untuk aspek pengembangan agroforestry. Sampai saat ini dalam berbagai definisi konsep agroforestry, perbedaan itu seolah-olah tidak begitu muncul, padahal perbedaan itu telah menciptakan adanya pemilahan yang tegas dalam penelitian pengembangan agroforestry, baik pada tingkat local maupun global. Di Indonesia pemilahan tersebut nampak sangat mencolok kebanyakan proyek agroforestry diarahkan untuk mengembangkan model-model agroforestry sederhana, seperti dalam renovasi kebun kelapa, pengembangan kebun coklat, penghijauan lahan gundul dan rehabilitasi lahan kritis. Lembaga-lembaga penelitian, pengembangan dan penyuluhan bidang pertanian dan kehutanan hanya mengenal dan memahami bentuk agroforestry sederhana seperti ini. Bahkan banyak pakar di lembaga-lembaga pemerintah belum menghargai pembahasan mengenai sistem agroforestry kompleks. Sistem-sistem petani itu dianggap terlalu empiris, tidak beraturan dan kecil sumbangannya bagi

kehidupan petani. Akibatnya sistem agroforestry kompleks bukan dianggap sebagai model agroforestry, melainkan sekedar kebun biasa saja.

Dengan mengabaikan mutu obyektif sistem-sistem agroforestry kompleks pada tatanan ekologi maupun ekonomi, para pakar yang sudah terbiasa dengan sistem agroforestry sederhana itu secara tidak langsung juga menyanggah pengertian kata agroforestry itu sendiri. Memang benar, dalam sistem-sistem kompleks yang tampak jelas mendominasi adalah pepohonan, sementara unsur tanaman semusim menghilang dengan cepat. Tetapi hilangnya unsur tanaman musiman dalam agroforestry petani jauh lebih lambat jika dibandingkan dengan hilangnya tanaman musiman dari hutan jati dalam program perhutanan sosial Perum Perhutani di Jawa, padahal pihak kehutanan dan rimbawan menganggap sistem ini sebagai sistem agroforestry yang sebenarnya. Penolakan lembaga-lembaga pemerintah untuk mengakui sistem agroforestry ini merupakan kendala penting bagi masa depan sistem-sistem agroforestry.

Dari segi pembentukan maupun cara kerjanya, sebetulnya sistem agroforestry sederhana tidak ada kaitannya dengan ekologi hutan. dalam hal ini sistem tersebut sama dengan persawahan dan perkebunan monokultur, termasuk pula hutan tanaman industri. Karena jumlah unsur yang sedikit, adanya keteraturan dan tidak membutuhkan pendekatan ilmiah khusus, wajar saja jika sistem agroforestry, sederhana dapat dengan mudah diletakkan dalam kerangka konseptual penelitian klasik mengenai tanaman pertanian dan tanaman pepohonan. Produksi setiap komponen dengan mudah dapat dievaluasi, baik dari segi ekonomi maupun agronomi. Kinerjanya pun dapat dengan mudah dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur.

Berbeda dengan sistem-sistem agroforestry sederhana, keanekaragaman unsur yang terpadu di dalam sistem agroforestry kompleks membutuhkan pendekatan yang menyeluruh. Karet adalah sebuah contoh yang menarik agroforestry karet dibangun dengan mengikuti asas suksesi alami yang memungkinkan upaya pengendalian gulma secara efektif sangat berbeda dengan perkebunan karet monokultur, agroforestry karet tidak membutuhkan investasi yang mahal untuk herbisida dan tenaga kerja. selain menghasilkan karet, agroforestry itu juga menghasilkan buah-buahan, sayuran, tanaman obat, kayu pertukangan (yang semakin sulit diperoleh di

daerah yang hutannya telah musnah) dan kayu-kayu bakar. Rumah tangga pedesaan tergantung pada kayu bakar dan kebutuhan setiap harinya cukup besar dalam konteks ini agroforestry yang menjadi sumber pasokan kayu bakar yang berlimpah dan tetap, bagi petani dapat lebih bermanfaat dibandingkan perkebunan monokultur. Tentu saja produksi karet dari agroforestry jauh lebih kecil dibanding perkebunan karet monokultur yang menggunakan klon pilihan penghasil lateks tinggi. Mengingat luasnya agroforestry karet di Indonesia mencapai 2,4 juta ha pada tahun 1980-an, maka dalam upaya meningkatkan produksi karet, pemerintah mendorong modernisasi agroforestry karet dengan melakukan perubahan radikal untuk menjadikannya perkebunan karet monokultur. Hal ini membuktikan bahwa hakikat pembuatan agroforestry bagi para petani tidak difahami pemerintah. pemikiran seperti ini merupakan hasil pendekatan yang menyederhanakan masalah, dengan titik perhatian hanya pada produksi lateks saja.

4. Teori Pendukung Agroforestri

Agroforestri tidak hanya didasari oleh pengalaman praktis, tetapi juga oleh teori-teori ilmiah yang mendasari keberhasilannya dalam sistem pertanian. Beberapa teori yang mendukung agroforestri antara lain:

- 1) Teori Interaksi Tanaman: Menurut teori ini, berbagai jenis tanaman dapat berinteraksi secara positif dan saling mendukung dalam hal penggunaan nutrisi, perlindungan dari hama, dan pengendalian erosi tanah. Dalam agroforestri, interaksi antara pohon dan tanaman pertanian meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.
- 2) Teori Keberlanjutan: Agroforestri diterapkan sebagai solusi untuk meningkatkan keberlanjutan ekosistem pertanian. Pengelolaan lahan yang beragam ini mengurangi ketergantungan pada satu jenis tanaman, meningkatkan daya dukung tanah, serta memperbaiki kualitas air dan keanekaragaman hayati.
- 3) Teori Ekologi Lanskap: Agroforestri mendukung konsep ekologi lanskap, yang melihat penggunaan lahan sebagai bagian dari keseluruhan ekosistem yang lebih besar. Praktik ini mempertimbangkan aspek keterhubungan antara area pertanian, hutan, dan ekosistem lainnya dalam menjaga keseimbangan alam.
- 4) Teori Perekonomian Pertanian Berkelanjutan: Agroforestri memberikan nilai tambah bagi petani dengan menyediakan pendapatan tambahan dari

hasil pohon, seperti kayu atau buah, sambil menjaga keberlanjutan produksi tanaman pertanian utama. Ini menjadi landasan ekonomi bagi pengembangan agroforestri.

- 5) Manfaat Agroforestri: Agroforestri memiliki berbagai manfaat, baik untuk lingkungan, ekonomi, dan sosial. Di antaranya adalah:
- a) Peningkatan hasil pertanian: Pohon yang ditanam di lahan pertanian dapat membantu memperbaiki struktur tanah, menyimpan air, serta mengurangi erosi, yang secara keseluruhan mendukung pertumbuhan tanaman pertanian.
 - b) Pengurangan dampak perubahan iklim: Agroforestri berfungsi sebagai penyangga terhadap perubahan iklim dengan mengurangi emisi karbon dan meningkatkan penyerapan karbon di atmosfer.
 - c) Diversifikasi pendapatan: Petani dapat memperoleh hasil dari berbagai sumber, seperti kayu, buah, atau hasil sampingan dari pohon, yang meningkatkan stabilitas ekonomi mereka.

6) Teori Interaksi Tanaman dalam Kaitannya dengan Agroforestri

Teori interaksi tanaman adalah konsep yang menjelaskan bagaimana tanaman saling berinteraksi dalam suatu sistem pertanian atau ekosistem. Dalam konteks agroforestri, teori ini penting untuk memahami bagaimana pohon-pohon yang ditanam bersama tanaman pertanian dapat berpengaruh satu sama lain, baik secara positif maupun negatif. Interaksi tanaman ini mencakup berbagai proses fisik, kimiawi, dan biologis yang terjadi di antara tanaman dalam satu sistem agroforestri. Interaksi antara tanaman dalam sistem agroforestri dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yang meliputi interaksi kompetisi, mutualisme, dan predasi. Berikut penjelasannya:

- a) Kompetisi terjadi ketika tanaman berebut sumber daya yang terbatas, seperti air, cahaya, dan nutrisi tanah. Dalam agroforestri, kompetisi ini umumnya terjadi antara tanaman pertanian dan pohon. Misalnya, pohon yang tumbuh tinggi dapat menaungi tanaman pertanian yang membutuhkan sinar matahari. Namun, pohon juga dapat membantu memperbaiki kualitas tanah dengan menambah bahan organik dan mengurangi erosi, yang akhirnya dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman pertanian.

- b) Mutualisme adalah interaksi yang saling menguntungkan antara dua atau lebih spesies tanaman. Dalam agroforestri, beberapa pohon dan tanaman pertanian dapat saling mendukung dalam hal pertumbuhan. Contohnya adalah pohon leguminosa yang mengikat nitrogen di udara dan menyuburkan tanah, yang bermanfaat bagi tanaman pertanian yang memerlukan nitrogen. Selain itu, akar pohon dapat membantu mempertahankan kelembapan tanah, yang menguntungkan tanaman pertanian yang lebih sensitif terhadap kekeringan.
- c) Predasi dan Herbivori: Interaksi ini terjadi ketika tanaman digunakan sebagai makanan oleh herbivora atau hama. Dalam sistem agroforestri, beberapa pohon dapat bertindak sebagai pelindung tanaman pertanian dari serangan hama atau herbivora, melalui mekanisme penghalang atau dengan memberikan tempat perlindungan bagi predator alami hama.

Proses interaksi tanaman dalam agroforestri, berbagai jenis interaksi tanaman di agroforestri dipengaruhi oleh beberapa proses utama, yang terdiri dari:

a) Aliran Energi dan Nutrisi:

Tanaman dalam sistem agroforestri tidak hanya bersaing untuk mendapatkan sinar matahari, tetapi juga berperan dalam mengatur aliran energi dan nutrisi dalam ekosistem. Tanaman pertanian yang tumbuh di bawah naungan pohon dapat mengambil keuntungan dari keberadaan daun-daun pohon yang jatuh dan terurai, yang memperkaya kandungan bahan organik di tanah.

b) Sistem Akar dan Peranannya dalam Penyediaan Nutrisi:

Sistem akar tanaman dalam agroforestri saling berinteraksi dalam penyediaan air dan nutrisi. Misalnya, akar pohon yang lebih dalam dapat menambang unsur hara dari lapisan tanah yang lebih dalam, sementara akar tanaman pertanian yang lebih dangkal dapat mengambil nutrisi dari lapisan atas tanah. Sistem akar yang saling berbeda ini mengurangi kompetisi langsung dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

c) Pengaturan Suhu dan Kelembapan Tanah:

Pohon dalam agroforestri berperan sebagai peneduh, yang dapat mengatur suhu mikroklimat tanah dan mengurangi penguapan. Hal ini

penting terutama di daerah dengan curah hujan rendah atau iklim kering. Tanaman pertanian yang tumbuh di bawah naungan pohon akan mengalami pengurangan stres panas dan kehilangan air yang lebih sedikit, yang mendukung pertumbuhan mereka.

d) Interaksi Kimiawi melalui Allelopati

Allelopati adalah kemampuan beberapa tanaman untuk mengeluarkan senyawa kimia yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya. Dalam agroforestri, beberapa pohon dapat mengeluarkan senyawa kimia yang menghambat pertumbuhan tanaman pertanian (allelopatogenik), namun ada juga pohon yang memberikan efek positif dengan mengeluarkan senyawa yang mendukung pertumbuhan tanaman pertanian.

e) Manfaat Teori Interaksi Tanaman dalam Agroforestri:

- a. Meningkatkan Keanekaragaman Hayati: Sistem agroforestri yang memanfaatkan interaksi tanaman yang beragam dapat mendukung keanekaragaman hayati, baik tanaman maupun hewan. Keanekaragaman tanaman dalam agroforestri meningkatkan stabilitas ekosistem dan menyediakan berbagai sumber pangan dan pendapatan bagi petani.
- b. Perbaikan Kualitas Tanah: Melalui interaksi tanaman, pohon-pohon dalam agroforestri dapat memperbaiki kualitas tanah dengan mengurangi erosi, meningkatkan kandungan bahan organik, dan memperbaiki struktur tanah. Selain itu, pohon-pohon leguminosa dapat mengikat nitrogen, yang sangat berguna bagi tanaman pertanian yang membutuhkan unsur hara tersebut.
- c. Peningkatan Produktivitas Pertanian: Praktik agroforestri yang melibatkan interaksi positif antara pohon dan tanaman pertanian dapat meningkatkan hasil tanaman utama. Misalnya, tanaman pertanian yang tumbuh di bawah pohon dapat mendapatkan manfaat dari peneduhan yang mengurangi stres panas, serta mendapatkan perlindungan dari angin dan erosi tanah.
- d. Pengurangan Ketergantungan pada Pupuk Kimia: Interaksi tanaman dalam agroforestri dapat mengurangi ketergantungan petani pada pupuk kimia. Pohon yang mampu meningkatkan kesuburan tanah,

seperti pohon leguminosa, dapat menyediakan nitrogen secara alami, yang dapat mengurangi kebutuhan akan pupuk sintetis.

f) Tantangan dalam Mengelola Interaksi Tanaman:

Meskipun teori interaksi tanaman menawarkan banyak manfaat, ada juga tantangan yang perlu diperhatikan dalam penerapan agroforestri:

a. Kompetisi untuk Sumber Daya:

Jika tidak dikelola dengan baik, kompetisi antara tanaman pertanian dan pohon untuk air, cahaya, dan nutrisi bisa berdampak negatif pada hasil pertanian. Oleh karena itu, pemilihan spesies pohon yang sesuai dengan tanaman pertanian sangat penting untuk meminimalkan kompetisi.

b. Pengelolaan Naungan:

Naungan yang berlebihan dapat menghambat pertumbuhan tanaman pertanian, terutama tanaman yang membutuhkan cahaya matahari yang intensif. Oleh karena itu, penting untuk memilih pohon dengan naungan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman pertanian yang ada.

c. Penyebaran Hama dan Penyakit:

Interaksi antara tanaman juga dapat mempengaruhi penyebaran hama dan penyakit. Beberapa tanaman atau pohon dapat menarik hama tertentu, yang kemudian dapat merusak tanaman pertanian.

Teori interaksi tanaman sangat relevan dalam penerapan agroforestri karena dapat menjelaskan bagaimana tanaman, baik pohon maupun tanaman pertanian, berinteraksi dalam satu sistem. Dengan memahami dan mengelola interaksi tanaman dengan baik, agroforestri dapat meningkatkan produktivitas pertanian, memperbaiki kualitas tanah, dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Pengelolaan yang tepat terhadap kompetisi, mutualisme, dan proses lainnya akan memastikan manfaat maksimal dari sistem agroforestri yang diterapkan.

7) Teori Interaksi Tanaman dalam Kaitannya dengan Agroforestri

Teori ekologi lanskap adalah cabang dari ekologi yang mempelajari pola spasial dan hubungan antara komponen-komponen ekosistem dalam skala yang lebih besar, seperti wilayah atau kawasan. Teori ini mengutamakan pemahaman bagaimana elemen-elemen yang berbeda dalam suatu lanskap (termasuk hutan, pertanian, dan lahan lainnya)

berinteraksi dan mempengaruhi keberlanjutan ekosistem secara keseluruhan. Dalam konteks agroforestri, teori ekologi lanskap sangat relevan karena agroforestri sering diterapkan di kawasan yang lebih besar, yang mencakup interaksi antara berbagai jenis penggunaan lahan (seperti lahan pertanian, hutan, dan padang rumput) yang saling berhubungan.

a) Konsep Dasar Teori Ekologi Lanskap

Teori ekologi lanskap berfokus pada hubungan antara elemen-elemen ekosistem di dalam suatu kawasan yang lebih luas, dengan memperhatikan aspek-aspek berikut:

- a. Komponen Lanskap: Ekosistem dapat terdiri dari berbagai komponen, seperti hutan, lahan pertanian, lahan basah, padang rumput, dan lainnya. Di dalam agroforestri, lanskap ini dapat mencakup berbagai jenis pertanian yang digabungkan dengan pohon, hutan, dan ekosistem alami lainnya.
- b. Keterhubungan dan Pola Spasial: Lanskap tidak hanya dilihat sebagai kumpulan elemen yang terpisah, tetapi sebagai jaringan yang terhubung satu sama lain. Keterhubungan ini mempengaruhi aliran energi, air, nutrisi, dan organisme di dalamnya.
- c. Dinamika Lanskap: Lanskap tidak bersifat statis, melainkan dinamis. Proses-proses alami dan aktivitas manusia terus-menerus mengubah pola penggunaan lahan, yang dapat mempengaruhi fungsi ekosistem secara keseluruhan.

Dalam teori ini, perhatian khusus diberikan pada bagaimana pengelolaan dan penggunaan lahan yang beragam (seperti agroforestri) dapat mendukung keberlanjutan ekosistem dan menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan lingkungan.

b) Keterkaitan Teori Ekologi Lanskap dengan Agroforestri

Agroforestri sangat relevan dengan ekologi lanskap karena penerapan agroforestri sering terjadi di lahan yang berfungsi sebagai bagian dari lanskap yang lebih luas. Praktik agroforestri mengintegrasikan elemen-elemen pertanian dan pohon dalam satu kawasan, yang dapat mendukung keberagaman ekosistem dan meningkatkan fungsi ekologis di dalam lanskap. Berikut adalah beberapa aspek utama dari teori ekologi lanskap yang berhubungan dengan agroforestri:

- a. Fragmentasi Lanskap: Fragmentasi terjadi ketika ekosistem alami, seperti hutan, terpecah menjadi bagian-bagian kecil akibat perubahan penggunaan lahan oleh manusia (misalnya, pembukaan lahan untuk pertanian). Fragmentasi dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan menurunkan kualitas ekosistem.
 - b. Konektivitas Lanskap: Agroforestri dapat membantu mengurangi fragmentasi dengan menciptakan "koridor hijau" yang menghubungkan potongan-potongan ekosistem alami, seperti hutan atau lahan basah. Pohon-pohon dalam agroforestri berfungsi sebagai penghubung antara habitat alami, memberikan jalur migrasi bagi satwa liar dan mendukung keanekaragaman hayati.
 - c. Penerapan agroforestri dapat menjaga atau bahkan meningkatkan konektivitas antara habitat alami yang terfragmentasi. Dengan demikian, agroforestri bukan hanya menguntungkan dari sisi produktivitas pertanian, tetapi juga dari sisi keberlanjutan ekosistem yang lebih besar.
 - d. Diversifikasi Penggunaan Lahan; Monokultur vs. Diversifikasi: Dalam sistem pertanian konvensional yang mengandalkan monokultur (penanaman satu jenis tanaman dalam area yang luas), penggunaan lahan menjadi lebih rentan terhadap perubahan iklim, hama, dan penyakit. Ini dapat mengurangi ketahanan ekosistem terhadap gangguan.
 - e. Agroforestri sebagai Sistem Diversifikasi: Agroforestri memperkenalkan diversifikasi penggunaan lahan dengan mengintegrasikan pohon dan tanaman pertanian dalam satu sistem. Keberagaman spesies tanaman di lanskap agroforestri dapat meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim, hama, dan penyakit, serta meningkatkan kualitas tanah.
- c) Peningkatan Fungsi Ekosistem
- Ekosistem dalam suatu lanskap memiliki berbagai fungsi penting, seperti penyediaan air, pengendalian erosi, pengaturan iklim, dan penyimpanan karbon. Agroforestri memiliki potensi untuk meningkatkan berbagai fungsi ekosistem ini, baik di tingkat lokal maupun regional.

- a. Perbaikan Kualitas Tanah: Pohon dalam agroforestri membantu memperbaiki struktur tanah dengan menyediakan bahan organik, mengurangi erosi, dan meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air. Ini meningkatkan ketahanan tanah terhadap perubahan iklim dan memungkinkan pertanian lebih berkelanjutan.
 - b. Pengurangan Erosi: Pohon-pohon yang ditanam dalam sistem agroforestri dapat melindungi tanah dari erosi, yang seringkali terjadi pada lahan pertanian yang terbuka. Dengan memperbaiki struktur tanah dan mengurangi erosi, agroforestri membantu mempertahankan kualitas tanah dalam jangka panjang.
 - c. Pengendalian Air dan Penyimpanan Karbon: Agroforestri membantu mengelola siklus air dengan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah dan mengurangi run-off. Selain itu, pohon dalam agroforestri menyerap karbon dioksida dari atmosfer, yang berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim.
- d) Skala dan Pengelolaan Lanskap
- Teori ekologi lanskap juga menekankan pentingnya pengelolaan lanskap pada berbagai skala, dari skala lokal (misalnya, pertanian) hingga skala regional atau global. Agroforestri berfungsi untuk meningkatkan keseimbangan antara produksi pertanian dan perlindungan ekosistem dalam lanskap yang lebih besar.
- a. Agroforestri pada Skala Lanskap: Implementasi agroforestri yang luas di suatu kawasan dapat mengubah pola penggunaan lahan di suatu wilayah, sehingga mengoptimalkan fungsi ekologis dalam skala yang lebih besar. Agroforestri dapat diterapkan pada berbagai jenis lahan, baik di daerah pertanian, daerah sempadan hutan, maupun di daerah yang terdampak deforestasi.
 - b. Manfaat penerapan teori ekologi lanskap dalam agroforestry; dengan memanfaatkan prinsip-prinsip teori ekologi lanskap, penerapan agroforestri memberikan sejumlah manfaat baik bagi lingkungan maupun masyarakat:
 - Peningkatan Keanekaragaman Hayati: Agroforestri membantu mempertahankan atau meningkatkan keanekaragaman hayati dengan menciptakan habitat bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan, serta menghubungkan fragmentasi ekosistem.

- Keseimbangan Ekosistem: Agroforestri menciptakan sistem yang lebih seimbang antara kebutuhan manusia dan kebutuhan lingkungan, dengan mengintegrasikan berbagai elemen dalam satu lanskap.
 - Pengelolaan Risiko dan Ketahanan: Dengan menggabungkan pohon dan tanaman pertanian, agroforestri meningkatkan ketahanan ekosistem terhadap perubahan iklim, hama, dan bencana alam lainnya.
 - Keberlanjutan Pertanian: Penerapan agroforestri di dalam ekosistem yang lebih luas mendukung pertanian berkelanjutan dengan meminimalkan kerusakan ekosistem dan meningkatkan hasil pertanian jangka panjang.
- c. Tantangan penerapan teori ekologi lanskap dalam agroforestri; meskipun teori ekologi lanskap memberikan dasar yang kuat untuk agroforestri, ada beberapa tantangan dalam penerapannya:
- Keterbatasan Sumber Daya: Mengelola agroforestri pada skala lanskap memerlukan sumber daya yang besar, baik dari segi finansial maupun manusia. Petani atau pengelola lanskap mungkin membutuhkan pelatihan dan dukungan teknis untuk mengimplementasikan sistem yang lebih luas ini.
 - Penyelarasan Kebijakan: Agar agroforestri dapat diterapkan secara efektif dalam konteks ekologi lanskap, perlu ada kebijakan yang mendukung integrasi antara pertanian, kehutanan, dan konservasi alam, yang tidak selalu selaras di berbagai tingkat pemerintahan.

Teori ekologi lanskap memainkan peran penting dalam memahami dan mengelola agroforestri dalam konteks ekosistem yang lebih besar. Agroforestri tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga memberikan manfaat ekologis yang luas, seperti memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan mengurangi dampak perubahan iklim. Dengan penerapan prinsip ekologi lanskap, agroforestri dapat mendukung keberlanjutan ekosistem yang lebih besar, menciptakan keseimbangan antara kebutuhan manusia dan perlindungan lingkungan.

8) Teori Keberlanjutan dalam Kaitannya dengan Agroforestri

Teori keberlanjutan atau sustainability adalah konsep yang mengacu pada kemampuan sistem untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi masa depan dalam memenuhi kebutuhan mereka. Dalam konteks lingkungan, keberlanjutan sering kali melibatkan tiga dimensi utama: keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Agroforestri, sebagai suatu sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan pohon dengan tanaman pertanian, sangat terkait dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Sistem ini mendukung pertanian yang ramah lingkungan, meningkatkan kesejahteraan sosial petani, serta memberikan keuntungan ekonomi yang berkelanjutan.

a) Konsep Keberlanjutan:

Keberlanjutan dalam konteks agroforestri melibatkan integrasi antara tiga pilar utama yang saling terkait, yaitu:

- a. Keberlanjutan Lingkungan: Menjaga keseimbangan ekosistem, melestarikan sumber daya alam, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (misalnya, degradasi tanah, deforestasi, perubahan iklim, dan hilangnya keanekaragaman hayati).
- b. Keberlanjutan Sosial: Meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama petani atau komunitas yang bergantung pada pertanian. Hal ini meliputi pemberdayaan petani, peningkatan ketahanan pangan, dan peningkatan kualitas hidup.
- c. Keberlanjutan Ekonomi: Menyediakan keuntungan ekonomi yang stabil dan berkelanjutan bagi petani dan masyarakat melalui hasil pertanian dan produk tambahan dari pohon, serta mendorong diversifikasi sumber pendapatan.

Teori keberlanjutan dalam agroforestri bertujuan untuk mencapai ketiga tujuan ini secara seimbang dan berkelanjutan. Penerapan agroforestri yang berhasil harus dapat menjaga keseimbangan antara ketiganya untuk memastikan sistem pertanian yang tahan lama dan ramah lingkungan.

b) Keberlanjutan Lingkungan dalam Agroforestri:

Agroforestri sangat mendukung keberlanjutan lingkungan dengan cara memperbaiki kualitas tanah, menjaga siklus air, serta melindungi dan

meningkatkan keanekaragaman hayati. Berikut adalah beberapa cara di mana agroforestri berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan:

a. Perbaiki Kualitas Tanah:

- Pengurangan Erosi: Tanaman pohon dalam sistem agroforestri membantu menahan tanah dan mencegah erosi, terutama pada lereng atau lahan miring. Akar pohon memperkuat struktur tanah dan mengurangi risiko tanah longsor atau pengikisan oleh air hujan.
- Peningkatan Kesuburan Tanah: Pohon leguminosa dalam agroforestri dapat mengikat nitrogen dari udara dan mengembalikannya ke tanah dalam bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman pertanian. Selain itu, daun-daun pohon yang gugur menambah bahan organik ke dalam tanah, meningkatkan kandungan humus dan kesuburan tanah.

b. Manajemen Air yang Lebih Baik:

- Pengaturan Siklus Air: Pohon-pohon dalam agroforestri membantu mengatur aliran air, meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah, serta mengurangi aliran permukaan yang dapat menyebabkan banjir. Ini sangat penting di daerah dengan curah hujan tinggi atau di daerah yang mengalami kekeringan.
- Penyimpanan Air: Sistem akar pohon dapat menyimpan air di dalam tanah, yang membantu mempertahankan kelembapan tanah selama musim kemarau. Hal ini meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, yang sering menjadi masalah di banyak kawasan pertanian.

c. Peningkatan Keanekaragaman Hayati:

Agroforestri menyediakan habitat bagi berbagai spesies tanaman dan hewan, yang mendukung keanekaragaman hayati. Tanaman pohon dalam sistem agroforestri tidak hanya meningkatkan keberagaman spesies tanaman, tetapi juga memberikan tempat berlindung dan sumber makanan bagi fauna, seperti serangga, burung, dan mamalia kecil.

c) Keberlanjutan Sosial dalam Agroforestri:

Agroforestri juga memiliki peran penting dalam meningkatkan keberlanjutan sosial dengan cara memperbaiki kesejahteraan

masyarakat dan mengurangi ketimpangan sosial. Beberapa kontribusi agroforestri terhadap keberlanjutan sosial adalah:

- a. Pemberdayaan Petani: Diversifikasi Pendapatan: Dengan mengintegrasikan pohon dan tanaman pertanian, agroforestri memungkinkan petani untuk memperoleh pendapatan dari berbagai sumber, seperti kayu, buah-buahan, atau produk sampingan lainnya. Diversifikasi ini mengurangi ketergantungan petani pada satu jenis tanaman dan meningkatkan ketahanan ekonomi mereka.
- b. Peningkatan Ketahanan Pangan: Agroforestri dapat meningkatkan ketahanan pangan lokal dengan menyediakan berbagai jenis tanaman, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun untuk dijual. Tanaman pertanian yang beragam juga meningkatkan ketahanan terhadap kegagalan panen karena hama atau cuaca ekstrem.
- c. Peningkatan Kualitas Hidup: Penyediaan Sumber Daya Tambahan: Selain hasil pertanian utama, agroforestri juga menghasilkan produk-produk tambahan yang bermanfaat bagi petani dan masyarakat, seperti kayu bakar, getah, obat-obatan tradisional, dan produk-produk lainnya. Ini meningkatkan kualitas hidup dengan menyediakan berbagai sumber daya yang diperlukan oleh keluarga petani.
- d. Peningkatan Keterampilan Petani: Dalam implementasi agroforestri, petani sering diberikan pelatihan mengenai teknik pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Ini memberi mereka keterampilan baru yang dapat meningkatkan produktivitas mereka serta menjaga keberlanjutan sistem pertanian.
- e. Keberlanjutan Sosial dalam Masyarakat Lokal: Agroforestri dapat memperkuat hubungan sosial dalam masyarakat, karena sering melibatkan kerja sama komunitas dalam pengelolaan sumber daya alam. Masyarakat lokal yang terlibat dalam sistem agroforestri cenderung memiliki akses yang lebih baik terhadap sumber daya alam, serta lebih mampu mengelola lahan mereka secara berkelanjutan.

d) Keberlanjutan Ekonomi dalam Agroforestri:

Keberlanjutan ekonomi dalam agroforestri berfokus pada pencapaian keuntungan yang stabil dan berkelanjutan dalam jangka panjang. Berikut adalah cara agroforestri mendukung keberlanjutan ekonomi:

- a. Peningkatan Pendapatan Petani: Penghasilan Tambahan dari Produk Pohon: Dalam agroforestri, petani dapat memperoleh pendapatan tambahan dari hasil pohon, seperti kayu, buah, getah, dan bahan-bahan lainnya. Keuntungan ini dapat melengkapi pendapatan utama dari tanaman pertanian dan mengurangi risiko ketergantungan pada satu jenis produk.
- b. Peningkatan Nilai Tanah: Tanaman pohon dalam agroforestri dapat meningkatkan nilai tanah dengan meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi erosi, serta meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim. Hal ini dapat meningkatkan nilai jual tanah pertanian yang dikelola dengan baik.
- c. Diversifikasi Sumber Pendapatan: Agroforestri mengurangi ketergantungan pada satu jenis tanaman atau komoditas. Diversifikasi ini penting dalam mengurangi risiko ekonomi yang disebabkan oleh fluktuasi harga pasar atau kerugian akibat bencana alam. Misalnya, jika hasil tanaman utama gagal, produk sampingan dari pohon (seperti buah, kayu, atau daun) dapat membantu petani tetap mendapatkan pendapatan.
- d. Mendorong Ekonomi Lokal dan Pasar Berkelanjutan: Agroforestri dapat mengembangkan pasar lokal untuk produk-produk non-pertanian, seperti kayu, obat herbal, dan buah-buahan eksotik. Ini dapat membuka peluang ekonomi baru dan menciptakan pasar berkelanjutan untuk produk-produk berbasis hutan yang ramah lingkungan.

e) Tantangan dalam Mencapai Keberlanjutan Agroforestri

Meskipun agroforestri menawarkan banyak manfaat dalam hal keberlanjutan, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi:

- a. Kurangnya Pengetahuan dan Pendidikan: Petani sering kali memerlukan pelatihan lebih lanjut mengenai teknik agroforestri yang tepat. Tanpa pengetahuan yang cukup, agroforestri bisa gagal dalam meningkatkan produktivitas atau keberlanjutan.

- b. Akses Terbatas ke Modal dan Teknologi: Banyak petani di daerah pedesaan yang kesulitan mengakses modal atau teknologi yang diperlukan untuk mengimplementasikan agroforestri secara efektif.
- c. Konflik Penggunaan Lahan: Di beberapa wilayah, penggunaan lahan untuk agroforestri dapat bersaing dengan kebutuhan lain, seperti pembangunan infrastruktur atau konversi lahan untuk pertanian intensif.

5. Riset-riset Agroforestri

Berikut ini adalah penjelasan mengenai akademisi, peneliti, atau penggerak konsep agroforestri modern beserta kontribusi konsep dan teori mereka:

1. Akademisi, Peneliti, Penggerak Konsep Agroforestri Modern

1) P.K. Nair

Konsep/Tori: Diakui sebagai salah satu pelopor utama dalam bidang agroforestri modern, Nair memperkenalkan kerangka sistematis untuk agroforestri berbasis multistrata. Pendekatan ini menekankan integrasi pohon, tanaman, dan komponen lain dalam lanskap pertanian untuk meningkatkan keberlanjutan. Kontribusi: Nair menyusun berbagai panduan praktis dan teoritis dalam buku seperti "Agroforestry Systems in the Tropics" dan membantu mengembangkan kategori agroforestri seperti agrisilvikultur, silvopastoral, dan agrosilvopastoral.

2) Miguel A. Altieri

Konsep/Tori: Altieri adalah ahli agroekologi yang mendukung integrasi prinsip ekologi dalam agroforestri. Ia berfokus pada keanekaragaman hayati sebagai elemen penting untuk meningkatkan produktivitas dan stabilitas sistem agroforestri. Kontribusi: Altieri menyoroti pentingnya *traditional ecological knowledge (TEK)* dalam desain sistem agroforestri berkelanjutan, terutama untuk komunitas lokal dan adat.

3) Jack Bayala

Konsep/Tori: Bayala memfokuskan penelitiannya pada peran pohon dalam sistem agroforestri untuk meningkatkan siklus nutrisi tanah dan efisiensi air. Kontribusi: Penelitiannya menunjukkan bagaimana pohon seperti *Faidherbia albida* dapat meningkatkan hasil panen dengan memperbaiki kesuburan tanah dan retensi kelembaban.

4) Tony R. Simons

Konsep/Tori: Simons, melalui perannya di *World Agroforestry Centre (ICRAF)*, mengadvokasi pendekatan berbasis penelitian untuk mempopulerkan agroforestri sebagai solusi perubahan iklim. Kontribusi: Ia mendukung program kebijakan berbasis bukti yang mempromosikan agroforestri sebagai alat untuk mitigasi karbon, pemulihan ekosistem, dan pemberdayaan petani kecil.

5) Shibu Jose

Konsep/Tori: Shibu Jose mengembangkan konsep agroforestri intensif berbasis teknologi modern, seperti penggunaan sensor dan analisis data untuk meningkatkan efisiensi sistem agroforestri. Kontribusi: Ia menulis buku seperti "Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits" yang menyoroti manfaat ekosistem dari agroforestri, termasuk pengelolaan karbon dan air.

6) Dennis Garrity

Konsep/Tori: Garrity, mantan direktur ICRAF, mempromosikan konsep EverGreen Agriculture yang mengintegrasikan pohon dalam ladang pertanian untuk pertanian berkelanjutan. Kontribusi: Ia menekankan pentingnya spesies pohon yang menghasilkan bahan pangan, seperti pohon legum, untuk meningkatkan ketahanan pangan dan memperbaiki kondisi tanah.

7) Mark S. Ashton

Konsep/Tori: Ashton fokus pada pendekatan restorasi berbasis agroforestri. Ia berpendapat bahwa agroforestri dapat digunakan untuk memulihkan lanskap yang terdegradasi dengan meniru fungsi ekosistem alami. Kontribusi: Penelitiannya berkontribusi pada desain sistem agroforestri berbasis hutan tropis untuk mitigasi dampak deforestasi.

8) Peter Huxley

Konsep/Tori: Huxley menekankan pentingnya penelitian empiris untuk memahami interaksi biologis antara pohon dan tanaman dalam agroforestri. Kontribusi: Melalui eksperimennya, Huxley menyusun model interaksi pohon dan tanaman, yang membantu petani memahami dampak kompetisi dan sinergi dalam agroforestri.

9) Frank Place

Konsep/Tori: Place mempelajari dampak sosial-ekonomi dari agroforestri, dengan fokus pada peran kebijakan dan pasar dalam mengadopsi agroforestri secara luas. Kontribusi: Penelitiannya menunjukkan bagaimana agroforestri dapat meningkatkan pendapatan rumah tangga petani kecil sekaligus mendukung konservasi lingkungan.

10) Erik W. B. Verheij

Konsep/Tori: Verheij terkenal dengan pendekatannya terhadap agroforestri berbasis spesies lokal. Ia menekankan pentingnya pohon asli sebagai elemen kunci dalam agroforestri untuk meningkatkan adaptasi lokal. Kontribusi: Bersama ICRAF, Verheij mempromosikan agroforestri berbasis spesies lokal di Asia Tenggara, terutama di Indonesia dan Filipina.

Setiap tokoh ini memberikan kontribusi besar terhadap perkembangan agroforestri modern, baik melalui penelitian, advokasi, maupun pengembangan praktik berbasis komunitas.

2. Lembaga dunia dan organisasi non-pemerintah (NGO) yang berfokus pada pengembangan Agroforestri Modern

1) World Agroforestry (ICRAF - International Centre for Research in Agroforestry)

Deskripsi: Berbasis di Kenya, ICRAF adalah lembaga riset global yang berfokus pada pengembangan sistem agroforestri untuk meningkatkan kesejahteraan petani kecil, konservasi lingkungan, dan keanekaragaman hayati. Fokus: Mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan stok karbon di lahan agroforestri. Restorasi lahan terdegradasi dengan sistem agroforestri. Pengelolaan lanskap terpadu untuk meningkatkan produktivitas lahan dan konservasi keanekaragaman hayati. Inovasi agroforestri berbasis teknologi (seperti pemodelan berbantuan AI). Fokus: Mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan stok karbon di lahan agroforestri. Restorasi lahan terdegradasi dengan sistem agroforestri. Pengelolaan lanskap terpadu untuk meningkatkan produktivitas lahan dan konservasi keanekaragaman hayati. Inovasi agroforestri berbasis teknologi (seperti pemodelan berbantuan AI). Kegiatan Utama: Penelitian sistem agroforestri yang ramah lingkungan. Mengembangkan teknologi

pengelolaan pohon-pohon pertanian. Mendukung kebijakan berbasis bukti untuk pelestarian tanah dan air.

Situs Web: www.worldagroforestry.org

1) Food and Agriculture Organization (FAO)

Deskripsi: Organisasi PBB yang memiliki misi menghilangkan kelaparan global dan mendukung pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan, termasuk agroforestri. Fokus: Konservasi keanekaragaman hayati di lanskap agroforestri. Penelitian hubungan antara agroforestri, ketahanan pangan, dan ekonomi masyarakat lokal. Penilaian kebijakan untuk mendorong adopsi agroforestri secara lebih luas. Fokus: Agroforestri untuk ketahanan pangan di wilayah rentan iklim. Integrasi agroforestri ke dalam kebijakan pertanian global. Promosi sistem pertanian-peternakan yang berkelanjutan melalui agroforestri. Kegiatan Utama: Promosi praktik agroforestri melalui panduan kebijakan dan teknis. Penyediaan pelatihan bagi petani dan pemerintah. Mengintegrasikan agroforestri ke dalam strategi pertanian berkelanjutan.

Situs Web: www.fao.org

3) International Union for Conservation of Nature (IUCN)

Deskripsi: IUCN adalah organisasi internasional yang bekerja untuk pelestarian alam dan penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Fokus: Agroforestri untuk pelestarian keanekaragaman hayati global. Mendorong praktik agroforestri untuk adaptasi perubahan iklim. Peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengelola agroforestri secara berkelanjutan. Kegiatan Utama: Mendorong agroforestri sebagai solusi untuk adaptasi perubahan iklim. Mendukung proyek-proyek pengelolaan lanskap berkelanjutan dengan melibatkan pohon dalam sistem pertanian.

Situs Web: www.iucn.org

4) World Resources Institute (WRI)

Deskripsi: Lembaga riset global yang berfokus pada solusi lingkungan, termasuk restorasi lahan dan agroforestri. Fokus: Restorasi lanskap melalui agroforestri di kawasan tropis. Pemantauan dampak agroforestri menggunakan teknologi satelit dan data besar. Pendekatan inovatif untuk mendukung kebijakan restorasi berbasis masyarakat. Kegiatan Utama: Melakukan penelitian untuk restorasi lahan melalui agroforestri.

Mengembangkan teknologi untuk memantau keberhasilan proyek agroforestri. Bekerja dengan pemerintah untuk kebijakan restorasi lahan.
Situs Web: www.wri.org

5) International Fund for Agricultural Development (IFAD)

Deskripsi: Organisasi PBB yang mendukung investasi untuk pembangunan pertanian pedesaan dan pengentasan kemiskinan. Kegiatan Utama: Pendanaan proyek agroforestri untuk petani kecil. Memberikan pelatihan dan pendampingan teknis. Mengintegrasikan agroforestri ke dalam pengembangan pedesaan.

Situs Web: www.ifad.org

6) CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research)

Deskripsi: Konsorsium global yang terdiri dari pusat-pusat riset, termasuk ICRAF, yang mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan. Kegiatan Utama: Penelitian tentang interaksi antara pohon dan tanaman pangan. Peningkatan produksi pangan melalui agroforestri. Promosi praktik berbasis bukti untuk keanekaragaman hayati.

