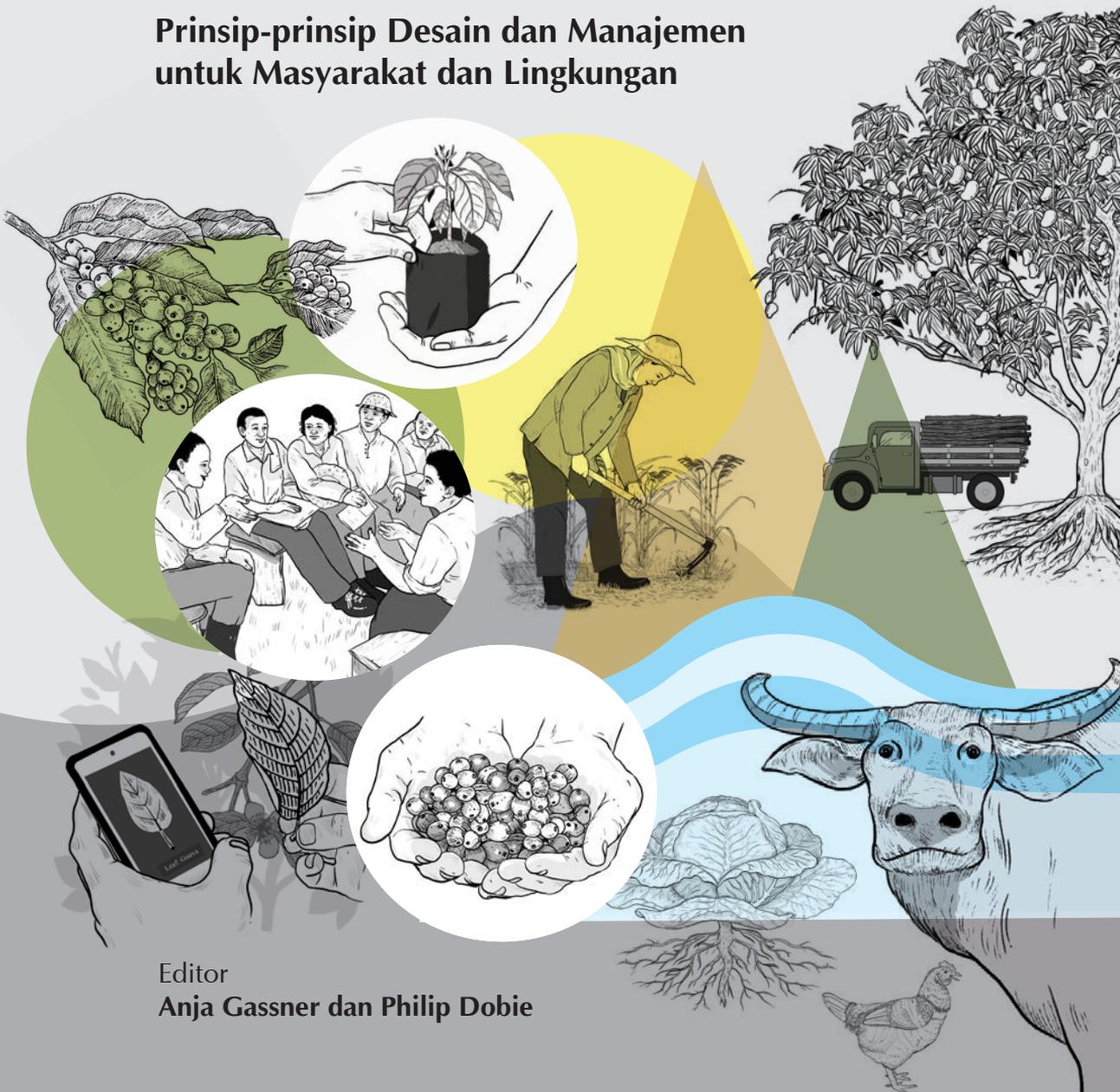




AGROFORESTRI: SEBUAH PENGANTAR

Prinsip-prinsip Desain dan Manajemen
untuk Masyarakat dan Lingkungan



Editor
Anja Gassner dan Philip Dobie

AGROFORESTRI: SEBUAH PENGANTAR

**Prinsip-prinsip Desain dan Manajemen
untuk Masyarakat dan Lingkungan**

Editor
Anja Gassner dan Philip Dobie



AGROFORESTRI: SEBUAH PENGANTAR

© 2023 CIFOR-ICRAF
All rights reserved.



Materi dalam publikasi ini berlisensi di dalam Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISBN 978-9-96-610864-7
<https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Gassner A dan Dobie P. eds. 2023. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip Desain dan Manajemen untuk Masyarakat dan Lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF).

Terjemahan dari Gassner A and Dobie P. eds. 2022. *Agroforestry: A primer*. Design and management principles for people and the environment. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) and Nairobi: World Agroforestry (ICRAF).

Ilustrasi oleh Roy Oliver Corvera dan Marha Angela Espinosa
Desain oleh Dharmi Bradley
Pengeditan salinan oleh Monica Evans dan Jonathan Cornelius
Isi oleh Jonathan Cornelius
Penerjemahan ke Bahasa Indonesia oleh Imelda Siregar
Pengeditan Bahasa Indonesia oleh Kurniatun Hairiah

CIFOR
Jl. CIFOR, Situ Gede, Bogor Barat 16115, Indonesia
E cifor@cgiar.org

ICRAF
United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677, Nairobi, 00100, Kenya
E worldagroforestry@cgiar.org

CIFOR-ICRAF
Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR) dan Pusat Penelitian Agroforestri Dunia (ICRAF) mendambakan dunia yang lebih lestari dengan berbagai jenis pohon tumbuh di hampir semua jenis bentang alam, mulai dari lahan kering hingga daerah tropis yang lembab untuk menopang lingkungan hidup dan kesejahteraan bagi semua. CIFOR-ICRAF merupakan salah satu Pusat Penelitian di bawah organisasi CGIAR.

cifor-icraf.org

Penunjukan yang digunakan dan penyajian materi dalam publikasi ini tidak menyiratkan pernyataan pendapat apa pun dari pihak CIFOR-ICRAF, mitranya dan lembaga donor mengenai status hukum negara, wilayah, kota atau wilayah mana pun atau otoritasnya, atau tentang delimitasi perbatasannya atau batas-batasnya.



DAFTAR ISI

Daftar Penulis	7
Kata Pengantar	10
Ucapan Terimakasih	13

1. Pendahuluan **14**

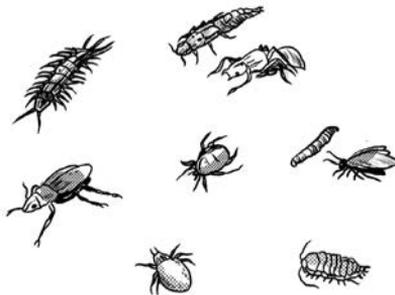
Mengapa Agroforestri Penting?	15
Apa Perbedaan Publikasi ini dengan Publikasi Agroforestri Lainnya?	18
Buku ini Bermanfaat bagi Siapa?	20
Bagaimana Susunan dari Buku ini?	21
Sumber Pustaka Utama	23

2. Komponen Sistem Agroforestri **24**

Atribut Tanaman	26
Masa Hidup	27
Domestikasi	27
Kebutuhan Cahaya dan Toleransi Naungan	28
Kebutuhan Air	30
Tipe Akar	31
Peran Agroekologi	32
Atribut Ternak	33
Bernilai Tinggi	34
Tingginya Kebutuhan akan Perawatan dan Pemeliharaan	35
Mobilitas	36
Manfaat Agroekologi dan Lingkungan	36
Atribut Pohon	38
Peran Pohon	38
Domestikasi	40
Masa Hidup	40
Karakteristik Tajuk	41
Waktu Gugur dan Ukuran Daun	42
Karakteristik Akar	43
Tingkat Pertumbuhan dan Invasif	44
Kontribusi Agroekologi	45



Kehidupan Tanah		
Mikrosimbion		45
Teknisi Tanah		48
Pengurai dan Transformator Unsur		49



3. Sistem Agroforestri sebagai Sistem Melingkar **50**

Unsur Hara dan Air	52
Konservasi Tanah dan Pengendalian Erosi	56

4. Prinsip-Prinsip Desain Agroforestri **58**

Prinsip yang Berpusat pada Petani	60
Tujuan dan Aspirasi Petani	61
Menerapkan Prinsip Berpusat pada Petani	62
Prinsip Kesesuaian dengan Tempat, Masyarakat, dan Tujuan	64
Kesesuaian dengan Tempat	65
Kesesuaian dengan Petani	65
Kesesuaian dengan Tujuan	66
Kelayakan	66
Prinsip Sinergi	67

5. Desain Bersama dan Pembentukan Sistem Agroforestri **70**

Jenis Pengetahuan Apa yang Dibutuhkan untuk Merancang Bersama Sistem Agroforestri?	72
Proses Perencanaan	76
Pemilihan Spesies	79
Dari Desain ke Aksi: Rencana Penanaman dan Implementasinya	83
Pentingnya Rencana Penanaman	83
Apa yang Perlu Ada dalam Rencana Penanaman	84
Insentif-Insentif	86

6. Bahan Tanam di Agroforestri **88**

Kualitas Bahan Tanam dan Kesesuaian dengan Tujuan	90
Tanaman Pembibitan	90
Benih	92
Genetika dan Kecocokan dengan Tujuan	93
Akses ke Bahan Tanam	94
Praktik-Praktik Terbaik	94
Penanganan dan Penyimpanan Benih	100