Situs Web: www.cgiar.org

7) Rainforest Alliance

Deskripsi: NGO yang fokus pada pelestarian hutan dan kesejahteraan petani melalui praktik pertanian berkelanjutan. Fokus: Pengembangan rantai pasok berkelanjutan berbasis agroforestri untuk komoditas seperti kakao, kopi, dan karet. Memberdayakan petani melalui pelatihan praktik agroforestri ramah lingkungan. Pelestarian hutan tropis dengan pendekatan agroforestri sebagai solusi alternatif deforestasi. Kegiatan Utama: Memberikan sertifikasi kepada petani yang menerapkan agroforestri. Mendukung petani dengan pelatihan praktik ramah lingkungan. Mengedukasi konsumen tentang pentingnya produk yang diproduksi secara berkelanjutan.

Situs Web: www.rainforest-alliance.org

8) World Bank

Deskripsi: Lembaga keuangan internasional yang mendukung pengurangan kemiskinan melalui berbagai proyek pembangunan, termasuk agroforestri. Kegiatan Utama: Pendanaan proyek restorasi lahan berbasis agroforestri. Meningkatkan kapasitas lokal untuk pengelolaan

sumber daya alam. Mendukung kebijakan nasional untuk meningkatkan ketahanan pangan.

Situs Web: www.worldbank.org

9) The Nature Conservancy (TNC)

Deskripsi: Organisasi konservasi lingkungan global yang bekerja untuk melindungi lahan, air, dan keanekaragaman hayati. Kegiatan Utama: Mempromosikan agroforestri sebagai bagian dari solusi berbasis alam. Mendukung petani dengan proyek rehabilitasi lahan. Berkolaborasi dengan pemerintah untuk menciptakan lanskap berkelanjutan.

Situs Web: www.nature.org

10) Agroforestry Network

Deskripsi: Aliansi global yang terdiri dari berbagai organisasi, perusahaan, dan lembaga penelitian yang berfokus pada promosi agroforestri. Kegiatan Utama: Menyediakan sumber daya teknis untuk petani. Meningkatkan kesadaran global tentang manfaat agroforestri. Memfasilitasi kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan NGO.

Situs Web: www.agroforestrynetwork.org

3. Jurnal bereputasi yang fokus pada publikasi artikel tentang agroforestri

1) Agroforestry Systems

Fokus: Sistem agroforestri, ekologi, ekonomi, dan sosial.

Website: <https://link.springer.com/journal/10457>

2) Forests

Fokus: Peran pohon dalam layanan ekosistem, termasuk agroforestri.

Website: <https://www.mdpi.com/journal/forests>

3) World Agroforestry Publications (CIFOR-ICRAF)

Fokus: Penelitian agroforestri untuk pengelolaan lanskap berkelanjutan.

Website: <https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publications/>

4) Agroecology and Sustainable Food Systems

Fokus: Agroekologi dan pendekatan berkelanjutan dalam sistem pangan, termasuk agroforestri.

Website: <https://www.tandfonline.com/journals/wjsa21>

5) Land Degradation & Development

Fokus: Restorasi lahan dan peran agroforestri dalam mengatasi degradasi lahan.

Website: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1099145X>

6) Trees, Forests and People

Fokus: Hubungan manusia dengan pohon dan hutan, termasuk agroforestri.

Website: <https://www.sciencedirect.com/journal/trees-forests-and-people>

7) International Journal of Agricultural Sustainability

Fokus: Agroforestri sebagai pendekatan berkelanjutan dalam pertanian.

Website: <https://www.tandfonline.com/journals/tags20>

8) Journal of Sustainable Forestry

Fokus: Sistem kehutanan berkelanjutan, termasuk agroforestri.

Website: <https://www.tandfonline.com/journals/wjsf20>

9) Sustainability

Fokus: Kajian beragam aspek keberlanjutan, termasuk agroforestri.

Website: <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>

10) Environmental Research Letters

Fokus: Penelitian lingkungan yang relevan dengan agroforestri.

Website: <https://iopscience.iop.org/journal/1748-9326>

Jurnal-jurnal ini menyediakan platform untuk penelitian agroforestri dengan fokus multidisiplin. Sebagian besar menawarkan akses artikel secara terbuka atau melalui langganan institusi.

4. Perangkat lunak sederhana yang dapat digunakan untuk pemodelan agroforestri

1) Microsoft Excel

Fungsi: Microsoft Excel adalah perangkat lunak spreadsheet yang sederhana dan serbaguna untuk analisis data dan pembuatan model. Memanfaatkan fitur seperti trendline, regression analysis, atau solver untuk menganalisis hubungan antara variabel agrimikroklimatik (suhu, kelembapan, curah hujan) dan produksi tanaman. Membuat grafik visualisasi hubungan antar variabel. Keunggulan: Mudah digunakan dan tidak membutuhkan pengetahuan pemrograman.

2) RStudio (R Programming)

Fungsi: RStudio adalah antarmuka untuk bahasa pemrograman R, yang sangat berguna untuk analisis statistik dan pemodelan data. Melakukan analisis regresi linier atau non-linier untuk memahami hubungan antara

variabel seperti dosis pupuk, faktor mikroklimatik, dan hasil produksi tanaman. Membuat model prediksi hasil tanaman berdasarkan skenario agronomis tertentu. Menyediakan pustaka seperti ggplot2 untuk visualisasi data. Keunggulan: Cocok untuk dataset yang lebih besar dan analisis statistik yang kompleks.

3) DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer)

Fungsi: DSSAT adalah perangkat lunak simulasi berbasis agronomi yang digunakan untuk memprediksi pertumbuhan dan hasil tanaman di bawah kondisi tertentu. Simulasi pengaruh pemupukan dan faktor agrimikroklimatik terhadap produksi tanaman hortikultura. Menganalisis dampak variasi lingkungan (suhu, kelembapan, curah hujan) terhadap efisiensi penggunaan pupuk. Membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data untuk pengelolaan agrikultur. Keunggulan: Memiliki model bawaan untuk berbagai tanaman, termasuk tanaman hortikultura, dengan hasil prediksi yang cukup akurat.

4) QGIS (dengan Plugin RUSLE atau OpenForis)

Fungsi Utama: Analisis data spasial terkait agroforestri. Memetakan dan menganalisis variabel klimatologis dan edafis (tanah) berdasarkan data geografis. Memanfaatkan plugin seperti RUSLE untuk memodelkan erosi tanah dalam sistem agroforestri. Menambahkan data tanaman untuk menentukan lokasi yang cocok berdasarkan kondisi lingkungan. Mendukung integrasi dengan data spasial seperti peta NDVI (indikator kesehatan vegetasi) atau data iklim. Membutuhkan pemahaman dasar tentang GIS dan analisis data spasial.

5) Agroforestry Modelling Tools (AFT)

Fungsi Utama: Pemodelan agroforestri berbasis skenario. Mensimulasikan interaksi tanaman dan kondisi lingkungan, termasuk edafis dan klimatologi. Mengintegrasikan proyeksi nilai pasar komoditas dengan output pertumbuhan tanaman. Menghasilkan analisis ekonomi dan lingkungan dari berbagai skenario agroforestri. Dirancang khusus untuk agroforestri, sehingga variabel relevan seperti interaksi antar tanaman sudah terakomodasi. Mendukung analisis berbasis waktu (proyeksi jangka panjang). Biasanya lebih rumit dibanding perangkat lunak umum seperti Excel, sehingga membutuhkan pelatihan. Dengan kombinasi perangkat lunak ini, pengguna dapat melakukan analisis yang lebih

komprehensif, mulai dari analisis data sederhana (Excel), analisis spasial (QGIS), hingga simulasi berbasis skenario yang lebih spesifik (AFT).

Pendahuluan ini menjelaskan bagaimana agroforestri menjadi sistem pengelolaan lahan yang unik, berkelanjutan, dan multifungsi. Dengan mengintegrasikan pohon, tanaman semusim, dan/atau ternak, agroforestri mampu menjawab tantangan global terkait produktivitas lahan, pelestarian lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat. Sejarah panjang dan evolusinya menunjukkan bahwa agroforestri bukan hanya sebuah inovasi modern, tetapi juga sebuah warisan tradisional yang relevan untuk masa depan.

Bab 2

Komponen Agroforestri

2.1 Pendahuluan

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dan/atau hewan ternak dalam satu unit pengelolaan lahan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan keberlanjutan ekosistem, produktivitas lahan, dan kesejahteraan masyarakat. Komponen agroforestri mencakup berbagai elemen biologis yang dapat saling berinteraksi dalam sistem ini. Bab ini akan membahas secara rinci tentang komponen utama agroforestri, yaitu tanaman kehutanan, tanaman pertanian, hewan ternak, serta elemen pendukung seperti mikroorganisme tanah.

2.2 Komponen Utama Agroforestri

2.2.1 Tanaman Kehutanan

Tanaman kehutanan adalah komponen utama dalam sistem agroforestri yang berfungsi sebagai peneduh, pelindung tanah, dan penyedia hasil hutan. Tanaman ini dapat berupa pohon kayu, pohon buah, atau pohon yang menghasilkan bahan non-kayu.

Fungsi Tanaman Kehutanan:

- 1) Konservasi Tanah dan Air: Akar pohon membantu mencegah erosi tanah dan meningkatkan infiltrasi air.
- 2) Penyediaan Produk Hutan: Kayu, buah, getah, resin, dan bahan baku obat.
- 3) Pengaturan Iklim Mikro: Memberikan keteduhan dan mengurangi suhu ekstrem.
- 4) Penyerap Karbon: Berperan dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan CO₂.

Contoh Tanaman Kehutanan:

- Pohon Jati (*Tectona grandis*), Mahoni (*Swietenia macrophylla*), dan Sengon (*Falcataria moluccana*) untuk kayu.
- Durian (*Durio zibethinus*), Mangga (*Mangifera indica*), dan Rambutan (*Nephelium lappaceum*) untuk buah.

2.2.2 Tanaman Pertanian

Tanaman pertanian dalam sistem agroforestri berfungsi sebagai sumber utama pangan, pakan ternak, dan pendapatan tambahan bagi petani. Integrasi

tanaman ini dengan tanaman kehutanan meningkatkan efisiensi penggunaan lahan.

Fungsi Tanaman Pertanian:

- 1) Produksi Pangan: Sumber karbohidrat, protein, dan vitamin.
- 2) Penutup Tanah: Mengurangi evaporasi dan menjaga kelembapan tanah.
- 3) Diversifikasi Produksi: Memberikan pendapatan tambahan melalui hasil panen.

Contoh Tanaman Pertanian:

- Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), dan Gandum (*Triticum spp.*) untuk kebutuhan pangan.
- Kedelai (*Glycine max*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*) sebagai sumber protein.
- Sayuran seperti Bayam (*Amaranthus spp.*) dan Cabai (*Capsicum spp.*).

2.2.3 Hewan Ternak

Hewan ternak adalah komponen penting dalam sistem agroforestri yang berkontribusi pada penyediaan protein hewani, tenaga kerja, dan pupuk organik. Integrasi ternak dengan tanaman kehutanan dan pertanian memungkinkan pemanfaatan sumber daya secara optimal.

Fungsi Hewan Ternak:

- 1) Sumber Protein: Daging, susu, dan telur untuk konsumsi manusia.
- 2) Pupuk Organik: Kotoran ternak digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah.
- 3) Pengendalian Gulma: Hewan dapat memakan gulma sehingga mengurangi kebutuhan herbisida.
- 4) Pemanfaatan Limbah: Menggunakan limbah pertanian sebagai pakan ternak.

Contoh Hewan Ternak:

- Sapi, Kambing, Domba untuk daging dan susu.
- Ayam, Bebek untuk telur dan daging.
- Ikan seperti Lele (*Clarias spp.*) dan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam sistem agroforestri perairan.

2.3 Elemen Pendukung dalam Agroforestri

2.3.1 Mikroorganisme Tanah

Mikroorganisme tanah, seperti bakteri, fungi, dan aktinomisetes, memainkan peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman.

Fungsi Mikroorganisme Tanah:

- 1) Pemecahan Bahan Organik: Mengubah bahan organik menjadi nutrisi yang tersedia bagi tanaman.
- 2) Fiksasi Nitrogen: Bakteri seperti *Rhizobium* membantu menambah nitrogen ke dalam tanah.
- 3) Pengendalian Patogen: Fungi seperti *Trichoderma* dapat mengendalikan patogen tanaman.

2.3.2 Sistem Pengelolaan Air

Air adalah elemen penting dalam agroforestri. Sistem pengelolaan air yang baik mencakup pembangunan saluran irigasi, kolam tadah hujan, dan penanaman tanaman penahan air untuk mendukung efisiensi penggunaan air.

2.3.3 Teknologi dan Inovasi

Penggunaan teknologi seperti pemetaan lahan, drone untuk pemantauan, dan aplikasi pupuk berbasis data dapat meningkatkan efisiensi agroforestri.

2.4 Interaksi Antar Komponen

Interaksi antara komponen agroforestri menciptakan sinergi yang bermanfaat. Misalnya:

- Pohon memberikan keteduhan bagi tanaman pertanian dan ternak.
- Sisa tanaman pertanian menjadi pakan ternak atau bahan organik untuk pupuk.
- Hewan ternak menghasilkan pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Interaksi ini membantu mencapai keberlanjutan ekosistem sekaligus meningkatkan produktivitas.

Komponen agroforestri mencakup tanaman kehutanan, tanaman pertanian, hewan ternak, serta elemen pendukung seperti mikroorganisme tanah dan pengelolaan air. Kombinasi komponen ini memungkinkan terciptanya sistem penggunaan lahan yang lebih produktif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Pada bab selanjutnya, akan dibahas lebih lanjut tentang teknik dan model implementasi agroforestri untuk berbagai kondisi lahan.

Bab 3

Prinsip Dasar Agroforestri

3.1 Pengertian Agroforestri

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dan/atau peternakan dalam suatu unit lahan yang sama. Sistem ini bertujuan untuk menciptakan sinergi antara komponen-komponen tersebut sehingga dapat meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan fungsi ekosistem.

Menurut Food and Agriculture Organization (FAO), agroforestri adalah praktik pengelolaan lahan yang mengombinasikan pohon atau tanaman berkayu lainnya dengan tanaman semusim atau peternakan dalam susunan spasial atau temporal tertentu untuk mendapatkan manfaat ekologis dan ekonomi secara bersamaan.

3.2 Komponen Utama Agroforestri

Agroforestri memiliki tiga komponen utama yang saling berinteraksi:

1) Pohon atau Tanaman Berkayu

Pohon berfungsi sebagai pelindung tanah, penyedia bahan baku kayu, hasil non-kayu, dan sumber makanan. Selain itu, pohon juga berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen, dekomposisi serasah, dan pengendalian erosi.

2) Tanaman Pertanian

Tanaman pertanian, seperti padi, jagung, atau sayuran, merupakan sumber utama pangan bagi manusia dan pakan bagi ternak. Kombinasi dengan pohon dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan.

3) Peternakan

Ternak memberikan kontribusi berupa hasil protein hewani, tenaga kerja, serta pupuk alami. Integrasi ternak dalam agroforestri dapat mendukung sirkulasi nutrisi dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

3.3 Prinsip Dasar Agroforestri

Prinsip dasar agroforestri meliputi aspek ekologis, ekonomi, dan sosial yang saling mendukung:

3.3.1 Keberlanjutan Ekologis

1) Konservasi Tanah dan Air

Agroforestri mencegah erosi tanah melalui sistem akar pohon yang kuat dan penutupan lahan oleh vegetasi. Selain itu, pohon dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi air.

2) Keanekaragaman Hayati

Sistem ini mendukung keanekaragaman hayati dengan menciptakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna.

3) Pengurangan Dampak Perubahan Iklim

Pohon dalam agroforestri berperan dalam menyerap karbon dioksida (CO₂), sehingga membantu mitigasi perubahan iklim.

3.3.2 Keberlanjutan Ekonomi

1) Diversifikasi Pendapatan

Kombinasi tanaman dan ternak memungkinkan petani mendapatkan pendapatan dari berbagai sumber, sehingga mengurangi risiko kerugian akibat kegagalan salah satu komponen.

2) Efisiensi Penggunaan Sumber Daya

Agroforestri memanfaatkan ruang, cahaya, dan nutrisi tanah secara optimal melalui kombinasi tanaman dan pohon yang berbeda kebutuhan ekologisnya.

3.3.3 Keberlanjutan Sosial

1) Peningkatan Kesejahteraan Petani

Sistem agroforestri menyediakan kebutuhan dasar petani, seperti pangan, pakan, kayu bakar, dan pendapatan tambahan.

2) Penguatan Kearifan Lokal

Agroforestri sering kali berbasis pada praktik tradisional yang telah lama diterapkan masyarakat lokal, sehingga dapat memperkuat identitas budaya dan pengetahuan lokal.

3.4 Manfaat Agroforestri

3.4.1 Manfaat Ekologis

1) Mengurangi erosi tanah.

2) Meningkatkan kesuburan tanah.

3) Melestarikan keanekaragaman hayati.

- 4) Menyerap karbon dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

3.4.2 Manfaat Ekonomi

- 1) Memberikan sumber pendapatan tambahan melalui hasil kayu, hasil non-kayu, tanaman pangan, dan produk peternakan.
- 2) Menekan biaya produksi dengan memanfaatkan sumber daya lokal.

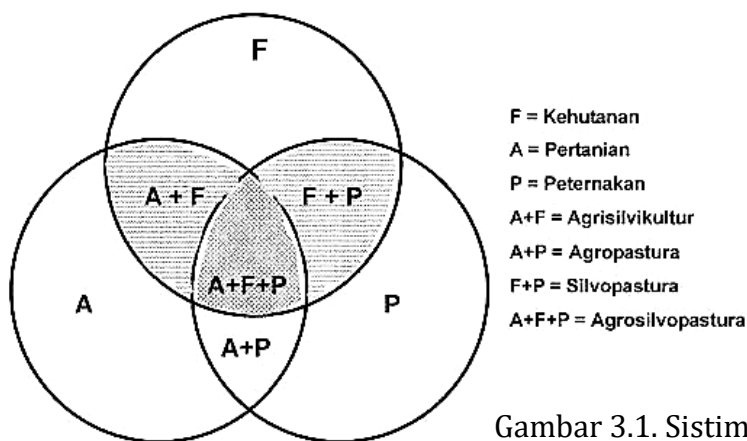
3.4.3 Manfaat Sosial

- 1) Meningkatkan ketersediaan pangan dan gizi.
- 2) Memperkuat jaringan sosial dan ekonomi komunitas lokal.
- 3) Mendukung pendidikan dan pelatihan tentang pengelolaan sumber daya alam.

3.5 Model-Model Agroforestri

Berbagai model agroforestri telah dikembangkan sesuai dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan masyarakat:

- 1) Agrosilvikultur; Kombinasi antara pohon dengan tanaman pertanian.
- 2) Silvopastura; Kombinasi antara pohon dengan peternakan.
- 3) Agrosilvopastura; Kombinasi antara pohon, tanaman pertanian, dan peternakan.
- 4) Agrosilvofishery; Kombinasi antara pohon, tanaman pertanian, dan perikanan
- 5) Model Rumah Tangga; Sistem agroforestri skala kecil yang memanfaatkan pekarangan rumah untuk menanam pohon, tanaman pangan, dan memelihara ternak.



Gambar 3.1. Sistem Agroforestri

- 6) Hutan Rakyat; Kombinasi antara tanaman kehutanan dengan tanaman komersial yang dikelola oleh komunitas lokal.
- 7) Paludikulutur; Kombinasi antara pohon dengan tanaman pertanian di lahan basah/rawa air tawar/rawa gambut.

3.6 Tantangan dan Kendala dalam Agroforestri

Meskipun memiliki banyak manfaat, penerapan agroforestri juga menghadapi berbagai tantangan, seperti:

- a) Kurangnya Pengetahuan dan Teknologi; Banyak petani yang belum memahami teknik agroforestri modern.
- b) Ketersediaan Modal; Sistem agroforestri sering membutuhkan investasi awal yang cukup besar.
- c) Persaingan Penggunaan Lahan; Konflik antara kebutuhan untuk tanaman pangan cepat panen dengan tanaman berkayu yang membutuhkan waktu lebih lama.
- d) Kebijakan dan Regulasi; Regulasi yang kurang mendukung atau ketidaksesuaian dengan kebutuhan masyarakat dapat menghambat pengembangan agroforestri.

Prinsip dasar agroforestri adalah pengintegrasian tanaman kehutanan, tanaman pertanian, dan peternakan untuk mencapai keberlanjutan ekologis, ekonomi, dan sosial. Dengan penerapan yang tepat, agroforestri dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi lingkungan, petani, dan masyarakat secara keseluruhan. Namun, keberhasilan implementasi sistem ini memerlukan dukungan kebijakan, pendidikan, dan teknologi yang memadai.

Bab 4

Jenis-jenis Agroforestri

Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan komponen kehutanan, pertanian, dan/atau peternakan dalam satu unit pengelolaan lahan. Sistem ini memiliki berbagai jenis yang disesuaikan dengan kondisi ekologis, sosial, dan ekonomi di suatu daerah. Pada bab ini, akan dibahas secara rinci jenis-jenis agroforestri berdasarkan komposisi komponen, fungsi, dan pola tata ruangnya.

4.1. Klasifikasi Berdasarkan Komposisi Komponen

Jenis agroforestri dapat dikelompokkan berdasarkan komposisi komponen utama yang menyusunnya, yaitu:

4.1.1. Agrosilvikultur

Agrosilvikultur adalah salah satu bentuk sistem agroforestri yang mengintegrasikan aktivitas pertanian (agro) dengan kehutanan (silvikultur). Dalam sistem ini, tanaman semusim (atau tanaman pangan) dikelola bersama dengan tanaman kayu atau tanaman hutan di lahan yang sama secara simultan atau berurutan dalam ruang dan waktu. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan fungsi ekologi lahan.

Berikut adalah penjelasan detail mengenai Agrosilvikultur:

1) Komponen Utama

- Tanaman semusim: Biasanya berupa tanaman pangan (seperti jagung, padi, kacang-kacangan, atau sayuran) atau tanaman hortikultura.
- Tanaman kehutanan: Bisa berupa pohon kayu (seperti jati, mahoni, sengon) atau pohon penghasil non-kayu (seperti karet, kopi, atau kakao).

2) Tujuan

- Optimalisasi penggunaan lahan: Memanfaatkan lahan untuk menghasilkan hasil pertanian dan kehutanan secara bersamaan.
- Keberlanjutan ekologi: Meningkatkan keanekaragaman hayati, mengurangi risiko erosi tanah, dan meningkatkan kesuburan tanah melalui penyerapan karbon dan siklus hara.
- Diversifikasi pendapatan: Memberikan sumber pendapatan dari hasil tanaman semusim dan tanaman kehutanan, yang waktunya berbeda.

3) Manfaat Agrosilvikultur

- **Ekonomi:** Memberikan penghasilan jangka pendek dari tanaman semusim dan jangka panjang dari pohon kehutanan.
- **Ekologi:** Mengurangi risiko erosi tanah dengan adanya akar pohon yang menstabilkan tanah. Memperbaiki kesuburan tanah melalui serasah daun pohon dan aktivitas mikroorganisme. Menyediakan habitat bagi berbagai jenis fauna dan flora.
- **Sosial:** Memberikan peluang kerja bagi masyarakat lokal dan meningkatkan ketahanan pangan.

4) Contoh Pola Agrosilvikultur

- **Pola Barisan:** Pohon kehutanan ditanam dalam barisan atau jalur tertentu, sementara tanaman semusim ditanam di antara barisan tersebut.
- **Pola Campuran:** Pohon dan tanaman semusim ditanam secara campuran tanpa pola yang teratur, tetapi dengan perencanaan yang mempertimbangkan persaingan antar tanaman.
- **Pola Bergilir:** Pohon dan tanaman semusim ditanam secara bergiliran, misalnya rotasi antara tanaman pangan dan pohon kehutanan.

5) Keuntungan Ekologi Jangka Panjang

- **Perbaikan Siklus Air:** Pohon dapat membantu menjaga keseimbangan air tanah.
- **Mitigasi Perubahan Iklim:** Pohon dalam sistem ini menyerap karbon dioksida, membantu mengurangi efek rumah kaca.
- **Konservasi Keanekaragaman Hayati:** Sistem ini mendukung lebih banyak spesies dibandingkan monokultur.

6) Tantangan

- **Persaingan Antar Tanaman:** Kompetisi antara pohon dan tanaman semusim untuk air, cahaya, dan nutrisi.
- **Kebutuhan Pengetahuan:** Memerlukan pemahaman mendalam tentang interaksi ekologi dan agronomi untuk mengelola sistem secara efektif.
- **Modal Awal:** Penanaman pohon memerlukan investasi awal yang cukup besar dan membutuhkan waktu untuk memberikan hasil.

Agrosilvikultur cocok diterapkan di daerah dengan curah hujan sedang hingga tinggi, lahan miring yang rentan terhadap erosi, atau pada lahan marginal yang membutuhkan perbaikan ekologi. Dengan pengelolaan yang

baik, sistem ini dapat memberikan manfaat ekologis dan ekonomi yang seimbang.

4.1.2. Silvopastura

Silvopastura adalah salah satu sistem agroforestri yang menggabungkan pohon atau vegetasi berkayu (*silvo*) dengan komponen peternakan, khususnya padang penggembalaan atau produksi hijauan pakan ternak (*pastura*), dalam satu lahan yang sama. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan produktivitas lahan, menjaga keberlanjutan ekosistem, dan memberikan manfaat ekonomi, sosial, serta lingkungan secara simultan. Berikut adalah penjelasan detail mengenai silvopastura:

1) Komponen Utama Silvopastura

a) Pohon atau Vegetasi Berkayu

Pohon yang digunakan biasanya memiliki nilai ekonomi, seperti kayu, buah, atau daun pakan ternak. Contohnya adalah pohon leguminosa seperti *Leucaena leucocephala*, *Albizia saman* (pohon hujan), atau pohon produksi seperti jati dan akasia.

Fungsi pohon meliputi perlindungan tanah, penyediaan bahan organik, peningkatan kesuburan tanah melalui penyerapan nitrogen, dan penyediaan habitat bagi satwa liar.

b) Padang Penggembalaan atau Rumput Pakan

Rumput atau leguminosa pakan ternak seperti *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, atau *Stylosanthes* spp. sering digunakan.

Hijauan ini berfungsi sebagai sumber makanan bagi ternak dan juga membantu menstabilkan struktur tanah.

c) Ternak

Jenis ternak yang biasanya dipelihara meliputi sapi, kambing, domba, atau kerbau. Kehadiran ternak memberikan manfaat berupa produk susu, daging, atau kotoran yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

2) Manfaat Silvopastura

a) Ekonomi

Meningkatkan pendapatan petani melalui diversifikasi produk (kayunya dari pohon, hijauan pakan, dan hasil ternak).

Mengurangi biaya produksi pakan ternak karena hijauan tersedia di lahan.

b) Ekologi

Mengurangi erosi tanah melalui perlindungan akar pohon.

Menyerap karbon (karbon sink) melalui pohon sehingga mendukung mitigasi perubahan iklim.

Meningkatkan biodiversitas dengan menyediakan habitat bagi berbagai organisme.

c) Sosial

Menyediakan bahan bakar, pakan, dan kayu untuk kebutuhan rumah tangga.

Menjadi sistem yang berkelanjutan, yang cocok untuk petani kecil dengan lahan terbatas.

3) Prinsip Desain Silvopastura

a) Pemilihan Spesies yang Tepat

Pohon dan rumput dipilih berdasarkan kesesuaian dengan iklim, tanah, dan kebutuhan ternak.

b) Kepadatan Pohon

Pohon tidak boleh terlalu rapat sehingga tidak menghambat pertumbuhan rumput.

c) Rotasi Penggembalaan

Sistem rotasi penggembalaan diterapkan untuk mencegah degradasi padang rumput.

d) Manajemen Nutrisi

Kotoran ternak digunakan untuk menyuburkan tanah, menciptakan siklus nutrisi yang efisien.

4) Tantangan dalam Silvopastura

a) Manajemen Kompleks

Silvopastura membutuhkan pengelolaan intensif untuk memastikan semua komponen bekerja secara harmonis.

b) Konflik Kepentingan

Pohon yang terlalu banyak dapat mengurangi ketersediaan cahaya untuk rumput, sedangkan ternak dapat merusak bibit pohon jika tidak diawasi.

c) Investasi Awal

Mebutuhkan biaya dan waktu lebih banyak di awal untuk menanam pohon dan mengatur lahan.

5) Contoh Implementasi di Indonesia

Di Indonesia, silvopastura sering digunakan di daerah kering seperti Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan mengintegrasikan sapi dan pohon seperti *Leucaena*.

Di Sumatera dan Jawa, model ini diterapkan di daerah hutan produksi atau hutan rakyat untuk meningkatkan produktivitas lahan marginal.

Dengan pendekatan yang tepat, silvopastura dapat menjadi solusi yang efisien dan berkelanjutan bagi petani dan peternak untuk memaksimalkan manfaat lahan mereka secara ekologis dan ekonomis.

4.1.3. Sistem Integrasi Sapi dan Kelapa Sawit (SISKA)

Sistem Integrasi Sapi dan Kelapa Sawit (SISKA) adalah sebuah pendekatan agroforestri yang mengintegrasikan kegiatan peternakan sapi dengan perkebunan kelapa sawit. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, mendukung keberlanjutan ekosistem, dan memberikan manfaat ekonomi yang optimal bagi petani dan perusahaan. Berikut adalah penjelasan detailnya:

1) Konsep Dasar SISKA

SISKA adalah sistem yang memanfaatkan ruang kosong di bawah pohon kelapa sawit sebagai lahan penggembalaan atau tempat budidaya sapi. Integrasi ini memberikan manfaat timbal balik antara sektor peternakan dan perkebunan:

- Peternakan sapi: Mendapat pakan berupa hijauan alami seperti rumput, leguminosa, atau sisa hasil perkebunan.
- Perkebunan kelapa sawit: Mendapatkan pupuk organik dari kotoran sapi, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

2) Komponen Utama SISKA

SISKA melibatkan dua komponen utama:

- Perkebunan kelapa sawit: Dengan jarak tanam yang cukup, pohon kelapa sawit menciptakan ruang terbuka di bawahnya yang dapat dimanfaatkan untuk penggembalaan atau budidaya hijauan.
- Peternakan sapi: Sapi yang digembalakan di area perkebunan memanfaatkan hijauan yang tumbuh alami atau ditanam secara khusus, serta menghasilkan kotoran yang menjadi sumber pupuk.

3) Manfaat SISKKA

SISKKA menawarkan berbagai keuntungan, baik dari sisi ekonomi, lingkungan, maupun sosial:

- **Ekonomi:** Menambah sumber pendapatan petani atau perusahaan melalui hasil peternakan sapi (daging, susu, dan pupuk organik). Mengurangi biaya operasional perkebunan, terutama untuk pupuk dan pemeliharaan lahan.
- **Lingkungan:** Mengurangi emisi karbon melalui pemanfaatan pupuk organik. Meningkatkan biodiversitas dengan menanam hijauan di sekitar perkebunan.
- **Sosial:** Meningkatkan keterlibatan masyarakat sekitar perkebunan dalam kegiatan ekonomi produktif. Menciptakan lapangan kerja baru dalam peternakan dan pengelolaan sistem.

4) Implementasi SISKKA

Untuk menjalankan SISKKA, beberapa langkah dan elemen penting yang perlu diperhatikan adalah:

- **Desain perkebunan:** Ruang tanam kelapa sawit perlu diatur agar dapat menampung kegiatan peternakan tanpa mengurangi produktivitas kelapa sawit.
- **Pemilihan sapi:** Jenis sapi yang cocok untuk SISKKA biasanya adalah sapi potong seperti sapi Bali atau sapi Brahman cross, yang adaptif terhadap kondisi tropis.
- **Manajemen pakan:** Mengelola ketersediaan hijauan, termasuk menanam tanaman pakan seperti rumput gajah atau leguminosa di sela-sela pohon kelapa sawit.
- **Pengolahan kotoran sapi:** Kotoran sapi diolah menjadi pupuk organik untuk mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit.
- **Pencegahan dampak negatif:** Termasuk manajemen limbah, pengendalian penyakit ternak, dan pengaturan rotasi penggembalaan.

5) Tantangan dalam Implementasi

Meskipun memiliki banyak manfaat, SISKKA juga menghadapi tantangan seperti:

- **Ketersediaan lahan:** Tidak semua perkebunan kelapa sawit memiliki ruang yang cukup untuk integrasi.
- **Manajemen kompleks:** Mengelola dua sektor sekaligus membutuhkan tenaga kerja dan pengetahuan yang lebih.

- Potensi kerusakan tanaman: Jika tidak dikelola dengan baik, sapi dapat merusak tanaman kelapa sawit, terutama pada fase awal pertumbuhan.
- 6) Dampak Jangka Panjang
- Keberlanjutan lingkungan: SISKA mendukung agroforestri berkelanjutan dengan menjaga kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada input kimia.
 - Ketahanan pangan dan energi: Produksi daging sapi yang lebih tinggi dapat membantu memenuhi kebutuhan nasional dan meningkatkan pendapatan petani.
 - Efisiensi sumber daya: Memanfaatkan limbah perkebunan dan peternakan secara optimal.

SISKA menjadi contoh sistem agroforestri yang inovatif, memberikan solusi yang mengintegrasikan keberlanjutan ekonomi dan ekologi di perkebunan kelapa sawit.

4.1.4. Agrosilvopastura

Agrosilvopastura adalah salah satu bentuk sistem agroforestri yang mengintegrasikan tiga komponen utama: pertanian (agro), kehutanan (silvo), dan peternakan (pastura) dalam satu unit pengelolaan lahan. Sistem ini bertujuan untuk memaksimalkan manfaat ekologis, ekonomis, dan sosial dengan memanfaatkan interaksi sinergis antara tanaman, pohon, dan ternak.

1) Komponen Agrosilvopastura

a) Tanaman Pertanian (Agro)

Meliputi tanaman pangan seperti jagung, padi, atau kacang-kacangan, serta tanaman hortikultura seperti sayuran atau buah-buahan.

Tanaman ini ditanam di antara atau di sekitar pohon untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pendapatan petani.

b) Pohon atau Vegetasi Kehutanan (Silvo)

Pohon yang ditanam bisa berupa pohon kayu, pohon penghasil buah, atau tanaman serbaguna seperti akasia, sengon, atau kelapa.

Pohon berperan dalam konservasi tanah dan air, memberikan perlindungan dari erosi, meningkatkan kesuburan tanah, dan menghasilkan produk seperti kayu, getah, atau buah.

c) Ternak (Pastura)

Ternak yang dikelola biasanya berupa sapi, kambing, domba, atau unggas.

Ternak berfungsi sebagai sumber protein, pendapatan tambahan, dan penyedia pupuk organik melalui kotoran yang bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah.

2) Manfaat dan Keunggulan Agrosilvopastura

a) Keberlanjutan Ekologi

Mengurangi erosi tanah melalui akar pohon yang kuat.

Meningkatkan keanekaragaman hayati dengan menyediakan habitat bagi berbagai spesies.

Mengurangi emisi karbon dengan menyerap CO₂ melalui pohon.

b) Manfaat Ekonomi

Diversifikasi pendapatan melalui berbagai sumber seperti hasil pertanian, produk kehutanan, dan hasil ternak.

Mengurangi risiko kegagalan panen karena ketergantungan pada satu jenis produk.

c) Manfaat Sosial

Memberikan lapangan kerja di pedesaan melalui pengelolaan gabungan pertanian, kehutanan, dan peternakan.

Meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat.

3) Prinsip Dasar dalam Penerapan Agrosilvopastura

a) Pengelolaan yang Terintegrasi

Kombinasi tanaman, pohon, dan ternak harus dirancang untuk saling mendukung, seperti pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak atau kotoran ternak sebagai pupuk.

b) Pola Tanam Berbasis Lahan

Pemilihan jenis tanaman, pohon, dan ternak disesuaikan dengan kondisi lahan, iklim, serta kebutuhan lokal.

c) Konservasi dan Pemulihan Lingkungan

Mendorong penggunaan praktik ramah lingkungan untuk menjaga kualitas tanah dan air.

4) Contoh Implementasi Agrosilvopastura

a) Menanam pohon penghasil kayu seperti jati di lahan pertanian dengan tanaman palawija (jagung atau kedelai), sambil memelihara kambing atau sapi di area yang sama.

b) Memadukan pohon buah-buahan (mangga atau durian), tanaman pangan (ubi atau kacang tanah), dan rumput pakan ternak.

5) Tantangan dalam Sistem Agrosilvopastura

- a) Kompleksitas Pengelolaan: Mengintegrasikan tiga komponen memerlukan perencanaan dan pemeliharaan yang baik.
- b) Persaingan Sumber Daya: Tanaman, pohon, dan ternak dapat bersaing untuk mendapatkan air, nutrisi, dan ruang.
- c) Pengetahuan dan Teknologi: Dibutuhkan pemahaman yang cukup tentang teknik agroforestri untuk keberhasilan sistem ini.

Agrosilvopastura adalah sistem agroforestri yang holistik, dirancang untuk memaksimalkan manfaat dari lahan melalui integrasi tanaman, pohon, dan ternak. Dengan penerapan yang baik, sistem ini mampu meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan, sekaligus mendukung konservasi lingkungan dan pemberdayaan masyarakat pedesaan.

4.1.5. Agrosilvofishery

Agrosilvofishery adalah salah satu bentuk sistem agroforestri yang mengintegrasikan tiga komponen utama: pertanian (agro), kehutanan (silvo), dan perikanan (fishery). Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan lahan, meningkatkan produktivitas, dan menjaga keberlanjutan ekosistem, terutama di daerah pesisir atau lahan yang memiliki potensi untuk mendukung ketiga komponen tersebut.

1) Komponen Utama Agrosilvofishery

a) Agro (Pertanian)

Merujuk pada aktivitas bercocok tanam, seperti menanam tanaman pangan (padi, jagung), hortikultura (sayuran, buah-buahan), atau tanaman penutup tanah yang dapat memberikan manfaat ekonomi sekaligus meningkatkan kesuburan tanah.

b) Silvo (Kehutanan)

Melibatkan penanaman dan pengelolaan pohon atau tanaman kehutanan, seperti mangrove, bambu, atau pohon keras lainnya. Komponen ini penting untuk melindungi lahan dari erosi, meningkatkan keanekaragaman hayati, serta memberikan sumber kayu dan bahan organik.

c) Fishery (Perikanan)

Memanfaatkan lahan basah atau perairan untuk budidaya ikan, udang, kepiting, atau biota air lainnya. Aktivitas ini sering dilakukan di tambak, kolam, atau saluran air yang terintegrasi dengan sistem agroforestri.

2) Tujuan dan Manfaat Agrosilvofishery

Sistem ini bertujuan untuk:

- a) Meningkatkan produktivitas lahan: Dengan memanfaatkan lahan untuk berbagai kegiatan ekonomi secara bersamaan.
- b) Mengurangi risiko kegagalan panen: Diversifikasi kegiatan memungkinkan petani memperoleh hasil dari komponen lain jika salah satu komponen gagal.
- c) Melindungi lingkungan: Sistem ini membantu mencegah degradasi lahan, mengurangi emisi karbon, dan menjaga keseimbangan ekosistem.
- d) Meningkatkan pendapatan petani: Kombinasi produk pertanian, hasil hutan, dan perikanan memberikan sumber pendapatan yang beragam.

3) Contoh Penerapan Agrosilvofishery

a) Tambak Mangrove Terpadu

Petani menanam mangrove di sekitar tambak untuk mencegah abrasi dan meningkatkan kualitas air.

Di tambak, mereka membudidayakan ikan bandeng atau udang.

Lahan kering di sekitar tambak digunakan untuk tanaman pangan seperti jagung atau sayuran.

b) Sistem Polikultur di Pesisir

Lahan pesisir ditanami pohon kelapa atau akasia, dengan kolam ikan atau tambak di bawahnya.

Di sela-sela pohon, ditanam tanaman palawija atau rempah-rempah.

4) Keunggulan Agrosilvofishery

- a) Ramah lingkungan: Sistem ini mengurangi penggunaan bahan kimia sintetis melalui rotasi tanaman dan integrasi biomassa alami.
- b) Mendukung keanekaragaman hayati: Pohon dan tanaman di lahan agroforestri memberikan habitat untuk berbagai organisme.
- c) Adaptasi perubahan iklim: Sistem ini membantu menyerap karbon dan melindungi wilayah pesisir dari dampak kenaikan permukaan air laut.

5) Tantangan dalam Penerapan Agrosilvofishery

- a) Pengetahuan dan keterampilan: Petani memerlukan pelatihan untuk mengelola tiga komponen secara efisien.
- b) Investasi awal: Pengembangan sistem ini membutuhkan investasi waktu dan biaya yang tidak sedikit.
- c) Konflik pemanfaatan lahan: Integrasi berbagai komponen sering kali membutuhkan pengelolaan yang cermat agar tidak terjadi konflik antar-komponen.

Dengan pendekatan terpadu, agrosilvofishery menawarkan solusi yang berkelanjutan untuk mengatasi tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi, terutama di wilayah pesisir dan lahan marginal.

4.1.6. Agroforestri Pekarangan

Sistem Agroforestri Pekarangan merupakan salah satu bentuk sistem agroforestri yang memanfaatkan lahan pekarangan sebagai ruang produktif untuk menanam berbagai jenis tanaman, memelihara hewan ternak, atau mengelola sumber daya lainnya. Pekarangan dalam konteks ini adalah lahan yang terletak di sekitar tempat tinggal, yang biasanya memiliki potensi untuk mendukung kebutuhan rumah tangga baik secara ekonomi maupun ekologi.

Berikut adalah penjelasan detail tentang Sistem Agroforestri Pekarangan:

1) Komposisi Komponen

Sistem agroforestri pekarangan mengintegrasikan berbagai komponen dalam satu area kecil. Komponen tersebut meliputi:

- a) Tanaman pangan: Seperti sayuran, umbi-umbian, dan padi gogo.
- b) Tanaman buah-buahan: Misalnya mangga, jambu, pisang, atau jeruk.
- c) Tanaman obat: Contohnya jahe, kunyit, temulawak, dan lidah buaya.
- d) Tanaman keras atau kayu: Pohon seperti mahoni, sengon, atau kelapa yang berfungsi sebagai penyedia kayu dan pelindung lingkungan.
- e) Hewan ternak: Ayam, kambing, sapi, atau ikan pada kolam kecil.

2) Karakteristik Utama

- a) Keanekaragaman Hayati: Pekarangan sering kali memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, mencakup berbagai jenis tanaman dan hewan.
- b) Skala Kecil: Biasanya berukuran kecil hingga menengah, sesuai dengan luas lahan pekarangan rumah.

c) Sumber Pangan Berkelanjutan: Hasil dari pekarangan dapat dimanfaatkan langsung untuk kebutuhan rumah tangga sehingga membantu ketahanan pangan.

d) Pengelolaan Berbasis Keluarga: Pengelolaan dilakukan oleh keluarga pemilik lahan secara mandiri.

3) Fungsi dan Manfaat

Sistem agroforestri pekarangan memberikan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial, di antaranya:

a) Ekologis: Meningkatkan kualitas lingkungan melalui penyerapan karbon, konservasi tanah, dan air.

b) Ekonomi: Memberikan penghasilan tambahan bagi rumah tangga dari hasil penjualan produk pekarangan.

c) Sosial: Memperkuat interaksi keluarga dalam pengelolaan bersama serta mendukung keberlanjutan budaya bercocok tanam.

d) Ketahanan Pangan: Menyediakan bahan makanan segar yang sehat untuk konsumsi harian.

4) Prinsip Pengelolaan

a) Diversifikasi: Menanam berbagai jenis tanaman agar risiko kegagalan panen dapat diminimalkan.

b) Rotasi Tanaman: Mengatur pola tanam agar kesuburan tanah tetap terjaga.

c) Pemanfaatan Ruang Vertikal: Menanam tanaman secara bertingkat, seperti memanfaatkan pagar atau pohon sebagai tempat tumbuh tanaman rambat.

d) Pengelolaan Limbah: Mengolah limbah organik rumah tangga menjadi kompos untuk menyuburkan tanah.

5) Contoh Penerapan

a) Di wilayah pedesaan, pekarangan dapat ditanami tanaman seperti jagung, cabai, dan tomat, dengan kandang ayam di sudut pekarangan.

b) Di perkotaan, pekarangan sempit dapat dioptimalkan menggunakan pot, hidroponik, atau teknik vertikultur untuk menanam sayuran dan rempah-rempah.

6) Keunggulan

- a) Adaptif terhadap Iklim Lokal: Dapat diterapkan di berbagai kondisi lingkungan.
- b) Modal Awal Rendah: Tidak membutuhkan investasi besar.
- c) Sirkulasi Nutrisi: Limbah organik dari tanaman dan ternak dapat digunakan kembali sebagai pupuk.

7) Tantangan

- a) Keterbatasan Lahan: Terutama di kawasan perkotaan dengan lahan sempit.
- b) Pengetahuan dan Teknologi: Membutuhkan pemahaman yang cukup untuk memanfaatkan pekarangan secara optimal.
- c) Komitmen Pengelolaan: Pengelolaan pekarangan memerlukan waktu dan tenaga yang konsisten.

Sistem Agroforestri Pekarangan adalah solusi praktis dan berkelanjutan untuk meningkatkan kesejahteraan rumah tangga, mendukung konservasi lingkungan, dan menciptakan ketahanan pangan. Dengan perencanaan yang baik, sistem ini dapat menjadi model ideal untuk memberdayakan masyarakat di pedesaan maupun perkotaan.

4.1.7. Hutan Rakyat dalam Sistem Agroforestri

Hutan rakyat adalah kawasan hutan yang dikelola oleh masyarakat atau individu pada lahan milik mereka sendiri, biasanya di luar kawasan hutan negara. Sistem ini berfokus pada pengelolaan yang berkelanjutan dengan tujuan utama memenuhi kebutuhan ekonomi, sosial, dan lingkungan masyarakat setempat. Dalam konteks agroforestri, hutan rakyat menjadi salah satu bentuk implementasi dari perpaduan antara kehutanan dan pertanian.

1) Ciri-ciri Hutan Rakyat pada Sistem Agroforestri:

a) Berbasis Lahan Milik

Hutan rakyat biasanya dibangun di atas lahan milik petani atau masyarakat, bukan di kawasan hutan negara. Pengelolaan sepenuhnya ada di tangan pemilik lahan.

b) Multifungsi

Hutan rakyat menyediakan berbagai manfaat, seperti kayu, non-kayu (getah, buah, dan madu), hasil pertanian, serta fungsi ekologis seperti konservasi air dan tanah.

c) Diversifikasi Tanaman

Dalam sistem agroforestri, hutan rakyat mengintegrasikan berbagai jenis tanaman, termasuk pohon berkayu (seperti sengon, mahoni, atau jati) dengan tanaman semusim atau tanaman pangan (misalnya jagung, kacang, atau sayuran).

d) Manajemen Berkelanjutan

Pengelolaannya memperhatikan keseimbangan ekologi, keberlanjutan sumber daya, dan pemenuhan kebutuhan ekonomi jangka panjang.

2) Kelebihan Hutan Rakyat dalam Sistem Agroforestri:

a) Ekonomi

- Sumber penghasilan tambahan bagi petani melalui hasil hutan (kayu dan non-kayu).
- Diversifikasi usaha yang mengurangi risiko kerugian akibat kegagalan panen pada tanaman tertentu.

b) Lingkungan

- Meningkatkan kualitas tanah melalui penambahan bahan organik dari daun pohon.
- Meningkatkan infiltrasi air dan mengurangi risiko erosi.
- Memberikan habitat bagi flora dan fauna, sehingga meningkatkan keanekaragaman hayati.

c) Sosial

- Memberdayakan masyarakat setempat dalam pengelolaan sumber daya.
- Meningkatkan ketahanan pangan melalui kombinasi tanaman pangan dan pohon.

3) Pola-Pola Hutan Rakyat dalam Agroforestri:

a) Pola Kebun Campur

Kombinasi antara tanaman tahunan (pohon) dan tanaman semusim. Contoh: jati atau sengon dengan jagung atau padi gogo.

b) Pola Garis (Strip Cropping)

Penanaman pohon dilakukan dalam barisan atau jalur dengan jarak tertentu, di mana ruang antar-barisan digunakan untuk tanaman semusim.

c) Pola Wanatani Intensif

Kombinasi pohon bernilai ekonomi tinggi dengan tanaman pertanian intensif pada lahan yang sempit.

4) Tantangan Hutan Rakyat dalam Sistem Agroforestri:

a) Modal Awal

Membutuhkan investasi awal yang cukup besar untuk bibit, pengolahan lahan, dan perawatan.

b) Pengetahuan Teknis

Diperlukan pemahaman yang baik tentang pemilihan jenis tanaman, teknik penanaman, dan perawatan agar sistem berjalan optimal.

c) Ketergantungan Pasar

Hasil hutan rakyat, terutama kayu, sangat bergantung pada fluktuasi harga pasar.

Hutan rakyat sebagai bagian dari sistem agroforestri memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang signifikan. Dengan pengelolaan yang baik dan berkelanjutan, hutan rakyat dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan sekaligus mendukung pelestarian lingkungan.

4.1.7. Paludikultur

Sistem Agroforestri Lahan Basah Paludikultur adalah pendekatan dalam agroforestri yang memanfaatkan lahan basah (terutama lahan gambut) secara berkelanjutan dengan mengintegrasikan budidaya tanaman, kehutanan, dan penggunaan lahan berbasis air. Istilah "paludikultur" berasal dari kata Latin palus yang berarti rawa, dan kultur yang berarti budidaya. Sistem ini berfokus pada penggunaan lahan basah tanpa mengeringkan ekosistemnya, sehingga tetap menjaga fungsi hidrologi, ekologi, dan keberlanjutan lingkungan.

1) Prinsip Utama Paludikultur

a) Konservasi Ekosistem Lahan Basah

Lahan basah tetap dibiarkan basah untuk menghindari degradasi ekosistem gambut yang terjadi akibat pengeringan. Hal ini penting untuk mencegah kebakaran hutan, emisi karbon tinggi, dan kerusakan habitat.

b) Pemanfaatan Vegetasi Alami

Paludikultur mengutamakan budidaya tanaman yang cocok dengan kondisi lahan basah, seperti tanaman asli rawa atau gambut. Ini termasuk tanaman yang toleran terhadap genangan air.

c) Pengelolaan Terpadu

Sistem ini memadukan berbagai komponen seperti kehutanan (tanaman kayu), tanaman pangan, tanaman obat, dan perikanan, sehingga menciptakan keberlanjutan sosial-ekonomi bagi masyarakat sekitar.

2) Komponen Sistem Agroforestri Paludikultur

a) Tanaman Kehutanan

Tanaman kayu yang cocok untuk lahan basah seperti: Jelutung rawa (*Dyera* spp.), Gelam (*Melaleuca* spp.), Ramin (*Gonystylus* spp.), Nyatoh (*Palaquium* spp.)

b) Tanaman Non-Kayu

Sagu (*Metroxylon sagu*): Sebagai sumber pangan utama dari daerah rawa.

Purun (*Lepironia articulata*): Dimanfaatkan untuk kerajinan.

Nipah (*Nypa fruticans*): Untuk bahan bakar, gula nipah, dan atap.

c) Tanaman Hortikultura

Tanaman buah yang toleran lahan basah seperti durian rawa, rambutan rawa, dan kelapa.

d) Akuakultur

Perikanan yang memanfaatkan genangan air di lahan basah seperti budidaya ikan air tawar (ikan gabus, lele, atau nila).

e) Penggunaan Tanaman Obat

Tanaman herbal seperti temu lawak (*Curcuma* spp.) atau pasak bumi (*Eurycoma longifolia*).

3) Manfaat Sistem Agroforestri Paludikultur

a) Ekologis

- Menjaga keseimbangan ekosistem lahan basah dan mencegah emisi karbon dari pengeringan lahan gambut.
- Melindungi keanekaragaman hayati yang khas di ekosistem rawa.

b) Ekonomi

- Memberikan sumber pendapatan bagi masyarakat lokal melalui hasil panen kayu, pangan, dan produk lainnya.
- Mengurangi risiko kehilangan lahan akibat degradasi atau kebakaran.

c) Sosial

- Memberdayakan masyarakat lokal melalui pengelolaan sumber daya berbasis komunitas.

- Mendukung ketahanan pangan lokal melalui diversifikasi hasil pertanian.
- d) Mitigasi Perubahan Iklim
- Mengurangi pelepasan karbon dari lahan gambut yang dikeringkan.
 - Mendukung penyerapan karbon melalui vegetasi yang ditanam.
- 4) Tantangan Implementasi
- 1) Pengetahuan Lokal
Masyarakat perlu memahami teknik budidaya yang sesuai untuk sistem ini agar hasilnya optimal.
 - 2) Investasi Awal
Memerlukan biaya awal untuk penyiapan lahan dan pembibitan tanaman.
 - 3) Kebijakan dan Regulasi
Implementasi membutuhkan dukungan kebijakan yang memprioritaskan konservasi ekosistem lahan basah.
 - 4) Pengelolaan Air
Pengelolaan tinggi diperlukan untuk mempertahankan kondisi lahan agar tetap lembap tanpa terlalu tergenang.

Sistem Agroforestri Paludikultur memberikan solusi yang inovatif untuk memanfaatkan lahan basah secara produktif tanpa merusak keseimbangan ekologis. Dengan pendekatan terpadu, sistem ini mampu mendukung keberlanjutan ekonomi, sosial, dan lingkungan secara bersamaan.

Sistem ini memberikan manfaat multifungsi, seperti diversifikasi pendapatan, pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien, dan peningkatan keberlanjutan ekosistem.

4.2. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsi utamanya, agroforestri dapat dibagi menjadi:

4.2.1. Sistem Produksi

Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan hasil produksi baik kayu, pangan, maupun hasil peternakan. Contohnya:

- 1) Kebun campuran (mixed garden): Penanaman berbagai jenis pohon buah, kayu, dan tanaman pangan.
- 2) Sistem perkebunan kehutanan: Kombinasi tanaman perkebunan, seperti kelapa atau kopi, dengan pohon kehutanan.

4.2.2. Sistem Konservasi

Sistem konservasi bertujuan untuk melindungi dan memperbaiki lingkungan. Contohnya:

- 1) Sistem penahan erosi: Penanaman pohon atau semak di lahan miring untuk mengurangi erosi.
- 2) Hutan rakyat: Penanaman pohon di lahan milik masyarakat untuk fungsi ekologis dan ekonomis.

4.2.3. Sistem Sosial Ekonomi

Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui diversifikasi sumber pendapatan. Contohnya adalah integrasi pohon penghasil buah dengan tanaman pangan yang bernilai ekonomi tinggi.

4.3. Klasifikasi Berdasarkan Pola Tata Ruang

Berdasarkan pola tata ruang, agroforestri dapat dikelompokkan sebagai berikut:

4.3.1. Pola Linier

Pola linier adalah penanaman pohon secara sejajar dalam barisan tertentu. Contohnya:

- 1) Windbreaks (pohon penahan angin): Pohon ditanam dalam barisan untuk melindungi tanaman pertanian dari angin kencang.
- 2) Penanaman tepi jalan: Pohon ditanam di sepanjang jalan atau saluran irigasi.

4.3.2. Pola Blok

Pola blok mengacu pada penanaman pohon dalam area tertentu yang berbentuk blok. Contohnya: Kebun campuran: Pohon buah-buahan ditanam dalam blok bersama tanaman pangan atau hortikultura.

4.3.3. Pola Persebaran

Pola ini ditandai dengan penyebaran pohon secara acak di lahan pertanian. Contohnya: Pohon-pohon peneduh yang disebar di antara tanaman pangan untuk menyediakan naungan dan bahan organik.

4.4. Contoh Sistem Agroforestri di Indonesia

Indonesia sebagai negara tropis memiliki banyak contoh penerapan agroforestri, antara lain:

- 1) Kebun Talun: Sistem tradisional di Jawa yang mengombinasikan tanaman kayu dengan tanaman pangan di pekarangan.
- 2) Parak: Sistem agroforestri khas Sumatera Barat yang mengintegrasikan tanaman kayu, buah-buahan, dan rempah-rempah.

3) Repong Damar: Sistem di Lampung yang memadukan pohon damar dengan tanaman kopi atau kakao.

4.5. Manfaat dan Tantangan Agroforestri

1) Manfaat

- Ekologi: Mengurangi erosi, meningkatkan kesuburan tanah, dan memperbaiki iklim mikro.
- Ekonomi: Diversifikasi pendapatan, meningkatkan hasil panen, dan efisiensi lahan.
- Sosial: Meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan lahan.

2) Tantangan

- Teknis: Memerlukan pengetahuan khusus dalam pengelolaan tanaman dan hewan.
- Sosial: Konflik kepentingan antar pengguna lahan.
- Ekonomi: Keterbatasan modal awal untuk implementasi.

Dengan memahami berbagai jenis agroforestri dan karakteristiknya, pengelolaan lahan secara berkelanjutan dapat dioptimalkan, sehingga memberikan manfaat jangka panjang bagi lingkungan, ekonomi, dan masyarakat.

Bab 5

Manfaat Agroforestri

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman hutan, tanaman pangan, dan/atau peternakan pada lahan yang sama untuk mendapatkan manfaat ekologi, ekonomi, dan sosial secara berkelanjutan. Dalam bab ini, kita akan membahas secara detail dan komprehensif berbagai manfaat yang ditawarkan oleh agroforestri, baik dari perspektif lingkungan, ekonomi, maupun sosial.

5.1 Manfaat Lingkungan

5.1.1 Konservasi Tanah dan Air

Agroforestri membantu mencegah erosi tanah melalui keberadaan pohon-pohon yang akarnya memperkuat struktur tanah. Selain itu, pohon-pohon ini juga berfungsi sebagai penahan air hujan sehingga mengurangi aliran permukaan (runoff) dan meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah. Sistem ini juga membantu mempertahankan kesuburan tanah melalui siklus bahan organik yang dihasilkan oleh dedaunan yang gugur.

5.1.2 Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Pohon dalam sistem agroforestri menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer, sehingga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Selain itu, diversifikasi tanaman dalam agroforestri menciptakan ekosistem yang lebih tahan terhadap cuaca ekstrem, seperti kekeringan atau banjir.

5.1.3 Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Dengan menggabungkan berbagai jenis tanaman dan pohon, agroforestri menciptakan habitat yang mendukung kehidupan berbagai spesies flora dan fauna. Sistem ini membantu menjaga keanekaragaman hayati lokal, yang penting untuk ekosistem yang sehat dan berkelanjutan.

5.1.4 Pengelolaan Mikroklimat

Pohon dalam agroforestri memberikan keteduhan dan melindungi tanaman di bawahnya dari angin kencang. Ini membantu menjaga suhu dan kelembaban

tanah, sehingga menciptakan iklim mikro yang kondusif untuk pertumbuhan tanaman.

5.2 Manfaat Ekonomi

5.2.1 Diversifikasi Sumber Pendapatan

Agroforestri memungkinkan petani untuk memanfaatkan lahan secara lebih optimal dengan menghasilkan berbagai jenis produk, seperti kayu, buah-buahan, sayuran, pakan ternak, dan madu. Diversifikasi ini mengurangi risiko ekonomi akibat kegagalan panen pada satu jenis komoditas.

5.2.2 Peningkatan Produktivitas Lahan

Integrasi pohon dan tanaman pangan sering kali meningkatkan produktivitas lahan karena pohon dapat memberikan nutrisi tambahan bagi tanaman melalui siklus bahan organik. Selain itu, sistem ini dapat meningkatkan hasil panen dengan menyediakan kondisi pertumbuhan yang lebih baik.

5.2.3 Penghematan Biaya Produksi

Dengan mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia dan pestisida melalui proses alami seperti penambahan bahan organik dari pohon dan pengendalian hama secara biologis, agroforestri membantu petani menghemat biaya produksi.

5.2.4 Nilai Tambah Produk

Beberapa hasil dari agroforestri, seperti kayu atau buah-buahan eksotis, memiliki nilai jual tinggi di pasar. Petani juga dapat mengolah hasil panen menjadi produk olahan untuk meningkatkan nilai ekonominya.

5.3 Manfaat Sosial

5.3.1 Ketahanan Pangan

Dengan diversifikasi tanaman, agroforestri memastikan bahwa keluarga petani memiliki akses ke berbagai jenis pangan sepanjang tahun. Ini membantu mengurangi ketergantungan pada satu jenis tanaman dan meningkatkan ketahanan pangan lokal.

5.3.2 Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat

Agroforestri memberikan peluang kerja yang lebih luas, mulai dari aktivitas penanaman, pemeliharaan, hingga pengolahan hasil panen. Ini membantu meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat pedesaan.

5.3.3 Pelestarian Pengetahuan Lokal

Sistem agroforestri sering kali berbasis pada pengetahuan tradisional yang telah berkembang selama berabad-abad. Dengan menerapkan agroforestri, masyarakat dapat melestarikan dan memperkuat budaya lokal mereka.

5.3.4 Peningkatan Kualitas Hidup

Lingkungan yang hijau dan sehat yang dihasilkan oleh agroforestri berdampak positif pada kualitas hidup masyarakat, baik dari segi kesehatan fisik maupun mental. Ketersediaan udara bersih, air bersih, dan pemandangan alami memberikan manfaat langsung bagi kehidupan masyarakat.

5.4 Manfaat Tambahan

5.4.1 Edukasi dan Penelitian

Agroforestri menyediakan peluang untuk edukasi dan penelitian tentang pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Sistem ini dapat menjadi laboratorium alam untuk mempelajari interaksi antara berbagai komponen ekosistem.

5.4.2 Rekreasi dan Ekowisata

Keindahan lanskap agroforestri dapat dimanfaatkan untuk kegiatan rekreasi dan ekowisata. Hal ini memberikan peluang tambahan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat lokal melalui sektor pariwisata.

Agroforestri menawarkan berbagai manfaat yang saling melengkapi, baik untuk lingkungan, ekonomi, maupun sosial. Dengan potensi besar untuk meningkatkan keberlanjutan dan kesejahteraan, sistem ini menjadi solusi penting untuk menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim, degradasi lahan, dan ketahanan pangan. Oleh karena itu, agroforestri layak mendapat perhatian lebih besar dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, akademisi, dan masyarakat umum, untuk diterapkan secara lebih luas.

Bab 6

Teknik dan Desain Agroforestri

Agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pertanian, pohon, dan/atau peternakan dalam satu unit lahan. Desain dan teknik agroforestri yang tepat menjadi kunci keberhasilan dalam mencapai keberlanjutan ekologi, ekonomi, dan sosial. Bab ini akan membahas secara mendalam berbagai teknik dan pendekatan desain agroforestri yang dapat diimplementasikan untuk mendukung pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

6.1 Prinsip-Prinsip Dasar Desain Agroforestri

Desain agroforestri harus berdasarkan prinsip-prinsip berikut:

1) Keanekaragaman:

Mengintegrasikan berbagai spesies tanaman dan pohon untuk meningkatkan biodiversitas.

2) Kestinambungan:

Memastikan siklus ekosistem tetap berjalan melalui rotasi tanaman dan penggunaan bahan organik.

3) Efisiensi Pemanfaatan Sumber Daya:

Mengoptimalkan penggunaan cahaya matahari, air, dan nutrisi tanah dengan kombinasi tanaman dan pohon yang saling melengkapi.

4) Fleksibilitas dan Adaptabilitas:

Desain harus dapat disesuaikan dengan kondisi lokal, termasuk jenis tanah, iklim, dan kebutuhan masyarakat.

5) Manfaat Multifungsi:

Memberikan manfaat ekonomi, ekologi, dan sosial yang seimbang.

6.2 Komponen dalam Desain Agroforestri

6.2.1 Jenis Tanaman dan Pohon

Pemilihan tanaman dan pohon adalah langkah awal dalam desain agroforestri. Komponen ini harus memperhatikan:

1) Spesies Pohon: Memilih pohon yang memiliki fungsi ganda, seperti peneduh, penghasil buah, kayu, atau bahan bakar.

- 2) Tanaman Semusim dan Tahunan: Kombinasi tanaman semusim (seperti jagung atau kacang-kacangan) dengan tanaman tahunan (seperti kopi atau kakao).
- 3) Tanaman Penutup Tanah: Untuk mengurangi erosi dan menjaga kesuburan tanah.

6.2.2 Struktur Ruang dan Pola Tanam

Desain agroforestri harus memperhatikan:

- 1) Stratifikasi Vertikal: Menempatkan tanaman dengan ketinggian berbeda untuk mengoptimalkan penggunaan cahaya matahari.
- 2) Pola Horizontal: Penanaman berbaris, lorong, atau blok untuk memudahkan manajemen.
- 3) Zonasi: Penempatan berdasarkan jarak dari rumah atau pusat kegiatan untuk efisiensi akses.

6.2.3 Manajemen Sumber Daya

- 1) Air: Menggunakan teknik irigasi hemat air seperti drip irrigation atau rainwater harvesting.
- 2) Nutrisi: Pemupukan organik, seperti kompos dan pupuk kandang, serta penanaman leguminosa untuk fiksasi nitrogen.
- 3) Tanah: Pengendalian erosi melalui terasering atau guludan.

6.3 Teknik-Teknik Agroforestri

6.3.1 Alley Cropping

Sistem ini mengkombinasikan tanaman semusim yang ditanam di antara barisan pohon atau semak. Keunggulannya adalah:

- 1) Mengurangi erosi tanah.
- 2) Menyediakan tempat bagi pohon untuk tumbuh tanpa mengganggu produksi tanaman semusim.

6.3.2 Silvopastura

Teknik yang mengintegrasikan pohon dengan padang rumput untuk peternakan. Manfaatnya meliputi:

- 1) Menyediakan pakan ternak dari dedaunan pohon.
- 2) Meningkatkan kualitas tanah melalui kotoran ternak.

6.3.3 Agroforestri Berbasis Lorong (Contour Hedgerow)

Penanaman pohon atau semak secara sejajar dengan kontur tanah untuk mengurangi erosi dan meningkatkan retensi air.

6.3.4 Sistem Tumpangsari (Intercropping)

Menggabungkan dua atau lebih tanaman dalam satu lahan. Teknik ini berguna untuk:

- 1) Memaksimalkan penggunaan lahan.
- 2) Mengurangi risiko kegagalan panen.

6.3.5 Hutan Rakyat

Menggunakan lahan marginal untuk menanam pohon-pohon produktif, seperti jati atau mahoni, yang dikombinasikan dengan tanaman pangan atau obat-obatan.

6.4 Langkah-Langkah Perencanaan Desain Agroforestri

1) Analisis Kondisi Lahan:

Memahami karakteristik fisik lahan seperti topografi, jenis tanah, dan iklim.

2) Identifikasi Kebutuhan dan Tujuan:

Menyesuaikan desain dengan kebutuhan petani, seperti hasil pangan, kayu, atau konservasi.

3) Pemilihan Komponen:

Menentukan kombinasi tanaman, pohon, dan hewan ternak yang optimal.

4) Pembuatan Sketsa Desain:

Menggambar tata letak yang mencakup zonasi, pola tanam, dan struktur ruang.

5) Implementasi dan Monitoring:

Melaksanakan desain dan memantau hasil untuk melakukan perbaikan jika diperlukan.

6.5 Studi Kasus Implementasi Agroforestri

6.5.1 Agroforestri di Lahan Kering

Salah satu contoh sukses adalah implementasi agroforestri di daerah Nusa Tenggara Timur. Dengan teknik alley cropping dan penanaman pohon jati, petani dapat meningkatkan hasil panen sekaligus merehabilitasi lahan kritis.

6.5.2 Agroforestri untuk Konservasi DAS

Di wilayah hulu Sungai Citarum, teknik contour hedgerow digunakan untuk mengurangi erosi dan sedimentasi. Kombinasi pohon durian, alpukat, dan tanaman penutup tanah memberikan manfaat ekonomi dan ekologi.

6.6 Tantangan dan Solusi dalam Desain Agroforestri

- 1) Tantangan Sosial: Kurangnya pemahaman petani tentang manfaat agroforestri. Solusi: Pelatihan dan pendampingan intensif.
- 2) Tantangan Ekonomi: Investasi awal yang tinggi. Solusi: Penyediaan akses kredit atau subsidi.
- 3) Tantangan Teknis: Kesulitan dalam memilih kombinasi tanaman yang tepat. Solusi: Kerja sama dengan ahli agronomi dan kehutanan.

Desain dan teknik agroforestri yang tepat dapat memberikan solusi berkelanjutan untuk masalah lingkungan, ekonomi, dan sosial. Dengan memperhatikan prinsip-prinsip dasar, memilih komponen yang sesuai, dan menerapkan teknik yang efektif, agroforestri dapat menjadi pendekatan unggulan dalam pengelolaan lahan terpadu. Monitoring dan adaptasi juga diperlukan untuk memastikan keberhasilan jangka panjang sistem agroforestri ini.

Bab 7

Agroforestri Indonesia

7.1. Agroforestri di Pulau Sumatera

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan pohon, tanaman, dan/atau ternak di lahan yang sama secara ekologis dan ekonomis berkelanjutan. Di Pulau Sumatera, agroforestri telah menjadi bagian penting dari sistem pertanian tradisional maupun modern, mengingat kekayaan keanekaragaman hayati dan kondisi ekologi wilayah ini. Berikut adalah penjelasan mengenai jenis dan bentuk agroforestri yang umum di Pulau Sumatera:

1. Berdasarkan Komponen Utama Sistem Agroforestri

1) Agrosilvikultur (Tanaman dan Pohon)

Sistem ini mengombinasikan tanaman pertanian dengan pohon-pohon berkayu. Beberapa contohnya di Sumatera:

a) Kebun campur:

Kombinasi tanaman pangan (padi ladang, jagung, ubi) dengan pohon kayu (seperti sengon, meranti, atau durian) atau pohon buah-buahan (seperti mangga, rambutan).

b) Kopi dan karet di bawah naungan pohon:

Banyak ditemukan di Sumatera Selatan, Lampung, dan Jambi. Pohon seperti dadap (*Erythrina* spp.) digunakan sebagai pelindung tanaman kopi atau karet.

2) Silvopastura (Pohon dan Ternak)

Sistem ini mengintegrasikan pohon atau hutan dengan peternakan. Contohnya:

a) Padang penggembalaan di hutan rakyat:

Petani membiarkan ternak seperti sapi, kerbau, atau kambing merumput di bawah tegakan pohon akasia atau karet.

b) Hutan penghasil pakan ternak:

Di Sumatera Utara, petani sering memanfaatkan area hutan atau kebun campur untuk mengambil daun pohon sebagai pakan ternak.

3) Agrosilvopastura (Tanaman, Pohon, dan Ternak)

Sistem ini mencakup kombinasi tanaman, pohon, dan ternak dalam satu unit lahan.

Contohnya:

Di Sumatera Barat, petani menanam tanaman pangan di bawah pohon karet atau durian, sambil menggembalakan ternak seperti ayam, kambing, atau itik di area yang sama.

2. Berdasarkan Fungsi Utama Sistem Agroforestri

1) Produksi Pangan

Agroforestri yang difokuskan untuk menghasilkan pangan, baik tanaman pangan maupun buah-buahan.

Kebun durian dan cempedak:

Sistem agroforestri yang populer di daerah Sumatera Selatan dan Sumatera Barat.

Kombinasi padi ladang dan pohon buah-buahan:

Umum dilakukan oleh masyarakat adat di wilayah Bukit Barisan.

2) Produksi Kayu dan Non-Kayu

Fokus sistem ini adalah menghasilkan kayu atau hasil hutan non-kayu (seperti getah, resin).

Hutan karet (Rubber Agroforestry System):

Praktik ini sangat umum di Jambi, Sumatera Selatan, dan Riau. Sistem ini memadukan tanaman karet dengan tanaman pangan atau pohon kayu keras lainnya.

Tanaman gaharu di bawah tegakan hutan:

Sistem ini dilakukan di beberapa daerah di Aceh dan Riau.

3) Pelestarian Lingkungan

Agroforestri yang bertujuan untuk rehabilitasi lahan kritis dan konservasi lingkungan.

Reboisasi hutan dengan tanaman kopi atau kakao:

Banyak dilakukan di dataran tinggi Sumatera Barat dan Sumatera Selatan.

Kombinasi pohon pelindung dengan tanaman semusim:

Seperti tanaman jati, sengon, atau mahoni dengan jagung atau kacang tanah.

3. Berdasarkan Sistem Pengelolaan Tradisional

1) Repong Damar

Sistem agroforestri khas di Lampung Barat. Kombinasi pohon damar (*Shorea javanica*) dengan tanaman buah seperti durian, jengkol, petai, dan

kopi. Sistem ini tidak hanya ekonomis tetapi juga melestarikan keanekaragaman hayati.

2) Parak Minangkabau

Sistem agroforestri tradisional di Sumatera Barat, di mana lahan di sekitar rumah ditanami berbagai jenis pohon buah (durian, mangga), tanaman rempah (cengkeh, kayu manis), dan tanaman pangan. Parak sering dianggap sebagai bentuk kebun campur yang sangat kompleks.

3) Talun-Kebun

Sistem agroforestri rotasi yang melibatkan pohon hutan dan tanaman semusim, banyak ditemukan di Sumatera Selatan dan Bengkulu. Petani biasanya menanam padi ladang atau jagung di antara pohon karet atau durian.

4. Berdasarkan Tata Ruang Sistem

1) Sistem Linier (*Alley Cropping*)

Pohon ditanam dalam barisan sejajar, dengan tanaman semusim di antaranya.

Contoh: Penanaman kayu sengon dengan jagung atau kacang hijau di Sumatera Utara.

2) Sistem Blok (*Block Agroforestry*)

Pohon dan tanaman semusim ditanam dalam blok terpisah, misalnya pohon karet di satu bagian, sementara tanaman padi ladang di bagian lainnya. Umum ditemukan di kawasan transmigrasi di Riau dan Jambi.

3) Sistem Kebun Campur (*Mixed Cropping*)

Beragam tanaman dan pohon ditanam secara acak dalam satu lahan. Kebun ini biasanya kaya akan jenis tanaman, seperti kebun parak di Sumatera Barat.

5. Berdasarkan Lokasi Ekosistem

1) Dataran Rendah

Sistem agroforestri di dataran rendah seperti Riau dan Lampung biasanya berfokus pada tanaman kelapa sawit, karet, atau kakao yang dikombinasikan dengan tanaman tumpang sari (jagung, cabai).

2) Dataran Tinggi

Di dataran tinggi Bukit Barisan (Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat), kopi arabika sering dikombinasikan dengan pohon pelindung. Tanaman rempah seperti cengkeh juga banyak ditemukan.

Agroforestri di Pulau Sumatera tidak hanya memiliki nilai ekonomi tinggi tetapi juga menjadi bagian penting dalam pelestarian ekologi dan budaya setempat. Sistem ini mencerminkan interaksi manusia dengan alam secara harmonis dan berkelanjutan.

7.2. Agroforestri Di Pulau Jawa

Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan pohon atau tanaman kayu-kayuan dengan tanaman pertanian atau peternakan pada satu lahan untuk menghasilkan manfaat ekologi, ekonomi, dan sosial. Di Pulau Jawa, agroforestri berkembang dengan berbagai jenis dan bentuk karena faktor-faktor seperti kebutuhan ekonomi masyarakat, budaya lokal, dan kondisi geografis. Berikut penjelasan detail mengenai jenis-jenis dan bentuk agroforestri di Pulau Jawa:

1. Berdasarkan Komponen Utama

a. Agrosilvikultur

Sistem ini menggabungkan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian. Contohnya adalah:

Tumpangsari: Kombinasi tanaman hutan (seperti jati atau mahoni) dengan tanaman semusim (padi, jagung, atau kacang-kacangan).

Pekarangan: Sistem yang umum ditemukan di pedesaan, di mana tanaman buah (seperti mangga, jambu, atau durian) dipadukan dengan sayuran dan rempah-rempah (cabai, jahe, atau kunyit).

b. Silvopastura

Menggabungkan tanaman kehutanan dengan kegiatan peternakan. Contohnya:

Lahan hutan yang digunakan untuk menggembalakan ternak (sapi, kambing, atau domba) sambil menanam pohon seperti sengon atau akasia.

c. Agrosilvopastura

Mengintegrasikan tanaman kehutanan, pertanian, dan peternakan. Contoh:

Petani menanam tanaman keras seperti albasia (sengon) atau mahoni, di sela-sela tanaman pangan seperti singkong atau jagung, sambil memanfaatkan lahan untuk memelihara kambing atau ayam.

2. Berdasarkan Susunan Vertikal

a. Sistem Berlapis (Multistrata)

Mengintegrasikan tanaman dengan berbagai strata atau lapisan berdasarkan ketinggian. Contoh:

Tanaman keras tinggi seperti kelapa atau durian, tanaman sedang seperti pisang atau kopi, dan tanaman rendah seperti jahe atau sayuran.

b. Monokultur Beragam

Satu jenis pohon utama dengan tanaman lain yang berbeda di bawahnya. Contohnya adalah kombinasi jati dengan jagung atau kacang hijau di masa awal pertumbuhan pohon jati.

3. Berdasarkan Fungsi

a. Produksi

Sistem agroforestri yang ditujukan untuk meningkatkan hasil ekonomi. Contohnya:

Tanaman kopi yang ditanam di bawah naungan pohon keras seperti sengon, kaliandra, atau petai.

b. Konservasi

Sistem agroforestri yang difokuskan untuk melestarikan tanah, air, dan lingkungan. Contoh:

Tanaman rumput vetiver di lereng bukit untuk mengurangi erosi, dipadukan dengan tanaman keras seperti alpukat atau suren.

4. Berdasarkan Pola Penanaman

a. Kombinasi Linier

Tanaman kehutanan dan pertanian ditanam secara bergaris-garis atau berbaris. Contoh:

Penanaman sengon di barisan tertentu, dengan tanaman kacang-kacangan atau padi di antara barisan.

b. Mosaik

Tanaman kehutanan, pertanian, dan peternakan dikelola dalam pola yang tidak beraturan seperti mosaik, biasanya di lahan pekarangan.

5. Contoh Khusus Agroforestri di Pulau Jawa

a. Sistem Pekarangan Tradisional

Pekarangan di Pulau Jawa sering menjadi contoh agroforestri yang khas, dengan campuran tanaman pangan, tanaman obat, dan pohon keras untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

b. Tumpangsari di Perhutani

Lahan-lahan milik Perhutani sering digunakan dengan pola tumpangsari, di mana petani menanam tanaman semusim di bawah tegakan hutan jati atau pinus selama pohon-pohon tersebut masih muda.

c. Kebun Kopi Bernaung

Di daerah pegunungan seperti Jawa Barat, agroforestri berbasis kopi banyak dijumpai, dengan tanaman kopi yang ditanam di bawah pohon penayang seperti sengon, mahoni, atau kaliandra.

6. Manfaat Agroforestri di Pulau Jawa

a. Ekonomi: Memberikan pendapatan tambahan dari berbagai sumber (hasil kayu, buah, dan hasil tani).

b. Ekologi: Mengurangi erosi, meningkatkan kesuburan tanah, dan melindungi sumber air.

c. Sosial: Menjadi sumber pangan dan obat-obatan bagi masyarakat pedesaan.

Agroforestri di Pulau Jawa memiliki variasi bentuk sesuai dengan kebutuhan masyarakat lokal dan karakteristik lingkungan, sehingga menjadi solusi efektif untuk pengelolaan lahan berkelanjutan.

7.3. Agroforestri di Pulau Kalimantan

Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pangan, pohon, dan ternak pada lahan yang sama, baik secara simultan maupun bergilir, untuk menciptakan manfaat ekologi, sosial, dan ekonomi yang berkelanjutan. Di Pulau Kalimantan, agroforestri berkembang dengan berbagai jenis dan bentuk yang disesuaikan dengan kondisi geografis, sosial, dan budaya masyarakat setempat. Berikut adalah penjelasan detail dan komprehensif tentang jenis dan bentuk agroforestri di Kalimantan:

1. Berdasarkan Komponen Utama

a. Agrosilvikultur

Penggabungan tanaman pangan dan pohon kayu

Sistem ini melibatkan kombinasi tanaman pangan (padi ladang, jagung, ubi kayu) dengan pohon kayu atau pohon buah.

Contoh di Kalimantan: Ladang berpohon, di mana masyarakat Dayak menanam padi di antara pohon hutan seperti durian, tengkawang, atau karet.

Manfaat: Menjaga kesuburan tanah, mengurangi erosi, dan menyediakan bahan pangan serta kayu.

b. Silvopastura

Kombinasi pohon dan peternakan

Sistem ini mengintegrasikan pohon hutan dengan penggembalaan ternak (sapi, kambing).

Contoh di Kalimantan: Pengelolaan lahan dengan tanaman karet atau sengon yang diselingi padang rumput untuk menggembalakan sapi.

Manfaat: Mengoptimalkan fungsi lahan, menyediakan pakan ternak, dan melestarikan vegetasi.

c. Agrosilvopastura

Kombinasi tanaman pangan, pohon, dan peternakan

Sistem ini mengintegrasikan tanaman pangan, pohon kayu/buah, dan peternakan dalam satu lahan.

Contoh di Kalimantan: Masyarakat memanfaatkan ladang berpohon dengan menambahkan ternak seperti ayam dan kambing untuk meningkatkan pendapatan.

Manfaat: Meningkatkan keberlanjutan ekosistem dan diversifikasi sumber penghasilan.

d. Silvofishery

Kombinasi hutan dan perikanan

Sistem ini menggabungkan pohon mangrove atau rawa dengan budidaya ikan atau udang.

Contoh di Kalimantan: Budidaya tambak udang atau ikan bandeng yang dilakukan di sekitar hutan mangrove di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur.

Manfaat: Melindungi ekosistem mangrove, mengurangi intrusi air laut, dan meningkatkan hasil perikanan.

2. Berdasarkan Bentuk Implementasi Lokal

a. Tembawang (Hutan Adat Masyarakat Dayak)

Deskripsi: Hutan adat yang dikelola secara tradisional oleh masyarakat Dayak.

Ciri khas: Kombinasi tanaman hutan (tengkawang, durian, meranti) dengan tanaman pangan (padi ladang) dan tanaman herbal.

Manfaat: Pelestarian hutan, pemenuhan kebutuhan pangan, dan keanekaragaman hayati.

b. Kebun Karet Rakyat

Deskripsi: Sistem agroforestri berbasis karet (*Hevea brasiliensis*).