7. Pengelolaan Pohon dalam Sistem Agroforestri 104

Sistem Agroforestri Berbeda-Beda, tetapi Tujuan Pengelolaan secara Luas Serupa	106
Penjarangan	107
Pengelolaan Tajuk	108
Pemangkasan	108
Lopping	110
Copicing (Trubusan/Penerubusan)	111
Pollarding	111
Penyiangan	112
Pemupukan	113

8. Sistem Unggulan 114

Tumpangtari Tanaman Semusim dengan Pohon (ACT, Annual Crops with Trees)	116
Pedoman Desain	117
Pedoman Pengelolaan	121
Kombinasi Ternak dengan Pohon	122
Deskripsi Sistem	122
Pedoman Desain	127
Pedoman Pengelolaan	130
Agroforestri Tahunan Multistrata	132
Deskripsi Sistem	132
Pedoman Desain	134
Pedoman Pengelolaan	135
Sistem Agroforestri Kakao Multistrata di Amerika Tengah dan Filipina	137
Deskripsi Sistem	137
Pedoman Desain	138
Pedoman Pengelolaan	138
Studi Kasus	141
Agroforestri Kelapa Sawit	144
Deskripsi Sistem	144
Pedoman Desain	145
Pedoman Pengelolaan	147
Pertanian Hutan Hujan	148
Deskripsi Sistem	148
Pedoman Desain	150
Pedoman Pengelolaan	152





9. Dari Prinsip ke Praktek: Cerita dari Garis Depan	154
<hr/>	
Kelaparan Tersembunyi dan Degradasi Lahan:	
LSM Menanggapi Permintaan Bantuan Desa	156
Kebutuhan Petani dan Tanggapannya	156
Bagaimana Prinsip-Prinsip Desain Digunakan dan Diterapkan	158
Restorasi Lahan untuk Mata Pencaharian dan Konservasi	
Keanekaragaman Hayati	160
Kebutuhan Petani dan Tanggapannya	160
Bagaimana Prinsip-Prinsip Desain Digunakan dan Diterapkan	162
Restorasi Hutan Melalui 'Penghutanhujan'	166
Kebutuhan Petani dan Tanggapannya	166
Bagaimana Prinsip-Prinsip Desain Digunakan dan Diterapkan	168
Ketika Segala Sesuatunya Tidak Berjalan dengan Baik	170
Kebutuhan Petani dan Tanggapannya	170
Bagaimana Prinsip-Prinsip Itu Disalahgunakan atau Diabaikan:	
Apa yang Salah?	173
Nama Ilmiah Spesies dan Genera	174
Daftar Istilah	175





DAFTAR PENULIS

Marlito Bande

Institute of Tropical Ecology and Environmental Management, Visayas State University, Baybay City, Leyte 6521, Philippines.

Brian Chiputwa

World Agroforestry (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677-00100 Nairobi, Kenya.

Richard Coe

Statistics for Sustainable Development, Reading, UK; World Agroforestry (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677-00100 Nairobi, Kenya.

Jonathan P. Cornelius

James Cook University, Queensland, Australia; World Agroforestry (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677-00100 Nairobi, Kenya

Philip Dobie

World Agroforestry (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677-00100 Nairobi, Kenya.

Anja Gassner

Global Landscapes Forum Charles-de-Gaulle-Strasse 5, 53113 Bonn, Germany; World Agroforestry (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677-00100 Nairobi, Kenya.

Rhett D. Harrison

World Agroforestry (ICRAF), East and Southern Africa Regional Office, Lusaka, Zambia.

Hanna J. Ihli

Chair of Economic and Agricultural Policy, Institute for Food and Resource Economics (ILR), University of Bonn, Nussallee 21, 53115 Bonn, Germany.

Clement A. Okia

Muni University, PO Box 725, Arua, Uganda; World Agroforestry (ICRAF), Uganda Country Office, PO Box 26416, Kampala, Uganda.

Andrew Miccolis

World Agroforestry (ICRAF), Brazil Country Office, Travessa Enias Pinheiro, Marco, CEP 66.095-100, Belim, Par, Brazil.

J. David Neidel

World Agroforestry (ICRAF), Philippines Country Office/Yale Environmental Leadership & Training Initiative, 2nd Floor, Khush Hall Building, International Rice Research Institute (IRRI) Los Bacos, 4031, Laguna, Philippines.

Stepha McMullin

World Agroforestry (ICRAF), United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30677-00100 Nairobi, Kenya.

Agustin Mercado

World Agroforestry (ICRAF), Philippines Country Office, Rm. 15 Khush Hall Building, IRRI, College, Los Bacos, Laguna 4031, Philippines.

Athanase Mukuralinda

World Agroforestry (ICRAF), Rwanda
Country Office, Headquarters,
PO Box 5016, Kigali, Rwanda.

Caroline Pinon

University of the Philippines Los Bacos.
Department of Social Development
Services; Kanluran Road, Los Bacos,
4031 Laguna, Philippines;
World Agroforestry (ICRAF),
Philippines Country Office, Rm. 15
Khush Hall Building, IRRI College,
Los Bacos, Laguna 4031,
Philippines.

Eduardo Somarriba

Agroforestry Program, Centro
Agronomico Tropical de Investigaciyn
y Ensecanza (CATIE), Turrialba 30501,
Costa Rica.

Peter Thorne

International Livestock Research
Institute (ILRI), Addis Ababa, Ethiopia.

Etti Maria Winter

Institute for Environmental Economics
and World Trade, Leibniz University
of Hannover, Kunigsworther Platz 1,
30167 Hannover, Germany.

Bagaimana cara mengutip satu bab dari buku ini?

Bab 1

Gassner A dan Dobie P 2022. Pendahuluan. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 14–23.
<https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 2

Gassner A, Cornelius JP, Dobie P, Mercado A, Mukuralinda A, Okia CA, Pinon C, Somarriba E, Thorne P. 2022. Komponen sistem agroforestri. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 24–49. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 3

Dobie P, Gassner A, Somarriba E, Miccolis A. 2022 Sistem agroforestri sebagai sistem melingkar. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 50–57. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 4

Gassner A, Coe R, Cornelius JP, Dobie P, Miccolis A, Mukuralinda A, Okia CA, Somarriba E 2022. Prinsip-prinsip desain agroforestri. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 58–69. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 5

Gassner A, Chiputwa B, Coe R, Dobie P, Ihli HJ, Somarriba E, Miccolis A, McMullin S, Pinon C, Winter EM. 2022. Desain bersama dan pembentukan sistem agroforestri. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 70–87. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 6

Cornelius JP 2022. Bahan tanam di Agroforestri. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 88–103. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 7

Gassner A, Mercado A, Miccolis A, Mukuralinda A, Okia CA, Somarriba E. 2022. Pengelolaan pohon dalam sistem agroforestri. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 104–113. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 8

Gassner A, Bande M, Harrison RD, Mercado A, Miccolis A, Mukuralinda A, Neidel D, Okia CA, Somarriba E, Thorne P. 2022. Sistem unggulan. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 114–153. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>

Bab 9

Cornelius JP. 2022. Dari prinsip ke praktek: cerita dari garis depan. *Dalam* Gassner A dan Dobie P. eds. 2022. *Agroforestri: Sebuah Pengantar*. Prinsip-prinsip desain dan manajemen untuk masyarakat dan lingkungan. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR) dan Nairobi: World Agroforestry (ICRAF) 154–173. <https://doi.org/10.5716/cifor-icraf/BK.33144>



KATA PENGANTAR

Salam agroforestri!!! Diterbitkannya buku ini merupakan kabar yang sangat menggembirakan bagi para praktisi, penyuluh dan penggiat agroforestri di tanah air kita tercinta. Agroforestri merupakan praktik yang sudah dilakukan petani secara tradisional sejak berabad-abad lampau. Praktik agroforestri, sesuai dengan pengetahuan petani, kesesuaian lahan, keberadaan pasar, ketersediaan berbagai saprodi dan juga akses terhadap lahan dan tenaga kerja, untuk mencapai kebutuhan mereka di dalam berbagai keterbatasan dan konteks lokal dimana petani bermukim.

Dalam dekade ini, pemerintah Indonesia telah mencanangkan program Perhutanan Sosial yang memberikan masyarakat, melalui kelompok tani hutan, akses terhadap pengelolaan kawasan hutan. Hal ini merupakan terobosan yang sangat penting dalam menangani kendala akses lahan. Melalui Perhutanan Sosial ini, pemerintah telah menengarai pentingnya agroforestri sebagai praktik pengelolaan utama untuk 'multipurpose species' dalam area Perhutanan Sosial, terutama pada kawasan hutan produksi.

Petani mempraktikkan agroforestri baik di dalam maupun di luar kawasan hutan, sesuai dengan akses, kemampuan dan konteks lokal. Salah satu kendala utama yang dihadapi petani adalah rendahnya produktivitas dari sistem agroforestri, disamping permasalahan akses pasar dan rantai nilai serta kurangnya pengetahuan dan pengakuan atas agroforestri sebagai faktor penyedia jasa lingkungan, termasuk kesuburan tanah dan air, kehati dan cadangan karbon. Permasalahan produktivitas, selain karena kurang mampunya petani mengakses saprodi termasuk bibit berkualitas, adalah kurangnya pengetahuan tentang pengelolaan agroforestri, mulai dari pemilihan jenis, perancangan struktur tanam termasuk jarak tanam, penyiapan lahan, pemupukan, pemanenan dan pembibitan.