Ciri khas: Pohon karet dikelola bersamaan dengan tanaman pangan seperti jagung, ubi, atau pisang pada awal penanaman.

Manfaat: Sumber pendapatan utama masyarakat pedesaan dan perlindungan lingkungan.

c. Kebun Buah Campuran

Deskripsi: Kebun dengan berbagai jenis pohon buah (durian, rambutan, langsung, manggis).

Ciri khas: Memanfaatkan lahan keluarga untuk diversifikasi tanaman.

Manfaat: Menghasilkan produk buah musiman untuk konsumsi dan pasar lokal.

d. Huma (Ladang Berpindah)

Deskripsi: Sistem tradisional masyarakat Dayak yang memanfaatkan lahan hutan untuk bercocok tanam padi secara bergilir.

Ciri khas: Setelah padi dipanen, lahan dibiarkan kembali ke alam dengan ditanami pohon hutan.

Manfaat: Menjaga kesuburan tanah dan menghindari deforestasi permanen.

3. Berdasarkan Tujuan dan Manfaat Ekologi

a. Agroforestri Konservasi

Deskripsi: Sistem agroforestri yang bertujuan untuk melindungi lingkungan, seperti daerah tangkapan air.

Contoh di Kalimantan: Penanaman pohon sengon, durian, dan bambu di sekitar sungai atau lereng bukit.

Manfaat: Mengurangi erosi, meningkatkan cadangan air, dan melestarikan keanekaragaman hayati.

b. Agroforestri Produktif

Deskripsi: Sistem yang fokus pada hasil produksi ekonomi seperti kayu, buah, atau hasil ternak.

Contoh di Kalimantan: Kebun sawit tumpang sari dengan kakao atau kopi.

Manfaat: Mendukung kebutuhan ekonomi masyarakat setempat.

4. Berdasarkan Skala Pengelolaan

a. Skala Tradisional

Sistem dikelola oleh keluarga atau komunitas kecil menggunakan pengetahuan lokal.

Contoh: Hutan tembawang dan huma tradisional masyarakat Dayak.

b. Skala Modern

Sistem yang mengadopsi teknologi dan pendekatan ilmiah untuk meningkatkan produktivitas.

Contoh: Agroforestri berbasis perkebunan karet atau sawit dengan praktik tumpang sari.

Agroforestri di Kalimantan tidak hanya memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal, tetapi juga mendukung konservasi lingkungan. Bentuk-bentuknya menunjukkan bagaimana tradisi dan inovasi berpadu untuk mengelola lahan secara berkelanjutan di tengah tantangan modernisasi dan deforestasi.

7.4. Agroforestri di Bali dan Nusa Tenggara

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pertanian, pohon kayu, dan/atau peternakan dalam satu unit manajemen lahan untuk meningkatkan produktivitas, keberlanjutan ekosistem, dan manfaat sosial-ekonomi. Di Bali, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT), agroforestri memiliki peran penting karena keberagaman ekosistem dan kebutuhan masyarakat yang bergantung pada pertanian subsisten serta pengelolaan sumber daya alam.

Berikut ini adalah nama-nama, jenis-jenis, dan bentuk agroforestri di kawasan ini:

7.4.1. Nama dan Praktik Agroforestri di Bali

1. Subak Abian

Subak Abian adalah sistem agroforestri tradisional di Bali, terutama di dataran tinggi. Ini melibatkan penanaman pohon seperti kelapa, kopi, cengkeh, dan kakao yang dikombinasikan dengan tanaman semusim.

Subak Abian juga mencerminkan harmoni antara manusia dan alam, berlandaskan filosofi Tri Hita Karana (hubungan manusia dengan Tuhan, sesama, dan alam).

2. Tegal

Sistem tegal di Bali mengacu pada ladang kering atau pekarangan yang memadukan tanaman pangan dengan pohon-pohon produktif seperti kelapa, mangga, dan pisang.

Jenis-Jenis dan Bentuk

1. Agrosilvikultur

Kombinasi tanaman pangan seperti padi gogo, jagung, dan singkong dengan pohon kelapa, kopi, atau bambu.

2. Silvopastoral

Sistem pengelolaan ternak (misalnya sapi Bali) di bawah pohon kelapa atau di lahan dengan vegetasi alami.

3. Agrosilvopastoral

Kombinasi tanaman pangan, pohon produktif, dan ternak di lahan yang sama. Contohnya adalah ladang dengan pohon kelapa, tanaman kacang tanah, dan ternak babi.

7.4.2. Agroforestri di Nusa Tenggara Barat (NTB)

1. Waru Bako

Sistem tradisional masyarakat Sasak yang mengintegrasikan pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan tanaman pangan seperti jagung dan kacang-kacangan di lahan kering.

2. Kombinasi Kebun dan Hutan Jati

Banyak lahan di NTB ditanami jati (*Tectona grandis*), yang dikombinasikan dengan tanaman semusim seperti ubi jalar atau kacang hijau di antara barisan pohon.

Jenis-Jenis dan Bentuk

1. Agrosilvikultur

Kombinasi tanaman pangan dengan pohon jati, mahoni, dan gamal (*Gliricidia sepium*). Pohon ini sering digunakan untuk kayu bakar atau pupuk hijau.

2. Silvopastoral

Sistem penggembalaan sapi atau kambing di lahan berhutan. Contohnya adalah peternakan sapi di bawah pohon jati atau akasia.

3. Boundary Planting

Penanaman pohon-pohon pelindung seperti lamtoro (*Leucaena leucocephala*) di perbatasan lahan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan menyediakan pakan ternak.

7.4.3. Agroforestri di Nusa Tenggara Timur (NTT)

1. Mamar

Sistem agroforestri tradisional masyarakat Timor yang mengintegrasikan pohon seperti asam (*Tamarindus indica*), lontar (*Borassus flabellifer*), dan jambu mete dengan tanaman pangan. Mamar sering menjadi sumber utama pendapatan masyarakat.

2. Kebun Lontar dan Asam

Di wilayah kering, pohon lontar dimanfaatkan untuk gula aren, sedangkan asam untuk bahan makanan atau obat. Di bawah pohon sering ditanam tanaman kecil seperti kacang hijau.

Jenis-Jenis dan Bentuk

1. Agrosilvikultur

Kombinasi tanaman pangan (jagung, kacang-kacangan) dengan pohon seperti jambu mete, lontar, dan gamal.

2. Silvopastoral

Sistem penggembalaan ternak seperti sapi dan kambing di bawah pohon lontar atau di sekitar mamar.

3. *Homegarden*

Pekarangan rumah yang ditanami tanaman sayur, pohon buah (seperti mangga dan pepaya), serta ternak kecil seperti ayam dan kambing.

Manfaat dan Tantangan Agroforestri

Manfaat

1. Ekonomi: Diversifikasi pendapatan melalui hasil tanaman, kayu, dan ternak.
2. Ekologi: Menjaga kesuburan tanah, mengurangi erosi, dan meningkatkan keanekaragaman hayati.
3. Sosial-Budaya: Mendukung keberlanjutan tradisi lokal seperti Subak Abian dan Mamar.

Tantangan

1. Iklim Kering: Di NTB dan NTT, curah hujan rendah dan tanah berbatu menjadi kendala produktivitas.

2. Konflik Lahan: Alih fungsi lahan untuk infrastruktur atau pertanian intensif mengancam praktik tradisional.
3. Kurangnya Pengetahuan: Tidak semua petani memahami teknik agroforestri modern yang lebih efektif.

Agroforestri di Bali, NTB, dan NTT adalah bukti adaptasi masyarakat terhadap kondisi alam setempat. Sistem ini perlu didukung oleh kebijakan dan program pemerintah yang memperhatikan nilai ekologis dan budaya setempat.

7.5. Agroforestri di Pulau Sulawesi dan Kepulauan Maluku

Agroforestri di Pulau Sulawesi dan Kepulauan Maluku merupakan sistem pengelolaan lahan yang memadukan berbagai komponen tanaman pangan, tanaman perkebunan, tanaman kehutanan, serta peternakan. Sistem ini sudah lama diterapkan masyarakat lokal untuk mempertahankan keberlanjutan ekosistem sekaligus memenuhi kebutuhan ekonomi mereka. Berikut adalah penjelasan nama, jenis, dan berbagai bentuk agroforestri yang umum di kawasan tersebut:

7.5.1. Nama-Nama dan Jenis Agroforestri Sulawesi

1. Kebun Campuran (*Mixed Garden*):
Contoh: Kebun kakao di Sulawesi Tengah dan Selatan.
Mencakup kakao, kopi, dan cengkih, sering dikombinasikan dengan tanaman buah seperti durian, rambutan, dan pisang.
2. Sistem Ladang Berpindah:
Umum di Sulawesi Utara dan Sulawesi Tengah.
Mengintegrasikan tanaman pangan (padi ladang, jagung, ubi kayu) dengan pohon keras seperti kayu manis dan damar.
3. Pekarangan Tradisional (Home Garden):
Banyak ditemukan di sekitar pemukiman penduduk di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat.
Beragam jenis tanaman, seperti pisang, kelapa, sayuran, dan pohon pelindung.
4. Sistem Kakao Berbasis Agroforestri:
Sulawesi dikenal sebagai sentra kakao Indonesia.
Kakao ditanam bersama pohon pelindung seperti sengon dan gamal.

7.5.2. Nama-Nama dan Jenis Agroforestri Maluku

1. Dusung (Agroforestri Tradisional):

Sistem khas Maluku yang mencakup tanaman pala, cengkih, kelapa, dan pohon buah seperti durian, langsung, atau mangga.

Diterapkan secara turun-temurun di Maluku Utara dan Maluku Tengah.

2. Sasi Laut dan Darat:

Kombinasi agroforestri dan praktik konservasi tradisional.

Mengelola tanaman seperti sagu di daratan dengan prinsip sasi (larangan eksploitasi pada periode tertentu).

3. Sistem Pala-Cengkih:

Pala dan cengkih sebagai komoditas utama ditanam bersamaan dengan pohon pelindung dan tanaman pangan seperti ubi kayu atau jagung.

Bentuk-Bentuk Agroforestri

1. Berdasarkan Komponen Vegetasi

a) Agrosilvikultur (Tanaman Pangan dan Kehutanan):

Contoh: Tanaman padi ladang atau jagung yang diselingi pohon kayu seperti damar dan mahoni.

b) Silvopastura (Kehutanan dan Peternakan):

Contoh: Pohon kelapa atau kakao yang digabungkan dengan ternak sapi atau kambing.

c) Agrosilvopastura (Kombinasi Pangan, Kehutanan, dan Peternakan):

Contoh: Pekarangan di Sulawesi yang menggabungkan ternak ayam, tanaman sayur, dan pohon buah-buahan.

2. Berdasarkan Pola dan Desain

a) Sistem Garis Kontur:

Di daerah perbukitan seperti Sulawesi Selatan, tanaman pangan ditanam di antara barisan pohon pelindung untuk mengurangi erosi.

b) Sistem Lahan Berpetak:

Banyak ditemukan di Maluku dengan tanaman pala, cengkih, atau kelapa yang dipisahkan per petak dengan tanaman sela seperti sagu atau pisang.

c) Pola Tumpangsari:

Kombinasi tanaman tahunan (misalnya kakao dan cengkih) dengan tanaman semusim (misalnya jagung dan ubi kayu).

3. Manfaat dan Kelebihan Agroforestri di Wilayah Ini

a) Keberlanjutan Ekosistem:

Menjaga kesuburan tanah dan mengurangi risiko erosi, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi.

b) Diversifikasi Pendapatan:

Kombinasi tanaman tahunan dan semusim memungkinkan pendapatan yang stabil sepanjang tahun.

c) Kearifan Lokal:

Sistem seperti dusung dan sasi mendukung kelestarian sumber daya alam melalui nilai-nilai adat.

d) Konservasi Keanekaragaman Hayati:

Agroforestri mendukung pelestarian flora dan fauna lokal dengan menyediakan habitat yang heterogen.

4. Contoh Nyata:

a) Dusung di Ternate dan Tidore (Maluku Utara):

Kombinasi pala, cengkih, dan kelapa yang tumbuh alami dalam sistem agroforestri tradisional.

b) Kebun Kakao Sulawesi Barat:

Kakao ditanam bersama tanaman buah dan pohon pelindung untuk meningkatkan hasil panen dan melindungi lahan dari kerusakan.

Agroforestri di Sulawesi dan Maluku menunjukkan bagaimana masyarakat lokal memanfaatkan kearifan tradisional dan pengetahuan ekologis untuk menciptakan sistem yang berkelanjutan. Model ini berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan, konservasi lingkungan, dan penguatan ekonomi lokal.

7.6. Agroforestri di Papua

Agroforestri di Papua adalah salah satu sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian atau peternakan untuk menciptakan ekosistem yang produktif, berkelanjutan, dan bermanfaat secara ekologis serta sosial-ekonomi. Sistem ini sangat cocok diterapkan di Papua karena keragaman hayati yang tinggi, kekayaan budaya lokal, dan ketersediaan lahan luas.

7.6.1. Nama dan Jenis Agroforestri di Papua

Agroforestri di Papua sering kali berbasis pada kearifan lokal masyarakat adat, dengan pendekatan yang disesuaikan dengan kondisi ekologis, sosial, dan ekonomi setempat. Beberapa bentuk agroforestri di Papua meliputi:

1. Agrosilvikultur

Sistem ini mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian. Di Papua, agrosilvikultur sering dilakukan dengan menggabungkan tanaman pangan lokal seperti ubi jalar, keladi, dan sagu dengan pohon-pohon seperti kayu besi (*Eusideroxylon zwageri*) dan pohon buah lokal (misalnya durian, matoa, atau buah merah).

1. Silvopastura

Sistem ini mengkombinasikan kehutanan dengan peternakan. Masyarakat Papua menggunakan padang rumput alami di bawah tegakan pohon untuk menggembalakan ternak seperti babi dan ayam, yang merupakan bagian penting dari budaya dan ekonomi lokal.

2. Agrosilvopastura

Kombinasi antara kehutanan, tanaman pertanian, dan peternakan. Bentuk ini ditemukan di beberapa wilayah Papua di mana masyarakat menanam tanaman pangan, memelihara ternak, dan menjaga pohon-pohon hutan untuk hasil kayu atau buah.

3. Apiculture Agroforestry

Sistem ini mengintegrasikan pohon dan tanaman berbunga dengan pemeliharaan lebah madu. Madu lokal Papua, seperti madu dari lebah hutan *Apis dorsata*, merupakan produk bernilai tinggi yang mendukung ekonomi masyarakat.

4. Hutan Rakyat atau Agroforestasi Tradisional

Masyarakat adat di Papua sering kali memelihara hutan tradisional yang di dalamnya tumbuh berbagai tanaman kayu, buah-buahan, dan rempah-rempah yang dikelola secara berkelanjutan. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber penghidupan, tetapi juga menjaga ekosistem hutan.

7.6.2. Bentuk-Bentuk Agroforestri di Papua

1. Sistem Ladang Berpindah

Deskripsi: Tradisional di banyak wilayah pedalaman Papua, masyarakat membuka lahan di hutan untuk menanam tanaman pangan seperti ubi, talas,

atau jagung. Setelah beberapa tahun, lahan dibiarkan kembali menjadi hutan (proses fallow).

Manfaat: Menjaga kesuburan tanah, mencegah erosi, dan memungkinkan regenerasi alami.

2. Kebun Campuran

Deskripsi: Kebun ini mencakup berbagai jenis tanaman yang tumbuh bersama, seperti sagu, pisang, buah merah, dan kacang-kacangan, serta pohon untuk kayu atau buah.

Manfaat: Mengoptimalkan produktivitas lahan, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan menyediakan sumber pangan yang beragam.

3. Pekarangan Rumah

Deskripsi: Masyarakat Papua sering menanam pohon buah-buahan, sayuran, dan tanaman rempah di sekitar rumah mereka, sering digabungkan dengan pemeliharaan hewan.

Manfaat: Menyediakan kebutuhan pangan sehari-hari, serta hasil tambahan untuk dijual di pasar lokal.

4. Sistem Sagu Berbasis Agroforestri

Deskripsi: Sagu (*Metroxylon sagu*) adalah tanaman penting di Papua. Sistem ini memadukan budidaya sagu dengan tanaman lain seperti pisang, kelapa, atau pohon hutan.

Manfaat: Meningkatkan ketahanan pangan dan menyediakan bahan mentah untuk industri lokal.

5. Sistem Agroforestri Berbasis Buah Merah

Deskripsi: Pohon buah merah (*Pandanus conoideus*) sering dikombinasikan dengan tanaman lain seperti kopi atau kakao di wilayah pegunungan Papua.

Manfaat: Menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi yang sering digunakan untuk makanan, obat-obatan, dan kosmetik.

7.6.3. Manfaat Agroforestri di Papua

1. Ekologi

Melestarikan keanekaragaman hayati.

Mencegah erosi tanah dan meningkatkan kesuburan tanah.

Memperbaiki siklus air lokal.

2. Ekonomi

Memberikan pendapatan tambahan dari hasil hutan non-kayu seperti madu, buah, atau rempah.

Memanfaatkan tanaman multifungsi untuk konsumsi rumah tangga dan pasar lokal.

3. Sosial dan Budaya

Menjaga tradisi dan kearifan lokal masyarakat adat.

Meningkatkan ketahanan pangan melalui diversifikasi tanaman.

Agroforestri di Papua adalah contoh harmonisasi antara manusia dan alam, yang memainkan peran penting dalam pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan pemberdayaan masyarakat adat.

Bab 8

Agroforestri Khas Indonesia

Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan pohon-pohonan dengan tanaman semusim atau peternakan dalam satu unit pengelolaan, untuk meningkatkan keberlanjutan ekologi, ekonomi, dan sosial. Di Pulau Sumatera, bentuk-bentuk agroforestri berkembang berdasarkan kondisi geografis, budaya lokal, dan kebutuhan masyarakat. Berikut adalah penjelasan komprehensif tentang nama-nama dan bentuk agroforestri yang umum ditemukan di Pulau Sumatera:

8.1. Kebun Duren (Agroforestri Buah) di Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan Jambi

Deskripsi: Sistem agroforestri ini memanfaatkan pohon durian (*Durio spp.*) sebagai tanaman utama yang dikombinasikan dengan tanaman semusim seperti cabai, jagung, atau sayuran lainnya. **Lokasi:** Banyak ditemukan di Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan Jambi, karena tanah vulkanik yang subur mendukung pertumbuhan durian. **Manfaat:** Memberikan hasil ekonomi dari buah durian, sementara tanaman semusim meningkatkan produktivitas lahan.



Gambar 8.1. Sistem tradisional agroforestri kebun duren masyarakat di Sumatera Selatan

8.2. Parak di Sumatera Barat

Deskripsi: Sistem tradisional agroforestri masyarakat Minangkabau di Sumatera Barat. Parak menggabungkan tanaman tahunan (seperti durian, petai, atau jengkol) dengan tanaman semusim (padi ladang, ubi kayu) dan sering kali dilengkapi dengan hutan bambu. Manfaat: Menyediakan kebutuhan pangan, kayu bakar, dan bahan bangunan, serta menjaga keseimbangan ekologi.



Gambar 8.2. Sistem tradisional agroforestri parak masyarakat di Sumatera Barat

8.3. Talun di Lampung

Deskripsi: Sistem agroforestri berbasis pekarangan dengan tanaman campuran seperti tanaman buah (rambutan, manggis), tanaman obat, dan tanaman rempah (lada, jahe, kunyit). Lokasi: Banyak ditemukan di Lampung dan daerah lain di Sumatera bagian selatan. Manfaat: Berfungsi sebagai sumber pangan dan obat keluarga, sekaligus memberikan peneduh dan kestabilan lahan.

8.4. Repong Damar di Lampung Barat

Deskripsi: Sistem agroforestri khas masyarakat Krui di Lampung Barat, yang mengintegrasikan tanaman damar (*Shorea javanica*) dengan tanaman lain seperti durian, kopi, dan kakao. Lokasi: Lampung Barat. Manfaat: Menghasilkan damar sebagai bahan ekspor, serta diversifikasi hasil berupa kopi dan kakao.



Gambar 8.3. Sistem tradisional agroforestri repong damar masyarakat di Lampung

Agroforestri Repong di Lampung adalah salah satu bentuk sistem pengelolaan lahan berbasis agroforestri yang diterapkan oleh masyarakat adat Lampung, khususnya masyarakat adat Lampung Pesisir. "Repong" merujuk pada lahan atau kawasan yang dikelola secara tradisional dengan pola campuran antara tanaman hutan, tanaman perkebunan, dan tanaman pangan. Sistem ini berkembang di wilayah yang kaya akan tradisi adat, seperti di kawasan hutan sekitar Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS).

Repong dikelola dengan menanam berbagai jenis tanaman dalam satu kawasan, seperti pohon buah-buahan (misalnya, durian, duku, manggis), tanaman kayu (seperti meranti), dan tanaman produktif lainnya (kopi dan lada). Pola ini mencerminkan konsep keberlanjutan dan keseimbangan ekologi.

Sistem Berbasis Adat dan Kearifan Lokal; Pengelolaan repong sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai adat setempat. Hak pengelolaan lahan biasanya diwariskan secara turun-temurun dalam masyarakat adat Lampung Pesisir, sehingga menjaga kesinambungan antara manusia dan alam.

Salah satu tanaman utama yang dikembangkan di sistem repong adalah kopi robusta. Agroforestri repong ini sering disebut juga sebagai "repong kopi"

karena kopi menjadi sumber utama penghasilan masyarakat. Kopi ditanam di bawah naungan pohon-pohon besar yang juga menjaga ekosistem.

Secara ekologi, repong menjaga keanekaragaman hayati, mengurangi risiko erosi tanah, dan melindungi sumber air. Secara ekonomi, sistem ini memberikan penghasilan yang berkelanjutan bagi masyarakat melalui hasil panen seperti kopi, buah, dan kayu. Dengan meniru struktur hutan alami, agroforestri repong mampu menjaga kesuburan tanah, mengurangi risiko banjir, dan memitigasi perubahan iklim melalui penyimpanan karbon. Selain hasil panen kopi, masyarakat juga memanfaatkan hasil hutan seperti buah-buahan dan kayu sebagai tambahan penghasilan. Sistem ini merupakan bagian integral dari budaya masyarakat adat Lampung. Dengan mempertahankan agroforestri repong, tradisi lokal dan nilai-nilai adat tetap terjaga.

8.5. Dusun Karet di Riau, Jambi, Sumatera Selatan

Deskripsi: Sistem agroforestri dengan karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai tanaman utama yang dikombinasikan dengan tanaman pangan (jagung, kacang-kacangan) atau tanaman buah. Lokasi: Riau, Jambi, Sumatera Selatan. Manfaat: Meningkatkan pendapatan petani melalui hasil lateks karet dan tanaman sela.



Gambar 8.4. Sistem tradisional agroforestri dusun karet masyarakat di Jambi

8.6. Kebun Kopi Campuran di Sumatera Utara, Lampung, dan Bengkulu

Deskripsi: Agroforestri berbasis kopi (*Coffea* spp.), sering kali dikombinasikan dengan pohon pelindung seperti lamtoro atau tanaman buah seperti alpukat dan durian. Lokasi: Sumatera Utara (Dairi, Toba), Lampung, dan

Bengkulu. Manfaat: Kopi sebagai komoditas utama diekspor, sedangkan tanaman lain menjaga kesuburan tanah dan menambah pendapatan.



Gambar 8.5. Sistem tradisional agroforestri berbasis kopi masyarakat di Bengkulu

8.7. Huma Ladang di Jambi dan Bengkulu

Deskripsi: Sistem agroforestri ladang berpindah yang memanfaatkan lahan sementara untuk tanaman semusim (padi ladang, jagung), kemudian ditanami dengan pohon-pohon untuk memperbaiki kesuburan tanah. Lokasi: Daerah pedalaman Sumatera, seperti Jambi dan Bengkulu. Manfaat: Menjaga keberlanjutan sistem pertanian di lahan marginal.

8.8. Jungle Rubber (Karet Rakyat) di Jambi, Sumatera Selatan, dan Riau

Deskripsi: Sistem agroforestri tradisional dengan karet sebagai tanaman utama yang tumbuh bercampur dengan vegetasi alami dan tanaman pangan lainnya. Lokasi: Jambi, Sumatera Selatan, dan Riau. Manfaat: Menghasilkan karet sekaligus mempertahankan keanekaragaman hayati di lahan.

8.9. Sawah Tadah Hujan Agroforestri di Sumatera bagian timur

Deskripsi: Sawah tadah hujan yang dikombinasikan dengan tanaman pohon di pematang sawah atau tepi lahan, seperti kelapa, nangka, dan pisang. Lokasi:

Daerah Sumatera bagian timur yang memiliki lahan sawah tadah hujan. Manfaat: Menambah hasil panen dari tanaman pohon di sekitar lahan sawah.



Gambar 8.6. Sistem tradisional agroforestri sawah tadah hujan masyarakat di Bengkulu

8.19. Agrosilvopastoral di Riau, Jambi, dan Lampung

Deskripsi: Sistem yang mengintegrasikan tanaman, pohon, dan peternakan. Misalnya, karet atau kelapa sawit dengan pakan ternak seperti rumput gajah di sela-sela barisannya. Lokasi: Riau, Jambi, dan Lampung. Manfaat: Menyediakan pendapatan dari hasil tanaman dan peternakan, sekaligus meningkatkan efisiensi lahan.

8.11. Sistem Agroforestri Kakao di Bengkulu, Lampung, Sumatera Selatan

Deskripsi: Kakao (*Theobroma cacao*) ditanam bersama dengan pohon pelindung seperti gliricidia, petai, atau tanaman buah. Lokasi: Bengkulu, Lampung, Sumatera Selatan. Manfaat: Kakao sebagai sumber pendapatan utama, pohon pelindung menjaga suhu dan kelembapan untuk pertumbuhan optimal kakao.



Gambar 8.7. Sistem tradisional agroforestri Kakao di Bengkulu

Keanekaragaman bentuk agroforestri di Pulau Sumatera mencerminkan adaptasi masyarakat terhadap kondisi lingkungan dan budaya lokal. Agroforestri tidak hanya menjadi sumber penghidupan, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi, melestarikan keanekaragaman hayati, dan mengurangi dampak degradasi lahan. Integrasi antara pohon, tanaman semusim, dan peternakan menjadi model pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang menggabungkan tanaman pertanian, pohon, dan/atau hewan ternak dalam satu kesatuan ekosistem untuk mencapai manfaat ekologi, ekonomi, dan sosial yang lebih baik. Di Pulau Jawa, yang memiliki keanekaragaman ekosistem dan kebutuhan sosial-ekonomi, berbagai bentuk agroforestri telah berkembang sesuai dengan karakteristik lingkungan dan budaya masyarakat setempat. Berikut adalah bentuk-bentuk agroforestri yang umum di Pulau Jawa beserta penjelasannya:

8.12. Tumpangsari (Agrosilvikultur) di Pulau Jawa

Deskripsi: Sistem ini mengkombinasikan tanaman pangan (misalnya padi, jagung, kacang-kacangan) dengan pohon kayu atau pohon multiguna (seperti sengon, mahoni, atau kelapa). Ciri-ciri: Pohon ditanam dalam jarak tertentu untuk memberi ruang bagi tanaman semusim. Digunakan di lahan kering atau pegunungan, seperti di dataran tinggi Dieng atau Gunung Merapi. Manfaat:

Meningkatkan produktivitas lahan, mengurangi erosi, dan memberikan pendapatan dari berbagai sumber.

8.13. Kebun Campuran di Pulau Jawa

Deskripsi: Kombinasi tanaman buah-buahan (seperti mangga, durian, jambu) dengan tanaman keras atau rempah-rempah (contoh: cengkeh, kopi, kakao). Ciri-ciri: Umumnya ditemukan di daerah pedesaan dengan kebiasaan menanam untuk kebutuhan rumah tangga. Lahan lebih menyerupai hutan buatan. Manfaat: Memberikan sumber makanan, kayu bakar, dan pendapatan tambahan.



Gambar 8.8. Sistem tradisional agroforestri Pekarangan (*Homegarden*) di Jawa Tengah

8.14. Sistem Pekarangan (Homegarden) di Yogyakarta atau Jawa Tengah

Deskripsi: Lahan di sekitar rumah yang ditanami dengan berbagai jenis tanaman pangan, tanaman obat, pohon buah-buahan, dan sering kali digabungkan dengan hewan ternak. Ciri-ciri: Bersifat intensif dan memiliki keanekaragaman tinggi. Contoh: di Yogyakarta atau Jawa Tengah, pekarangan sering menjadi sumber tanaman obat dan sayuran harian. Manfaat: Mendukung ketahanan pangan keluarga dan memberikan keanekaragaman produk.

8.15. Talun di Jawa Barat

Deskripsi: Sistem agroforestri tradisional yang melibatkan rotasi antara lahan hutan dengan tanaman pertanian. Ciri-ciri: Digunakan di daerah dataran

tinggi Jawa Barat. Talun biasanya ditanami tanaman keras (seperti bambu atau kayu) dan tanaman pangan di sela-sela pohon tersebut. Manfaat: Memperbaiki kesuburan tanah dan menjaga ekosistem.

Agroforestri talun adalah salah satu sistem agroforestri tradisional yang banyak ditemukan di Jawa Barat, Indonesia. Sistem ini mengintegrasikan pertanian dengan kehutanan dan merupakan bentuk pemanfaatan lahan yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan ekonomi, ekologi, dan sosial.



Gambar 8.9. Sistem tradisional agroforestri Talun di Jawa Barat

Talun merujuk pada sistem lahan yang mengkombinasikan tanaman keras (misalnya pohon buah, kayu, dan tanaman hutan) dengan tanaman semusim (seperti padi, jagung, atau sayuran). Sistem ini biasanya diterapkan pada lahan-lahan milik masyarakat desa yang berada di dataran tinggi atau perbukitan.

Komponen Utama Talun: Tanaman keras, Biasanya terdiri dari pohon-pohon yang bernilai ekonomis seperti durian, nangka, petai, atau kayu-kayuan (mahoni, sengon). Tanaman semusim, Ditumpangsarikan di antara pohon-pohon keras selama fase awal pertumbuhan, sebelum pohon keras menutup kanopi. Tanaman perantara, Tanaman ini sering berupa semak-semak atau tanaman perdu seperti kopi, teh, atau kakao.

Tahapan dalam Sistem Talun; Sistem talun umumnya berkembang melalui beberapa tahap rotasi: Tahap awal, Lahan dibuka untuk ditanami tanaman

semusim. Pada tahap ini, pohon-pohon keras baru mulai ditanam. Tahap pertengahan, Pohon-pohon keras mulai tumbuh besar, dan tanaman semusim masih dapat ditanam di bawah naungan. Tahap matang, Pohon keras mendominasi lahan, menciptakan ekosistem yang menyerupai hutan. Pada tahap ini, aktivitas utama adalah pemanenan hasil hutan (buah, kayu, dll.). Setelah pohon keras mencapai umur tertentu, mereka ditebang, dan sistem kembali ke tahap awal.

Manfaat Agroforestri Talun: Ekonomi, Memberikan pendapatan jangka pendek dari tanaman semusim dan pendapatan jangka panjang dari pohon keras. Ekologi, Meningkatkan keanekaragaman hayati, mengurangi erosi tanah, dan menjaga kesuburan lahan. Sosial, Memberikan manfaat langsung kepada masyarakat desa, baik sebagai sumber pangan maupun pendapatan.

Pola Kepemilikan dan Pengelolaan; Talun umumnya dikelola secara individu oleh petani, tetapi prinsip gotong royong sering diterapkan dalam pengelolannya, terutama saat pembukaan lahan atau panen.

Ciri Khas Talun di Jawa Barat; Konteks budaya; Talun sering terkait erat dengan adat dan tradisi lokal Sunda, di mana pemanfaatan lahan dilakukan secara bijak untuk menjaga keseimbangan antara alam dan manusia. Topografi; Banyak diterapkan di daerah perbukitan dengan kemiringan tanah yang cukup curam. Integrasi dengan sistem kampong; Talun sering menjadi bagian dari kawasan pedesaan Sunda, mendukung kebutuhan hidup sehari-hari masyarakat.

Agroforestri talun merupakan warisan lokal yang tidak hanya penting bagi masyarakat Jawa Barat, tetapi juga menjadi model praktik pertanian berkelanjutan yang dapat diadopsi di berbagai daerah lain.

8.16. Hutan Rakyat di Pulau Jawa Timur

Deskripsi: Lahan milik masyarakat yang dikelola seperti hutan untuk menanam pohon kayu atau pohon komersial lainnya. Ciri-ciri: Contoh: Penanaman sengon atau jati di wilayah pegunungan Kendeng, Jawa Timur. Masyarakat sering memanfaatkan sela-sela tanaman dengan menanam sayuran. Manfaat: Memberikan hasil kayu dan meningkatkan pendapatan jangka panjang.

8.17. Kebun Kopi Campuran di Pulau Jawa Barat dan Jawa Timur

Deskripsi: Sistem agroforestri yang mengintegrasikan tanaman kopi dengan tanaman pelindung seperti sengon, alpukat, atau pohon lainnya. Ciri-ciri: Banyak ditemukan di wilayah Priangan, Jawa Barat, atau di lereng Gunung Ijen, Jawa Timur. Menggunakan kombinasi pohon untuk melindungi kopi dari sinar matahari langsung. Manfaat: Menjaga ekosistem mikro dan meningkatkan hasil panen kopi.

8.18. Sistem Lereng (*Alley Cropping*) di Pulau Jawa

Deskripsi: Tanaman pangan ditanam di antara barisan pohon keras atau semak-semak pada lereng bukit. Ciri-ciri: Diterapkan di daerah dengan topografi miring untuk mengurangi erosi. Pohon sering digunakan sebagai penghalang angin dan pencegah longsor. Manfaat: Mengurangi kerusakan tanah dan meningkatkan hasil panen.



Gambar 8.10. Sistem tradisional agroforestri Wanatani di Jawa Tengah

8.19. Wanatani (*Silvopastur*) di Pulau Jawa

Deskripsi: Kombinasi antara pohon atau semak dengan sistem penggembalaan ternak. Ciri-ciri: Digunakan di daerah pedesaan yang memiliki ternak seperti sapi, kambing, atau domba. Pohon dapat berupa lamtoro, akasia, atau pohon pakan lainnya. Manfaat: Memberikan pakan ternak alami dan menjaga kesuburan tanah.

8.20. Kolaborasi Mangrove dan Akuakultur di Pulau Jawa

Deskripsi: Kombinasi antara pohon mangrove dan tambak ikan atau udang. Ciri-ciri: Ditemukan di daerah pesisir utara Jawa, seperti di Demak atau Indramayu. Tambak dipadukan dengan penanaman mangrove untuk menjaga ekosistem pantai. Manfaat: Meningkatkan produktivitas tambak sekaligus menjaga perlindungan pantai dari abrasi.



Gambar 8.11. Sistem tradisional agroforestri Mangrove dan Akuakultur di Jawa

8.21. Perhutanan Sosial di Pulau Jawa

Deskripsi: Bentuk agroforestri yang dikembangkan melalui program pemerintah, memungkinkan masyarakat mengelola lahan hutan negara untuk menanam pohon kayu bersama tanaman semusim. Ciri-ciri: Diterapkan di kawasan hutan Perhutani di Pulau Jawa. Contoh: Tumpangsari di lahan jati di Jawa Timur. Manfaat: Memperbaiki hubungan masyarakat dengan hutan, serta meningkatkan ekonomi lokal.

Bentuk-bentuk agroforestri ini mencerminkan kreativitas dan kearifan lokal masyarakat Pulau Jawa dalam memanfaatkan lahan secara berkelanjutan. Setiap sistem disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat, termasuk ketersediaan lahan, iklim, dan kebutuhan masyarakat.

Agroforestri di Pulau Kalimantan adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan komponen pertanian, kehutanan, dan kadang-kadang peternakan, yang bertujuan meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Di Kalimantan, agroforestri memiliki bentuk-bentuk yang beragam, tergantung pada budaya lokal, ekologi setempat, serta kebutuhan ekonomi masyarakat. Berikut adalah beberapa bentuk agroforestri yang umum ditemukan di Pulau Kalimantan

8.22. Kebun Campuran di Kalimantan

Kebun campuran merupakan bentuk agroforestri yang lebih modern dan umum ditemukan di masyarakat Kalimantan. Komposisi Vegetasi: Sistem ini menggabungkan tanaman perkebunan seperti karet, kopi, lada, dan kelapa sawit dengan tanaman pangan seperti padi gogo, jagung, atau umbi-umbian. Fungsi: Memberikan pendapatan dari berbagai sumber sekaligus menjaga keberagaman tanaman untuk mengurangi risiko kegagalan panen. Keberlanjutan: Sistem ini memungkinkan pemanfaatan lahan secara intensif, namun keberlanjutannya tergantung pada praktik pengelolaan.

8.23. Kebun Campuran di Kalimantan

Kebun campuran merupakan bentuk agroforestri yang lebih modern dan umum ditemukan di masyarakat Kalimantan. Komposisi Vegetasi: Sistem ini menggabungkan tanaman perkebunan seperti karet, kopi, lada, dan kelapa sawit dengan tanaman pangan seperti padi gogo, jagung, atau umbi-umbian. Fungsi: Memberikan pendapatan dari berbagai sumber sekaligus menjaga keberagaman tanaman untuk mengurangi risiko kegagalan panen. Keberlanjutan: Sistem ini memungkinkan pemanfaatan lahan secara intensif, namun keberlanjutannya tergantung pada praktik pengelolaan.

8.24. Tembawang di Kalimantan

Tembawang adalah sistem agroforestri tradisional khas masyarakat Dayak di Kalimantan. Ini merupakan hutan adat yang dikelola secara turun-temurun dan berisi berbagai tanaman yang bernilai ekonomi dan ekologi. Komposisi Vegetasi: Tembawang biasanya terdiri dari pohon buah-buahan seperti durian, cempedak, rambutan, dan langsung, serta pohon-pohon kayu seperti ulin, meranti, dan gaharu. Fungsi: Selain untuk produksi hasil buah dan kayu, tembawang juga berfungsi sebagai kawasan konservasi keanekaragaman

hayati dan sumber cadangan air. Keberlanjutan: Pengelolaan tembawang sering bersifat kolektif dan didasarkan pada kearifan lokal yang menjaga keseimbangan ekosistem.



Gambar 8.12. Sistem tradisional agroforestri Tembawang di Kalimantan

8.25. Tajuk Berganda di Kalimantan

Sistem agroforestri ini mengelompokkan tanaman dengan tingkat tajuk yang berbeda, menciptakan lapisan-lapisan vegetasi di lahan. Komposisi Vegetasi: Contohnya adalah kombinasi tanaman pohon tinggi seperti sengon atau durian dengan tanaman semak seperti kopi, lada, atau kakao di bawahnya, serta tanaman penutup tanah seperti kacang-kacangan. Fungsi: Tajuk berganda membantu menjaga kelembapan tanah, mengurangi erosi, dan meningkatkan hasil produksi karena lahan dimanfaatkan secara optimal pada berbagai tingkat vertikal.

8.26. Huma Berpohon di Kalimantan

Sistem ini adalah kombinasi antara ladang berpindah (huma) dengan penanaman pohon-pohon tertentu. Komposisi Vegetasi: Setelah padi ladang dipanen, pohon seperti karet atau buah-buahan ditanam di lahan tersebut. Fungsi: Memberikan hasil jangka pendek (padi) dan jangka panjang (karet atau buah). Keberlanjutan: Sistem ini membantu mencegah degradasi lahan karena pohon yang ditanam dapat menjaga struktur tanah.

8.27. Sistem Galangan di Kalimantan

Sistem ini ditemukan di lahan gambut atau rawa-rawa Kalimantan, terutama di daerah pesisir. Komposisi Vegetasi: Tanaman utama biasanya adalah sagu atau kelapa, yang sering dikombinasikan dengan tanaman semusim seperti sayuran atau buah-buahan tropis. Fungsi: Sistem ini cocok untuk lahan berair, membantu pengelolaan air, dan meningkatkan produktivitas lahan gambut.

8.28. Agroforestri Berbasis Rotan di Kalimantan

Di beberapa daerah Kalimantan, rotan menjadi komoditas utama dalam sistem agroforestri. Komposisi Vegetasi: Rotan ditanam di bawah naungan pohon hutan atau pohon-pohon perkebunan seperti karet. Fungsi: Selain menghasilkan rotan sebagai bahan kerajinan dan industri, sistem ini juga melestarikan tutupan hutan.

8.29. Perladangan Bergilir dengan Hutan Tanaman di Kalimantan

Perladangan bergilir sering dipraktikkan oleh masyarakat adat Kalimantan dan digabungkan dengan penanaman pohon berharga setelah lahan tidak lagi digunakan untuk tanaman pangan. Komposisi Vegetasi: Setelah beberapa musim tanam padi, pohon-pohon kayu seperti meranti atau buah-buahan ditanam untuk pemulihan lahan. Fungsi: Mengurangi dampak kerusakan tanah akibat perladangan berpindah dan memberikan hasil jangka panjang.

8.30. Kombinasi Kelapa Sawit dan Tanaman Tumpang Sari di Kalimantan

Agroforestri ini sering ditemukan di lahan perkebunan kelapa sawit di Kalimantan. Komposisi Vegetasi: Kelapa sawit sebagai tanaman utama dikombinasikan dengan tanaman pangan atau hortikultura, seperti kacang tanah atau jagung, pada tahap awal penanaman sawit. Fungsi: Memaksimalkan penggunaan lahan pada fase awal pertumbuhan kelapa sawit.