Oleh karena itu, buku ini membawa angin segar bagi para penyuluh, praktisi dan penggiat agroforestri di Indonesia dalam menambal gap pengetahuan di atas. Para penyunting dan penulis buku ini merupakan para ahli yang mempunyai pengalaman mendalam dan bekerja dengan petani dari berbagai negara tropis di dunia. Saya sangat menyarankan para penyuluh, praktisi dan penggiat agroforestri di tanah air kita ini untuk bisa membaca dan memakai buku ini untuk memperkaya pengetahuan dalam mempraktikkan agroforestri, serta menyebarkan dalam jaringannya sehingga lebih banyak pihak memperoleh manfaatnya.

Akhir kata, saya berharap buku ini bisa mempercepat transformasi agroforestri di Indonesia untuk menjadi praktik pengelolaan berkelanjutan dengan produktivitas tinggi yang tahan terhadap dampak perubahan iklim, sehingga menjawab kebutuhan petani untuk peningkatan kesejahteraan baik melalui peningkatan pendapatan maupun pemenuhan kebutuhan sendiri, a.l., pangan, dan juga kesetaraan gender. Selain itu yang tidak kalah pentingnya, pengelolaan agroforestri di dalam dan di luar kawasan hutan juga diharapkan sekaligus bisa memenuhi kebutuhan masyarakat, baik yang tinggal di sekitar hutan, daerah pedesaan, peri-urban dan urban untuk berbagai produk pertanian dan kehutanan maupun jasa lingkungan, dan juga kebutuhan masyarakat global dalam kaitannya dengan sumbangan agroforestri terhadap ketahanan pangan dan mitigasi perubahan iklim.

Sonya Dewi
Direktur Asia
CIFOR-ICRAF



Pada saat dunia menghadapi tantangan global terkait perubahan iklim, sistem pangan yang rusak, degradasi sumber daya tanah dan air yang meluas, dan hilangnya keanekaragaman hayati yang mengkhawatirkan, sangatlah mudah untuk merasa kewalahan. Buku ini hadir untuk membantu dengan menawarkan panduan praktis tentang bagaimana kita dapat mengatasi masalah yang sepertinya tidak dapat diatasi ini, dengan bekerja sama dengan para petani untuk memanfaatkan pohon di ladang, di pertanian, dan di seluruh lanskap secara lebih banyak dan lebih baik – yaitu, melalui agroforestri.

Agroforestri mengatasi tantangan global secara sistemik daripada secara satu per satu karena pohon dapat membantu petani beradaptasi dengan perubahan iklim sembari menarik karbon dioksida dari atmosfer, menyediakan habitat bagi keanekaragaman hayati, meregenerasi sumber daya tanah dan air dan menyediakan makanan utama yang bergizi serta produk bernilai tinggi lainnya yang meningkatkan pendapatan pertanian. Sederhananya, pohon di pertanian adalah investasi dalam infrastruktur ekologis. Sistem akarnya yang dalam, tajuk daun yang tinggi, dan umur panjangnya menambah keragaman fungsional pada sistem pertanian yang membuatnya lebih tahan terhadap efek perubahan iklim, seperti banjir dan kekeringan yang semakin sering dan parah.

Keunggulan buku ini adalah bukannya menawarkan beberapa teknologi preskriptif untuk diadopsi oleh petani, melainkan menetapkan prinsip-prinsip, yang bila diikuti, dapat mendukung petani dan masyarakat dalam mendorong inovasi lokal mereka sendiri.

Prinsip pertama adalah dimulai dari petani. Untuk mengenali pengetahuan mereka, kebutuhan dan keinginan mereka, dan kapasitas mereka dan kemudian merancang bersama praktek-praktek agroforestri yang sesuai dengan keadaan lokal. Hal ini penting karena para petani berbeda satu sama lain sehingga membutuhkan solusi-solusi berbeda yang sesuai dengan konteks mereka. Hal ini dengan cepat mengarah pada pentingnya prinsip kedua desain bersama agroforestri: kesesuaian dengan orang, tempat, dan tujuan.

Agroforestri bukanlah ‘sebuah’ solusi untuk tantangan lokal dan global, tetapi merupakan sekeranjang pilihan dengan spesies pohon yang berbeda, praktik penanaman dan pengelolaan ternak yang dapat memberikan manfaat-manfaat produksi dan lingkungan yang disesuaikan dengan kondisi-kondisi lokal dan prioritas-prioritas yang berubah. Tidaklah selalu mudah untuk memilih spesies pohon dan praktik pengelolaan yang tepat, tetapi diperlukan banyaknya upaya untuk melakukannya, justru karena pohon merupakan komponen sistem pertanian yang berumur panjang. Hal ini menyoroti pentingnya prinsip ketiga: sinergi.

Efek-efek sinergislah yang mencampuradukkan dampak tantangan global. Misalnya, efek gabungan dari perubahan iklim dan intensifikasi pertanian mengurangi kelimpahan dan keanekaragaman serangga, termasuk penyerbuk yang pada gilirannya sangatlah penting untuk produksi tanaman, memicu ke arah yang lebih buruk.

Sistem pertanian dan pangan sangatlah kompleks, melibatkan interaksi di antara banyak komponen ekologi dan sosial-ekonomi. Karena pohon menambah keragaman fungsional

untuk pertanian, mereka meningkatkan potensi untuk mengelola interaksi-interaksi untuk mencapai hasil yang positif. Sistem akar ekstensif mereka dapat meningkatkan daur ulang nutrisi, asosiasi dengan mikroba tanah menyebabkan fiksasi nitrogen biologis yang mengurangi kebutuhan untuk membeli pupuk anorganik, mereka menaungi tanaman dan ternak mengurangi stres panas, mempromosikan pengisian air tanah dengan meningkatkan infiltrasi dan penetrasi air, serta melindungi dari erosi tanah. Pohon yang dikelola dengan baik di lanskap pertanian dapat meningkatkan pengendalian hama alami, mengurangi kebutuhan penggunaan pestisida yang merusak lingkungan serta menyimpan karbon di tanah, tumbuh-tumbuhan, dan produk-produk kayu yang tahan lama. Pohon juga merupakan komponen sosial dan budaya penting dari lanskap, berinteraksi dengan kepemilikan lahan dan memiliki akses dan penggunaan yang bervariasi, tergantung pada gender dan etnis masyarakat.

Jelaslah bahwa mengintegrasikan pohon dalam praktik pertanian dapat memberikan hasil yang positif. Kesulitannya adalah bahwa dengan begitu banyak spesies pohon dan pilihan-pilihan pengelolaan yang berbeda, agroforestri membutuhkan pengetahuan yang intensif. Karena itulah mengapa buku ini sangat penting. Dijelaskan dalam bahasa yang sederhana, langkah-langkah konkret untuk menerapkan prinsip-prinsip desain bersama bagi solusi-solusi agroforestri dan memberikan studi-studi kasus yang digambarkan dengan baik mengenai bagaimana hal ini dapat terjadi di berbagai sistem tanaman dan peternakan di berbagai wilayah di dunia. Mencakup keberhasilan-keberhasilan serta kegagalan-kegagalan, sehingga kita semua dapat belajar dari pengalaman-pengalaman yang dikumpulkan oleh para penulis ahli dalam publikasi penting ini.

Saya mendorong orang untuk tidak hanya membaca buku ini tetapi juga membawanya ke lapangan dan menggunakannya untuk memandu kegiatan. Apakah Anda seorang petani, penyuluh, pembuat kebijakan atau seseorang yang tertarik untuk mempromosikan pertanian yang adil dan berkelanjutan, akan ada banyak hal di dalam halaman-halaman pada buku ini yang akan meningkatkan pemahaman Anda tentang agroforestri dan bagaimana mempraktikkannya.