8.31. Sistem Agroforestri Berbasis Hutan Mangrove di Kalimantan

Di daerah pesisir Kalimantan, agroforestri berbasis mangrove digunakan untuk pengelolaan kawasan pesisir. Komposisi Vegetasi: Kombinasi antara pohon mangrove dengan tanaman seperti nipah atau tambak perikanan (misalnya budidaya udang). Fungsi: Menjaga keseimbangan ekosistem pesisir, mencegah abrasi, dan memberikan sumber ekonomi tambahan.

8.32. Rubber Agroforestry (Agroforestri Karet) di Kalimantan

Sistem ini adalah penggabungan antara pohon karet dan tanaman lain di lahan yang sama. Komposisi Vegetasi: Pohon karet ditanam bersama dengan pohon buah, tanaman semusim, atau tanaman palawija. Fungsi: Memungkinkan pendapatan beragam, terutama saat harga karet fluktuatif.

Bentuk-bentuk agroforestri di Kalimantan sangat kaya dan bervariasi karena dipengaruhi oleh budaya lokal, jenis tanah, iklim, dan kebutuhan ekonomi. Sistem-sistem ini tidak hanya mendukung produktivitas ekonomi masyarakat lokal, tetapi juga membantu melestarikan keanekaragaman hayati dan mencegah degradasi lingkungan. Kombinasi tradisi dan teknologi modern dapat meningkatkan keberlanjutan agroforestri di Kalimantan.

Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pertanian, pohon, dan/atau hewan ternak untuk memberikan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial. Di Pulau Kalimantan, bentuk-bentuk agroforestri berkembang berdasarkan kearifan lokal dan ekosistem setempat.

8.33. Sistem agroforestri "hutan huma" Batak dan Tapanuli, Sumatera Utara

Sistem agroforestri khas Batak dan Tapanuli di Sumatera Utara dikenal dengan nama "Hutan Huma". Dalam sistem ini, petani Batak dan Tapanuli mengelola lahan dengan mengkombinasikan tanaman pertanian seperti padi, jagung, kedelai, dan sayur-sayuran dengan tanaman hutan dan pohon-pohon untuk konservasi tanah dan keperluan lainnya. Sistem agroforestri "hutan huma" ini adalah adaptasi lokal dari masyarakat Batak yang telah berlangsung secara turun-temurun, mengintegrasikan cara bertani dengan keberlanjutan ekosistem hutan. Di beberapa daerah, juga dikenal sistem agroforestri "Ladang" atau "Huma", yang melibatkan pemanfaatan lahan secara bergilir, dengan penanaman tanaman musiman dan tanaman pohon secara bersamaan dalam satu area untuk menjaga kesuburan tanah dan keberagaman hayati.

1. Karakteristik Sistem Hutan Huma:

1) Pengelolaan Tanaman di Tanah Terbuka:

Hutan huma biasanya melibatkan tanah yang dibuka atau dibakar (gilir tikar) untuk ditanami berbagai jenis tanaman pertanian, seperti padi huma, jagung, kedelai, ubi, atau sayuran. Biasanya tanah ini dikelola dalam siklus tertentu (rotasi tanaman), dengan membuka lahan baru setiap tahun dan membiarkan lahan lama menjadi semak atau hutan kembali.

2) Penggunaan Sumber Daya Alam Secara Berkelanjutan:

Masyarakat Batak yang menerapkan sistem hutan huma memanfaatkan berbagai jenis tumbuhan dan pohon yang ada di hutan. Beberapa pohon seperti durian, mangga, pisang, dan rambutan ditanam dalam sistem ini bersama dengan tanaman pangan.

Pohon-pohon ini juga berfungsi untuk melindungi tanah dari erosi, menyimpan air, dan menyediakan bahan baku atau hasil hutan lainnya, seperti kayu bakar atau getah.

3) Pemeliharaan Keanekaragaman Hayati:

Hutan huma cenderung memperhatikan keberagaman tanaman yang ada di dalamnya. Selain tanaman pangan, hutan huma juga sering kali memiliki berbagai jenis pohon yang memiliki nilai ekonomi dan sosial tinggi bagi masyarakat, seperti pohon untuk kayu, bahan obat, dan tanaman yang mempunyai makna budaya.

4) Peran Budaya dan Tradisi Masyarakat:

Hutan huma bukan hanya sekedar sistem pertanian, tetapi juga merupakan bagian dari budaya masyarakat Batak. Dalam tradisi ini, ritual atau upacara adat sering dilakukan terkait dengan pengelolaan hutan dan pertanian, menjaga agar tanah tetap subur dan hasil pertanian tetap berkelanjutan.

5) Pemanfaatan Teknik Perladangan Berpindah:

Dalam beberapa komunitas, sistem hutan huma dioperasikan dengan teknik berpindah, di mana tanah dibuka dan dimanfaatkan selama beberapa tahun, lalu dibiarkan pulih kembali melalui proses regenerasi alami atau ditebang secara terbatas. Setelah periode tertentu, tanah yang telah dimanfaatkan tersebut ditinggalkan untuk memberi waktu bagi pemulihan ekosistem.

2. Manfaat Sistem Hutan Huma:

1) Keberlanjutan Ekosistem: Dengan pengelolaan yang bijaksana, sistem hutan huma dapat mendukung keberlanjutan lingkungan, menjaga keseimbangan alam, dan mencegah kerusakan tanah.

2) Ketahanan Pangan: Sistem ini membantu masyarakat dalam menyediakan kebutuhan pangan dari berbagai jenis tanaman yang ditanam secara bergantian, serta produk hutan yang dapat dimanfaatkan sepanjang tahun.

- 3) Peningkatan Pendapatan: Keanekaragaman hasil yang diperoleh dari hutan huma, mulai dari produk pertanian hingga hasil hutan non-kayu, memberikan pendapatan yang lebih stabil dan berkelanjutan bagi masyarakat setempat.

Secara keseluruhan, sistem hutan huma khas Batak dan Tapanuli di Sumatera Utara adalah contoh yang menarik tentang bagaimana masyarakat tradisional dapat mengintegrasikan prinsip-prinsip pertanian dengan pelestarian alam secara harmonis. Sistem ini berperan penting dalam menjaga ekosistem, meningkatkan ketahanan pangan, dan mempertahankan kearifan lokal masyarakat Batak.

8.34. Sistem agroforestri Suku Talang Mamak di Riau

Suku Talang Mamak di Riau memiliki sistem agroforestri tradisional yang khas dan sangat terintegrasi dengan kehidupan mereka yang berbasis pada kearifan lokal. Sistem agroforestri ini biasanya melibatkan kombinasi pertanian, kehutanan, dan pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan. Beberapa ciri khas sistem agroforestri Suku Talang Mamak meliputi:

1. Tanaman campuran (kebun talun): Mereka mengelola lahan dengan menanam tanaman pangan (seperti padi ladang dan ubi-ubian) bersama tanaman keras seperti durian, karet, duku, atau bambu. Kombinasi ini memungkinkan mereka memanfaatkan hasil jangka pendek dan panjang.
2. Kebun karet tradisional: Suku Talang Mamak dikenal memanfaatkan tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai salah satu sumber penghasilan utama. Namun, pengelolaannya dilakukan secara tradisional dengan tetap menjaga keberlanjutan ekosistem.
3. Pemanfaatan hutan sebagai bagian sistem: Mereka mempraktikkan tumpang sari dengan mengintegrasikan tanaman liar yang tumbuh alami di hutan, seperti rotan, gaharu, atau kayu manis. Tanaman ini dipanen secara selektif untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga atau sebagai komoditas perdagangan.
4. Berladang berpindah: Sistem ladang berpindah masih diterapkan oleh sebagian komunitas Talang Mamak. Namun, mereka melakukannya dengan jeda waktu yang cukup untuk memberikan kesempatan pada lahan untuk kembali pulih secara alami (sistem fallow).

5. Budaya konservasi dan tabu adat: Mereka memiliki kearifan lokal berupa tabu adat yang melarang eksploitasi berlebihan terhadap alam. Misalnya, ada aturan tertentu untuk tidak menebang pohon besar yang dianggap sebagai penjaga ekosistem.

Praktik agroforestri ini tidak hanya memenuhi kebutuhan pangan mereka tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam. Model ini menjadi cerminan harmoni antara manusia dan alam, yang sangat relevan untuk pengelolaan hutan berkelanjutan di era modern.

8.35. Sistem agroforestri Suku Badui di Banten

Agroforestri huma atau ladang berpindah merupakan salah satu sistem pertanian tradisional yang dijalankan oleh masyarakat adat Badui di Banten. Sistem ini mencerminkan kearifan lokal yang mengintegrasikan praktik pertanian dengan pelestarian lingkungan. Berikut adalah penjelasan detailnya:

1. Pengertian dan Prinsip Dasar

Huma adalah istilah untuk ladang kering yang digunakan masyarakat Badui sebagai lahan bercocok tanam. Praktik ladang berpindah dilakukan dengan membuka lahan baru setiap beberapa tahun untuk menjaga kesuburan tanah secara alami. Sistem ini mengedepankan harmoni dengan alam, sesuai dengan prinsip kepercayaan adat masyarakat Badui yang disebut pikukuh karuhun. Prinsip ini menekankan pentingnya menjaga keseimbangan alam dan meminimalkan eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya.

2. Proses Pembukaan Lahan

Pilih Lahan: Masyarakat Badui memilih lokasi huma di hutan sekunder atau semak belukar yang dinilai memiliki kesuburan tanah cukup baik.

Pembukaan Lahan: Pohon dan semak belukar dibabat secara selektif tanpa merusak pohon-pohon besar atau tanaman yang dianggap penting secara ekologis. **Pembakaran Sisa Vegetasi:** Hasil tebangan yang tidak digunakan biasanya dibakar untuk membersihkan lahan sekaligus menyuburkan tanah dengan abu.

3. Polikultur dan Tanaman Utama

Sistem agroforestri huma khas Badui bersifat polikultur, yaitu menanam berbagai jenis tanaman pada satu lahan untuk mendukung keberlanjutan ekosistem. Tanaman utama yang biasanya ditanam meliputi: Padi ladang (pare huma): Tanaman pokok yang menjadi sumber pangan utama. Tanaman pendukung: Seperti jagung, ubi kayu, kacang-kacangan, pisang, dan sayur-

sayuran. Tanaman keras: Pohon buah seperti durian, petai, dan jengkol sering dibiarkan tumbuh di sekitar ladang.

4. Perpindahan Lahan

Setelah tanah mengalami penurunan kesuburan (biasanya 2–3 tahun), masyarakat akan meninggalkan lahan tersebut untuk mengembalikan kesuburan tanah secara alami melalui proses suksesi. Selama masa pemulihan, mereka membuka lahan baru di lokasi lain. Siklus ini dapat berlangsung selama beberapa dekade sebelum mereka kembali ke lahan yang lama.

5. Manfaat Ekologis

Konservasi Tanah dan Air: Vegetasi yang ditinggalkan membantu mencegah erosi dan meningkatkan penyerapan air. Keanekaragaman Hayati: Sistem polikultur mendukung keanekaragaman flora dan fauna lokal. Pengendalian Alami Hama: Dengan menanam berbagai jenis tanaman, risiko serangan hama yang terpusat pada satu tanaman dapat diminimalkan.

6. Aspek Budaya dan Spiritual

Huma memiliki dimensi spiritual yang kuat dalam kehidupan masyarakat Badui. Pembukaan dan pengelolaan huma dilakukan dengan ritual-ritual adat yang bertujuan untuk meminta izin dan perlindungan dari leluhur serta menjaga hubungan harmonis dengan alam.

7. Tantangan dan Keberlanjutan

Meskipun sistem ini ramah lingkungan, tantangan muncul dari: Tekanan Populasi: Peningkatan jumlah penduduk dapat mempersulit ketersediaan lahan baru. Modernisasi: Intervensi teknologi modern dan perubahan pola hidup dapat mengancam kelangsungan tradisi ini. Konflik Lahan: Eksploitasi lahan oleh pihak luar, seperti perusahaan, dapat mengganggu wilayah adat.

Sistem agroforestri huma khas masyarakat Badui adalah bentuk adaptasi lokal yang mempertahankan keseimbangan ekologis, sosial, dan spiritual. Melalui praktik ini, masyarakat Badui tidak hanya memenuhi kebutuhan pangan tetapi juga menjaga keutuhan ekosistem. Namun, keberlanjutan sistem ini memerlukan perlindungan terhadap hak-hak adat dan ekosistem tempat mereka hidup.

8.36. Sistem agroforestri Subak Abian di Bali

Sistem agroforestri khas di Pulau Bali dikenal sebagai "subak abian". Sistem ini merupakan adaptasi dari konsep subak yang biasanya digunakan untuk

pengairan sawah, tetapi dalam konteks subak abian, penerapannya ditujukan untuk pengelolaan lahan kering, seperti kebun atau ladang. Pada subak abian, petani biasanya menanam berbagai jenis tanaman, seperti pohon kelapa, kopi, cengkeh, kakao, dan tanaman lainnya yang cocok untuk lahan kering. Agroforestri ini tidak hanya berfokus pada produktivitas tanaman, tetapi juga mencerminkan harmoni antara manusia dan alam, sejalan dengan filosofi Tri Hita Karana (hubungan harmonis antara manusia dengan Tuhan, manusia lain, dan lingkungan). Sistem Agroforestri Subak Abian di Bali merupakan salah satu warisan budaya dan tradisi agraris yang telah berkembang selama berabad-abad. Subak Abian adalah sistem pengelolaan lahan kering (berbeda dengan Subak yang lebih dikenal dalam pengelolaan sawah) yang berbasis pada prinsip Tri Hita Karana, yaitu harmoni antara manusia, alam, dan Tuhan. Berikut adalah penjelasan detail mengenai sistem ini:

1. Pengertian Subak Abian

Subak Abian adalah organisasi tradisional masyarakat Bali yang mengelola lahan pertanian kering, terutama perkebunan, seperti kelapa, kopi, cengkeh, kakao, dan tanaman lainnya. Sistem ini mirip dengan Subak pada lahan sawah, tetapi diterapkan pada daerah dengan topografi berbukit atau pegunungan.

2. Prinsip Dasar

Subak Abian berlandaskan pada konsep Tri Hita Karana: Parahyangan: Hubungan harmonis dengan Tuhan. Hal ini diwujudkan melalui ritual keagamaan, seperti upacara persembahan hasil bumi kepada dewa pelindung pertanian. Pawongan: Hubungan harmonis antaranggota kelompok petani. Kerjasama dan gotong royong menjadi nilai utama dalam sistem ini. Palemahan: Hubungan harmonis dengan lingkungan alam. Subak Abian mendorong pelestarian hutan, tanah, dan air untuk keberlanjutan.

3. Komponen Utama Agroforestri Subak Abian

Sistem ini menggunakan prinsip agroforestri, yaitu penggabungan antara tanaman keras (pohon) dengan tanaman semusim. Tanaman pohon seperti kelapa, kopi, atau kakao sering dikombinasikan dengan tanaman tumpangsari, seperti jagung, kacang-kacangan, atau sayuran. Subak Abian mendukung biodiversitas yang tinggi. Kombinasi tanaman keras dan tanaman semusim memberikan perlindungan tanah, habitat bagi satwa liar, dan meningkatkan produktivitas. Konservasi Lingkungan; Subak Abian

mencegah erosi tanah di daerah berbukit dan mengatur siklus air secara alami melalui penanaman pohon. Manajemen Kolektif; Pengelolaan dilakukan secara kolektif oleh anggota Subak Abian di bawah pengawasan pemimpin kelompok, yang disebut Pekaseh. Keputusan mengenai jenis tanaman, jadwal tanam, dan ritual dibuat bersama-sama.

4. Fungsi Sosial dan Budaya

Gotong Royong: Semua anggota Subak Abian bekerja sama dalam pengelolaan lahan dan pelaksanaan ritual. Ritual Adat: Sistem ini memadukan aspek agraris dengan kepercayaan Hindu Bali. Upacara seperti tumpek bubuh dilakukan untuk menghormati Dewa Wisnu sebagai dewa kesuburan. Pendidikan dan Pewarisan Nilai Tradisional: Sistem ini menjadi sarana untuk mewariskan nilai-nilai budaya dan pengetahuan agraris kepada generasi muda.

5. Manfaat Ekologis dan Ekonomi

Ekologis: Mengurangi risiko longsor dan erosi di daerah pegunungan. Menjaga siklus air dan keseimbangan ekosistem. Mendukung mitigasi perubahan iklim dengan menyerap karbon melalui pohon-pohon besar.

Ekonomi: Meningkatkan pendapatan petani melalui diversifikasi hasil pertanian. Menjamin keberlanjutan produksi melalui pendekatan ramah lingkungan.

6. Tantangan dan Ancaman

Alih Fungsi Lahan: Pembangunan infrastruktur dan pariwisata mengancam keberadaan Subak Abian.

Kurangnya Generasi Penerus: Minat generasi muda terhadap pertanian mulai berkurang.

Perubahan Iklim: Perubahan pola cuaca memengaruhi hasil panen dan produktivitas lahan.

Teknologi Tradisional: Penggunaan teknologi tradisional sering dianggap kurang efisien dibandingkan teknik modern.

Sistem Agroforestri Subak Abian adalah contoh harmonisasi antara manusia, alam, dan budaya yang telah terbukti mampu mendukung keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Melalui prinsip Tri Hita Karana, Subak Abian tidak hanya menjadi sistem agraris, tetapi juga warisan budaya yang perlu dilestarikan untuk menghadapi tantangan modernisasi dan perubahan iklim.

Bab 9

Kelebihan dan Tantangan Agroforestri

Agroforestri, sebagai sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan elemen pertanian dengan kehutanan, menawarkan berbagai manfaat ekologis, sosial, dan ekonomi. Namun, implementasinya juga menghadapi tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai hasil yang optimal. Bab ini akan membahas secara rinci kelebihan dan tantangan agroforestri sebagai pendekatan dalam pengelolaan lahan berkelanjutan.

9.1. Kelebihan Agroforestri

9.1.1. Kelebihan Ekologis

1) Konservasi Keanekaragaman Hayati

Agroforestri menciptakan habitat yang mendukung berbagai spesies flora dan fauna. Integrasi tanaman keras, pohon, dan tanaman semusim menyediakan lingkungan yang lebih beragam dibandingkan sistem monokultur.

2) Pengendalian Erosi Tanah

Penanaman pohon dan vegetasi lainnya membantu melindungi tanah dari erosi yang disebabkan oleh hujan dan angin. Akar pohon yang kuat juga membantu memperkuat struktur tanah.

3) Peningkatan Kesuburan Tanah

Agroforestri sering melibatkan penggunaan pohon nitrogen-fixing seperti akasia dan leguminosa yang memperkaya kandungan nutrisi tanah. Seresah daun dari pohon juga berkontribusi pada pembentukan humus.

4) Perubahan Iklim

Pohon dalam sistem agroforestri menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer, membantu mengurangi emisi gas rumah kaca. Agroforestri juga meningkatkan ketahanan ekosistem terhadap perubahan iklim.

9.1.2. Kelebihan Ekonomi

1) Diversifikasi Pendapatan

Kombinasi produk kehutanan (seperti kayu, buah, atau resin) dan hasil pertanian memberikan petani beberapa sumber pendapatan sekaligus, mengurangi risiko ekonomi.

2) Pengurangan Ketergantungan pada Input Eksternal

Agroforestri sering memanfaatkan sumber daya lokal, seperti pupuk alami dari seresah pohon, yang mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia dan pestisida.

3) Produktivitas Jangka Panjang

Sistem ini mendukung keberlanjutan lahan dan memungkinkan pemanenan hasil yang konsisten dalam jangka waktu panjang tanpa degradasi sumber daya alam.

9.1.3. Kelebihan Sosial

1) Ketahanan Pangan

Agroforestri meningkatkan ketersediaan pangan melalui diversifikasi tanaman dan hasil panen yang beragam sepanjang tahun.

2) Penguatan Komunitas Lokal

Sistem ini sering berbasis komunitas, yang mendorong kerja sama dan berbagi pengetahuan antarpetani.

3) Pelestarian Budaya

Agroforestri dapat mendukung praktik tradisional yang sering kali memiliki nilai budaya dan sejarah bagi masyarakat setempat.

9.2. Tantangan Agroforestri

9.2.1. Tantangan Teknis

1) Keterbatasan Pengetahuan dan Keterampilan

Banyak petani yang belum familiar dengan teknik agroforestri, sehingga membutuhkan pelatihan dan pendampingan intensif.

2) Kompleksitas Manajemen

Pengelolaan agroforestri melibatkan koordinasi berbagai jenis tanaman dan pohon dengan kebutuhan yang berbeda, sehingga memerlukan waktu dan usaha lebih dibandingkan sistem monokultur.

3) Masalah Pemilihan Spesies

Pemilihan spesies tanaman dan pohon yang tepat untuk kondisi lingkungan tertentu sering kali menjadi tantangan karena ketidaksesuaian dapat mengurangi produktivitas.

9.2.2. Tantangan Ekonomi

1) Biaya Awal yang Tinggi

Agroforestri memerlukan investasi awal untuk menanam pohon dan membangun infrastruktur pendukung, yang mungkin menjadi hambatan bagi petani kecil.

2) Hasil yang Lambat

Beberapa elemen agroforestri, seperti pohon kayu keras, membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk menghasilkan keuntungan, yang dapat mengurangi minat petani untuk mengadopsi sistem ini.

3) Akses Pasar Terbatas

Petani sering menghadapi kesulitan dalam memasarkan produk agroforestri, terutama jika produk tersebut belum memiliki nilai pasar yang jelas.

9.2.3. Tantangan Sosial dan Kebijakan

1) Kepemilikan Lahan

Konflik kepemilikan lahan atau ketidakpastian hukum dapat menghambat adopsi agroforestri.

2) Kurangnya Dukungan Kebijakan

Banyak negara belum memiliki kebijakan yang mendukung agroforestri secara spesifik, seperti insentif keuangan atau subsidi.

3) Resistensi terhadap Perubahan

Beberapa komunitas mungkin enggan mengadopsi agroforestri karena lebih memilih praktik tradisional yang sudah mereka kenal.

9.3. Strategi Mengatasi Tantangan

Untuk mengoptimalkan potensi agroforestri, perlu dilakukan berbagai langkah strategis:

1) Peningkatan Kapasitas dan Pelatihan

Pemerintah dan organisasi non-pemerintah dapat memberikan pelatihan bagi petani untuk meningkatkan pengetahuan tentang teknik agroforestri.

2) Dukungan Kebijakan

Dibutuhkan kebijakan yang mendukung, seperti pemberian insentif pajak, subsidi, atau kredit mikro untuk petani yang menerapkan agroforestri.

3) Penguatan Rantai Pasok

Pembangunan infrastruktur pasar dan promosi produk agroforestri dapat meningkatkan akses petani ke pasar yang lebih luas.

4) Penelitian dan Pengembangan

Investasi dalam penelitian untuk mengidentifikasi spesies yang cocok dan meningkatkan produktivitas sistem agroforestri sangat penting.

5) Kolaborasi Multistakeholder

Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan komunitas lokal dapat mempercepat adopsi agroforestri.

Agroforestri menawarkan solusi berkelanjutan untuk mengelola lahan dengan berbagai manfaat yang mencakup aspek ekologis, ekonomi, dan sosial. Meskipun menghadapi sejumlah tantangan, potensi keuntungan jangka panjangnya menjadikannya pendekatan yang layak untuk diadopsi secara luas. Dengan dukungan yang tepat dan strategi mitigasi tantangan, agroforestri dapat menjadi alat yang efektif dalam mencapai pembangunan yang berkelanjutan.

Bab 10

Kebijakan dan Implementasi Agroforestri

10.1 Pendahuluan

Agroforestri merupakan salah satu pendekatan pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pangan, pepohonan, dan/atau peternakan dalam satu unit lahan untuk menciptakan manfaat lingkungan, ekonomi, dan sosial yang berkelanjutan. Kebijakan dan implementasi agroforestri menjadi kunci dalam mengoptimalkan potensi agroforestri untuk mendukung ketahanan pangan, konservasi lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat pedesaan.

10.2 Kebijakan Agroforestri

10.2.1 Landasan Hukum

Kebijakan agroforestri di berbagai negara, termasuk Indonesia, didasarkan pada berbagai peraturan dan undang-undang. Beberapa peraturan yang relevan di antaranya:

- 1) UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan: Mendorong penggunaan lahan hutan untuk kegiatan yang melibatkan masyarakat, seperti hutan kemasyarakatan.
- 2) UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup: Mendukung kegiatan yang berorientasi pada konservasi dan keberlanjutan sumber daya alam.
- 3) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.83/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2016: Mengatur tentang perhutanan sosial, termasuk pengembangan agroforestri.

10.2.2 Dukungan Pemerintah

Pemerintah memberikan berbagai bentuk dukungan, seperti:

- 1) Pendanaan: Program Dana Desa, hibah, dan pinjaman lunak untuk mendukung pengembangan agroforestri.
- 2) Pelatihan dan Penyuluhan: Penyediaan pelatihan bagi petani mengenai teknik agroforestri yang efektif.
- 3) Infrastruktur dan Pasar: Penyediaan akses jalan, gudang, dan promosi produk agroforestri di pasar lokal maupun internasional.

10.2.3 Kebijakan Internasional

Kebijakan global, seperti Agenda 2030 untuk Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), juga mendorong pengembangan agroforestri sebagai solusi untuk mengatasi perubahan iklim, degradasi lahan, dan kemiskinan.

10.3 Implementasi Agroforestri

10.3.1 Tingkat Lokal

Di tingkat lokal, implementasi agroforestri melibatkan petani, komunitas, dan organisasi masyarakat. Contoh langkah implementasi di tingkat lokal meliputi:

- 1) Identifikasi kebutuhan lokal, seperti jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi iklim dan tanah.
- 2) Penyusunan rencana tata guna lahan yang melibatkan komunitas setempat.
- 3) Pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan dan penyuluhan.

10.3.2 Tingkat Regional

Di tingkat regional, pemerintah daerah dan LSM memainkan peran penting dalam:

- 1) Mengintegrasikan agroforestri ke dalam rencana pembangunan daerah.
- 2) Memberikan insentif kepada petani yang menerapkan sistem agroforestri.
- 3) Melakukan monitoring dan evaluasi keberhasilan implementasi.

10.3.3 Tingkat Nasional

Di tingkat nasional, implementasi agroforestri didorong oleh:

- 1) Program perhutanan sosial yang melibatkan masyarakat untuk mengelola kawasan hutan secara berkelanjutan.
- 2) Kerjasama lintas sektor antara kementerian terkait, seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Pertanian, dan Kementerian Desa.
- 3) Penyediaan dana dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) untuk mendukung program agroforestri.

10.4 Tantangan Implementasi Agroforestri

10.4.1 Kurangnya Pengetahuan dan Kesadaran

Masih banyak petani yang belum memahami manfaat dan teknik penerapan agroforestri. Kurangnya penyuluhan dan pendidikan menjadi hambatan utama.

10.4.2 Konflik Kepentingan Lahan

Konflik penggunaan lahan antara petani, perusahaan, dan pemerintah sering terjadi, terutama di wilayah yang memiliki potensi ekonomi tinggi.

10.4.3 Pendanaan dan Infrastruktur

Keterbatasan akses terhadap modal dan infrastruktur menjadi tantangan besar dalam pengembangan agroforestri, terutama di daerah terpencil.

10.4.4 Perubahan Iklim

Perubahan iklim yang tidak menentu memengaruhi hasil produksi, sehingga petani ragu untuk mengadopsi sistem baru seperti agroforestri.

10.5 Peluang dalam Pengembangan Agroforestri

10.5.1 Dukungan Kebijakan

Semakin banyak kebijakan yang mendukung agroforestri, baik di tingkat nasional maupun internasional, menciptakan peluang besar untuk pengembangan sistem ini.

10.5.2 Potensi Pasar

Produk agroforestri, seperti kayu, buah-buahan, dan madu, memiliki pasar yang terus berkembang, baik lokal maupun internasional.

10.5.3 Teknologi dan Inovasi

Kemajuan teknologi, seperti aplikasi berbasis GIS untuk tata kelola lahan dan varietas tanaman unggul, dapat membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas agroforestri.

10.5.4 Kerjasama Multisektor

Kerjasama antara pemerintah, swasta, LSM, dan komunitas lokal dapat mempercepat adopsi agroforestri sebagai solusi pengelolaan lahan berkelanjutan.

10.6 Studi Kasus Implementasi Agroforestri

10.6.1 Studi Kasus di Indonesia

Program Perhutanan Sosial di Indonesia menjadi contoh keberhasilan agroforestri. Salah satu contohnya adalah Hutan Kemasyarakatan di Jawa Barat yang berhasil meningkatkan pendapatan petani sekaligus memperbaiki kualitas lingkungan.

10.6.2 Studi Kasus Internasional

Di Kenya, agroforestri dengan pohon akasia dan tanaman kacang-kacangan membantu petani meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen, sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

Kebijakan dan implementasi agroforestri memegang peranan penting dalam menciptakan sistem pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Meski menghadapi berbagai tantangan, peluang yang ada sangat besar untuk dikembangkan dengan dukungan kebijakan yang tepat, partisipasi masyarakat, dan inovasi teknologi. Dengan upaya bersama, agroforestri dapat menjadi solusi nyata untuk mengatasi isu ketahanan pangan, perubahan iklim, dan pengentasan kemiskinan.

Bab 11

Peranan Agroforestri dalam Mengatasi Perubahan Iklim

11.1 Agroforestri dan Perubahan Iklim

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia saat ini. Dampaknya meliputi peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, naiknya permukaan laut, dan peningkatan frekuensi bencana alam. Salah satu solusi yang semakin diakui potensinya adalah agroforestri, yaitu sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan pohon dan tanaman lainnya dengan aktivitas pertanian. Sistem ini tidak hanya memberikan manfaat ekonomi, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Agroforestri berperan sebagai solusi berbasis alam yang menggabungkan pertanian dan kehutanan untuk menciptakan lanskap yang lebih berkelanjutan. Sistem ini mampu meningkatkan keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan sosial melalui penyimpanan karbon, konservasi keanekaragaman hayati, pengelolaan air, dan ketahanan pangan.

11.2 Kontribusi Agroforestri dalam Mitigasi Perubahan Iklim

11.2.1 Penyimpanan Karbon

Agroforestri memiliki kapasitas besar untuk menyimpan karbon di biomassa pohon, tanaman bawah, dan tanah. Sistem ini membantu menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Selain itu, penambahan bahan organik dari daun, ranting, dan akar juga meningkatkan kandungan karbon organik tanah.

- 1) Penyimpanan Karbon di Biomassa: Pohon dalam sistem agroforestri dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang signifikan di batang, cabang, dan daunnya. Semakin tua pohon, semakin besar kapasitas penyimpanan karbonnya.
- 2) Peningkatan Kandungan Karbon Tanah: Agroforestri meningkatkan bahan organik tanah melalui jatuhnya daun dan akar yang membusuk, sehingga tanah menjadi lebih subur dan mampu menyimpan lebih banyak karbon.

11.2.2 Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca

Agroforestri membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dengan berbagai cara:

- 1) Menggantikan Sistem Pertanian Konvensional: Agroforestri lebih efisien dalam mengelola input pertanian seperti pupuk dan pestisida, yang dapat mengurangi emisi gas nitrous oksida (N₂O).
- 2) Mengurangi Penggundulan Hutan: Dengan menyediakan kayu dan produk hutan lainnya secara berkelanjutan, agroforestri mengurangi tekanan terhadap hutan alam yang menjadi sumber utama emisi karbon akibat deforestasi.

11.2.3 Konservasi Keanekaragaman Hayati

Sistem agroforestri menciptakan habitat yang lebih kompleks dibandingkan monokultur, sehingga mendukung keanekaragaman hayati. Keanekaragaman hayati ini memainkan peran penting dalam stabilitas ekosistem, yang pada akhirnya membantu dalam mitigasi perubahan iklim.

11.3 Peranan Agroforestri dalam Adaptasi terhadap Perubahan Iklim

11.3.1 Peningkatan Ketahanan Pangan

Agroforestri meningkatkan ketahanan pangan dengan diversifikasi hasil panen. Dengan memadukan berbagai jenis tanaman, petani memiliki sumber pendapatan dan pangan yang lebih beragam, sehingga lebih tahan terhadap kegagalan panen akibat perubahan iklim.

11.3.2 Pengelolaan Air dan Kesuburan Tanah

- 1) Pengelolaan Air: Pohon dalam sistem agroforestri membantu meningkatkan infiltrasi air dan mengurangi limpasan air permukaan, sehingga menjaga ketersediaan air tanah di musim kering.
- 2) Kesuburan Tanah: Agroforestri meningkatkan kesuburan tanah melalui siklus nutrisi alami, seperti pengikatan nitrogen oleh tanaman leguminosa dan penambahan bahan organik dari serasah daun.

11.3.3 Pengurangan Kerentanan terhadap Bencana

Pohon dalam sistem agroforestri dapat melindungi lahan dari erosi tanah dan meminimalkan risiko banjir. Kanopi pohon juga mengurangi kecepatan angin dan intensitas hujan yang dapat merusak tanaman pertanian.

11.4 Tantangan dan Hambatan Implementasi Agroforestri

Meskipun agroforestri memiliki banyak manfaat, terdapat beberapa tantangan yang harus diatasi:

- 1) Kurangnya Pengetahuan dan Kesadaran: Banyak petani yang belum memahami potensi agroforestri dalam mengatasi perubahan iklim.
- 2) Akses terhadap Modal dan Teknologi: Implementasi agroforestri membutuhkan investasi awal yang cukup besar, yang sering kali sulit diakses oleh petani kecil.
- 3) Kebijakan dan Regulasi: Dukungan kebijakan yang kurang memadai dapat menghambat adopsi agroforestri dalam skala besar.

11.5 Strategi untuk Meningkatkan Peran Agroforestri

Untuk meningkatkan peran agroforestri dalam mengatasi perubahan iklim, diperlukan strategi-strategi berikut:

- 1) Peningkatan Kapasitas Petani: Pelatihan dan penyuluhan kepada petani tentang teknik agroforestri yang efektif.
- 2) Dukungan Kebijakan: Pemerintah perlu mengembangkan kebijakan yang mendukung adopsi agroforestri, termasuk insentif keuangan dan program pendidikan.
- 3) Penelitian dan Pengembangan: Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sistem agroforestri.
- 4) Kemitraan dan Kolaborasi: Kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan organisasi masyarakat sipil dapat mempercepat adopsi agroforestri.

11.6 Studi Kasus: Agroforestri di Berbagai Wilayah

- a) Sistem Agroforestri di Indonesia: Agroforestri tradisional seperti kebun campur (*home garden*) di Jawa dan sistem "parak" di Sumatra telah terbukti efektif dalam meningkatkan pendapatan petani sekaligus menyimpan karbon.
- b) Sukses Agroforestri di Afrika: Program "*Farmer Managed Natural Regeneration*" (FMNR) di Niger berhasil meningkatkan tutupan pohon di area yang sebelumnya gersang, sehingga membantu meningkatkan hasil pertanian dan mitigasi perubahan iklim.

Agroforestri merupakan solusi yang berkelanjutan dan multifungsi dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Dengan memadukan manfaat mitigasi dan adaptasi, sistem ini tidak hanya membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga meningkatkan ketahanan ekosistem dan masyarakat terhadap dampak perubahan iklim. Dukungan kebijakan, penelitian, dan partisipasi masyarakat menjadi kunci keberhasilan implementasi agroforestri dalam skala besar.

Bab 12

Masa Depan Agroforestri

12.1 Pendahuluan

Agroforestri, sebagai pendekatan sistemik yang mengintegrasikan pohon, tanaman, dan/atau ternak dalam satu unit lahan, telah mendapatkan perhatian luas sebagai solusi untuk mengatasi tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Bab ini akan mengeksplorasi peluang, tantangan, dan strategi untuk pengembangan agroforestri di masa depan, dengan fokus pada peran teknologi, kebijakan, dan kolaborasi masyarakat.

12.2 Tren dan Peluang Masa Depan

12.2.1 Peningkatan Ketahanan Iklim

Agroforestri dapat memainkan peran penting dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Sistem ini mampu meningkatkan penyerapan karbon, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan memperkuat ketahanan ekosistem terhadap perubahan cuaca ekstrem. Tren masa depan menunjukkan bahwa agroforestri akan menjadi bagian penting dari strategi global untuk mencapai net zero emissions.

12.2.2 Inovasi Teknologi

Kemajuan teknologi seperti *Internet of Things (IoT)*, kecerdasan buatan (AI), dan sistem informasi geografis (GIS) membuka peluang untuk manajemen agroforestri yang lebih efektif. Contohnya adalah pemantauan kesehatan tanaman secara real-time, optimasi pola tanam, dan analisis data untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan.

12.2.3 Pasar dan Rantai Nilai Hijau

Permintaan global akan produk-produk berkelanjutan seperti kopi, kakao, dan kayu ramah lingkungan mendorong pengembangan rantai nilai agroforestri. Di masa depan, sertifikasi dan pelabelan produk agroforestri akan menjadi faktor penting dalam akses pasar global.

12.2.4 Peningkatan Kesadaran dan Dukungan Kebijakan

Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya keberlanjutan lingkungan semakin meningkat. Di sisi lain, pemerintah dan organisasi internasional semakin mendukung program agroforestri melalui kebijakan insentif, pembiayaan hijau, dan kerangka regulasi yang mendukung.

12.3 Tantangan di Masa Depan

12.3.1 Kurangnya Pengetahuan dan Keterampilan

Meskipun potensi agroforestri besar, masih banyak petani yang belum memahami manfaat dan cara mengimplementasikan sistem ini. Pendidikan dan pelatihan akan menjadi prioritas untuk mengatasi tantangan ini.

12.3.2 Konflik Penggunaan Lahan

Persaingan antara kebutuhan lahan untuk pertanian intensif, urbanisasi, dan konservasi sering menjadi penghalang pengembangan agroforestri. Solusi berbasis tata guna lahan yang inklusif diperlukan untuk mengatasi konflik ini.

12.3.3 Akses Terbatas ke Pasar dan Pendanaan

Petani kecil sering menghadapi kesulitan dalam mengakses pasar dan pendanaan untuk mengembangkan agroforestri. Pendekatan berbasis komunitas dan kemitraan dengan sektor swasta dapat menjadi solusi.

12.3.4 Ketidakpastian Kebijakan

Di beberapa negara, kebijakan terkait agroforestri masih belum konsisten atau kurang implementasi yang efektif. Harmonisasi kebijakan di tingkat lokal, nasional, dan internasional sangat penting.

12.4 Strategi untuk Masa Depan

12.4.1 Pendekatan Berbasis Komunitas

Kolaborasi dengan komunitas lokal adalah kunci keberhasilan agroforestri. Strategi ini melibatkan pemberdayaan masyarakat, pelatihan, dan transfer teknologi untuk memastikan keberlanjutan program agroforestri.

12.4.2 Integrasi Teknologi

Pemanfaatan teknologi modern seperti sensor tanah, drone, dan perangkat lunak analitik akan membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas

agroforestri. Selain itu, platform digital dapat digunakan untuk meningkatkan akses ke pasar dan pembiayaan.

12.4.3 Penguatan Kebijakan dan Regulasi

Pemerintah perlu memperkuat kebijakan dan regulasi yang mendukung agroforestri, termasuk insentif finansial, perlindungan hukum, dan kemudahan akses terhadap lahan.

12.4.4 Riset dan Pengembangan

Investasi dalam riset dan pengembangan sangat penting untuk menemukan inovasi baru yang mendukung agroforestri. Fokus riset dapat mencakup jenis tanaman yang cocok, teknik pengelolaan lahan, dan dampak agroforestri terhadap biodiversitas.

Masa depan agroforestri menjanjikan peluang besar untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan, adaptif, dan inklusif. Namun, keberhasilan ini memerlukan sinergi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat. Rekomendasi utama meliputi:

- 1) Peningkatan investasi dalam pendidikan dan pelatihan agroforestri.
- 2) Penguatan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan.
- 3) Pemanfaatan teknologi untuk mendukung inovasi dan produktivitas.
- 4) Penetapan kebijakan yang konsisten dan mendukung agroforestri.
- 5) Peningkatan akses petani ke pasar dan sumber daya finansial.

Dengan langkah-langkah ini, agroforestri dapat menjadi solusi utama untuk menghadapi tantangan global di bidang lingkungan, sosial, dan ekonomi.

12.5 Masa Depan agroforestry di Indonesia

1. Potensi Afroforestri di Indonesia

Indonesia memiliki sumber daya alam yang kaya, termasuk tanah subur, iklim tropis, dan keanekaragaman hayati yang tinggi. Ini menciptakan peluang untuk pengembangan afroforestri yang bermanfaat bagi ekosistem, masyarakat, dan ekonomi.

1) Pemulihan Lahan Terdegradasi

Afroforestri dapat digunakan untuk merehabilitasi lahan yang rusak akibat deforestasi, tambang, atau praktik pertanian yang tidak berkelanjutan.

2) Kontribusi pada Keberlanjutan Ekonomi Lokal

Sistem agroforestri yang mencakup tanaman bernilai ekonomi seperti kakao, kopi, atau karet, bersama dengan pohon kehutanan, dapat meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi ketergantungan pada satu komoditas.

3) Mitigasi Perubahan Iklim

Agroforestri memiliki kemampuan menyerap karbon melalui biomassa pohon, yang membantu mengurangi emisi gas rumah kaca.

4) Peningkatan Keanekaragaman Hayati

Dengan menciptakan lingkungan yang mendukung berbagai jenis tanaman dan hewan, agroforestri membantu melestarikan keanekaragaman hayati.

2. Dukungan Kebijakan dan Program Pemerintah

1) Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL)

Pemerintah Indonesia telah menjalankan program RHL yang dapat disinergikan dengan pendekatan agroforestri untuk memperbaiki ekosistem hutan.

2) Dukungan Perhutanan Sosial

Program perhutanan sosial membuka peluang bagi masyarakat lokal untuk mengelola hutan secara berkelanjutan melalui pendekatan agroforestri.

3) Kemitraan Swasta dan Pemerintah

Beberapa perusahaan mulai mendukung praktik agroforestri untuk memastikan rantai pasok yang berkelanjutan, terutama di sektor perkebunan seperti kopi dan kakao.

3. Tantangan dalam Pengembangan Agroforestri

1) Kurangnya Pengetahuan dan Pelatihan

Banyak petani kecil yang belum memahami teknik agroforestri yang efektif. Pelatihan dan pendampingan sangat diperlukan.

2) Keterbatasan Infrastruktur dan Akses Pasar

Infrastruktur yang kurang memadai di daerah pedesaan sering menjadi kendala untuk distribusi produk agroforestri ke pasar.

3) Ketidakseimbangan Kepemilikan Lahan

Konsentrasi kepemilikan lahan pada perusahaan besar dapat menghambat petani kecil untuk mengadopsi sistem agroforestri.

4) Konflik dengan Pemanfaatan Lahan Lain

Perlu penyesuaian antara agroforestri dan kegiatan lain seperti pertambangan atau perkebunan monokultur.

4. Strategi untuk Masa Depan

1) Peningkatan Pendidikan dan Pelatihan

Melibatkan universitas, LSM, dan institusi riset untuk mendukung transfer teknologi dan pelatihan bagi petani.

2) Pengembangan Kebijakan Insentif

Memberikan insentif ekonomi, seperti kredit hijau atau subsidi untuk petani yang mengadopsi agroforestri.

3) Penguatan Kemitraan Lokal dan Global

Mendorong kolaborasi antara pemerintah, swasta, dan masyarakat lokal untuk menciptakan model agroforestri yang menguntungkan semua pihak.

4) Inovasi Teknologi

Memanfaatkan teknologi modern seperti data satelit, drone, atau sensor tanah untuk meningkatkan efisiensi dan hasil agroforestri.

5. Contoh Kasus Sukses

Beberapa daerah di Indonesia telah menunjukkan keberhasilan dalam penerapan agroforestri:

1) Sistem Agroforestri Kakao di Sulawesi

Menggabungkan kakao dengan pohon naungan telah meningkatkan produksi sekaligus menjaga kualitas tanah.

2) Hutan Rakyat di Jawa

Integrasi tanaman kehutanan seperti sengon dan mahoni dengan tanaman palawija menjadi model agroforestri produktif.

Agroforestri menawarkan solusi yang komprehensif untuk mengatasi masalah lingkungan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan memperkuat ketahanan ekonomi di Indonesia. Namun, keberhasilannya memerlukan dukungan kuat dari pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta melalui kebijakan, pendidikan, dan inovasi yang berkelanjutan.

Bab 13

Simulasi Penerapan Agroforestri

13.1. Simulasi Penerapan Agroforestri berbasis kopi liberika dan robusta

Penerapan agroforestri berbasis kopi Liberika dan Robusta dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian kopi sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem, keberagaman hayati, serta kualitas tanah.

1. Pengertian Kopi Liberika dan Robusta

- 1) Kopi Liberika (*Coffea liberica*) adalah varietas kopi yang berasal dari Afrika Barat. Kopi ini memiliki biji yang lebih besar dan rasa yang khas dengan aroma yang lebih kuat, kadang-kadang agak sedikit fruity atau smoky. Kopi Liberika lebih tahan terhadap penyakit dibandingkan dengan kopi Arabika dan lebih cocok ditanam di daerah dengan suhu yang lebih tinggi dan kelembaban yang cukup.
- 2) Kopi Robusta (*Coffea canephora*) adalah varietas kopi yang lebih tahan terhadap hama dan penyakit, serta dapat tumbuh di ketinggian yang lebih rendah dibandingkan dengan kopi Arabika. Kopi Robusta memiliki rasa yang lebih kuat, lebih pahit, dan biasanya digunakan dalam campuran espresso.

2. Prinsip Dasar Agroforestri Kopi Liberika dan Robusta

- 1) Agroforestri berbasis kopi menerapkan prinsip pengelolaan tanah yang menggabungkan tanaman kopi dengan jenis pohon lain, baik pohon kayu, tanaman pelindung, atau tanaman penghasil pangan. Tiga prinsip dasar agroforestri adalah:
 - a) Multifungsi: Sistem agroforestri dapat memenuhi berbagai kebutuhan, seperti perlindungan tanah, pengelolaan air, dan penyediaan hasil sampingan.
 - b) Keberagaman Hayati: Mengintegrasikan berbagai jenis tanaman untuk meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit serta meningkatkan kestabilan ekosistem.



Gambar 13.1. Agroforestri berbasis kopi

- c) Keberlanjutan: Menciptakan sistem yang dapat bertahan dalam jangka panjang dengan meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi ketergantungan pada input kimia.
- 2) Manfaat Agroforestri pada Budidaya Kopi
- Beberapa manfaat utama dari penerapan sistem agroforestri dalam budidaya kopi, terutama kopi Liberika dan Robusta, antara lain:
- a) Perlindungan terhadap Tanaman Kopi: Pohon pelindung seperti pohon leguminosa dapat memberikan naungan yang cukup untuk tanaman kopi, terutama di daerah yang memiliki suhu tinggi, sehingga mengurangi stres panas pada tanaman kopi.
 - b) Pengendalian Erosi Tanah: Akar pohon yang tumbuh di antara tanaman kopi membantu mencegah erosi tanah, terutama di daerah berbukit.
 - c) Meningkatkan Kualitas Tanah: Tanaman pohon tertentu (misalnya pohon leguminosa) dapat memperbaiki kualitas tanah dengan cara meningkatkan kandungan nitrogen dan menambah bahan organik.

- d) Diversifikasi Sumber Pendapatan: Dengan menanam tanaman lain di antara tanaman kopi, petani dapat memiliki sumber pendapatan tambahan dari hasil produk seperti kayu, buah, dan rempah-rempah.
- e) Peningkatan Keanekaragaman Hayati: Agroforestri mendorong keragaman spesies tanaman dan hewan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan ketahanan ekosistem terhadap serangan hama dan penyakit.

3. Simulasi Penerapan Agroforestri pada Kopi Liberika dan Robusta

Simulasi penerapan agroforestri berbasis kopi Liberika dan Robusta dapat dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

1) Pemilihan Tanaman Pendamping

- a) Pohon Peneduh: Tanaman peneduh, seperti pohon leguminosa (contohnya: *Gliricidia sepium* atau *Leucaena leucocephala*), sangat ideal untuk memberikan naungan yang diperlukan oleh tanaman kopi, sekaligus memperbaiki kualitas tanah dengan nitrogen yang diperolehnya dari fiksasi udara.
- b) Tanaman Pangan dan Rempah: Beberapa tanaman pangan yang dapat ditanam bersama kopi adalah jagung, sayuran, dan ubi kayu. Tanaman rempah seperti jahe dan kunyit juga dapat memberikan manfaat ekonomi tambahan.
- c) Pohon Kayu: Tanaman pohon kayu keras seperti sengon (*Paraserianthes falcataria*) atau akasia dapat membantu memperbaiki struktur tanah dan memberikan pendapatan tambahan dari hasil kayunya.
- d) Tanaman Pelindung: Tanaman pelindung seperti alang-alang atau tanaman yang dapat menahan angin sangat penting, terutama di daerah yang rawan kekeringan atau angin kencang.

2) Penataan Lahan Agroforestri Kopi Liberika dan Robusta

- a) Jarak Tanam Kopi: Untuk kopi Liberika dan Robusta, jarak tanam antara 2 hingga 3 meter adalah ideal. Agar tanaman kopi dapat tumbuh dengan optimal, jarak antar barisan tanaman kopi juga perlu mempertimbangkan jarak tanaman pelindung dan pohon lain.
- b) Penanaman Pohon Peneduh: Pohon peneduh seperti *Gliricidia* dapat ditanam di antara barisan tanaman kopi dengan jarak yang cukup agar sinar matahari masih dapat masuk ke tanaman kopi.

- c) Tanaman Pendamping di Antar Kopi: Tanaman pangan atau rempah dapat ditanam di antara tanaman kopi dalam jarak yang cukup, dengan mempertimbangkan ruang untuk akar tanaman kopi agar tidak terganggu.
- 3) Manajemen Tanaman Agroforestri Kopi Liberika dan Robusta
- a) Pengelolaan Daun dan Pupuk Organik: Daun-daun dari pohon peneduh dapat dipangkas dan dijadikan pupuk hijau untuk meningkatkan bahan organik di dalam tanah. Hal ini juga mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.
 - b) Pengendalian Hama dan Penyakit: Agroforestri dapat membantu mengurangi serangan hama dan penyakit pada tanaman kopi dengan meningkatkan keragaman hayati yang dapat meminimalisir penyebaran patogen.
 - c) Rotasi Tanaman: Sistem rotasi tanaman dengan tanaman lain selain kopi dapat membantu menghindari penurunan kualitas tanah dan mencegah penurunan hasil yang diakibatkan oleh monoculture.
- 4) Pengelolaan Sumber Daya Alam Agroforestri Kopi
- a) Pengelolaan Air: Sistem agroforestri dapat membantu mengelola aliran air di lahan, mencegah banjir dan kekeringan yang sering terjadi pada lahan monokultur.
 - b) Peningkatan Ketahanan Terhadap Perubahan Iklim: Dengan menambah keberagaman tanaman dan pohon yang memiliki sifat toleransi terhadap kekeringan atau hujan lebat, sistem agroforestri berbasis kopi lebih tahan terhadap perubahan iklim.
- 5) Tantangan dalam Penerapan Agroforestri Kopi Liberika dan Robusta
- a) Keterbatasan Pengetahuan: Petani mungkin belum sepenuhnya memahami manfaat dan teknik agroforestri secara mendalam, yang membutuhkan program pendidikan dan penyuluhan.
 - b) Pemilihan Spesies yang Tepat: Pemilihan jenis pohon pelindung yang sesuai dengan kondisi lokal sangat penting, karena kesalahan pemilihan dapat mengganggu pertumbuhan kopi.
 - c) Keterbatasan Akses Modal: Untuk awalnya, penerapan agroforestri mungkin membutuhkan investasi dalam hal penanaman pohon dan sistem pengelolaan, yang bisa menjadi beban finansial bagi petani kecil.

- d) Pasar yang Terbatas untuk Produk Sampingan: Terkadang, pasar untuk produk sampingan seperti kayu atau rempah masih terbatas, sehingga petani mungkin tidak mendapatkan hasil maksimal dari keberagaman produk mereka.
- 6) Evaluasi dan Pemantauan Agroforestri Kopi Liberika dan Robusta
 - a) Peningkatan Hasil Kopi: Penanaman pohon peneduh yang tepat dapat meningkatkan hasil kopi dalam jangka panjang karena tanah yang lebih subur dan pengelolaan air yang lebih baik.
 - b) Keuntungan Ekonomi dari Diversifikasi: Produk sampingan seperti kayu, buah, dan rempah dapat meningkatkan pendapatan petani secara signifikan.
 - c) Keberlanjutan Ekosistem: Agroforestri berbasis kopi dapat meningkatkan ketahanan ekosistem terhadap perubahan iklim dan membantu menjaga keseimbangan alam.

Penerapan agroforestri berbasis kopi Liberika dan Robusta adalah solusi yang menguntungkan bagi petani dalam meningkatkan produktivitas tanaman kopi, sekaligus menjaga keberagaman hayati dan kualitas lingkungan. Dengan pengelolaan yang tepat, agroforestri dapat mendukung pertanian kopi yang berkelanjutan dan lebih resilient terhadap perubahan iklim.

13.2. Simulasi Penerapan Agroforestri berbasis Kakao

Agroforestri berbasis kakao adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan tanaman kakao dengan tanaman lainnya, baik tanaman penghasil hasil hutan, tanaman pangan, maupun tanaman perikanan. Konsep ini bertujuan untuk meningkatkan keberlanjutan ekonomi, sosial, dan lingkungan, di mana kakao menjadi komponen utama dalam sistem agroforestri yang mendukung keanekaragaman hayati, memperbaiki kualitas tanah, serta memberikan pendapatan yang lebih stabil bagi petani.

Berikut adalah simulasi penerapan agroforestri berbasis kakao dalam sebuah model pertanian yang terintegrasi:

1. Pemilihan Tanaman Pendamping agroforestri berbasis kakao

Pemilihan tanaman pendamping yang cocok untuk agroforestri berbasis kakao sangat penting. Tanaman pendamping ini dapat berupa:

- a) Tanaman Pangan: Seperti jagung, ubi jalar, atau sayuran yang bisa ditanam di bawah naungan pohon kakao, meningkatkan ketahanan pangan petani.

- b) Tanaman Kayu atau Tanaman Perhutanan: Seperti sengon, jati, atau pohon-pohon pelindung yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi erosi.
 - c) Tanaman Perkebunan Lainnya: Seperti kopi, kelapa, atau vanilla yang memiliki kebutuhan lingkungan serupa dengan kakao dan dapat dipanen pada waktu yang berbeda.
2. Penataan lahan agroforestri berbasis kakao
- Penataan lahan dalam sistem agroforestri berbasis kakao melibatkan beberapa langkah berikut:
- a) Penanaman Kakao sebagai Tanaman Utama: Kakao ditanam dengan jarak yang tepat, biasanya 3x3 meter per pohon, untuk memastikan cahaya yang cukup masuk ke tanaman bawah.
 - b) Penanaman Tanaman Pendamping: Tanaman pangan atau tanaman kayu ditanam di antara barisan pohon kakao dengan perhitungan jarak yang optimal untuk memastikan semua tanaman mendapatkan sumber daya yang cukup.
 - c) Tanaman Penutup Tanah: Seperti legum atau tanaman lainnya yang dapat menambah nitrogen dalam tanah dan menjaga kelembapan tanah, mengurangi erosi dan persaingan tanaman.



Gambar 13.2. Agroforestri berbasis kakao

3. Pengelolaan tanah dan sumber daya alam agroforestri berbasis kakao
Dalam agroforestri berbasis kakao, pengelolaan tanah dan sumber daya alam sangat krusial untuk menjaga keberlanjutan sistem:
 - a) Pengelolaan Air: Sistem irigasi yang efisien untuk mendukung pertumbuhan tanaman kakao dan tanaman lainnya.
 - b) Pemupukan Organik: Penggunaan pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.
 - c) Rotasi Tanaman dan Saling Keuntungan Ekologis: Menggunakan rotasi tanaman yang melibatkan tanaman pendamping untuk meningkatkan hasil dan mengurangi penurunan kualitas tanah.
4. Manajemen hama dan penyakit agroforestri berbasis kakao
Agroforestri berbasis kakao harus memperhatikan pengelolaan hama dan penyakit yang tepat untuk menjaga kelestarian tanaman:
 - a) Pengendalian Terpadu: Menggunakan metode pengendalian hama secara alami seperti predator alami, penggunaan tanaman penghalau hama, atau perangkap untuk mengurangi serangan hama.
 - b) Kerjasama dengan Petani Lokal: Menerapkan teknik yang melibatkan pengetahuan lokal dalam pengendalian hama dan penyakit dengan cara yang ramah lingkungan.
1. Pendapatan dan keberlanjutan ekonomi agroforestri berbasis kakao
Sistem agroforestri berbasis kakao memberikan peluang untuk pendapatan yang lebih stabil bagi petani:
 - a) Diversifikasi Pendapatan: Kakao sebagai tanaman utama memberikan pendapatan jangka panjang, sementara tanaman pangan atau perkebunan lain memberi pendapatan tahunan.
 - b) Perpanjangan Musim Panen: Keberadaan tanaman pendamping yang dipanen pada waktu yang berbeda (misalnya kopi atau kelapa) memberikan aliran pendapatan yang lebih merata sepanjang tahun.
 - c) Produk Turunan Kakao: Selain biji kakao, produk sampingan seperti kulit kakao dapat dijadikan pupuk organik atau bahan baku untuk produk-produk lain seperti bioenergi.
2. Keberlanjutan lingkungan agroforestri berbasis kakao
Agroforestri berbasis kakao mendukung keberlanjutan lingkungan melalui beberapa aspek:

- a) Perlindungan Keanekaragaman Hayati: Penggunaan berbagai jenis tanaman yang saling melengkapi mendukung keberagaman hayati, menyediakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna.
- b) Peningkatan Kualitas Tanah: Integrasi tanaman yang berfungsi sebagai penutup tanah, pengikat nitrogen, dan pemelihara struktur tanah dapat meningkatkan kualitas tanah jangka panjang.
- c) Pengurangan Erosi dan Peningkatan Kualitas Air: Penanaman pohon yang berfungsi sebagai penghalang angin dan pengurangi erosi tanah serta penyerapan air yang lebih baik.

Karakteristik	Agroforestri kakao muda	
	Kompleks	Sederhana
Luas lahan	1,1 ha	0,9 ha
Sejarah lahan sebelumnya	Agroforestri karet - kakao	Agroforestry kakao
Varietas kakao yang direhabilitasi	Hibrida lokal	Hibrida lokal
Rehabilitasi	Serentak	Partial
Umur kakao yang direhabilitasi	14 tahun	14 tahun
Lilit batang kakao yang direhabilitasi (cm)	23,7	25,2
Populasi pohon kakao rehabilitasi	90	610
Umur karet yang direhabilitasi	11	-
Lilit tunggul karet (cm)	66	-
Populasi karet rehabilitasi	250	-
Umur kakao sambungan	2 tahun	1-2 tahun
Klon sambungan	MCC 02, Sul 2	MCC 02, Sul 1, lokal
Sistem sambungan rehabilitasi	Sambung samping	Sambung samping dan sambung pucuk
Klon bibit sulaman kakao	MCC 02	MCC 02
Varietas bibit kopi	Lokal	-
Pengendalian gulma	Kored	Kored dan herbisida
Aplikasi fungisida dan insektisida	Tiap bulan	Tiap 2 bulan
Aplikasi pupuk buatan	100 g phonska/phn	100 g phonska/phn
Aplikasi bahan organik	Pupuk kandang, biochar, kulit kopi, plasenta kakao	Biochar, pupuk kandang
Jumlah ternak kambing kandang di lokasi kebun	8	3
Vegetasi dominan saat ini	Pisang dan kakao	Pisang dan kakao
Keterjadian penyakit busuk buah kakao	Sedang	Berat
Keterjadian hama penggerek buah kakao	Berat	Berat
Keterjadian Helopeltis	Sedang	Sedang
Keterjadian VSD	Ringan	Ringan

Simulasi Secara Umum:

- a) Area Lahan: 1 hektar
- b) Tanaman Utama: 200 pohon kakao (3x3 meter)
- c) Tanaman Pendamping:
 - 500 batang jagung (ditanam di antara pohon kakao)
 - 150 pohon kopi (ditanam di area yang memiliki naungan lebih sedikit)
 - 50 pohon sengon (ditanam di sekitar batas kebun sebagai pelindung)
- d) Rotasi Tanaman: Setiap tahun, petani akan menanam tanaman pangan atau tanaman lain di sela-sela pohon kakao, sementara kopi dan sengon berproduksi setelah 2-3 tahun.

Dengan penerapan sistem agroforestri berbasis kakao ini, petani tidak hanya akan menikmati manfaat ekonomi dari hasil kakao dan tanaman lainnya, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan cara yang efisien.

13.3. Simulasi Penerapan Agroforestri Kompleks Berbasis Sawit

Simulasi penerapan agroforestri kompleks berbasis sawit adalah pendekatan yang mengintegrasikan tanaman sawit dengan tanaman lainnya dalam suatu sistem pertanian yang lebih beragam dan ramah lingkungan. Agroforestri kompleks bertujuan untuk meningkatkan keberlanjutan produksi pertanian, meningkatkan kesehatan tanah, serta memberikan manfaat ekonomi dan ekologis yang lebih baik bagi petani. Dalam konteks sawit, penerapan agroforestri dapat melibatkan berbagai jenis tanaman yang ditanam bersama sawit, dengan memanfaatkan keberagaman spesies untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Berikut adalah langkah-langkah untuk mensimulasikan penerapan agroforestri kompleks berbasis sawit:

- a) Penentuan tujuan dan desain agroforestri kompleks berbasis sawit
Tujuan: Tentukan tujuan agroforestri yang ingin dicapai, seperti peningkatan pendapatan petani, konservasi tanah, atau pengurangan ketergantungan pada satu komoditas.
- b) Desain: Tentukan desain agroforestri yang sesuai. Misalnya, pola penanaman sawit yang diselingi dengan tanaman lain seperti kedelai, jagung, kopi, atau pohon kayu. Penentuan jarak antar tanaman sawit dan tanaman pendamping juga penting untuk memastikan tumbuhnya tanaman secara optimal.

2. Pemilihan tanaman pendamping agroforestri kompleks berbasis sawit

Pilih tanaman yang memiliki kemampuan untuk tumbuh dengan sawit tanpa saling menghambat. Beberapa jenis tanaman yang sering digunakan dalam agroforestri berbasis sawit meliputi:

- a) Tanaman Legum: seperti kacang tanah, kedelai, atau tembakau, yang dapat membantu memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen.
- b) Tanaman Perkebunan lainnya: kopi, kakao, atau kelapa yang bisa menghasilkan pendapatan tambahan.
- c) Pohon Kayu: jenis pohon yang memiliki nilai ekonomi tinggi (misalnya jati atau mahoni) atau berfungsi sebagai peneduh dan konservasi tanah.



Gambar 13.3. Agroforestri berbasis sawit

3. Manajemen tanaman agroforestri kompleks berbasis sawit

- a) Sistem Rotasi Tanaman: Agar tanah tetap subur dan tidak cepat mengalami kelelahan, lakukan rotasi tanaman atau alih tanaman pada periode tertentu.
- b) Penyulaman dan Pemeliharaan: Tanaman yang tidak tumbuh dengan baik perlu disulam atau diganti. Pemeliharaan tanaman seperti pemupukan dan pengendalian hama juga penting untuk memastikan hasil yang optimal.

- c) Pengelolaan Tanah dan Air: Agroforestri membantu mengelola erosi tanah dan memperbaiki kualitas air melalui penanaman pohon peneduh yang akarnya menstabilkan tanah dan menjaga kelembapan.
4. Simulasi dampak lingkungan dan ekonomi agroforestri kompleks berbasis sawit
- a) Keberagaman Hayati: Mengintegrasikan berbagai tanaman dapat meningkatkan biodiversitas dengan menarik berbagai spesies flora dan fauna, serta meningkatkan ketahanan ekosistem.
 - b) Studi Kelayakan Ekonomi: Model simulasi ekonomi dapat dilakukan untuk mengevaluasi potensi pendapatan dari sawit dan tanaman pendamping. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain harga pasar, biaya perawatan, dan hasil panen.
 - c) Simulasi Kesehatan Tanah: Penggunaan model berbasis perangkat lunak untuk simulasi peningkatan kesuburan tanah dengan tanaman legum atau pohon peneduh dapat mengurangi erosi dan meningkatkan kapasitas penyerapan air tanah.
5. Evaluasi keberlanjutan agroforestri kompleks berbasis sawit
- a) Aspek Sosial: Agroforestri dapat membantu menciptakan lapangan pekerjaan tambahan di sektor pertanian, dengan memberikan diversifikasi pendapatan bagi petani.
 - b) Keberlanjutan Ekonomi: Evaluasi profitabilitas jangka panjang melalui perbandingan antara pola monokultur sawit dengan sistem agroforestri yang lebih beragam.
 - c) Aspek Lingkungan: Penerapan agroforestri yang baik dapat meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim, menjaga kualitas air, serta meningkatkan serapan karbon.
6. Teknologi dan inovasi dalam agroforestri kompleks berbasis sawit
- a) Penggunaan teknologi geospasial untuk memetakan lahan dan memonitor kesehatan tanaman secara real-time.
 - b) Pemanfaatan drone untuk pemantauan kesehatan tanaman dan distribusi nutrisi yang lebih efisien.
 - c) Penggunaan sistem informasi geografis (SIG) untuk merencanakan dan memanager penggunaan lahan secara lebih tepat guna.

7. Simulasi agroforestri kompleks berbasis sawit

Sebuah petani menanam sawit dengan jarak tanam 8 meter x 8 meter. Di antara pohon sawit, dia menanam kacang tanah pada musim tanam pertama dan kopi pada musim berikutnya. Setelah beberapa tahun, pohon kayu seperti mahoni atau sengon dapat ditanam sebagai pohon peneduh. Dalam simulasi ini, pendapatan sawit akan berkurang sedikit pada awalnya karena adanya tanaman lain, namun hasil dari tanaman pendamping (seperti kacang tanah atau kopi) akan memberikan tambahan pendapatan yang meningkatkan ekonomi petani. Sementara itu, keberagaman tanaman akan mengurangi risiko kerugian akibat hama atau penyakit, serta meningkatkan kesuburan tanah yang berdampak positif pada hasil panen sawit jangka panjang.

Dengan pendekatan yang berbasis pada prinsip agroforestri kompleks ini, petani tidak hanya mendapatkan keuntungan ekonomis yang berkelanjutan, tetapi juga berperan aktif dalam menjaga kelestarian lingkungan.

13.4. Simulasi Penerapan Agroforestri Kompleks Berbasis Karet

Agroforestri kompleks berbasis karet merupakan penerapan sistem pertanian yang mengintegrasikan tanaman karet dengan berbagai jenis tanaman lainnya (baik pohon maupun tanaman semusim) dalam satu lahan yang sama. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan dengan memanfaatkan keanekaragaman tanaman yang saling mendukung.

Berikut adalah simulasi penerapan agroforestri kompleks berbasis karet:

1. Desain Lahan

Agroforestri berbasis karet dapat dilakukan dengan berbagai pola, di antaranya adalah:

- a) Poli kultur: Penanaman berbagai jenis tanaman (seperti karet, kopi, kakao, buah-buahan, atau sayuran) di antara tanaman karet.
- b) Sistem tumpang sari: Penanaman tanaman musiman di bawah tegakan karet yang lebih tinggi.

2. Contoh komponen sistem agroforestri berbasis karet:

- a) Tanaman Utama: Pohon karet (*Hevea brasiliensis*) yang menjadi sumber utama pendapatan.
- b) Tanaman Pendamping:
 - Pohon kayu keras: Misalnya pohon meranti atau damar untuk kayu.

- Tanaman buah: Seperti durian, mangga, pisang, atau jambu air.
- Tanaman kopi atau kakao yang tumbuh baik di bawah naungan karet.
- Sayuran: Seperti cabai, tomat, atau sayuran hijau yang ditanam antara barisan pohon karet.
- Tanaman legum: Seperti kacang-kacangan atau tanaman penutup tanah yang bermanfaat untuk memperbaiki kualitas tanah.

3. Manajemen Lahan

a) Penanaman dan Pemeliharaan:

- Pada awalnya, karet ditanam dengan jarak tertentu. Tanaman pendamping dapat ditanam pada ruang kosong antara barisan pohon karet.
- Tanaman seperti kopi, kakao, dan buah-buahan dapat ditanam di bawah naungan pohon karet pada tahap awal pertumbuhannya. Setelah karet mulai besar, tanaman pendamping yang membutuhkan lebih banyak sinar matahari bisa dipindahkan atau diganti.

b) Rotasi Tanaman: Beberapa tanaman musiman bisa dipanen bergiliran, misalnya menanam sayuran atau tanaman legum setelah musim panen karet, untuk menghindari pengangguran lahan.



Gambar 13.4. Agroforestri berbasis karet

4. Keuntungan Ekonomi

- a) Pendapatan Ganda: Dengan menggunakan sistem agroforestri, petani bisa mendapatkan pendapatan dari berbagai komoditas, tidak hanya dari karet, tapi juga dari buah-buahan, sayuran, kopi, atau kakao.
- b) Pendapatan Bertahap: Tanaman karet memerlukan beberapa tahun untuk menghasilkan getah, sementara tanaman pendamping seperti kopi atau buah bisa mulai memberikan hasil dalam waktu lebih cepat (2-4 tahun).
- c) Diversifikasi Risiko: Jika harga karet turun, pendapatan dari tanaman lain bisa mengurangi dampak kerugian. Selain itu, kerugian akibat penyakit atau hama pada satu tanaman bisa diimbangi dengan tanaman lain yang tidak terdampak.

5. Manfaat Lingkungan

- a) Peningkatan Kualitas Tanah: Beberapa tanaman legum atau tanaman penutup tanah dapat membantu meningkatkan kandungan nitrogen di dalam tanah, sehingga memperbaiki kualitas tanah untuk tanaman karet.
- b) Keanekaragaman Hayati: Mengintegrasikan berbagai jenis tanaman meningkatkan keanekaragaman hayati dan menciptakan habitat yang lebih ramah bagi flora dan fauna lokal.
- c) Penyerapan Karbon: Dengan adanya lebih banyak pohon dan tanaman yang tumbuh, sistem agroforestri ini dapat menyerap lebih banyak karbon dioksida dari atmosfer.

6. Manajemen Risiko dan Tantangan

- a) Kebutuhan Modal Awal: Meskipun memiliki potensi untuk meningkatkan pendapatan, sistem agroforestri memerlukan investasi awal yang lebih besar karena penanaman berbagai komoditas.
- b) Pengelolaan Hama dan Penyakit: Perlu perhatian khusus dalam pengelolaan hama dan penyakit karena banyaknya jenis tanaman yang ada. Ini membutuhkan pendekatan pengelolaan terpadu (IPM).
- c) Manajemen Tanaman: Perlu perencanaan yang matang agar tanaman yang ditanam tidak saling mengganggu, baik dari segi ruang, pencahayaan, dan kebutuhan air.

7. Simulasi Pengelolaan

Misalnya, kita dapat melakukan simulasi pengelolaan lahan 1 hektar yang ditanami karet sebagai tanaman utama dengan komponen agroforestri lainnya:

- a) Pohon Karet: Menyusun pohon karet dengan jarak tanam 3m x 3m, maka total pohon karet di lahan 1 hektar adalah sekitar 1.111 pohon.
- b) Kopi/Kakao (Tanaman Pendamping): Ditanam di sela-sela pohon karet, dengan jarak tanam 2m x 2m di antara barisan karet, misalnya 500 tanaman kopi per hektar.
- c) Pohon Buah: Pohon buah seperti mangga atau durian bisa ditanam di sisi luar lahan dengan jarak tanam yang lebih lebar, misalnya 50 pohon per hektar.
- d) Tanaman Musiman (Sayuran): Tanaman sayuran (seperti cabai) dapat ditanam di antara barisan karet pada musim tertentu.

8. Estimasi Hasil:

- a) Karet: Menghasilkan getah dalam 5-7 tahun pertama, dengan produksi sekitar 1000-2000 kg/ha/tahun.
- b) Kopi: Bisa mulai berbuah dalam 2-3 tahun, dengan hasil sekitar 400-600 kg/ha/tahun.
- c) Pohon Buah: Durian atau mangga bisa mulai berbuah setelah 4-5 tahun, dengan hasil tergantung pada jenis dan kondisi pasar.
- d) Sayuran: Dapat menghasilkan 1-2 kali panen per tahun.

Pendekatan agroforestri kompleks berbasis karet juga dapat melibatkan masyarakat setempat dalam manajemen dan pemeliharaan tanaman. Ini dapat meningkatkan kesadaran mereka akan pentingnya keberagaman hayati dan keberlanjutan usaha pertanian.

Agroforestri kompleks berbasis karet adalah sistem yang sangat potensial untuk meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan berbagai tanaman, sistem ini dapat memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan. Tantangan utamanya adalah perencanaan yang matang, pengelolaan yang efisien, dan pengetahuan yang memadai untuk mengatasi masalah hama dan penyakit.

13.5. Simulasi Penerapan Agroforestri Kompleks Berbasis Durian

Simulasi penerapan agroforestri kompleks berbasis kebun durian melibatkan integrasi antara tanaman durian dengan berbagai komponen lain seperti tanaman penghasil pendapatan tambahan, tanaman penutup tanah, serta elemen-elemen yang mendukung keberlanjutan ekosistem. Agroforestri kompleks tidak hanya memfokuskan pada produksi satu jenis tanaman, tetapi

juga bertujuan untuk menciptakan sistem yang lebih beragam, efisien, dan ramah lingkungan.

Berikut adalah tahapan dan komponen dalam simulasi penerapan agroforestri kompleks berbasis kebun durian:

1. Pemilihan Lokasi dan Persiapan Lahan

- a) Pemilihan lokasi: Pilih lokasi dengan tanah yang subur, tidak terlalu basah, dan memiliki iklim yang cocok untuk durian, yaitu suhu antara 25-35°C dan curah hujan cukup (sekitar 2.000-3.000 mm/tahun).
- b) Persiapan lahan: Membersihkan lahan dari gulma dan sampah. Buat sistem drainase yang baik untuk menghindari genangan air, karena durian sangat sensitif terhadap akar yang tergenang air.

2. Penanaman Durian

- a) Jarak tanam: Tanam pohon durian dengan jarak yang cukup lebar (misalnya 12-15 meter antar pohon), agar tanaman dapat berkembang dengan baik.
- b) Pemilihan varietas: Pilih varietas durian yang sesuai dengan kondisi lokal dan memiliki hasil yang baik, seperti durian montong, durian pelipisan, atau durian lokal.

3. Penanaman Tanaman Pendamping

- a) Tanaman Perdu atau Sayuran: Tanam tanaman sayuran seperti cabe, tomat, atau tanaman herba lainnya yang dapat dimanfaatkan dalam jangka pendek. Tanaman ini ditanam di antara pohon durian, dengan pemilihan yang sesuai dengan kebutuhan cahaya (tanaman yang tahan naungan).
- b) Tanaman Penutup Tanah: Tanam legum seperti kacang tanah atau kacang hijau di sekitar pohon durian untuk memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kandungan nitrogen di dalam tanah. Ini juga mencegah erosi tanah dan menjaga kelembapan tanah.

4. Integrasi Tanaman Lain

- a) Tanaman Kayu yang Menghasilkan Kayu atau Getah: Tanam pohon kayu yang dapat dipanen seperti sengon, akasia, atau jati di antara pohon durian. Pohon ini dapat dimanfaatkan untuk kayu atau getah.
- b) Tanaman Buah atau Rempah: Tanaman buah lain yang bisa tahan di bawah naungan durian, seperti pisang, pepaya, atau rempah-rempah (seperti jahe atau kunyit), bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan diversifikasi hasil dan pendapatan.



Gambar 13.5. Agroforestri berbasis durian

5. Manajemen Tanaman dan Pengelolaan Tanah

- a) Pemupukan Terpadu: Gunakan pupuk organik (kompos, pupuk kandang) untuk mendukung pertumbuhan tanaman, serta pupuk anorganik yang seimbang untuk memenuhi kebutuhan tanaman durian. Pemupukan dilakukan dengan sistem yang mempertimbangkan kondisi lingkungan.
- b) Pengelolaan Air: Pastikan tanaman tidak kekurangan air terutama pada musim kemarau. Sistem irigasi tetes bisa dipertimbangkan untuk menghemat penggunaan air.
- c) Pengendalian Hama dan Penyakit Secara Terpadu: Gunakan pestisida alami atau tanaman pengusir hama (seperti marigold, neem) untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia yang dapat merusak ekosistem dan tanah.

6. Pemanfaatan Hasil

- a) Durian: Buah durian menjadi komoditas utama yang akan dipanen setelah tanaman berbuah. Durian bisa dijual dalam bentuk segar atau diolah menjadi produk olahan seperti durian beku atau durian cincang.

- b) Tanaman Pendamping: Hasil dari tanaman sayuran, rempah-rempah, dan buah lainnya juga dapat dipanen dan dipasarkan, memberikan pendapatan tambahan.
 - c) Kayu: Pohon kayu seperti sengon dapat dipanen setelah beberapa tahun dan dijual untuk kebutuhan bahan bangunan atau kayu industri.
7. Keberlanjutan dan Peningkatan Kesehatan Tanah
- a) Rotasi Tanaman dan Diversifikasi: Tanam tanaman yang memiliki siklus hidup pendek seperti sayuran yang bisa dipanen sebelum pohon durian mulai menghasilkan, untuk mengoptimalkan penggunaan lahan.
 - b) Penerapan Sistem Agroforestri Lestari: Gunakan sistem konservasi tanah dan air yang baik, misalnya dengan membuat terasering di lereng-lereng, untuk mencegah erosi.
8. Evaluasi dan Perbaikan
- a) Monitoring Hasil dan Keberlanjutan: Lakukan evaluasi tahunan untuk melihat hasil yang diperoleh dari durian, tanaman pendamping, dan tanaman kayu.
 - b) Adaptasi terhadap Perubahan Iklim: Sesuaikan metode pertanian dan pemilihan tanaman jika terjadi perubahan iklim yang mempengaruhi hasil tanaman.
9. Manfaat Agroforestri Kompleks Berbasis Durian
- a) Diversifikasi Pendapatan: Dengan berbagai tanaman di kebun, pendapatan petani menjadi lebih stabil.
 - b) Keberagaman Hayati: Memperkenalkan berbagai spesies tanaman di lahan yang sama membantu menjaga keberagaman hayati dan memperbaiki ekosistem lokal.
 - c) Keberlanjutan: Pengelolaan tanah yang baik meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang dan mengurangi risiko kerusakan lingkungan.
 - d) Pengelolaan Risiko: Dengan beragam tanaman, risiko kegagalan panen akibat cuaca buruk atau hama dapat dikurangi.

Simulasi ini menunjukkan bahwa agroforestri kompleks berbasis kebun durian dapat menciptakan keseimbangan antara keuntungan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan, dengan pemilihan tanaman yang tepat dan pengelolaan yang baik.

13.6. Simulasi Penerapan Agroforestri Kompleks Berbasis Kayu Kulit Manis

Agroforestri kompleks adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan berbagai komponen tanaman, hewan, dan unsur alam lainnya untuk menghasilkan keuntungan ekonomi, ekologi, dan sosial. Dalam hal ini, kita akan fokus pada penerapan agroforestri yang berbasis pada komoditas kulit manis (*Cinnamomum verum* atau *Cinnamomum cassia*) dalam sistem agroforestri kompleks.

1. Tujuan Penerapan Agroforestri Kulit Manis

Tujuan utama penerapan agroforestri berbasis kulit manis adalah untuk meningkatkan produktivitas lahan, mendiversifikasi sumber pendapatan petani, serta menjaga keberlanjutan lingkungan. Kulit manis sebagai tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi akan menjadi tanaman utama dalam sistem ini.

2. Komponen dalam Sistem Agroforestri Kompleks

- a) **Tanaman Utama (Kulit Manis):** Kulit manis dapat tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki kelembapan tinggi dan suhu yang stabil. Tanaman ini membutuhkan naungan yang cukup pada fase pertumbuhannya, sehingga cocok untuk ditanam dalam sistem agroforestri yang lebih kompleks.
- b) **Tanaman Penutup Tanah:** Tanaman penutup tanah atau tanaman pelindung dapat digunakan untuk mencegah erosi dan menjaga kelembaban tanah, seperti kacang tanah, kedelai, atau tanaman legum lainnya. Tanaman ini juga dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen.
- c) **Tanaman Pelengkap:** Di samping kulit manis, petani dapat menanam pohon pelengkap yang dapat memberikan manfaat ekonomis atau ekologi. Misalnya, pohon durian, mangga, atau kopi yang dapat hidup berdampingan dengan kulit manis dan memberikan naungan alami.
- d) **Hewan Ternak:** Integrasi hewan ternak, seperti ayam atau kambing, dapat dilakukan untuk membantu pemeliharaan kebersihan lahan, mengurangi gulma, dan memberikan sumber pendapatan tambahan. Hewan ini dapat digembalakan di sela-sela tanaman, dengan pemilihan jenis yang tidak merusak tanaman utama.



Gambar 13.6. Agroforestri berbasis kayu kulit manis

3. Desain Agroforestri Kulit Manis

- a) Sistem Tanam Bertingkat (Layered System): Tanaman kulit manis dapat ditanam pada lapisan tengah atau bawah dari tanaman pelindung atau naungan yang lebih tinggi, seperti pohon durian atau kopi. Ini memastikan bahwa kulit manis mendapatkan perlindungan dari sinar matahari langsung, sementara pohon-pohon besar akan menghasilkan pendapatan tambahan bagi petani.
- b) Polikultur dan Rotasi Tanaman: Agar tanah tetap subur dan tanaman tidak bersaing, rotasi tanaman dengan tanaman tahunan (seperti kedelai atau jagung) dan tanaman legum dilakukan. Ini membantu menjaga keseimbangan hara tanah dan meminimalkan risiko hama dan penyakit.
- c) Pengelolaan Sumber Daya Alam: Manajemen air dan tanah harus dilakukan dengan cermat untuk mencegah erosi dan kerusakan lahan. Penggunaan teknik konservasi tanah seperti terasering dan penanaman pohon pelindung di sekitar areal tanaman kulit manis sangat penting.