Fergus Sinclair

Kepala Ilmuwan, CIFOR-ICRAF

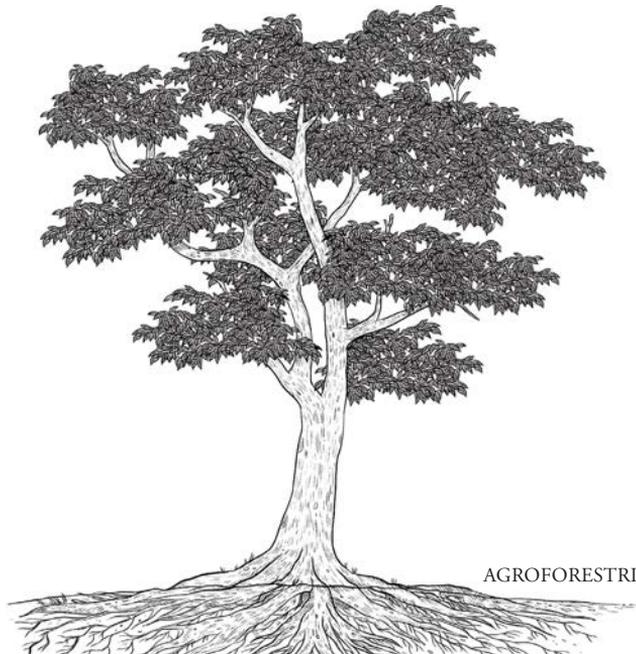


UCAPAN TERIMA KASIH

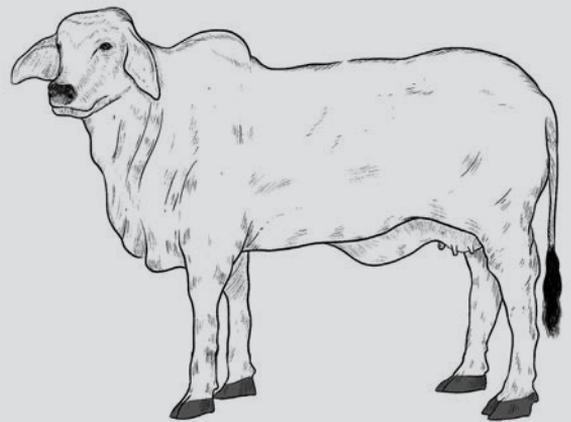
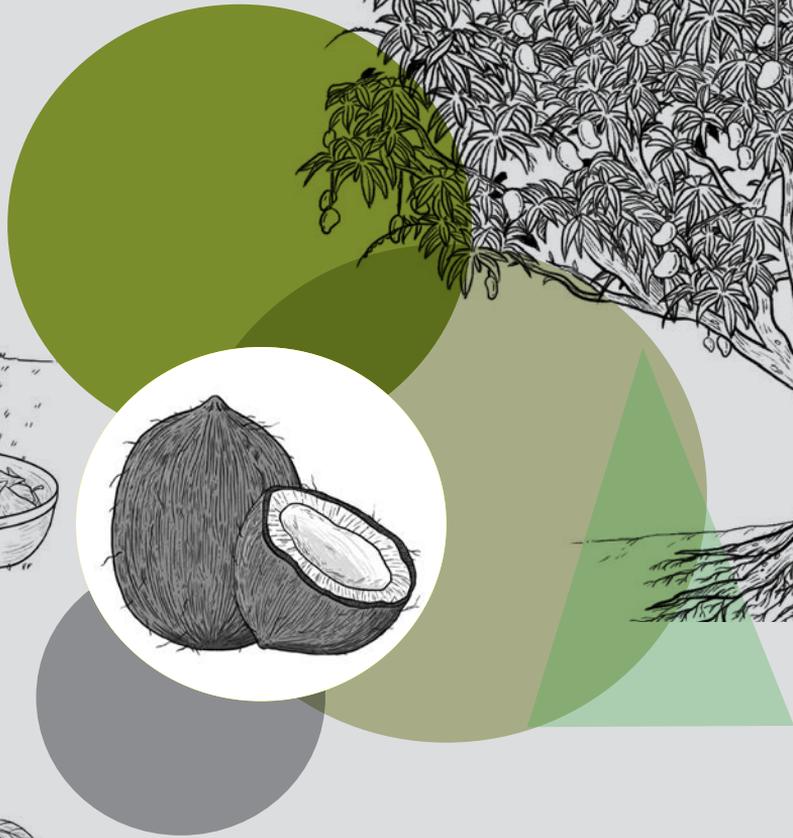
Buku ini adalah hasil kerja bersama dari Proyek “Pepohonan di Lahan Pertanian untuk Keanekaragaman Hayati dan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan secara Terpadu” (*Trees on Farms for Biodiversity and the Integrated Natural Resource and Environmental Management Project*). Kami berterima kasih kepada Kementerian Federal Jerman untuk Lingkungan Hidup (German Federal Ministry for the Environment), Konservasi Alam dan Keselamatan Nuklir dan Perlindungan Konsumen (Nature Conservation and Nuclear Safety and Consumer Protection, BMUV) dan Bank Pembangunan Asia (Asian Development Bank) atas dukungannya.

Pekerjaan ini terkait dengan Program Penelitian CGIAR tentang Hutan, Pohon dan Agroforestri. CIFOR-ICRAF adalah anggota CGIAR, sebuah kemitraan penelitian global untuk ketahanan pangan masa depan. Kami berterima kasih kepada semua donor yang mendukung dalam pengembangan penelitian melalui kontribusi pendanaan CGIAR. Untuk daftar lengkap mitra pendanaan ‘CGIAR Fund’, silakan lihat: <http://www.cgiar.org/our-funders>.

Kami berterima kasih kepada Jacklyn Care Linayao yang telah membantu mencari sumberdaya dan konten utama, Robert Frederick Finlayson atas masukannya untuk konsep buku, Zarrel Gel Noza atas koordinasi dan pengarahannya kepada para ilustrator.



PENDAHULUAN





Mengapa Agroforestri Penting?

Pertanian konvensional sangat produktif. Tetapi produktivitas tinggi harus dibayar mahal: tanah yang terdegradasi atau tererosi, aliran air sungai yang tercemar atau mengering, dan sistem pangan yang menghasilkan 20–40% emisi gas rumah kaca. Banyak orang sekarang setuju bahwa kita sangat perlu mengubah sistem pangan, termasuk pertanian. Agroforestri, sebagai pendekatan sistem berbasis alam untuk produksi dan penggunaan lahan, akan berperan penting dalam transformasi tersebut.

Agroforestri adalah penggunaan lahan yang menggabungkan pohon dengan tanaman semusim, pohon dengan ternak, atau pohon dengan tanaman semusim dan ternak. Perpaduan komponen tersebut menciptakan **“Sistem Agroforestri”** dimana antar komponen berinteraksi dengan cara yang menguntungkan, meningkatkan pertanian dalam banyak hal; misalnya, dengan meningkatkan hasil pertanian, meningkatkan pendapatan pertanian, dan berkontribusi pada konservasi tanah dan air. Agroforestri adalah salah satu bentuk ‘pohon di lahan pertanian’ (lihat Kotak 1).

Kotak 1. Agroforestri dan Pepohonan di Lahan Pertanian.



Kami menggunakan istilah ‘agroforestri’ yang berarti penanaman pohon dalam kombinasi dengan tanaman semusim, ternak, atau tanaman dan ternak di lahan yang sama. Cara lain untuk menanam pohon-di-lahan pertanian yang juga umum: misalnya, hutan produksi (woodlots); pohon buah-buahan ditanam di sekitar rumah; strip penyangga riparian; dan petak-petak hutan alam. Beberapa penulis memasukkan hal tersebut dan bentuk-bentuk lain dari pohon-di-lahan pertanian lainnya ke dalam konsep ‘**lanskap**’ agroforestri yang lebih luas.

Pohon di lahan pertanian pribadi merupakan bagian penting dari tutupan pohon global: 45% lahan pertanian di dunia memiliki lebih dari 10% tutupan pohon. Penyimpanan karbon global di lahan pertanian diperkirakan mencapai 45,3 miliar ton, di mana pohon menyumbang lebih dari 75%.¹ Angka-angka ini tidak termasuk area agroforestri yang luas terdapat di lahan yang biasanya diklasifikasikan sebagai hutan.

Pepohonan di lahan pertanian, termasuk semua jenis agroforestri, memiliki banyak fungsi berbeda. Mereka menyediakan habitat yang meningkatkan keanekaragaman hayati di lahan pertanian, termasuk keanekaragaman hayati organisme dalam tanah dan **agrobiodiversitas**. Mereka meningkatkan kelangsungan hidup kawasan lindung dengan memudahkan hewan, serbuk sari, dan benih untuk bergerak dan menyebar di dalam kawasan tersebut. Pepohonan tersebut juga berkontribusi sebagai solusi yang berbasis alam dalam mengonservasi dan menjawab tantangan produksi pangan, meskipun tidak terlihat dalam strategi ‘pertumbuhan hijau’ kebanyakan negara saat ini.

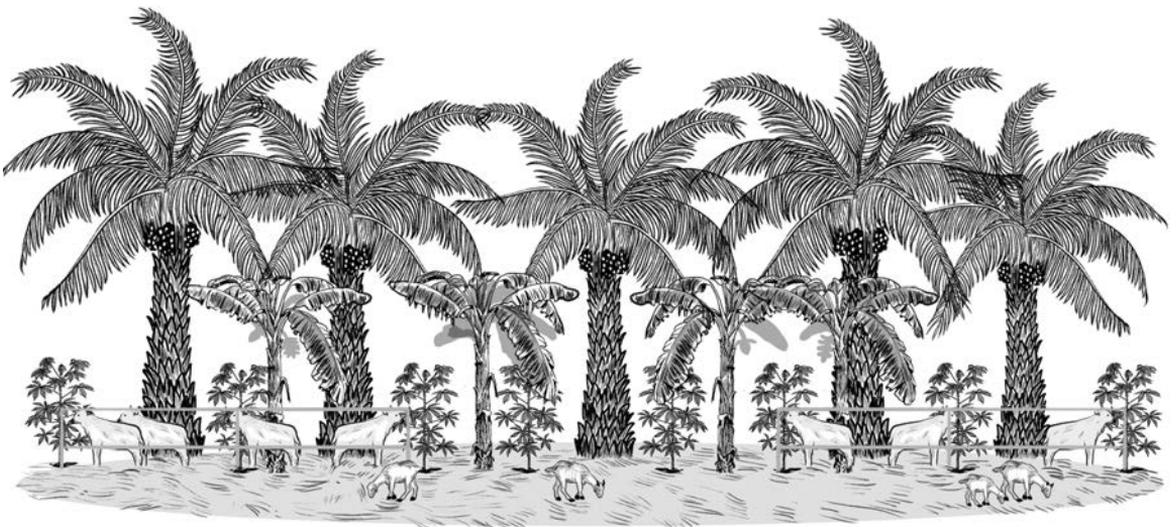


Hal terpenting, mereka memasok barang dan jasa yang bermanfaat dan menguntungkan bagi petani dan masyarakat luas, termasuk penyediaan kayu bangunan dan kayu bakar; buah-buahan, kacang-kacangan, dan daun yang dapat dimakan; dan pakan ternak; peningkatan kesuburan tanah; pengaturan air.



¹ Zomer RJ, Bossio DA, Trabucco A, Noordwijk M, Xu J. 2022. Global carbon sequestration potential of agroforestry and increased tree cover on agricultural land. *Circular Agricultural Systems* 2:3. <https://doi.org/10.48130/CAS-2022-0003>.

Pertanian konvensional sering didasarkan pada produksi tanaman tunggal. Agroforestri juga sering berfokus pada satu **spesies unggulan** (yang mungkin merupakan jenis/spesies pohon), tetapi ada juga menambahkan jenis pohon lainnya ke dalam sistem. Ada banyak cara, di mana aneka pohon dapat digabungkan. Misalnya, seorang petani dapat menanam tanaman sereal atau sayur-sayuran yang ditumpang sarikan dengan pohon-pohon yang berjarak lebar. Atau, petani mungkin menanam pohon kayu di sekeliling lahan usahanya atau di sepanjang sungai. Sistem agroforestri berkisar mulai dari yang sederhana – seperti tumpangsari satu jenis tanaman semusim dengan satu jenis pohon – hingga agroforestri yang kompleks atau disebut juga agroforestri multistrata, dengan berbagai jenis tanaman semusim, dan jenis pohon yang membentuk lapisan kanopi bersusun (multistrata), dan ternak, yang kesemuanya untuk memenuhi bermacam-macam kebutuhan.



Agroforestri bukanlah hal baru. Petani telah mempraktikkannya selama ribuan tahun, dan para ilmuwan telah mengenalinya sejak tahun 1970-an sebagai bentuk pertanian dan penggunaan lahan yang produktif dan berkelanjutan secara ekologis. Tapi sekarang agroforestri tiba-tiba menjadi pusat perhatian. Sistem ini dipromosikan sebagai strategi penggunaan lahan untuk mendukung **mitigasi** dan **adaptasi terhadap perubahan iklim**, konservasi keanekaragaman hayati, pencapaian pertanian berkelanjutan, dan tujuan lainnya. Banyak organisasi merekomendasikan atau menggunakannya sebagai alat untuk memulihkan ekosistem – tidak hanya untuk ekosistem pertanian saja, tetapi juga untuk lanskap hutan.



Apa Perbedaan Publikasi ini dengan Publikasi Agroforestri Lainnya?

Meski bukan obat untuk semua masalah, agroforestri memiliki potensi besar untuk berkontribusi pada semua tujuan yang telah disebutkan di atas. Namun, agroforestri bukan hanya sekedar menanam pohon di lahan pertanian. Untuk mewujudkan potensinya, para praktisi perlu memahami prinsip-prinsipnya. Buku *Agroforestri: Sebuah pengantar* ini adalah panduan untuk prinsip dan konsep agroforestri – dan bagaimana menggunakannya secara efektif.

Kami mengambil pendekatan ini, sebagian karena manual dan panduan agroforestri berbasis pada ‘bagaimana caranya’ yang berkualitas tinggi sudah banyak tersedia – tidak hanya panduan yang berjudul ‘agroforestri’, tetapi banyak juga dari bidang kehutanan, hortikultura, dan ilmu sosial. Lebih penting lagi, pendekatan kami mencerminkan dua kebutuhan dasar

1

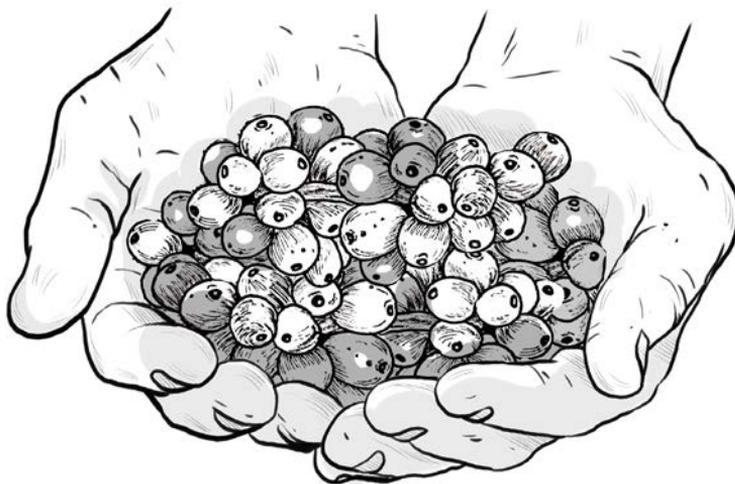
Pertama, penting untuk menghindari pendekatan ‘**paket teknologi**’ yang terbentuk sebelumnya karena terlalu mengandalkan manual tertentu. Sebaliknya, praktisi agroforestri dan pendukungnya perlu memahami bagaimana menggunakan prinsip-prinsip dan konsep-konsep untuk merancang dan mengadaptasi praktik-praktik yang sesuai dengan kondisi lokal mereka.

2

Kedua, sangat penting untuk memastikan bahwa aspirasi, kemampuan, dan impian keluarga petani merupakan inti dari perencanaan dan perancangan (desain) serta promosi agroforestri. Agroforestri harus mendukung tidak hanya tujuan lingkungan, tetapi juga – dan yang paling penting – tujuan dan aspirasi masyarakat pedesaan untuk kehidupan yang lebih baik. Petani jarang berminat untuk menginvestasikan waktu atau tanah mereka untuk kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan manfaat

langsung dan nyata. Pohon harus berkontribusi pada ketahanan pangan atau nutrisi – atau menghasilkan pendapatan bagi petani. Pembayaran untuk **jasa ekosistem**, seperti kredit karbon, biasanya bernilai rendah dan tidak cukup meyakinkan petani untuk menanam dan mengelola pohon. Pohon dapat menjadi instrumen penting untuk memulihkan dan mempertahankan keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem di lahan pertanian, namun pohon-pohon tersebut perlu ditanam sebagai bagian dari strategi pembangunan jangka panjang. Hal ini harus mencakup pengembangan usaha berbasis pohon dan pasar untuk produk—produk pohon yang ada.

Tujuan kami adalah untuk mendukung para praktisi saat mereka bekerja untuk mewujudkan potensi penuh agroforestri untuk berkontribusi pada tantangan-tantangan lokal dan global abad ke-21.





Buku ini Bermanfaat bagi Siapa?

Buku ini bertujuan untuk membimbing para profesional yang mendukung petani dalam menerapkan sistem agroforestri, seperti:



penyuluh pertanian dan kehutanan



perencana dan manajer



peneliti



pelatih



guru dan siswa agroforestri



dan para profesional dari berbagai disiplin ilmu yang mengerjakan proyek dan program yang menggunakan agroforestri. Disiplin ini dapat mencakup agroekologi, konservasi keanekaragaman hayati, konservasi tanah dan air, restorasi lahan, pembangunan pedesaan, dan lain-lain, serta agroforestri itu sendiri.





Bagaimana Susunan dari Buku ini?

Bab 2-8 tentang berbagai aspek sistem agroforestri mengikuti pengantar ini:

2

Komponen sistem agroforestri menjelaskan atribut terpenting dari empat elemen kunci sistem agroforestri: tanaman, ternak, pohon, dan kehidupan dalam tanah.

3

Sistem agroforestri sebagai sistem sirkular yang menjelaskan bagaimana agroforestri mempromosikan kesehatan dan konservasi tanah.

4

Prinsip-prinsip desain agroforestri menguraikan tiga prinsip panduan yang mendasar bagi keberhasilan intervensi **intervensi** agroforestri.

5

Rancangan bersama dan pembentukan sistem agroforestri yang menjelaskan beberapa pertimbangan penting dalam menerapkan prinsip-prinsip rancangan dan menerjemahkan rancangan ke dalam tindakan praktis.

6

Bahan tanam dalam agroforestri memberikan panduan untuk memastikan kualitas dan kuantitas benih dan stok tanaman yang memadai.

7

Pengelolaan pohon dalam sistem agroforestri, menggambarkan kegiatan utama yang diperlukan untuk memastikan bahwa pohon dapat berinteraksi dengan baik dengan beberapa komponen lain dari suatu sistem.

Selanjutnya **bab 8-9** memberikan gambaran umum yang berbeda dari beberapa sistem agroforestri:

8

Sistem unggulan yang menampilkan karakteristik umum dari beberapa sistem agroforestri yang digunakan secara luas.

9

Cerita dari garis depan dengan menggunakan serangkaian studi kasus sintetik untuk mengilustrasikan bagaimana petani, dan mereka (para pihak) yang mendukung mereka, dapat menerapkan prinsip-prinsip dan konsep-konsep yang telah dijelaskan di bagian sebelumnya.

Kami menyadari bahwa kondisi para petani cukup beragam dan mencakup orang-orang lintas gender, kelompok umur, budaya, dan tingkat sumber daya. Pesan dalam buku ini relevan untuk semua dan kami menggunakan istilah 'petani' untuk mencakup keragaman tersebut. Lampiran termasuk glosarium dan daftar nama ilmiah dan nama umum (+nama lokalnya) yang digunakan dalam teks. Kata dan istilah yang termasuk dalam glosarium ditulis dengan **huruf tebal berwarna biru**.





Sumber Pustaka Utama

Kami menggunakan banyak sumber pustaka dalam mempersiapkan publikasi ini. Berikut ini sumber-sumber pustaka yang sangat berguna:

1. Tengnäs B. 1994. 1994. *Agroforestry extension manual for Kenya*. Kenya: World Agroforestry (ICRAF). <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B08037.pdf>.
2. Somarriba E dan Quesada F. 2009. *Agroforestry farm planning: Manual for farming families*. 1st Edition. Turrialba, Costa Rica: Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE). <http://canacacao.org/wp-content/uploads/Manual-Agroforestry-Farm-Planning.pdf>.
3. Miccolis A, Pereira AVB, Peneireiro FM, Marques HR, Vieira DLM, Arco-Verde MF, Hoffman MR, Rehder T, Pereira AVB. 2016. *Agroforestry systems for ecological restoration: How to reconcile conservation and production*. Options for Brazil's Cerrado and Caatinga biomes. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN) dan World Agroforestry (ICRAF). <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B19034.pdf>.
4. Somarriba EJ, Orozco-Aguilar L, Cerda R, Lypez-Sampson A. 2018. *Analysis and design of the shade canopy of cocoa-based agroforestry systems*. In Umaharan P. ed. *Achieving sustainable cultivation of cocoa*. London: Burleigh Dodds Science Publishing, 1–31. <https://doi.org/10.1201/9781351114547>.
5. Raintree JB. 1987. *The state of the art of agroforestry diagnosis and design*. *Agroforestry Systems* 5(3):219–250. <https://doi.org/10.1007/BF00119124>.
6. Kitalyi A, Miano DM, Mwebaze S, Wambugu C. 2005. *More forage, more milk: Forage production for small-scale zero grazing systems*. Nairobi, Kenya: Regional Land Management Unit (RELMA) of World Agroforestry (ICRAF). <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/MN13558.pdf>.