4. Teknik Budidaya Kulit Manis dalam Agroforestri

a) Penanaman Kulit Manis:

- Pemilihan bibit yang berkualitas, bebas dari penyakit, dan sesuai dengan iklim setempat.
- Penanaman di tempat yang teduh atau di bawah naungan pohon pelindung.
- Pemangkasan dan pemeliharaan rutin untuk mendorong pertumbuhan tanaman yang sehat.

b) Perawatan Tanaman:

- Penyulaman untuk mengganti tanaman yang mati.
- Pemupukan teratur, terutama jika tanaman tumbuh di tanah yang kurang subur.
- Pengendalian hama dan penyakit dengan cara organik atau ramah lingkungan.

5. Manfaat Lingkungan dan Ekonomi

a) Ekonomi: Kulit manis adalah komoditas dengan nilai jual yang tinggi, baik untuk pasar domestik maupun ekspor. Diversifikasi hasil pertanian dengan tanaman lain akan memberi petani jaminan pendapatan lebih stabil.

b) Lingkungan: Agroforestri berbasis kulit manis akan meningkatkan keberagaman hayati, memperbaiki kualitas tanah, menjaga ketersediaan air tanah, dan memitigasi perubahan iklim. Penanaman pohon pelindung akan mengurangi risiko erosi dan menjaga kesuburan tanah.

6. Tantangan dan Solusi dalam Penerapan Agroforestri Kulit Manis

a) Tantangan:

- Persaingan antara tanaman kulit manis dengan tanaman lainnya, terutama dalam hal kebutuhan cahaya dan ruang.
- Kurangnya pengetahuan teknis tentang sistem agroforestri yang kompleks di kalangan petani.
- Potensi serangan hama dan penyakit pada tanaman kulit manis.

b) Solusi:

- Memberikan pelatihan kepada petani tentang teknik agroforestri yang efektif.
- Penggunaan varietas kulit manis yang lebih tahan terhadap penyakit.

- Mengadopsi teknologi dan metode pertanian berkelanjutan untuk menjaga kesehatan ekosistem.

7. Studi Kasus dan Implementasi di Lapangan

Penerapan agroforestri berbasis kulit manis sudah dilaksanakan di beberapa daerah dengan hasil yang positif. Contohnya, di beberapa daerah pegunungan di Indonesia, petani mulai mengintegrasikan tanaman kulit manis dengan kopi dan pohon pelindung. Sistem ini membantu meningkatkan pendapatan mereka sambil menjaga kelestarian lingkungan. Simulasi penerapan agroforestri kompleks berbasis kulit manis menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil menjaga keseimbangan ekosistem. Dengan pendekatan yang tepat, sistem ini tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga berkelanjutan dari segi lingkungan. Keberhasilan penerapan sistem ini sangat bergantung pada pengetahuan petani, pengelolaan yang baik, dan dukungan dari berbagai pihak terkait.

13.7. Simulasi Penerapan Agroforestri Kompleks Berbasis hortikultura sayur mayur

Simulasi penerapan agroforestri kompleks berbasis hortikultura sayur mayur melibatkan penerapan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan dengan mengintegrasikan berbagai komponen tanaman, terutama tanaman hortikultura (sayur-sayuran), dalam suatu sistem yang saling menguntungkan. Agroforestri jenis ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tanah, keberagaman hayati, serta keberlanjutan ekonomi petani. Berikut adalah langkah-langkah dan contoh implementasinya:

1. Pemilihan Lokasi dan Persiapan Lahan

- a) Pemilihan Lokasi: Pilih lokasi dengan ketersediaan air yang cukup, tanah subur, dan terhindar dari erosi. Tanah bertekstur loam atau gembur sangat ideal untuk sistem agroforestri.
- b) Persiapan Lahan: Lakukan pengolahan tanah secara minimal agar tidak merusak struktur tanah. Tanah diolah dengan metode pembajakan ringan atau dengan mulsa untuk menjaga kelembaban dan memperbaiki kualitas tanah.

2. Desain Sistem Agroforestri

- a) Penataan Tanaman: Tanaman hortikultura seperti sayur mayur (misalnya cabai, tomat, kangkung, selada) dapat ditanam di bawah naungan pohon-

pohon legum (kacang-kacangan) atau pohon kayu yang memiliki peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui daun yang gugur dan akar yang memperbaiki struktur tanah.

- b) Tingkat Penanaman: Sistem agroforestri kompleks ini bisa mengintegrasikan berbagai tingkat tanaman:
 - a. Tingkat Atas: Pohon-pohon besar seperti jati atau sengon.
 - b. Tingkat Tengah: Tanaman buah atau legum (kacang-kacangan) yang dapat memberikan nitrogen bagi tanaman sayur mayur.
 - c. Tingkat Bawah: Tanaman sayur-sayuran yang membutuhkan sinar matahari lebih sedikit atau tanaman penutup tanah yang tidak mengganggu pertumbuhan tanaman utama.



Gambar 13.7. Agroforestri berbasis hortikultura sayuran pegunungan

- 3. Pemilihan Tanaman yang Tepat
 - a) Tanaman Pohon: Pohon yang ditanam dapat berupa pohon legum seperti Albisia (*Albezia*) atau pohon penghasil kayu lainnya. Tanaman ini dapat membantu meningkatkan kandungan nitrogen di tanah melalui proses fiksasi nitrogen.

- b) Tanaman Sayur-Sayuran: Tanaman hortikultura yang bisa ditanam di bawah pohon besar antara lain sayuran daun (seperti bayam, kangkung), sayuran buah (seperti tomat, cabai), serta tanaman umbi (seperti wortel dan kentang). Tanaman-tanaman ini dipilih karena mereka membutuhkan sedikit sinar matahari langsung dan dapat tumbuh dengan baik di bawah naungan pohon.
 - c) Tanaman Penutup Tanah: Leguminosa penutup tanah seperti kacang tanah atau kacang hijau dapat digunakan untuk mengurangi erosi, meningkatkan struktur tanah, serta memberikan kontribusi nitrogen.
4. Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Alam
- a) Pemupukan Organik: Pemberian pupuk organik seperti kompos atau pupuk kandang sangat dianjurkan dalam sistem agroforestri. Pupuk organik ini bisa berasal dari hasil tanaman yang sudah dipanen, daun-daun kering dari pohon, atau sisa tanaman yang dibiarkan membusuk di permukaan tanah.
 - b) Pengendalian Hama dan Penyakit: Gunakan teknik pengendalian hama terpadu (IPM) dengan cara menggunakan tanaman pengusir hama alami atau manfaatkan keberagaman hayati yang ada. Misalnya, penanaman bunga seperti marigold untuk mengusir kutu daun.
5. Pemeliharaan dan Rotasi Tanaman
- a) Rotasi Tanaman: Agar tanah tidak kekurangan unsur hara tertentu, rotasi tanaman dapat dilakukan. Tanaman yang ditanam satu musim dapat digantikan dengan tanaman lain yang membutuhkan komposisi hara berbeda.
 - b) Pruning (Pemangkasan): Pohon-pohon yang ada dalam agroforestri harus dipangkas secara berkala agar tidak terlalu menutupi sinar matahari yang dibutuhkan oleh tanaman sayur mayur. Pemangkasan juga berguna untuk menjaga kesehatan pohon dan meningkatkan hasil panen.
6. Manfaat Sistem Agroforestri Kompleks Berbasis Sayur Mayur
- a) Keberagaman Hayati: Tanaman yang berbeda dalam agroforestri akan mendukung keberagaman hayati yang dapat mengurangi risiko kerugian dari hama dan penyakit.
 - b) Peningkatan Kualitas Tanah: Pohon yang digunakan dalam agroforestri membantu meningkatkan kesuburan tanah, mencegah erosi, serta menjaga kelembaban tanah.

c) Pendapatan Ganda: Petani dapat memperoleh pendapatan dari hasil tanaman sayur mayur dan juga dari produk non-tanaman seperti kayu atau getah dari pohon.

d) Ketahanan Pangan: Dengan memiliki berbagai jenis tanaman di lahan yang sama, sistem ini akan meningkatkan ketahanan pangan keluarga petani.

7. Simulasi Produksi

Untuk membuat simulasi, kita dapat menggunakan perhitungan estimasi hasil panen sayur mayur dan produk sampingan dari pohon. Misalnya:

a) Sayur Mayur: Dalam lahan seluas 1 hektar, Anda dapat menanam 4.000 tanaman sayur mayur seperti cabai atau tomat. Setiap tanaman cabai bisa menghasilkan sekitar 5 kg per musim tanam.

b) Pohon Legum: Pohon seperti Albisia dapat menghasilkan hingga 30 ton biomassa per hektar setiap tahun. Daun-daunnya yang gugur dapat digunakan sebagai pupuk organik.

Dengan penerapan teknologi tepat guna dalam sistem ini, hasil yang diperoleh dari integrasi tanaman hortikultura dan pohon dapat memaksimalkan keuntungan petani dan meningkatkan kualitas lingkungan sekitar. Setelah implementasi, penting untuk mengevaluasi hasil dari penerapan sistem agroforestri secara berkala. Hal ini dapat dilakukan dengan memantau kondisi tanah, hasil panen, dan kesejahteraan petani. Sistem agroforestri berbasis hortikultura sayur mayur merupakan pendekatan yang efektif untuk meningkatkan keberlanjutan pertanian, meminimalkan kerusakan lingkungan, serta meningkatkan pendapatan petani.

Bab 14

***Urban Farming* Agroforestri Perkotaan**

14.1. *Urban Farming* sebagai Alternatif Agroforestri Perkotaan

Sekitar 55% populasi dunia saat ini bertempat tinggal di wilayah perkotaan dan di masa mendatang jumlah penduduk perkotaan diproyeksikan akan terus meningkat. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 menunjukkan sebanyak 56,7% penduduk Indonesia tinggal di perkotaan dan diprediksikan proporsi penduduk perkotaan dapat mencapai 70% di tahun 2035. Besarnya proporsi jumlah penduduk perkotaan akan menuntut permintaan pangan di perkotaan juga meningkat sementara lahan yang dapat digunakan untuk memproduksi pertanian sangat terbatas. Lahan perkotaan seringkali dimanfaatkan untuk industri, perkantoran, dan pemukiman sehingga lahan yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk perkotaan. Alhasil, suplai pangan perkotaan banyak didukung dari wilayah pedesaan sekitar kota. Data Food and Agriculture Organization (FAO) membuktikan 70% dari semua makanan yang diproduksi secara global ditujukan untuk konsumsi penduduk perkotaan.

Disisi lain, produksi pertanian berpotensi mengalami penurunan akibat dampak perubahan iklim. Kejadian variasi iklim (seperti El Nino dan La Nina) yang semakin sering akibat perubahan iklim dapat menurunkan produksi padi di Indonesia hingga 1,13 juta ton-1,89 juta ton menurut data FAO (Tumangguang 2023). Selain melalui bencana kekeringan dan banjir di lahan pertanian, penurunan produksi pertanian akibat perubahan iklim juga dapat disebabkan oleh peningkatan suhu sehingga mempersempit area pertanian yang sesuai atau cocok untuk fisiologis pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Oleh karena itu, di tengah desakan yang ada saat ini, alternatif langkah yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan ketahanan produksi pertanian dan mempertahankan suplai pangan perkotaan adalah penerapan *urban farming*. *Urban farming* atau *urban agriculture* (pertanian perkotaan) adalah upaya membudidayakan tanaman dan memelihara binatang ternak dalam lahan terbatas pada kawasan perkotaan. Artikel ini bertujuan untuk membahas kontribusi *urban farming* terhadap ketahanan iklim serta alternatif penerapan dan potensi *urban farming* khususnya dalam budidaya tanaman.

Ketika dampak perubahan iklim meningkat, ketahanan pangan akan dipengaruhi oleh kekeringan, banjir, kebakaran, serta bencana hidrometeorologi lainnya. Pertanian perkotaan memiliki potensi untuk membangun ketahanan lokal dengan menyediakan akses terhadap pangan pangan lokal meskipun tidak sepenuhnya dapat menyuplai kebutuhan pangan perkotaan dalam waktu instan namun dapat menjadi alternatif utama untuk dikembangkan secara bertahap dan menyeluruh di wilayah perkotaan. Pertanian perkotaan pada dasarnya beragam, mulai dari pertanian individu yang menanam berbagai jenis tanaman, menanam varietas yang berbeda dari tanaman yang sama, hingga menanam varietas berbeda dari berbagai jenis tanaman yang berbeda. Oleh karena itu, ketika cuaca ekstrem terjadi secara lokal beberapa tanaman akan berdampak rusak namun beberapa tanaman lainnya mungkin dapat bertahan dengan kondisi cuaca ekstrim tersebut bergantung dengan ketahanan masing-masing tanaman. Pada intinya, kegiatan *urban farming* ini menjadi pertanda mendukung ketahanan iklim sektor pertanian.

Ketahanan iklim sektor pertanian tidak hanya berupaya menjaga kestabilan produktivitas pangan utama tetapi juga meningkatkan produktivitas pangan lainnya melalui tindakan budidaya keberagaman pangan. Konsumsi pangan yang tidak monoton akan cenderung membuat masyarakat wilayah tersebut resiliensi terhadap perubahan iklim. Upaya *urban farming* ini menjadi salah satu cara untuk meningkatkan keberagaman pangan dan mendorong masyarakat urban lebih adaptif terhadap ketersediaan pangan yang ada di tengah ancaman krisis pangan sekaligus perubahan iklim. Pertanian perkotaan dapat menjadi bagian dari sistem pangan berkelanjutan dengan melokalisasi perekonomian pangan dan meningkatkan ketahanan iklim. Dengan memproduksi pangan di lahan yang tidak terpakai di perkotaan, pertanian perkotaan dapat mengurangi jumlah lahan yang dibutuhkan untuk pertanian pedesaan.

Sistem urban farming melekat pada konsep pemanfaatan lahan yang terbatas yang dapat mendorong masyarakat memiliki kebun individu maupun gabungan yang dikelola bersama sehingga mampu menyediakan perkebunan yang dapat memenuhi kebutuhan pangan kelompok tersebut. Dengan adanya urban farming ini, maka individu/keluarga dapat menghemat uang yang digunakan untuk membeli bahan pangan. Disisi lain, *urban farming* memiliki

peluang untuk meningkatkan pendapatan ekonomi keluarga melalui pengembangan hasil produksinya. Jika pengelolaan *urban farming* tersebut menghasilkan produksi yang lebih tinggi maka tentu dapat memperluas basis ekonomi perkotaan melalui peningkatan aktivitas kewirausahaan dan menambah jumlah wiraswasta serta lapangan pekerjaan melalui proses produksi hingga pemasaran produk pangan hasil *urban farming*. Pendeknya rantai pasokan pangan karena dekatnya jarak produsen dan konsumen akan mampu mengurangi harga bahan pangan tersebut. Secara keseluruhan, apabila dikaitkan dengan dampak kerugian ekonomi yang ditimbulkan akibat perubahan iklim, maka upaya *urban farming* akan berkontribusi menekan dampak kerugian ekonomi tersebut.

Selain berkontribusi untuk ketahanan iklim, *urban farming* juga mendukung pembangunan rendah karbon perkotaan. Ketika pertanian memanfaatkan ruang yang tidak terpakai di perkotaan, maka secara langsung mengurangi emisi karbon karena pangan yang ditanam di dalam perkotaan menempuh jarak yang lebih pendek untuk disuplai ke konsumen sehingga mengurangi aktivitas distribusi dan emisi terkait transportasi. Secara tidak langsung, *urban farming* juga menyediakan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang dapat menjadi ladang penyerapan emisi dan penyimpanan karbon baik di tanah maupun tumbuh-tumbuhan. Hal ini tentu berkontribusi terhadap peningkatan kualitas lingkungan dan pencegahan perubahan iklim. Secara bersamaan *urban farming* juga dapat mendukung upaya global untuk mewujudkan 30 persen dari luas bumi menjadi daerah proteksi untuk menjaga keanekaragaman hayati.

Peran *urban farming* untuk keamanan dan keselamatan pangan ada dua jalan: Pertama, meningkatkan jumlah makanan yang tersedia bagi orang yang tinggal di kota, Kedua, tersedianya buah-buahan dan sayur-mayur segar untuk konsumen-konsumen kota. Pertanian perkotaan sebagai promosi penghematan energi produksi makanan lokal, pertanian perkotaan dan pinggiran kota adalah praktek-praktek ketahanan pangan.

Sebagai akibat dari program pengurangan pajak atap hijau (*the green roof tax abatement program*) dan program hibah infrastruktur hijau (*green infrastructure grant program*) sejak tahun 2010 kota New York kini mengalami peningkatan jumlah ladang atap (*rooftop farm*) di berbagai atap gedung dan rumah yang dikelola secara swasta.



Gambar 14.1. Agroforestri *Urban farming rooftop farm*

Urban farming didasari akan perspektif nilai ekonomis dan lingkungan, keterbatasan lahan yang ada bukanlah hal yang menjadi hambatan untuk mengaktualkan potensi nilai ekonomi yang dimilikinya. Lahan tersebut dioptimalkan untuk ditanami tanaman-tanaman dengan nilai ekonomi tinggi seperti tanaman pangan, tanaman hias, dan tanaman penyuplai oksigen dalam jumlah besar.

Selain itu perspektif lingkungan pun turut mendukung. Isu Global warming, tingginya polusi udara di perkotaan merupakan ancaman bagi Masyarakat kota. Hidup yang sehat dapat terwujud jika dimulai dengan Pembangunan berperspektif menjaga lingkungan. Atau memandang bahwa manusia bukanlah hal yang terpisah dari lingkungan dan begitupun sebaliknya. Antara lingkungan dan manusia adalah hal yang satu dalam alam raya ini.

Jarak perkotaan yang jauh dari sumber produksi pangan juga menjadi alasan pentingnya pertanian perkotaan. Kesegaran makanan yang tersedia seperti sayur dan buah mengalami degradasi kualitas dalam perjalanannya. hal yang bisa dilakukan adalah memperdekat akses terhadap bahan makanan tersebut. Akses ke makanan bergizi adalah perspektif lain dalam upaya untuk mencari

produksi pangan dan ternak di kota-kota. Dengan input luar biasa dari populasi dunia untuk daerah perkotaan, kebutuhan makanan segar dan aman pun meningkat.

Ada tiga langkah yang harus dilakukan supaya pertanian perkotaan (*urban farming*) ini bisa lancar, yakni:

- Memberikan penyuluhan bagaimana caranya meningkatkan kualitas produk.
- Transplantasi manajemen.
- Jaminan pasar, untuk memenuhi spesifikasi produk yang diberikan oleh swalayan.

Pertanian di perkotaan pada prinsipnya merupakan segala upaya yang dilakukan dalam pemanfaatan ruang atau lahan yang masih ada di perkotaan, meliputi lahan pekarangan, lahan tidur, pagar dan bahkan dinding serta atap suatu bangunan guna menghasilkan produk-produk pertanian. Pertanian perkotaan, tidak membutuhkan lahan khusus dengan luasan yang besar untuk melakukan budidaya pertanian, cukup memanfaatkan lahan atau ruang yang tidak terpakai, pekarangan, atap bahkan dinding rumah sekalipun.

Banyak fakta yang menunjukkan bahwa pertanian perkotaan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan kota sehingga akan selalu ada dan terus berkembang sepanjang masa. Pertanian perkotaan sangat berbeda dengan pertanian di pedesaan. Pada prakteknya, pertanian perkotaan tidak hanya terkait dengan pemenuhan bahan pangan masyarakat di perkotaan, namun juga terkait erat dengan aspek lingkungan, kenyamanan, dan estetika serta keindahan. Oleh karena itu, pertanian perkotaan akan berdampak kepada masyarakat melalui berbagai cara, mulai dari penyediaan sumber pangan dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan, meningkatkan kebersihan atau kesehatan lingkungan, dan juga memberikan bentuk dan tatanan sebuah kota menjadi lebih nyaman dan asri.

Potensi dan peluang pengembangan pertanian perkotaan, antara lain: (1) Memberikan akses pangan yang lebih luas bagi konsumen miskin perkotaan, (2) Menjamin ketersediaan pangan dengan produk yang lebih segar, (3) Berpotensi menciptakan kesempatan kerja dan sumber pendapatan, (4) Akses yang lebih luas dan lebih mudah terhadap pelayanan (informasi, pengolahan limbah/daur ulang), dan (5) Meminimalkan perlakuan/kegiatan pengepakan, penyimpanan, dan transportasi.

Urban Farming, jika belum bisa diarahkan pada tujuan bisnis, minimal jika intens dilakukan dapat menghemat salah satu pengeluaran yang sangat rutin bagi rumah tangga, yaitu pengeluaran untuk kebutuhan makan sehari-hari. Meski tidak semua jenis tanaman yang bisa dibudidayakan, setidaknya ada beberapa jenis dari sayur-sayuran dan buah-buahan yang bisa kita kembangkan untuk memenuhi kebutuhan harian kita. Semisal sayur-sayuran seperti sawi, bayam, tomat, cabe, timun, slada, timun dan lain sebagainya.

Aktivitas urban farming sendiri memang konsep yang terlahir agar terbentuk suatu pertanian di lahan perkotaan yang sempit. Kemudian selanjutnya kita bisa sekreatif dan berinovasi sebanyak mungkin dalam melakukannya. Misalkan kita bisa dengan melaksanakan tabulampot (tanaman buah dalam pot), penanaman secara vertikal garden, dan lain sebagainya.

Pertanian perkotaan didasarkan akan perspektif nilai ekonomis dan lingkungan. Keterbatasan lahan yang ada bukanlah hal yang menjadi hambatan untuk mengaktualkan potensi nilai ekonomi yang dimilikinya. Lahan tersebut dioptimalkan untuk ditanami tanaman-tanaman dengan nilai ekonomi tinggi seperti tanaman pangan, tanaman hias, dan tanaman penyuplai oksigen dalam jumlah besar.

Selain itu perspektif lingkungan pun turut mendukung. Isu global warming, tingginya polusi udara di perkotaan merupakan ancaman bagi Masyarakat kota. Hidup yang sehat dapat terwujud jika dimulai dengan Pembangunan berperspektif menjaga lingkungan. Atau memandang bahwa manusia bukanlah hal yang terpisah dari lingkungan dan begitupun sebaliknya. Antara lingkungan dan manusia adalah hal yang satu dalam alam raya ini. Jarak perkotaan yang jauh dari sumber produksi pangan juga menjadi alasan pentingnya pertanian perkotaan. Kesegaran makanan yang tersedia seperti sayur dan buah mengalami degradasi kualitas dalam perjalanannya. hal yang bisa dilakukan adalah memperdekat akses terhadap bahan makanan tersebut. Akses ke makanan bergizi adalah perspektif lain dalam upaya untuk mencari produksi pangan dan ternak di kota-kota. Dengan input luar biasa dari populasi dunia untuk daerah perkotaan, kebutuhan makanan segar dan aman pun meningkat.

Di samping manfaat dari aspek ekonomi, pertanian perkotaan juga merangsang pertumbuhan perusahaan skala mikro yang meliputi produksi, pengemasan (*packaging*) dan pemasaran. Keberadaan aktivitas perusahaan ini secara Sebagian atau keseluruhan tergantung kepada pertanian perkotaan.

Aktivitas jasa lainnya disediakan oleh kelompok dan keluarga-keluarga yang mandiri seperti jasa kesehatan binatang, pembukuan (accounting) dan pengangkutan. Perubahan bentuk bahan makanan meliputi pembuatan yoghurt dari susu, ubi rambat atau pisang raja goreng, ayam atau telur dan lain lain. Keadaan ini dapat dilaksanakan di dalam peringkat rumah tangga, kemudian menjualnya di gerbang kebun atau dalam suatu pasar atau toko lokal. Bagi unit yang lebih besar dapat menjual ke supermarket atau di ekspor.

Pertanian perkotaan dapat membantu memecahkan permasalahan seperti daur ulang limbah kota menjadi sumber daya yang produktif. Di banyak kota, petani kota mempunyai prakarsa untuk mengumpulkan limbah rumah tangga dan sampah organik dari pasar-pasar sayur mayur dan industri pertanian dengan tujuan menghasilkan makanan binatang atau pupuk kompos. Pupuk kompos yang berkualitas dapat mempengaruhi harga produksi pertanian perkotaan seperti contoh yang ditunjukkan oleh Tanzania. Pupuk kompos mengakibatkan petani kota menggunakan pupuk dengan bahan kimia lebih sedikit sehingga dapat mencegah pencemaran air tanah. Sebagai tambahan, inisiatif pembuatan pupuk kompos dapat menciptakan lapangan pekerjaan dan menyediakan pendapatan untuk penduduk miskin kota.

Petani dapat menggunakan air limbah untuk mengairi kebun mereka Ketika mereka kekurangan akses kepada sumber air yang lain atau karena harga air yang mahal. Penggunaan limbah air yang segar (tanpa perlakuan) menguntungkan petani kota yang miskin karena mengandung banyak nutrisi. Bagaimanapun, tanpa bimbingan yang sesuai, penggunaan air limbah dapat mendorong kearah permasalahan kesehatan dan lingkungan. Petani perlu dilatih diantaranya untuk melindungi diri sendiri selama menangani air limbah, memilih tanaman yang sesuai dan metoda irigasi yang baik.

Teknologi seperti hidroponik atau organoponik, irigasi tetes (drip), zero tillage dan lain lain pada hakekatnya mengurangi keperluan air dan risiko kesehatan. Teknologi ini sangat menarik untuk lingkungan perkotaan sehingga banyak ditemukan di kota-kota. Perawatan dan daur ulang air limbah kota untuk aktivitas pertanian juga perlu dipastikan. Hal ini mengharuskan desentralisasi untuk fasilitas perawatan khusus dan biaya rendah (lebih disukai bioteknologi). Dalam banyak kasus, daur ulang untuk mendukung pertanian perkotaan akan optimal apabila dilakukan perawatan secara parsial. Publik dan swasta mempunyai inisiatif terlibat dalam perusahaan swasta dan atau

organisasi massa di dalam pengembangan dan manajemen penanganan limbah air kota. Bagaimanapun, di kebanyakan kota, kapasitas perawatan akan jauh lebih rendah pada tahun-tahun mendatang. Petani akan melanjutkan menggunakan air limbah mentah.

Selanjutnya, pertanian perkotaan secara positif berdampak kepada hijau dan bersihnya kota dengan menciptakan ruang-ruang hijau sehingga dapat memelihara kawasan penyangga dan cadangan. Hal ini berdampak positif pada iklim-mikro (keteduhan, temperatur dan sekuestrasi CO₂). Ruang terbuka dan tanah kosong sering digunakan sebagai limbah informal dumpsites sehingga hal ini merupakan sumber kegiatan kriminal dan permasalahan kesehatan. Ketika kawasan seperti itu dirubah menjadi ruang produktif yang hijau, tidak hanya suatu situasi yang tidak sehat dibersihkan, tetapi masyarakat umum secara pasif maupun aktif menikmati kawasan yang hijau. Aktivitas seperti itu dapat membuat penduduk mengagumi diri sendiri (*self esteem*) dan merangsang tindakan lain untuk meningkatkan mata pencarian masyarakat.

Pertanian ini dapat menyokong dengan mantap kesejahteraan petani dan warganegara yang lain, apabila diatur dengan baik. Pertumbuhan pemukiman menciptakan suatu kompetisi antara penggunaan lahan kota tradisional dengan pertanian perkotaan. Perencana kota merancang pinggiran kota sebagai Kawasan campuran termasuk penggunaan lahan pertanian perkotaan, sedangkan Kawasan dalam kota digunakan untuk guna tanah kota tradisional. Bagaimanapun, pertanian perkotaan mempunyai potensi untuk berhasil seperti di kota modern karena berbagai fungsi dan hubungannya dengan isu kota. Kota menyediakan akses yang mudah untuk pemasaran dan permintaan yang tinggi untuk makanan.

Pertimbangan lain ialah, pertanian perkotaan dapat mengurangkan biaya-biaya pengangkutan untuk produksi pertanian dan wujudnya ketersediaan sumber daya dan kesempatan (seperti daur ulang limbah kota, pengangguran dan ketersediaan tenaga kerja kota). Sesungguhnya praktik pertanian perkotaan telah menjadi bagian dari kota, tetapi kebijakan dan perencanaan kota kurang memberi perhatian tentang pengintegrasian pertanian perkotaan ke dalam sistem ekonomi kota.

Perencanaan kota di kebanyakan negara berkembang mempunyai karakteristik cenderung merupakan perencanaan komprehensif jangka panjang yang mengadopsi pendekatan blue-print. Perencanaan model ini

adalah kaku dan kurang merespon isu sosial sehingga mempunyai dampak negatif kepada pertanian perkotaan. Jurusan perencanaan sering kekurangan tenaga dan posisi sebagai perencana tidaklah di tingkat pengambilan keputusan nyata. Ini berarti bahwa keputusan mereka tidaklah selalu direspon oleh pemerintah sehingga rencana mereka sering ditangguhkan.

Hasil pertanian perkotaan selain untuk dipasarkan, juga menghasilkan produk makanan seperti sayuran dan buah segar untuk dapat dinikmati keluarga. Produk seperti sayur dan buah dari hasil berkebun sendiri tidak hanya dapat menambah gizi keluarga, namun juga lebih terjamin sehat karena bebas pestisida. Pertanian perkotaan umumnya menekankan pada aspek kualitas dan penggunaan bahan kimia yang minim.

Selain menambah nutrisi dan lebih sehat, produk sayur dan buah yang dihasilkan dari berkebun di rumah dapat menghemat pengeluaran keluarga. Model sistem pertanian perkotaan berdasarkan pemanfaatan lahan/ruang terbuka:

- Pemanfaatan lahan pekarangan;
- Pembuatan kebun-kebun komunitas (dikelola kelompok dengan menggunakan fasilitas umum atau sosial yang biasanya disediakan oleh pengembang), "lahan tidur", halaman sekolah, pinggir jalan, dan sebagainya;
- Pembuatan kebun atap (dapat memanfaatkan daur ulang limbah air, namun perlu memperhatikan kekuatan konstruksinya); dan
- Pembuatan kebun vertikal.

Sistem pertanian perkotaan dikelompokkan berdasarkan pemanfaatan lahan atau ruang terbuka, yaitu:

- Tanpa pekarangan: vertikultur, pot, polibag, tanaman gantung;
- Pekarangan sempit: vertikultur, pot, polibag, tanaman gantung;
- Pekarangan sedang: vertikultur, pot, polibag, tanaman gantung, tanam langsung, kolam ikan misalnya lele;
- Pekarangan luas: vertikultur, pot, polibag, tanaman gantung, tanam langsung, kolam ikan lele, ternak (unggas, kelinci, kambing, dan sebagainya).

Prinsip dasar model pertanian perkotaan, diantaranya (1) Hemat lahan, memperhatikan estetika; (2) Proses produksi yang bersih dan ramah lingkungan; (3) Komoditas bernilai ekonomi dan berdaya saing; dan (4) Dukungan inovasi teknologi maju.

Persyaratan dalam praktik pertanian perkotaan adalah sesuai tata ruang kota dan tata ruang wilayah, tidak merusak keindahan kota; tidak menimbulkan masalah sosial akibat penggunaan lahan; Tidak menggunakan input kimiawi yang berlebihan; dan tidak menerapkan cara budi daya yang mendorong terjadinya erosi dan degradasi lingkungan.

Pertanian perkotaan merupakan salah satu jawaban yang tepat atas tantangan pemenuhan kebutuhan pangan di perkotaan. Melalui pertanian perkotaan, ketersediaan bahan pangan untuk anggota keluarga dapat diperoleh.

14.2. Implementasi Sistem Budidaya Urban Farming

Kegiatan urban farming terdiri dari berbagai metode budidaya, dimana implementasi metode budidaya tersebut akan bergantung pada ketersediaan lahan dan ketersediaan air bersih, serta kebutuhan dominan masyarakat. Setiap metode juga akan memiliki kecocokan komoditas yang dapat tumbuh dan berproduksi. Umumnya, urban farming membudidayakan tanaman yang mudah tumbuh dan berproduksi. Oleh karena itu, kombinasi kebutuhan masyarakat perlu disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan pasokan air wilayah tersebut dan didorong untuk menerapkan *good management practices* yang mendukung aspek berkelanjutan. Praktik *good management practises* dapat diterapkan diantaranya melalui pemilihan media tanam yang berkelanjutan, penggunaan bibit unggul, dan menggunakan pupuk organik. Metode sistem budidaya yang sederhana untuk dilakukan sebagai permulaan masyarakat umumnya adalah metode vertikultur yang menanam secara vertikal, metode hidroponik yang memanfaatkan air sebagai bahan utama, serta wall gardening yang memanfaatkan area dinding. Alternatif metode tersebut dirincikan sebagai berikut:

1. Hidroponik

Hidroponik adalah sebuah metode pertanian modern yang menghasilkan tanaman tanpa menggunakan tanah. Nutrisi yang dibutuhkan tanaman disediakan langsung melalui air yang mengandung semua unsur penting. Hidroponik dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti sistem irigasi tetes (*drip irrigation*), NFT (*nutrient film technique*), DFT (*deep flow technique*), *Wick System*.



Gambar 14.2. Agroforestri *Urban farming* Hidroponik

2. Vertikultur

Vertikultur adalah sistem budidaya pertanian yang dilaksanakan secara vertikal atau bertingkat pada skala indoor maupun outdoor. Umumnya vertikultur dilakukan menggunakan bangunan atau model wadah tertentu untuk penanaman, tergantung kondisi tempat dan konsep yang akan dilakukan. vertikultur ini cocok untuk perkotaan yang kurang lahan terbuka.



Gambar 14.3. Agroforestri *Urban farming* Vertikultur

3. Akuaponik

Akuaponik adalah system budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) bersama dalam sebuah ekosistem yang resirkulasi/saling menguntungkan yang menggunakan bakteri alami untuk mengubah kotoran & sisa pakan ikan menjadi nutrisi tanaman. konsep ini sesuai dengan simbiosis mutualisme antar organisme.



Gambar 14.4. Agroforestri *Urban farming* Akuaponik

4. Aeroponik

Aeroponik adalah teknik modern untuk menumbuhkan tanaman pertanian dengan memberikan larutan nutrisi di udara tanpa tanah. Akar tanaman akan menerima nutrisi melalui semprotan dari nosel atomisasi. Teknik ini memang agak menantang dan membutuhkan biaya tinggi. Namun, kelebihan aeroponik dari sistem tanam lain itu tanaman lebih mudah dipanen, perawatan mudah dan efisien, lebih hemat air dan pupuk

5. Vertiminaponik

Vertiminaponik merupakan perpaduan budidaya sayuran secara vertikal, berbahan dasar pot talang plastik dengan sistem akuaponik. Kelebihan vertiminaponik yaitu dapat menghasilkan sayuran organik, karena tidak menggunakan pupuk berbahan kimia melainkan dari kotoran ikan yang

mengandung nutrisi organik dan hasil yang diperoleh berupa ikan dan sayuran sekaligus.



Gambar 14.5. Agroforestri *Urban farming* Aeroponik



Gambar 14.6. Agroforestri *Urban farming* Vertiminaponik

6. Vertikal garden

Vertikal garden adalah konsep taman di lahan sempit dengan cara menyusun tanaman berbentuk vertikal. Konsep ini cocok untuk keseimbangan lingkungan di daerah perkotaan dan di Kawasan bisnis. Selain sebagai filter udara, vertical garden dapat memberikan nilai estetis dan memperkaya oksigen di tengah keramaian kota.



Gambar 14.7. Agroforestri *Urban farming* Vertikal garden

7. Tabulampot

Tabulampot adalah teknik budidaya tanaman yang menggunakan pot dan sejenisnya sebagai tempat meletakkan media tanam dan bibit tanaman. Tabulampot cocok untuk tanaman buah yang dikembangbiakan secara vegetatif. Konsep ini sangat cocok untuk masyarakat yang hobi menanam, namun hanya memiliki lahan yang sempit.



Gambar 14.8. Agroforestri *Urban farming* Tabulampot

Berbagai bentuk urban farming diatas perlu direncanakan dengan baik, dari segi konsep, sumber daya, biaya, bentuk lahan dan analisis SWOT yang bisa dilakukan. Masyarakat dapat melakukan urban farming mulai dari lingkungansekitarrumah. Selain itu perlu juga dukungan komunitas dan pemerintah yang mewadahi dan menjadi rujukan knsep urban farming mulai proses persiapan, pelaksanaan, pemanenenan bahkan ke pemasaran produk.

Salah satu kota yang telah menerapkan urban farming di beberapa wilayahnya adalah Kota Bandung. Program urban farming yang terintegrasi dan digalakan oleh Dinas Pangan dan Pertanian Kota Bandung disebut sebagai Buruan SAE (Sehat, Aman, Ekonomis). Program ini bertujuan untuk menanggulangi ketimpangan dan permasalahan pangan keluarga di Kota Bandung melalui pemanfaatan pekarangan atau lahan yang tersedia. Program Buruan SAE menghasilkan kecukupan pangan keluarga dan kemandirian pangan, perputaran rantai pangan yang berlanjut mulai dari menanam, memanen hingga mengkonsumsi, serta bahan pangan menjadi lebih sehat dan terkontrol dengan baik oleh masyarakat secara langsung. Program ini mendukung kuat ketahanan kota di tengah rawannya ketersediaan pangan, rawannya kualitas pangan serta potensi inflasi dan kenaikan harga.

Berdasarkan hasil perhitungan Neraca Bahan Makanan (NBM) terjadi penurunan neraca angka kebutuhan pangan Kota Bandung yang diperoleh dari daerah lain yaitu, semula di tahun 2020, sebanyak 96,42 persen kemudian di tahun 2022 sebesar 90,16 persen. Persentase untuk pemenuhan kebutuhan pangan di Kota Bandung masih sedikit mengingat jumlah penduduk yang cukup besar dan program baru dilaksanakan di beberapa kelurahan, namun terdapat pengurangan pengeluaran rumah tangga sekitar 15% dari biaya konsumsi sayur kebutuhan rumah tangga. Jika implementasi urban farming diperluas dari setiap rumah tangga melalui pemanfaatan lahan yang tersedia, maka ketahanan pangan perkotaan akan semakin optimal meskipun di tengah isu perubahan iklim.

Salah satu metode yang diterapkan dari Program Buruan SAE adalah hidroponik model Nutrient Film Technique (NFT) dengan tanaman yang ditanam berupa selada merah, sawi pakcoy, dan kangkung. Dalam sistem NFT ini, air atau larutan nutrisi bersirkulasi ke seluruh sistem dan memasuki baki pertumbuhan melalui pompa air tanpa pengatur waktu. Sistemnya sedikit miring sehingga larutan nutrisi mengalir melalui akar dan turun kembali ke

dalam reservoir. Tanaman ditempatkan pada saluran atau tabung dengan akar menjuntai dalam larutan hidroponik. Hasil dari Buruan SAE hidroponik ini selain dimanfaatkan untuk kebutuhan individu juga dijual ke masyarakat guna melaksanakan prinsip Ekonomis dalam SAE dapat terlaksana.

14.3. Potensi pengembangan *urban farming* dengan berbasis manfaat ekonomi

Salah satu contoh kota yang memanfaatkan ruang terbuka perkotaan untuk melakukan *urban farming* adalah Kota Kumasi di Ghana. Desakan suplai produksi sayuran yang cenderung tidak maksimal ketika musim kemarau ditambah dengan proses transfer produksi sayuran dari pedesaan ke perkotaan yang menurunkan kualitas produksi sayur membuat penduduk perkotaan melakukan *urban farming*. Disisi lain, penduduk juga menilai adanya peluang ekonomi untuk menghasilkan pendapatan tambahan. Hal ini membuat produksi sayuran di wilayah Kota Kumasi merupakan hal umum terutama di dataran rendah yang memiliki akses air yang cukup.

Pemanfaatan ruang terbuka di dataran rendah atau dasar panen sepanjang tahun untuk usahatani sayuran dapat memperoleh tingkat pendapatan US \$400 hingga \$800. Apabila dibandingkan dengan hasil pendapatan pertanian pedesaan di sekitar Kumasi atau di wilayah Ghana lainnya, pendapatan petani perkotaan dapat mencapai 2-3 lipatnya. *Urban farming* di Kumasi membuktikan pertanian sayuran perkotaan dapat mengambil langkah luar biasa dalam mengatasi garis kemiskinan yang semula sekelompok masyarakat tidak mencukupi untuk memenuhi konsumsi makanan pokok, memenuhi kebutuhan kalori. Dengan peluang memanfaatkan ketersediaan lahan, para petani sayuran di kota dapat melipatgandakan pendapatan pokok mereka dari hasil panen dan juga berhasil melampaui garis kemiskinan. Praktik *urban farming* bila dilihat dari sisi keuntungan finansial akan memerlukan pengamatan yang cermat terhadap permintaan pasar dan setiap kota perlu melihat banyak ruang untuk sistem intensif *urban farming* yang maksimal. Meskipun dengan banyak upaya, penerapan *urban farming* di Kota Kumasi membuktikan dapat berkontribusi kuat dari sisi ekonomi dan peningkatan produksi pertanian perkotaan.

Urban farming dapat menjadi salah satu alternatif untuk menyediakan dan meningkatkan suplai pangan perkotaan di tengah keterbatasan lahan dan tingginya jumlah penduduk perkotaan. Upaya *urban farming* juga menjadi salah satu cara untuk meningkatkan keberagaman pangan dan mendorong

masyarakat urban lebih adaptif terhadap ketersediaan pangan yang ada di tengah ancaman krisis pangan sekaligus perubahan iklim. Tidak hanya itu, urban farming juga memiliki peluang untuk meningkatkan pendapatan ekonomi keluarga melalui pengembangan hasil produksinya meskipun memerlukan pengamatan yang cermat agar manfaat finansial optimal. Selain mendorong peningkatan ketahanan iklim perkotaan dan membantu menekan kerugian ekonomi akibat perubahan iklim, co-benefit dari urban farming ini berupa kontribusi terhadap kualitas lingkungan dengan penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang lebih luas sehingga menjadi ladang penyerapan emisi dan mendukung pembangunan rendah karbon. implementasi metode budidaya *urban farming* bergantung pada ketersediaan lahan dan ketersediaan air bersih, serta kebutuhan dominan masyarakat. Salah satu penerapan urban farming di Indonesia adalah metode hidroponik model NFT yang berhasil diterapkan di Kota Bandung melalui Program Buruan SAE. Apabila dimaksimalkan maka dapat berkontribusi kuat dari sisi ekonomi dan peningkatan produksi pertanian perkotaan meskipun di tengah ancaman perubahan iklim.

Bab 15

Agroforestri Berkelanjutan

15.1. Landasan teoritis dan konsep-konsep utama agroforestri berkelanjutan

Menurut laporan FAO (2023), agroforestri berkelanjutan memiliki potensi besar untuk mendukung pencapaian beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), termasuk pengentasan kemiskinan (SDG 1), kelaparan nol (SDG 2), aksi iklim (SDG 13), dan kehidupan di darat (SDG 15). Dengan menggabungkan praktik tradisional dan teknologi modern, agroforestri dapat memberikan solusi terpadu untuk tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi yang saling terkait.

Agroforestri berkelanjutan didefinisikan sebagai sistem pengelolaan lahan yang secara simultan mengoptimalkan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan dengan memadukan elemen kehutanan, pertanian, dan peternakan. Sistem ini dirancang untuk:

- 1) Memperbaiki kesuburan tanah melalui siklus nutrisi yang lebih baik.
- 2) Mengurangi emisi gas rumah kaca dengan menyimpan karbon dalam biomassa dan tanah.
- 3) Mendukung keanekaragaman hayati melalui penyediaan habitat yang kompleks.
- 4) Meningkatkan kesejahteraan petani melalui diversifikasi pendapatan.

Menurut Smith et al. (2022), agroforestri berkelanjutan merupakan pendekatan holistik yang mengintegrasikan elemen kehutanan, pertanian, dan peternakan untuk mencapai keseimbangan antara produktivitas ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan sosial yang memperhitungkan keberlanjutan jangka panjang ekosistem, termasuk adaptasi terhadap perubahan iklim dan mitigasi dampak negatifnya.

1. Teori Ekologi Lanskap

Teori ekologi lanskap menekankan pentingnya hubungan antara komponen ekosistem, termasuk interaksi antara elemen biologis dan fisik. Agroforestri berkelanjutan memanfaatkan prinsip ini dengan menciptakan mosaik lanskap yang mengintegrasikan hutan, ladang pertanian, dan peternakan

untuk meningkatkan keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem. Menurut Forman dan Godron (1986), diversifikasi lanskap yang diterapkan dalam agroforestri meningkatkan konektivitas habitat dan siklus nutrisi, yang pada gilirannya memperkuat daya tahan ekosistem terhadap gangguan, termasuk perubahan iklim.

2. Teori Siklus Nutrisi

Teori siklus nutrisi berfokus pada bagaimana unsur hara bergerak melalui ekosistem. Agroforestri berkelanjutan mendukung daur ulang nutrisi melalui penanaman pohon penambat nitrogen, pengomposan residu organik, dan pengelolaan tanah secara terpadu. Penelitian oleh Sanchez (2021) menunjukkan bahwa pohon dalam sistem agroforestri dapat meningkatkan kandungan karbon organik tanah hingga 30% dibandingkan sistem monokultur.

3. Teori Resiliensi Sosio-Ekologis

Teori ini menyoroti kemampuan sistem untuk menyerap gangguan dan tetap mempertahankan fungsinya. Agroforestri berkelanjutan memperkuat resiliensi dengan:

- 1) Diversifikasi produk yang mengurangi risiko kegagalan panen.
- 2) Penyediaan jasa ekosistem seperti pengaturan iklim mikro.
- 3) Penguatan kapasitas adaptasi masyarakat lokal.

4. Teori Agroekologi

Agroekologi adalah pendekatan ilmiah, praktis, dan sosial yang bertujuan mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologi ke dalam desain dan pengelolaan sistem pertanian. Agroforestri berkelanjutan sering kali menjadi contoh praktis dari penerapan agroekologi, karena menggabungkan fungsi produksi dengan konservasi lingkungan.

5. Teori Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Dalam konteks perubahan iklim, agroforestri berkelanjutan menawarkan solusi adaptasi melalui pengelolaan sumber daya air dan peningkatan kapasitas penyimpanan karbon. Laporan IPCC (2023) menyoroti pentingnya agroforestri dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan resiliensi petani terhadap iklim yang tidak menentu.

15.2. Konsep Utama Agroforestri Berkelanjutan

1. Diversifikasi dan Integrasi

Diversifikasi dalam agroforestri berkelanjutan melibatkan penanaman berbagai jenis tanaman dan pohon untuk mengurangi risiko ekonomi dan meningkatkan stabilitas ekosistem. Integrasi, di sisi lain, merujuk pada kombinasi elemen pertanian dan kehutanan dalam satu unit lahan yang saling mendukung. Menurut Nair (2022), diversifikasi dan integrasi adalah inti dari agroforestri yang memungkinkan sistem untuk:

- 1) Menyediakan hasil panen sepanjang tahun.
- 2) Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

2. Pendekatan Multifungsi

Agroforestri berkelanjutan dirancang untuk memenuhi berbagai fungsi sekaligus, termasuk produksi pangan, konservasi lingkungan, dan penguatan mata pencaharian masyarakat. Konsep ini mencerminkan pendekatan multifungsi yang dianggap sebagai keunggulan utama agroforestri dibandingkan sistem monokultur.

3. Keberlanjutan Jangka Panjang

Prinsip keberlanjutan dalam agroforestri melibatkan pengelolaan sumber daya secara bijaksana agar dapat digunakan oleh generasi saat ini tanpa mengorbankan kebutuhan generasi mendatang. Menurut FAO (2023), keberlanjutan dicapai melalui:

- 1) Restorasi ekosistem yang terdegradasi.
- 2) Pengurangan emisi karbon melalui penyimpanan karbon oleh pohon.
- 3) Konservasi keanekaragaman hayati.

4. Sistem Agroforestri Berkelanjutan

1) Sistem Agrosilvikultur

Sistem ini mengintegrasikan tanaman pertanian dengan pohon. Contohnya termasuk agroforestri berbasis karet atau kopi yang memungkinkan petani mendapatkan pendapatan dari berbagai sumber sekaligus meningkatkan fungsi ekosistem.

2) Sistem Silvopastura

Silvopastura melibatkan pengelolaan kombinasi pohon dan padang rumput untuk peternakan. Sistem ini meningkatkan kualitas pakan,

melindungi tanah dari erosi, dan menyediakan keteduhan bagi ternak, yang dapat meningkatkan produktivitas.

3) Sistem Agrosilvopastura

Sistem ini menggabungkan pertanian, kehutanan, dan peternakan dalam satu unit lahan. Contoh yang sukses adalah penggunaan agroforestri untuk pengelolaan lahan kering di Afrika Sub-Sahara, yang terbukti meningkatkan hasil panen hingga 50%.

Konsep diversifikasi, integrasi, pendekatan multifungsi, dan keberlanjutan jangka panjang menjadi prinsip utama dalam desain dan implementasi agroforestri. Sistem agrosilvikultur, silvopastura, dan agrosilvopastura menjadi contoh aplikasi nyata yang berhasil mendukung keberlanjutan ekosistem dan masyarakat.

15.3. Peranan Agroforestri dalam Mitigasi Perubahan Iklim Berkelanjutan

1. Agroforestri sebagai Penyerap Karbon

Agroforestri, sebagai sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kayu dengan tanaman pertanian atau peternakan, telah menjadi salah satu pendekatan utama dalam mitigasi perubahan iklim. Sistem ini tidak hanya meningkatkan produktivitas lahan, tetapi juga memiliki potensi besar dalam menyerap karbon, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan mengurangi dampak perubahan iklim. Dalam bab ini, akan dibahas secara rinci peranan agroforestri dalam mitigasi perubahan iklim berdasarkan teori-teori terkini dan studi empiris.

1) Proses Penyerapan Karbon dalam Agroforestri

Salah satu kontribusi utama agroforestri dalam mitigasi perubahan iklim adalah kemampuannya menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer melalui fotosintesis. Komponen pohon dalam sistem agroforestri berfungsi sebagai penyerap karbon jangka panjang karena biomassa pohon dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang signifikan.

Menurut IPCC (2021), agroforestri memiliki potensi menyerap hingga 9.28 gigaton karbon per tahun secara global. Ini menjadikan agroforestri sebagai salah satu solusi berbasis alam (Nature-Based Solutions) yang paling efektif untuk mitigasi perubahan iklim.

2) Penyimpanan Karbon di Biomassa dan Tanah

Agroforestri mampu menyimpan karbon tidak hanya di atas permukaan tanah melalui biomassa pohon tetapi juga di dalam tanah melalui akar dan bahan organik yang dihasilkan. Penelitian oleh Nair et al. (2022) menunjukkan bahwa sistem agroforestri dapat meningkatkan kandungan karbon tanah hingga 30% dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur.

2. Kontribusi Agroforestri terhadap Ketahanan Ekosistem

1) Peningkatan Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati yang lebih tinggi dalam sistem agroforestri membantu meningkatkan ketahanan ekosistem terhadap perubahan iklim. Dengan menyediakan habitat bagi berbagai spesies, agroforestri juga meningkatkan resiliensi ekosistem terhadap tekanan lingkungan.

2) Pengurangan Risiko Bencana Iklim

Pohon dalam sistem agroforestri dapat mengurangi erosi tanah, meningkatkan infiltrasi air, dan mengurangi risiko banjir. Hal ini membantu menjaga produktivitas lahan dalam kondisi iklim yang tidak menentu.

3. Agroforestri sebagai Strategi Adaptasi Perubahan Iklim

1) Diversifikasi Sumber Penghidupan

Dengan mengintegrasikan berbagai jenis tanaman dan peternakan, agroforestri memberikan diversifikasi sumber penghidupan bagi petani. Ini mengurangi risiko kegagalan panen akibat perubahan iklim.

2) Ketahanan Sosial dan Ekonomi

Sistem agroforestri yang berkelanjutan memberikan stabilitas pendapatan jangka panjang bagi masyarakat pedesaan, sehingga mendukung ketahanan sosial dan ekonomi dalam menghadapi perubahan iklim.

4. Tantangan dan Hambatan dalam Implementasi Agroforestri

1) Kurangnya Pengetahuan dan Kesadaran

Salah satu hambatan utama adalah kurangnya pengetahuan petani tentang manfaat agroforestri dan cara mengimplementasikannya. Edukasi dan pelatihan menjadi kunci untuk mengatasi masalah ini.

2) Keterbatasan Kebijakan dan Dukungan Pemerintah

Kebijakan yang tidak mendukung atau kurangnya insentif untuk praktik agroforestri menjadi kendala dalam penerapannya secara luas. Diperlukan kebijakan yang lebih proaktif untuk mendorong adopsi sistem ini.

Agroforestri merupakan pendekatan yang efektif dalam mitigasi perubahan iklim berkelanjutan. Dengan kemampuannya menyerap dan menyimpan karbon, meningkatkan keanekaragaman hayati, serta mendukung ketahanan ekosistem dan masyarakat, agroforestri berpotensi menjadi solusi utama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Namun, implementasi yang luas membutuhkan dukungan kebijakan, edukasi, dan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan manfaatnya.

Agroforestri adalah merupakan model pengelolaan hutan yang bertujuan untuk meningkatkan produktifitas lahan berupa hasil hutan, hasil pertanian/peternakan/perikanan sehingga masyarakat dapat memperoleh hasil dalam jangka pendek, menengah dan jangka panjang. Prinsip dalam agroforestri adalah keseimbangan lingkungan, ekonomi dan sosial. Hilangnya tutupan lahan hutan karena konversi hutan untuk pemukiman, perkebunan, pertanian dan kebutuhan untuk pembangunan di sektor lain, telah menyebabkan perubahan pola cuaca/iklim di berbagai tempat. Perubahan iklim dapat diantisipasi dengan mitigasi dan adaptasi.

Mitigasi berarti usaha-usaha pencegahan yang perlu dilakukan, sedangkan adaptasi merupakan kegiatan-kegiatan penyesuaian yang perlu dilakukan untuk dapat hidup dan bertahan dan meningkatkan ketahanan, kelenturan dan mengarah ke migrasi karena kondisi iklim yang berbeda. Agroforestri dapat memitigasi dan mengadaptasi perubahan iklim dengan alasan-alasan sebagai berikut: a) Pencampuran jenis pohon penghasil kayu, buah dan lain-lain, karena campuran jenis lebih baik dari tanaman murni; b) Pencampuran jenis yang didasarkan pada sifat toleransi, sehingga akan memanfaatkan seluruh cahaya untuk fotosintesis; c) Pencampuran perbedaan umur; d) Pencampuran berdasarkan perbedaan waktu pemanenan; e) Penggabungan nilai ekonomi, sosial dan budaya sehingga perubahan vegetasi dapat berjalan seiring dengan perubahan sosial dan budaya secara berangsur yang dapat disesuaikan dengan perubahan iklim; dan f) Dapat digunakan sebagai model untuk memfasilitasi perubahan kelompok vegetasi menjadi kelompok yang baru (adaptasi), seperti

teori perubahan vegetasi melalui perladangan berpindah-pindah yang teratur.

Banyak perhitungan telah dilakukan terhadap situasi pangan dunia, umumnya lebih difokuskan kepada komponen produksi pangan sebagai bagian dari bio-produk. Biasanya disimpulkan ada bencana kelaparan, tetapi tidak menyinggung adanya keterbatasan absolut pada pertumbuhan potensial tanaman. Namun demikian ada desakan terhadap harga bahan pangan dunia yang harus memenuhi target penurunan penggunaan bahan bakar fosil pada sektor transportasi, melalui penggantian dengan penggunaan "biofuel, yang berarti penawaran elastis (*supply-site elasticity*) menjadi lebih rendah dari tingkatan yang diharapkan.

Banyak contoh telah dilaporkan bahwa produksi dalam sistem tumpangsari atau agroforestri "melebihi" jumlah rata-rata produksi masing-masing tanaman sekitar 30% bahkan 50% dalam sistem monokultur. Namun analisis ekonomi terhadap kombinasi antara produksi dan jasa lingkungan hutan masih jarang sekali dilakukan.

Bila ditinjau dari banyaknya C yang tersimpan (C stock) di tingkat lahan, maka jumlahnya proporsional dengan produksi biomas yang "lebih tinggi". Sedang dari segi biodiversitas akan dijumpai 2 kondisi yaitu kondisi "lebih banyak" untuk organisme yang toleran terhadap intensifikasi lahan tingkat medium, dan kondisi "lebih rendah dari rata-rata" untuk organisme yang kurang tahan terhadap gangguan kegiatan manusia. Pada tingkat DAS, Agroforestri berpeluang besar untuk menjaga fungsi DAS selain fungsinya dalam mempertahankan produksi tanaman bernilai ekonomi tinggi. Pohon-pohon yang ditanam pada posisi yang strategis pada bentang lahan dapat berperan sebagai regulator aliran air sungai dengan konsentrasi sedimen yang relatif rendah.

Namun demikian, fungsi "lebih" dari Agroforestri tersebut masih belum dikenal secara umum, karena adanya anggapan dari rimbawan yang diikuti oleh pengambil kebijakan bahwa konservasi terhadap layanan DAS hanya dapat diperoleh sepenuhnya dari hutan saja; tidak ada peluang sama sekali bagi pohon "di luar hutan". Menurut undang-undang pengembangan wilayah di Indonesia yang terbaru bahwa setiap propinsi ditargetkan memiliki tutupan lahan hutan minimal 30% dari total luasan yang ada pada semua kondisi topografi dan iklim. Implementasi kebijakan pemerintahan tersebut akan

bertentangan dengan jalannya analisis yang rasional untuk pemenuhan kebutuhan lokal. Paradigma yang mendominasi kebijakan umum yang ada saat ini masih lebih bersifat "segregasi" daripada "integrasi".

Perubahan iklim mempengaruhi eksistensi produksi pertanian dari waktu ke waktu, terutama oleh peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang berdampak pada peningkatan suhu. Suhu sebagai faktor lingkungan berpengaruh terhadap proses fisiologis tanaman yang selanjutnya berpengaruh terhadap produksi tanaman. Selain itu, perubahan iklim menyebabkan fluktuasi tinggi antara intensitas hujan dan kekeringan sehingga menimbulkan fenomena La-nina dan El-nino. Kondisi ini merupakan ancaman bagi keamanan pangan dan dengan demikian para pemangku kepentingan wajib mengupayakan tindakan nyata berupa mitigasi dampak perubahan iklim. Agroforestri menjadi pilihan pertama teknologi budidaya pertanian dengan mengedepankan pohon sebagai penyedia layanan ekosistem berupa iklim mikro dan tanah (nutrisi dan air) yang bermanfaat bagi tanaman budidaya (semusim). Teknologi budidaya ini sekaligus meningkatkan potensi lahan suboptimal di Indonesia yang tersedia cukup luas. Sistem Agroforestri meningkatkan kualitas lahan suboptimal dan mendukung upaya adaptasi serta mitigasi perubahan iklim. Beberapa tanaman pangan seperti padi gogo, kedelai dan jagung dapat dibudidayakan dalam sistem agroforestri. Walaupun produksi tanaman pangan dalam sistem agroforestri relative lebih rendah daripada di tempat terbuka, namun Agroforestri dinilai memiliki kemampuan untuk mendukung keamanan pangan dari sisi konservasi tanah dan air, diversifikasi penggunaan lahan dan kecukupan gizi mikro.

15.4. Peranan Agroforestri dalam Pertanian Berkelanjutan

Suatu kegiatan pembangunan (termasuk pertanian dan agribisnis) dinyatakan berkelanjutan, jika kegiatan tersebut secara ekonomis, ekologis dan sosial bersifat berkelanjutan. Berkelanjutan secara ekonomis berarti suatu kegiatan Pembangunan harus dapat membuahkan pertumbuhan ekonomi, pemeliharaan kapital (*capital maintenance*) dan penggunaan sumber daya serta investasi secara efisien.

Berkelanjutan secara ekologis mengandung arti bahwa kegiatan tersebut harus dapat mempertahankan integritas ekosistem, memelihara daya dukung lingkungan dan konservasi sumber daya alam termasuk keanekaragaman

hayati (biodiversity). Sementara itu berkelanjutan secara sosial, mensyaratkan bahwa suatu kegiatan pembangunan hendaknya dapat menciptakan pemerataan hasil-hasil pembangunan, mobilitas sosial, kohesi sosial dan pengembangan kelembagaan. Walau banyak variasi definisi pembangunan berkelanjutan, termasuk pertanian berkelanjutan, yang diterima secara luas ialah yang bertumpu pada tiga pilar: ekonomi, sosial, dan ekologi. Dengan perkataan lain, konsep pertanian berkelanjutan berorientasi pada tiga dimensi keberlanjutan, yaitu: keberlanjutan usaha ekonomi (profit), keberlanjutan kehidupan sosial manusia (people), dan keberlanjutan ekologi alam (planet) (Iwan, dan Anugrah, 2011)

Perspektif pertanian berkelanjutan telah tersosialisasi secara global sebagai arah ideal pembangunan pertanian. Pertanian berkelanjutan bahkan kini tidak lagi sekedar wacana melainkan sudah menjadi gerakan global. Pertanian berkelanjutan telah menjadi dasar penyusunan protokol aturan pelaksanaan (rules of conduct) atau standar prosedur operasi “Praktek Pertanian yang Baik” (*Good Agricultur Practices = GAP*) sebagai sebuah gerakan global maka praktek pertanian berkelanjutan menjadi misi bersama komunitas internasional, negara, lembaga pembangunan, organisasi swadaya masyarakat dan lembaga konsumen internasional turut mendorong dan mengawasi pelaksanaan prinsip pertanian berkelanjutan tersebut. Kepatuhan produsen terhadap standar praktek pertanian berkelanjutan menjadi salah satu atribut preferensi konsumen atas produk pertanian. Karena itu, setiap perusahaan agribisnis haruslah senantiasa mematuhi prinsip *Good Agriculture Practices* (Praktek Pertanian yang Baik) agar dapat memperoleh akses pasar, terutama pada pasar internasional.

Teknik agroforestri muncul sebagai respon petani atas keterbatasan lahan yang dimiliki dalam upaya memperoleh hasil secara berkala dan berkelanjutan. Konsep ini telah lama dipraktekkan oleh petani, karena mempunyai banyak keunggulan. Selain menguntungkan ekonomi petani, agroforestri ternyata juga mempunyai manfaat lingkungan yang penting dan berdampak luas. Agroforestri mampu untuk menjaga dan mempertahankan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan, khususnya terhadap kesesuaian lahan, antara lain: (a) memelihara sifat fisik dan kesuburan tanah, (b) mempertahankan fungsi hidrologi kawasan, (c) mempertahankan cadangan karbon, (d) mengurangi emisi gas rumah kaca, dan (e) mempertahankan keanekaragaman hayati.

Secara lansekap, manfaat lingkungan pola agroforestri justru mempunyai peran penting terhadap manfaat ekonomi karena mampu berperan sebagai daya dukung lingkungan, terutama pada lahan pertanian di daerah hilir (downstream). Salah satu bukti resiliensi system agroforestri adalah tidak terganggunya ketahanan pangan petani saat terjadi krisis ekonomi tahun 1998 dan terjadi pandemic covid 19 mulai tahun 2020. Hasil penelitian di beberapa lokasi (Ciamis, Tasikmalaya, dan Sumbawa) menunjukkan bahwa mayoritas petani agroforestri mempunyai ketahanan pangan yang baik, dibuktikan oleh indeks konsumsi pangan dibawah 60 %.

Pada hakekatnya sektor kehutanan sudah memberikan kontribusi yang cukup besar dalam mewujudkan kemandirian pangan berbasis sumber daya lokal. Hutan memiliki potensi sebagai penghasil pangan yakni dengan mengembangkan pola Agroforestri. Selama ini dari kawasan hutan secara langsung telah berperan sebagai penyedia pangan (*forest for food production*). Kontribusi sektor kehutanan terhadap ketersediaan pangan nasional dari jenis padi, jagung, kacang-kacangan, umbi-umbian mencapai lebih dari 3.270.000 ton setara pangan per tahun. Namun masih terdapat potensi pangan dari kawasan hutan yang selama ini belum dioptimalkan, yaitu tanaman Sagu (*Metroxylon spp.*) yang potensinya cukup besar. Sagu adalah salah satu contoh komoditas pangan yang telah tersedia di hutan. Sagu yang di hasilkan di dalam hutan tropis belum banyak diolah dan diperkirakan dapat menghasilkan 13.783 juta ton pertahun. Pangan lain adalah aren, umbi-umbian, sukun, durian dan lain-lain tersedia pada hampir semua hutan tropis dan mampu mencukupi kebutuhan pangan seluruh Indonesia. Model pertanian terpadu atau agrofotrestrestry adalah pendekatan model yang sangat dekat dengan pola ketersediaan pangan dan kebijakan yang mengarah kepengawetan dan pelestarian dengan inovasi yang tetap berpedoman kepada pelestarian adalah hal yang sangat penting untuk menjaga ketahanan pangan ini. Oleh karena itu sangat tepat apabila kita mulai mengoptimalkan potensi sagu untuk mendukung kemandirian pangan dalam upaya penganekaragaman konsumsi pangan, yaitu untuk memantapkan atau membudayakan pola konsumsi pangan yang beranekaragam dan seimbang, aman dalam jumlah komposisi, serta cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi hidup sehat, aktif, dan produktif.

Agroforesti utamanya diharapkan dapat membantu mengoptimalkan hasil suatu bentuk penggunaan lahan secara berkelanjutan guna menjamin dan

memperbaiki kebutuhan hidup masyarakat, dan dapat meningkatkan daya dukung ekologi manusia khususnya di daerah pedesaan. Adapun tujuan agroforestri ini adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa sekitar hutan, dengan cara memberikan peluang kepada masyarakat desa atau petani untuk bercocok tanam tanaman pangan guna peningkatan pendapatan mereka. Untuk daerah tropis, beberapa masalah (ekonomi dan ekologi) berikut menjadi mandat agroforestry dalam pemecahannya antara lain adalah menjamin dan memperbaiki kebutuhan bahan pangan yang dijabarkan sebagai berikut: [1] meningkatkan persediaan pangan baik tahunan atau musiman dan perbaikan kualitas nutrisi; [2] diversifikasi produk dan pengurangan resiko gagal panen, dan [3] keterjaminan bahan pangan secara berkesinambungan.

Integrasi pertanian dan kehutanan ini sering dilihat sebagai pilihan yang dapat mengamankan ketahanan pangan dan memberikan berbagai manfaat lingkungan. Maka dari itu system agroforestri ini dapat diterapkan untuk pengembangan program ketahanan pangan nasional atau lumbung pangan baru. Praktek agroforestry yang memiliki diversitas dan produktivitas yang optimal mampu memberikan hasil yang seimbang sepanjang pengusahaan lahan, sehingga dapat menjamin stabilitas (dan kesinambungan) pendapatan petani. Masyarakat sekitar hutan yang miskin dan rawan pangan bisa memperoleh manfaat langsung berupa hasil hutan dan manfaat tidak langsung sebagai sistim mata pencaharian (Agroforestri, Agrosilvopasture, dan Agrosilvo-fishery) untuk meningkatkan kesejahteraan dengan pemanfaatan SDH secara berkelanjutan dan lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar-Støen, M., et al. (2018). Agroforestry as a strategy for landscape restoration in Latin America. *Journal of Agroforestry Systems*, 92(5): 927-941. DOI: 10.1007/s10457-017-0125-8.
- Amorim, H.C.S. , et al. (2023). Temperate silvopastures provide greater ecosystem services than conventional pasture systems. *Scientific Reports*, 13, 18658. DOI: 10.1038/s41598-023-45960-0.
- Ansari, J. , et al. (2023). Soil nitrous oxide emission from agroforestry, rowcrop, grassland, and forests in North America: A review. *Agroforestry Systems*. DOI: 10.1007/s10457-023-00870-y.
- Arancibia, R.A. , et al. (2023). Watermelon Production under Protected Culture in Missouri, USA. *HortTechnology*, 33(6), 520-526. DOI: 10.21273/HORTTECH05283-23.
- Ayele, Z., et al. (2018). Agroforestry for soil conservation in Ethiopian highlands. *Soil and Tillage Research*, 184, 142-150. DOI: 10.1016/j.still.2018.08.006.
- Bishop, B., et al. (2023). A review to frame the utilization of Eastern black walnut (*Juglans nigra* L.) cultivars in alley cropping systems. *Agroforestry Systems*. DOI: 10.1007/s10457-023-00909-0.
- Bose, P., et al. (2018). Agroforestry and community forest management in South Asia. *Environmental Science & Policy*, 85: 94-102. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.02.003.
- Brown, K., et al. (2022). Ecosystem services and tree species selection in agroforestry systems. *Ecological Applications*, 32(4): e2526. DOI: 10.1002/eap.2526.
- Chauhan, S., et al. (2018). Agroforestry's role in improving rural livelihoods. *Small-scale Forestry*, 17, 145-162. DOI: 10.1007/s11842-018-9382-0.
- Chitakira, M., et al. (2020). Water management in agroforestry landscapes. *Land Use Policy*, 99, 104863. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104863.
- Chomba, S., et al. (2020). The role of agroforestry in mitigating climate change in Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295: 106890. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106890.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Fruit Trees for Climate Change Mitigation and Adaptation in East Africa. *Agroforestry Highlights*, 17(5): 25-32. DOI: 10.1007/s10457-023-00789-3.

- CIFOR-ICRAF. (2023). Agroforestry's contribution to livelihoods and carbon sequestration in East Africa. *Agroforestry Systems*, 18(4): 127-138. DOI: 10.1007/s10457-023-01012-4.
- CIFOR-ICRAF. (2023). The urgent need to conserve and use trees. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Weather-Informed Recommendations for Pest and Disease Management in Côte d'Ivoire. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). *Azadirachta indica* and *Prosopis cineraria* species contribution to agroforestry/tree cover in Rajasthan. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Shifting the paradigm on refugee-hosting landscapes: from land degradation to land restoration and resilience. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Context Analysis on Water, Trees, and Wood Fuel Systems in Makueni County. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Agroforestry's contribution to livelihoods and carbon sequestration in East Africa: A systematic review. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Fruit Trees for Climate Change Mitigation and Adaptation in East Africa: Project highlights. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Harnessing Satellite Technology for Climate Resilience and Increased Agricultural Productivity in Kenya. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Towards an integrated wildfire management system in Ethiopia. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2023). Allometric equations and carbon sequestration potential of mango (*Mangifera indica*) and avocado (*Persea americana*) in Kenya. CIFOR Publications.
- CIFOR-ICRAF. (2022). Carbon monitoring in agroforestry landscapes. *Forest Carbon Monitoring*, 19(2): 84-96. DOI: 10.1016/j.fcarbmon.2022.101102.4
- Delgado, L., et al. (2023). The impact of agroforestry on smallholder resilience to climate change in Latin America. *Climate Policy*, 23(1): 112-130. DOI: 10.1080/14693062.2023.2158741.
- Diakit , M., et al. (2023). Agroforestry for climate adaptation in West Africa: A review of local practices. *Journal of Climate and Agriculture*, 13(4): 412-427. DOI: 10.1016/j.clagri.2023.101912.
- FAO. (2024). Policy frameworks for enhancing agroforestry adoption. *FAO Forestry Technical Reports*, 45: 1-40. DOI: 10.4060/cb5791en.

- FAO. (2020). Agroforestry and climate change adaptation and mitigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2020). The 10 Elements of Agroecology: Operationalizing Sustainable Systems. *FAO Reports*, 88: 1-25. DOI: 10.4060/cb4259en.
- FAO. (2019). Agroforestry and tenure: Policy implications for adoption. *FAO Forestry Papers*, 179: 1-36. DOI: 10.4060/cb5259en.
- Favor, K.A., et al. (2023). Agroforestry for enhanced arthropod pest management in vineyards. *Agroforestry Systems*. DOI: 10.1007/s10457-023-00900-9.
- Garba, M., et al. (2020). Silvopastoral systems for sustainable livestock farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 300, 106942. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106942.
- Gonzalez, R., et al. (2020). Allometric equations for agroforestry species in Central America. *Forest Ecology and Management*, 482: 118875. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118875.
- Gurmessa, B., et al. (2023). Short term effects of composted digestate on soil health and crop yield: Implication for sustainable waste management in the bioenergy sector. *Science of the Total Environment*. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.167208.
- Herbohn, J., et al. (2018). Carbon benefits of agroforestry systems. *Forest Policy and Economics*, 98, 162-171. DOI: 10.1016/j.forpol.2018.06.011.
- Ho, K.V., et al. (2023). Quantification and characterization of biological activities of glansreginin A in black walnuts (*Juglans nigra*). *Scientific Reports*, 13, 18860. DOI: 10.1038/s41598-023-46134-8.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- Jaramillo, M., et al. (2018). The economic benefits of silvopastoral systems in Colombia. *Journal of Livestock Science*, 21(2): 121-135. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.04.007.
- Jenderek, M.M., et al. (2023). Germplasm of Ozark Chinquapin (*Castanea ozarkensis* Ashe) Can be Cryopreserved by Dormant Winter Buds. *Cryobiology*, 114. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2023.104833.
- Kamwendo, M., et al. (2022). Tree diversity and agroforestry's impact on food security in Malawi. *Ecology and Society*, 27(2): 15. DOI: 10.5751/ES-13419-270215.


- Kaur, H., et al. (2023). Long-term drainage water recycling affects soil health and soil properties. *Journal of Soil and Water Conservation*. DOI: 10.1016/j.agwat.2023.1.
- Kaur, G., et al. (2023). Drainage water management impacts soil properties in floodplain soils in the midwestern USA. *Agricultural Water Management*, 279, 108193. DOI: 10.1016/j.agwat.2023.108193.
- Khan, A., et al. (2019). Economic benefits of alley cropping in Pakistan. *International Journal of Agroforestry Science*, 7(2), 45-53.
- Kapoor, B., et al. (2023). A haplotype-resolved chromosome-scale genome for *Quercus rubra* L. provides insights into the genetics of adaptive traits for red oak species. *G3: Genes|Genomes|Genetics*. DOI: 10.1093/g3journal/.
- Kirui, S., et al. (2023). Integrating agroforestry systems to improve soil quality in arid regions. *Agroforestry Systems*. DOI: 10.1007/s10457-023-00920-5.
- Li, X., et al. (2023). Innovative agroforestry practices for dryland farming in China. *Journal of Agroforestry Innovations*, 12(3): 89-105. DOI: 10.1016/j.agroinn.2023.100546.
- Li, W., et al. (2023). The potential of agroforestry to mitigate climate change. *Environmental Evidence*. DOI: 10.1186/s13750-023-00234-2.
- Iiyama, M., et al. (2022). Agroforestry contributions to food security and resilience in drylands. *Journal of Land Use Science*, 17(1): 1-12. DOI: 10.1080/1747423X.2021.2023756.
- Lopes, T., et al. (2020). Agroforestry systems as a tool for land restoration. *Ecological Engineering*, 155, 105961. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2020.105961.
- Mburu, D., et al. (2021). The socio-economic impacts of agroforestry adoption in Kenya. *World Agroforestry Review*, 32(3): 299-314. DOI: 10.1007/s10457-021-00596-9.
- Moktan, R., et al. (2023). Promoting agroforestry for climate-resilient landscapes in South Asia. *Climate and Development*. DOI: 10.1080/17565529.2023.2162341.
- Mwangi, G., et al. (2022). Role of agroforestry in carbon sequestration in the tropics. *Nature Sustainability*. DOI: 10.1038/s41893-022-00877-5.
- Nair, P. K. R., Garrity, D. P., & Kumar, B. M. (2022). Agroforestry systems and carbon sequestration: A review of current trends. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 324, 107698.

- Nyongesa, L., et al. (2022). Impact of agroforestry on food security in East Africa. *Sustainability*, 14(23), 16783. DOI: 10.3390/su142316783.
- Ochieng, J., et al. (2021). Gender perspectives in agroforestry adoption. *Journal of Rural Studies*, 82, 456-467. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2021.03.006.
- Prabhu, R., et al. (2021). Agroforestry practices for biodiversity conservation. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01594. DOI: 10.1016/j.gecco.2021.e01594.
- Raes, L., et al. (2021). Agroforestry's role in restoring degraded landscapes in Sub-Saharan Africa. *Land Degradation & Development*, 32(12): 3520-3534. DOI: 10.1002/ldr.4052.
- Revord, R., et al. (2023). Female flowers first: QTL mapping in eastern black walnut (*Juglans nigra* L.). *Trees Genetics and Genomes*, 19(1), 4. DOI: 10.1007/s11295-022-01580-9.
- Sharma, S., et al. (2019). Dynamics of agroforestry adoption in Nepal. *Agroforestry Systems*, 93, 1561-1572. DOI: 10.1007/s10457-019-00385-2.
- Silva, J., et al. (2020). Carbon sequestration potential of mixed-species agroforestry systems. *Carbon Management*, 11(6): 579-590. DOI: 10.1080/17583004.2020.1851057.
- Singh, R., et al. (2024). Scaling agroforestry for sustainable landscapes in India. *Journal of Environmental Management*, 351: 117558. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117558.
- Singh, A., et al. (2023). Socioeconomic benefits of homegarden agroforestry systems in India. *Journal of Agroforestry Science*, 12(4), 345-356. DOI: 10.1021/jaf23423.
- Smith, P., et al. (2021). Agroforestry for biodiversity and ecosystem services. *Nature Sustainability*, 4(1): 5-7. DOI: 10.1038/s41893-020-00606-5.
- Thompson, J., et al. (2022). Economic viability of silvopasture systems in the USA. *Agroforestry Systems*. DOI: 10.1007/s10457-022-00890-x.
- Torres, C., et al. (2019). Enhancing livelihoods through integrated agroforestry systems in Southeast Asia. *Forest Policy and Economics*, 105: 102167. DOI: 10.1016/j.forpol.2019.102167.
- Van Noordwijk, M., et al. (2019). Tropical agroforestry in a changing climate: Adaptive responses from plants and landscapes. *Global Environmental Change*, 57: 101931. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2019.101931.

- Van Noordwijk, M., et al. (2018). Policy frameworks for agroforestry development. *Agroforestry Systems*, 92, 973-990. DOI: 10.1007/s10457-018-0225-6.
- Zhang, Y., et al. (2022). Agroforestry contributions to soil fertility in degraded lands. *Geoderma*, 419, 115873. DOI: 10.1016/j.geoderma.2022.115873.
- Wambugu, M., et al. (2023). Integrating indigenous trees into agroforestry for biodiversity enhancement. *Biodiversity and Conservation*, 31(9): 2317-2334. DOI: 10.1007/s10531-023-02657-8.
- White, J., et al. (2018). Historical overview of agroforestry in Europe. *Forests*, 9(6), 323. DOI: 10.3390/f9060323.



Dr. Elfis., M.Si., merupakan seorang akademisi yang menekuni bidang agroforestry, ekologi fisiologi tanaman, ekologi tumbuhan dan ekologi riparian dengan latar belakang pendidikan yang solid. Beliau meraih gelar Sarjana (S1) Biologi dari Universitas iau, melanjutkan pendidikan Magister (S2) di bidang Biologi pada Pascasarjana Universitas Andalas, dan menyelesaikan studi Doktorat (S3) di Pascasarjana Universitas Padjadjaran dengan kajian utama di bidang Ekofisiologi Tumbuhan. Saat ini, mengabdikan diri sebagai dosen di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau. Penelitian ilmiah beliau berfokus pada agroforestry, khususnya terkait dengan ekologi riparian, agroriparian, serta ekofisiologi tanaman di gambut. Selain itu, aktif dalam pengabdian masyarakat, dengan konsentrasi pada pemberdayaan masyarakat adat terpencil dan kelompok perempuan, sebagai upaya untuk meningkatkan kesejahteraan dan keberdayaan komunitas lokal. Dedikasi beliau dalam dunia akademik dan sosial menjadikannya tokoh penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan pengembangan masyarakat.



Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan, pertanian, dan/atau peternakan dalam satu unit pengelolaan untuk menciptakan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial. Buku tentang agroforestri umumnya membahas konsep, prinsip, praktik, dan manfaat agroforestri dalam pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan.

Agroforestri memiliki potensi besar untuk mendukung pembangunan berkelanjutan, terutama dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Strategi Pengembangan: Melibatkan teknologi modern, penelitian, dan pelibatan masyarakat dalam implementasi. Agroforestri adalah sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan elemen pertanian (tanaman pangan dan/atau peternakan) dengan elemen kehutanan (pepohonan atau tanaman keras) dalam satu unit lahan. Sistem ini dirancang untuk memaksimalkan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial secara simultan. Agroforestri melibatkan kombinasi tanaman, pohon, dan/atau hewan dalam pola yang saling melengkapi untuk meningkatkan produktivitas, konservasi sumber daya alam, dan kesejahteraan masyarakat.

Agroforestri memiliki masa depan yang menjanjikan sebagai salah satu pendekatan keberlanjutan untuk mengatasi tantangan global. Agroforestri adalah solusi strategis untuk tantangan global, termasuk perubahan iklim, ketahanan pangan, dan pengelolaan sumber daya alam. Dengan pendekatan yang holistik dan dukungan berbagai pihak, agroforestri dapat menjadi sistem pengelolaan lahan yang berkelanjutan, adaptif, dan menguntungkan bagi generasi mendatang.




UIR
PRESS

ISBN 978-623-8687-19-0



9 786238 687190



UIR Press merupakan penerbitan buku teks / ajar dan buku umum yang telah berkiprah dalam menerbitkan berbagai buku yang ditulis oleh para dosen di lingkungan internal UIR sendiri maupun masyarakat luas dari berbagai kalangan profesi. UIR Press melayani penerbitan buku-buku teks ilmiah dan buku umum karya para dosen dan cendekiawan berbagai bidang ilmu pengetahuan.

 uirpress.uir.ac.id  uirpress@uir.ac.id  [penerbituirpress](https://www.instagram.com/penerbituirpress)  085374018333

Kantor: Gedung Serbaguna Universitas Islam Universitas Islam Riau (UIR)
Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Perhentian Marpoyan Pekanbaru 28285