KOMPONEN SISTEM AGROFORESTRI





Sistem agroforestri terdiri dari pohon dan tanaman, pohon dan ternak, atau pohon dengan tanaman dan ternak. Di bagian ini, kami mengeksplorasi atribut komponen ini secara lebih rinci.

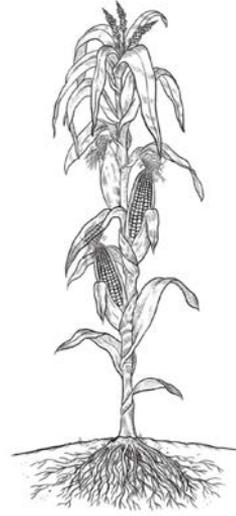
Sistem agroforestri tertentu sering berpusat pada satu spesies, yang kita sebut sebagai ‘spesies unggulan’. Ini adalah spesies yang dianggap paling penting oleh petani – seringkali karena spesies ini memberikan kontribusi paling besar bagi kehidupan mereka. Komponen lain, yang kami sebut ‘**spesies pendamping**’, ditambahkan untuk menyediakan **layanan-layanan agroekologi**, seperti naungan, yang mendukung spesies unggulan. Kebutuhan spesies unggulan (misalnya, cahaya atau air) menentukan jenis spesies pendamping yang dibutuhkan, bahkan jika spesies tersebut juga menghasilkan barang yang berguna. Misalnya, ketika menanam tanaman yang tidak tahan naungan seperti sereal, petani perlu memilih dan menanam pohon yang tidak bersaing dengan sereal untuk mendapatkan cahaya. Dalam banyak sistem agroforestri, spesies unggulan adalah tanaman tahunan, tanaman tahunan (berumur panjang, termasuk tanaman pohon), atau spesies ternak; juga bisa spesies kayu. Beberapa sistem agroforestri mungkin memiliki lebih dari satu spesies unggulan. Spesies pendamping dapat berupa pohon atau tanaman.



Atribut Tanaman



Padi



Jagung



Kentang



Kol

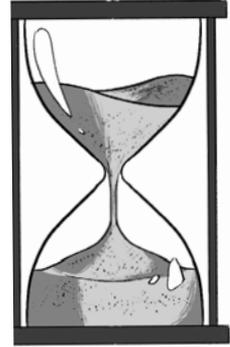


Kedelai

Tanaman yang ditanam dalam sistem-sistem agroforestri mencakup bahan makanan pokok yang dikenal baik seperti jagung dan beras, serta tanaman berumur panjang seperti singkong; tanaman komersial seperti kakao, kopi, dan kedelai; dan tanaman yang digunakan untuk pakan ternak.

Masa Hidup

Umur tanaman sangat bervariasi. Banyak tanaman pangan pokok, seperti kacang-kacangan, jagung, beras, dan gandum, adalah tanaman semusim: mereka berkecambah, tumbuh, berbunga, dan mati dalam satu musim atau tahun. Semua tanaman yang lain adalah tanaman keras, dengan rentang hidup yang berkisar dari beberapa tahun hingga beberapa dekade atau bahkan berabad-abad. Para petani memperpendek umur beberapa tanaman tahunan, seperti tebu dan singkong, ketika mereka mememanennya. Masa hidup juga dipersingkat ketika para petani mengganti tanaman yang lebih tua dan tidak produktif dengan yang baru, seperti penanaman kembali di perkebunan-perkebunan kopi dan kakao.

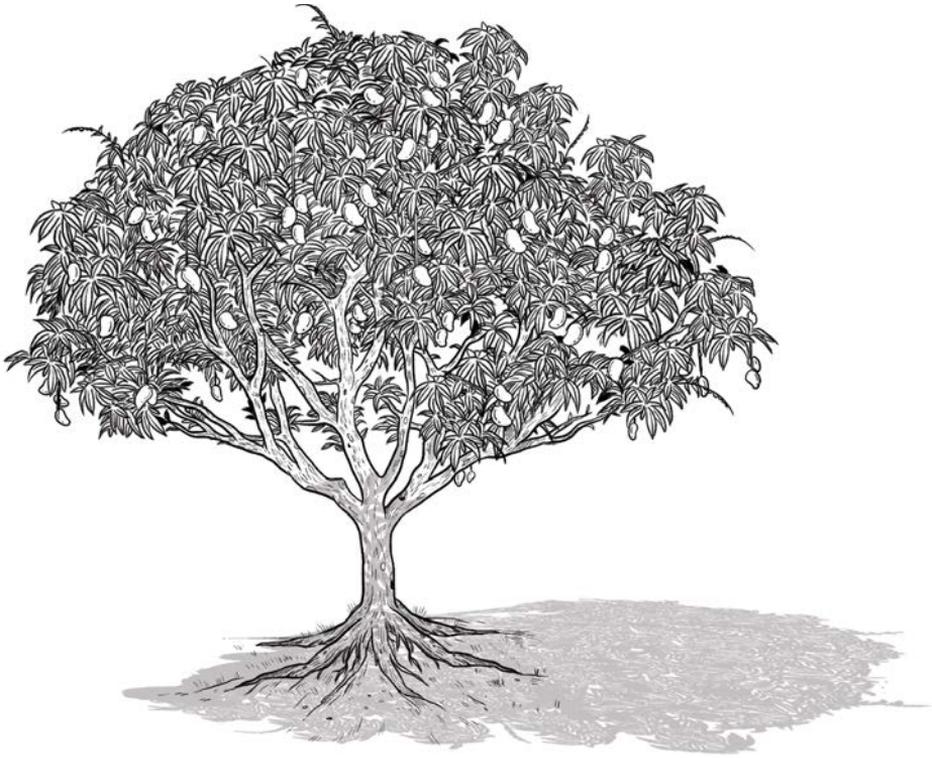


Domestikasi

Hampir semua jenis tanaman telah **didomestikasi** sampai batas tertentu: para petani dan pemulia tanaman telah mengubah karakteristik genetik mereka melalui seleksi dan pemuliaan. Dalam banyak kasus, domestikasi telah mengubah mereka sedemikian rupa sehingga mereka tidak lagi terlihat seperti kerabat liar terdekat mereka. Banyak **varietas modern** dari tanaman pangan pokok membutuhkan lebih banyak nutrisi dan air daripada varietas tradisional. Demikian pula, banyak varietas kopi dan kakao yang telah ditingkatkan, yang masih sering ditanam di bawah naungan dalam sistem agroforestri, telah dipilih dalam kondisi tanpa naungan. Untuk tanaman pokok dan tanaman komersial, **varietas tradisional** yang lebih hemat dan lebih tahan banting mungkin lebih cocok untuk sistem agroforestri daripada varietas alternatif yang sangat unggul.



Kebutuhan Cahaya dan Toleransi Naungan



Cahaya adalah salah satu sumberdaya terpenting bagi tanaman, dan keterbatasan pasokannya mengurangi ketahanan hidup dan pertumbuhan. Berbagai jenis tanaman memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap naungan, dan beberapa tanaman tumbuh lebih baik dalam kondisi teduh daripada di bawah sinar matahari penuh.



Hampir semua tanaman sereal utama membutuhkan cahaya, sehingga naungan dapat mengurangi hasil panen.



Sayuran buah – tanaman yang bagian yang dapat dimakannya adalah buah, seperti mentimun, paprika dan cabai, labu, dan tomat – adalah beberapa tanaman yang paling tidak tahan naungan. Saat dinaungi, mereka akan sering gagal berbunga, yang berarti mereka tidak akan menghasilkan buah.



Sayuran umbi-umbian – seperti talas, garut, ubi, bit, wortel, dan kentang – akan tumbuh di area yang sebagian teduh dan memiliki sedikit sinar matahari langsung, tetapi biasanya mendapat manfaat dari setidaknya setengah hari memiliki sinar matahari penuh.



Sayuran berdaun – seperti lobak, bayam dan salad hijau – adalah sayuran yang paling tahan naungan dari semua sayuran.



Kakao dan kopi dapat tumbuh dengan sukses di bawah naungan di sebagian besar kondisi iklim, dan kualitasnya sering ditingkatkan dengan melakukan hal tersebut (lihat **Sistem agroforestri kakao multistrata di Amerika Tengah dan Filipina** di Bab 8).



Banyak tanaman lain – seperti jahe, mint, peterseli, dan kunyit – juga tahan naungan. Spesies rumput bervariasi dalam toleransi naungannya, dan beberapa legum pakan ternak tropis tumbuh dengan baik di tempat teduh.

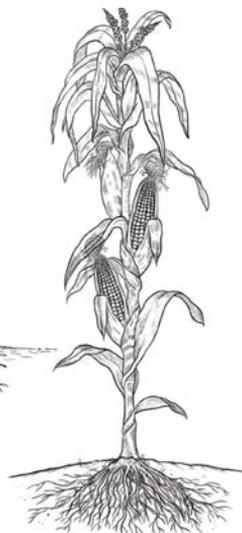
Sistem-sistem agroforestri secara berhati-hati mengombinasikan pohon dan tanaman untuk memaksimalkan penggunaan cahaya. Pemeliharaan dilakukan untuk tidak menumbuhkan spesies yang membutuhkan cahaya di tempat teduh, sementara spesies yang tahan naungan dapat mengeksploitasi area dengan cahaya yang lebih rendah. Beberapa tanaman, seperti kopi dan kakao, sering sengaja ditanam di bawah naungan pohon – dan tumbuh subur dalam kondisi tersebut.

Kebutuhan Air

Berbagai tanaman sangat berbeda dalam kebutuhan airnya. Ketika dikombinasikan dengan tanaman atau pohon lain, berbagai komponen dapat bersaing untuk mendapatkan air. Spesies sangat produktif yang mengonsumsi sejumlah besar air dan nutrisi, seperti jagung dan anggota keluarga rumput lainnya, dapat sangat mengurangi pertumbuhan bibit pohon. Di sisi lain, akar pohon yang dekat dengan permukaan tanah dapat dengan mudah mengalahkan akar sayuran berdaun.

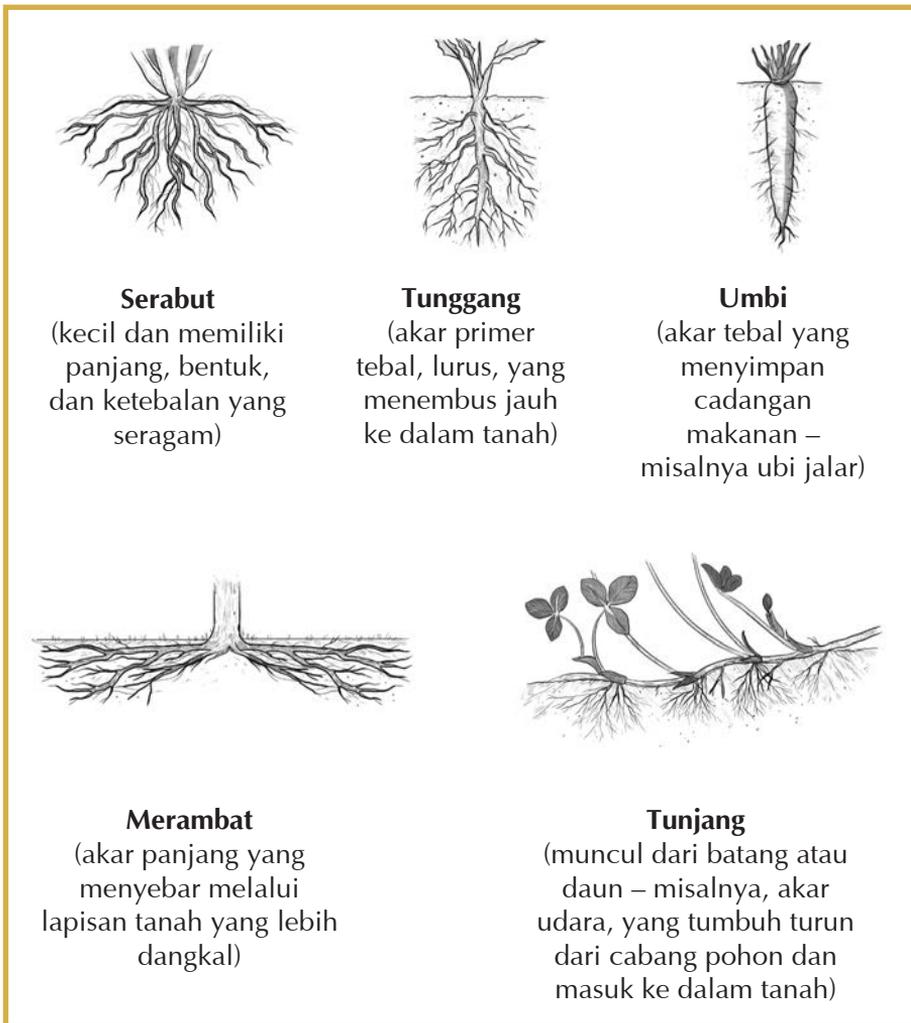


Sistem-sistem agroforestri secara berhati-hati menggabungkan pohon dan tanaman untuk menghindari persaingan yang berbahaya untuk mendapatkan air, dan untuk memaksimalkan manfaat air yang tersedia dan kapasitas pohon untuk mengakses air dari dalam tanah (lihat Bab 3).



Tipe Akar

Tanaman-tanaman membutuhkan banyak nutrisi, dan sistem akarnya beradaptasi untuk menyerap nutrisi yang tersedia dari lapisan atas tanah dan dari air. Akar dapat membentuk struktur yang sangat besar dari jutaan akar cabang yang panjangnya mencapai puluhan meter. Mereka adalah kaki dan juga tangan tanaman, menancapkan tanaman di tanah, tetapi juga mengekstrak nutrisi yang dibutuhkan tanaman dari tanah (Gambar 1).



Gambar 1. Beberapa tipe akar

Peran Agroekologi

Di bidang pertanian, sejumlah besar **biomassa** dan nutrisi dikeluarkan dari lanskap saat tanaman dipanen. Ini menghabiskan tanah, dan hasil panen akan turun kecuali jika diganti. Agroforestri dapat mengembalikan biomassa dan nutrisi penting ke dalam sistem (lihat Bab 3. **Sistem agroforestri sebagai sistem sirkular**).

Tanaman juga memberikan kontribusi positif untuk fungsi sistem. Berikut ini adalah yang sangat penting:



Residu tanaman merupakan sumber **bahan organik** yang penting.



Tanaman polong-polongan meningkatkan ketersediaan nitrogen untuk komponen-komponen sistem lainnya. Jenis pupuk lainnya, seperti pisang dan bunga matahari Meksiko, juga dapat memainkan peran penting dalam menangkap dan mengalirkan nutrisi.



Tanaman penutup, dapat membantu mengendalikan persaingan gulma.



Tanaman pakan ternak menyediakan nutrisi dan air untuk ternak.



Tingginya nilai tanaman seringkali membenarkan kegiatan penyiangan dan budidaya yang menguntungkan komponen sistem lainnya juga.

Tanaman-tanaman pohon memainkan peran agroekologi yang mirip dengan pohon lain (lihat **Atribut pohon** di Bab 2).

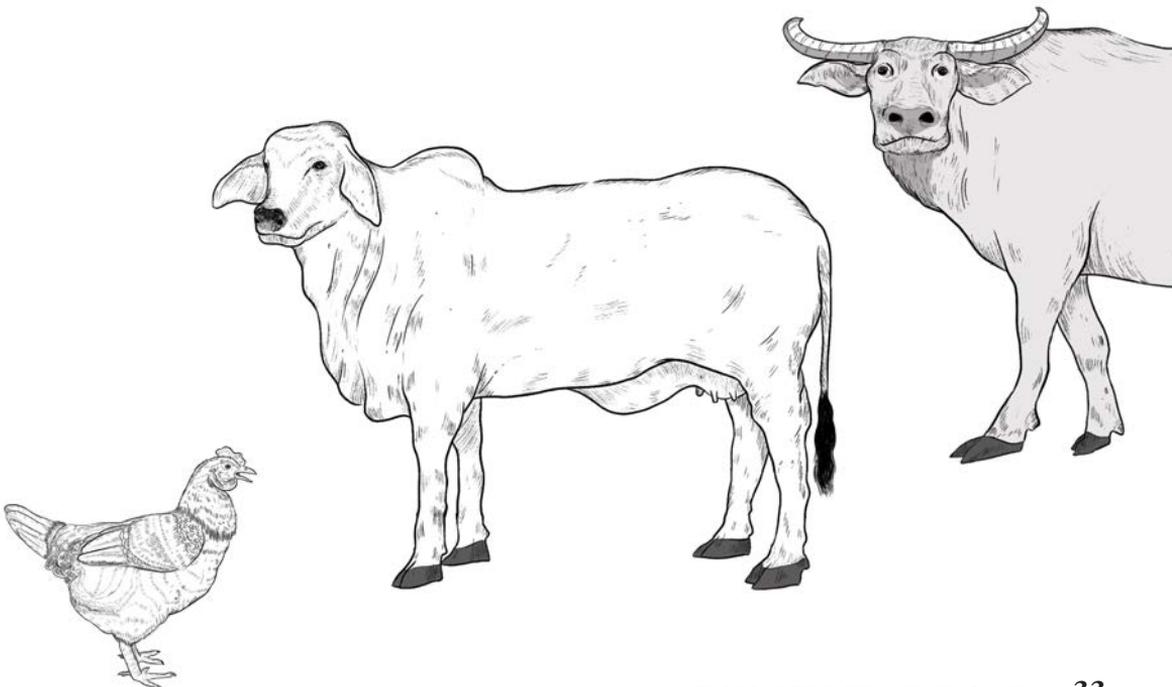


Atribut Ternak

Istilah ‘ternak’ berarti semua hewan peliharaan yang dipelihara untuk makanan dan produk pertanian lainnya.

Asosiasi antara ternak dan pohon terjadi di berbagai agroekosistem. Masyarakat sering memandang asosiasi ini secara negatif – misalnya, ketika permintaan akan burger daging yang murah menyebabkan perluasan lahan penggembalaan dan deforestasi. Namun, ternak juga berinteraksi secara sinergis dengan tanaman, pohon, dan tanah, dan sulit untuk melihat bagaimana beberapa sistem pertanian campuran dapat dipertahankan tanpa kontribusi ternak terhadap pendapatan rumah tangga dan pemeliharaan kesehatan tanah.

Ternak berbeda dari komponen-komponen sistem lainnya dalam beberapa hal penting. Ini mempengaruhi baik komitmen yang dibutuhkan untuk mengelolanya maupun potensi manfaat yang dapat mereka berikan. Karakteristik yang paling relevan diuraikan di bawah ini.



Bernilai Tinggi

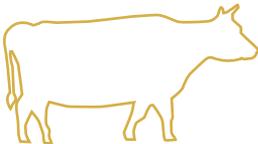
Hampir semua keluarga petani di daerah tropis dan subtropis memelihara ternak, mulai dari beberapa ekor ayam hingga kawanan ternak. Mereka melakukannya karena ternak menawarkan berbagai manfaat penting. Beberapa di antaranya tercantum di bawah ini:



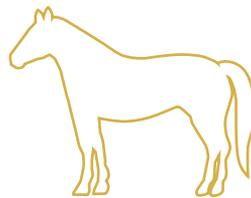
Manfaat nutrisi: produk susu, telur, dan daging merupakan sumber-sumber penting protein, lemak, dan zat gizi mikro yang umumnya kurang seperti zat besi.



Pendapatan rutin dari penjualan telur dan produk susu sangat penting untuk menutupi pengeluaran rutin, seperti makanan, transportasi, biaya pengobatan rutin, atau biaya sekolah.



'Cadangan uang': ternak, terutama sapi, dapat dengan mudah dijual untuk menutupi pengeluaran besar, seperti biaya universitas, pernikahan, atau biaya medis tak terduga.



Tenaga kerja: Sapi, kuda, dan hewan besar lainnya dapat digunakan di pertanian atau disewakan untuk menarik bajak, untuk menggerakkan mesin berteknologi rendah seperti mesin pemeras tebu, atau untuk transportasi.

Tingginya Kebutuhan akan Perawatan dan Pemeliharaan

Setiap hewan berharga, dan sebagian besar kekayaan petani kemungkinan diinvestasikan di dalamnya. Kehilangan atau devaluasi mereka melalui penyakit, kecelakaan, dan kematian – tidak ada yang jarang terjadi – dapat memiliki konsekuensi bencana: peternakan tidak bebas risiko. Risiko ini, ditambah dengan kebutuhan hewan akan akses ke pakan dan air, berarti mereka membutuhkan perhatian yang teratur atau bahkan terus-menerus. Jika dipelihara di kandang, atau dikurung dengan cara lain, pemeliharanya harus memberi mereka makanan dan air setidaknya sekali sehari, sementara ternak yang berkeliaran bebas harus dijaga (misalnya oleh penggembala) atau dipelihara di dalam pagar yang diperiksa secara teratur. Semua kegiatan ini membutuhkan waktu dan tenaga. Sisi positifnya, kontak rutin memungkinkan pemantauan kesehatan dan reproduksi secara ketat.

Ternak membutuhkan makanan dan air dalam jumlah besar. Misalnya, sapi membutuhkan pakan kering yang setara dengan 3% dari berat badannya, ditambah 18 liter air untuk setiap 100 kilogram berat badan setiap harinya, sehingga seekor sapi dengan berat 400 kilogram memiliki kebutuhan harian 12 kilogram pakan kering dan 72 liter air.



Ketika – seperti biasa – sumberdaya terbatas, baik secara musiman atau untuk periode yang lebih lama, konsumsi pakan dan air kemungkinan besar tidak ditentukan oleh pedoman tersebut, tetapi oleh apa yang tersedia. Hal ini membatasi produktivitas. Dalam ‘masa paceklik’ seperti itu, pemelihara ternak sering kali berkonsentrasi untuk menjaga hewan tetap hidup dan sehat mungkin sampai kelangkaan tersebut berlalu. Jangka waktu yang lama di mana ketersediaan pakan dan air turun secara signifikan di bawah tingkat tersebut akan menimbulkan risiko bagi kesehatan dan kesejahteraan hewan.

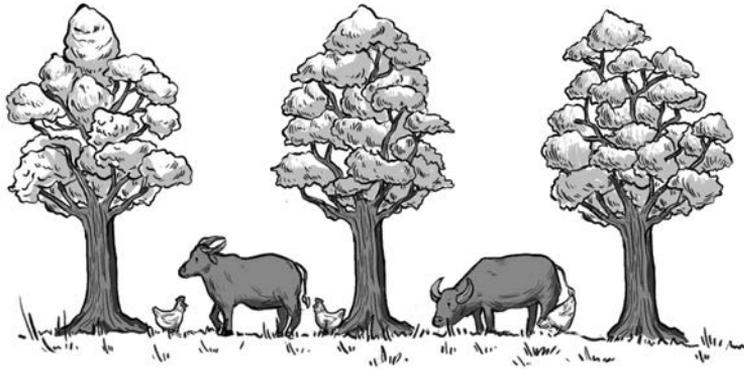
Jika pakan yang tersedia lebih banyak dari yang dibutuhkan untuk pemeliharaan atau kelangsungan hidup, maka produksi ternak akan sebanding dengan asupan nutrisi yang seimbang. Ternak perah merupakan kasus khusus: mereka membutuhkan air yang cukup untuk mendukung volume produksi susu mereka, terlepas dari berapa banyak pakan yang diberikan.

Mobilitas

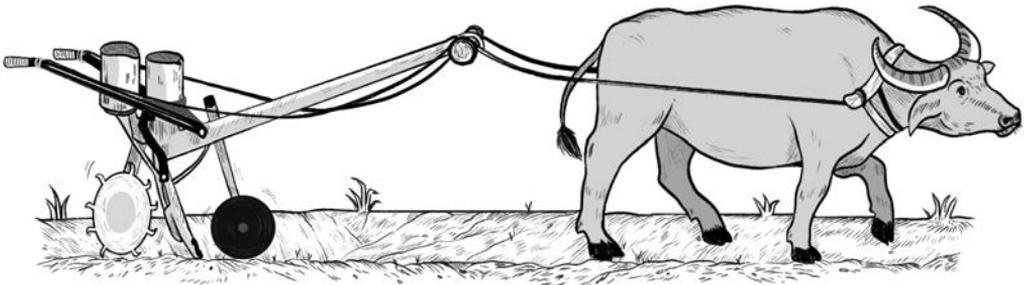
Tidak seperti pohon dan tanaman, ternak memiliki otak dan sering kali memilih untuk mengejar tujuan mereka sendiri, termasuk pergi ke tempat yang tidak seharusnya! Ini adalah salah satu alasan mengapa mereka perlu diawasi dengan ketat. Namun mobilitas juga memiliki kelebihan. Tidak seperti tanaman dan pohon, ternak dapat pindah ke tempat dimana makanan dan air tersedia. Kemampuan ini sangat berguna bahkan di dalam peternakan.

Manfaat Agroekologi dan Lingkungan

Peternakan menawarkan manfaat agroekologi dan lingkungan yang lebih luas. Sebagai bagian dari agroekosistem yang seimbang dan dikelola dengan baik, mereka dapat sangat bermanfaat bagi keberlanjutan jangka panjang. Beberapa manfaat ini tercantum di bawah ini.



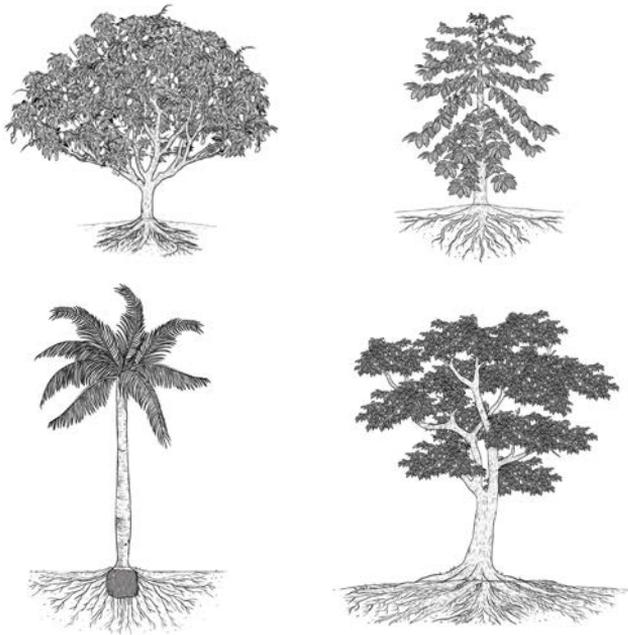
- ▶ **Peternakan dapat membuat pertanian lebih efisien** dengan memakan gulma atau tanaman lain yang ditanam sebagai makanan ternak. Sebagian besar kandungan nutrisi dari sumber daya ini kemudian dapat didaur ulang sebagai pupuk kandang untuk mendukung bagian lain dari agroekosistem. Limbah ternak (urin dan juga pupuk kandang) merupakan sumber daya yang berharga untuk perbaikan tanah, bahan bakar, dan penggunaan lainnya.



- ▶ **Peternakan dapat berkontribusi pada restorasi lahan.** Misalnya, mereka dapat menyediakan tenaga kerja untuk operasi yang membutuhkan pekerjaan manual yang berat atau penggunaan mesin yang mahal. Manfaat mata pencaharian mereka juga dapat menjadi pendorong pengadopsian langkah-langkah perlindungan lingkungan. Misalnya, tanaman pakan ternak – termasuk pohon – dapat ditanam di tepian kontur, tepian pengalihan air, dan struktur konservasi tanah dan air lainnya untuk menyediakan pakan bagi ternak.



Atribut Pohon



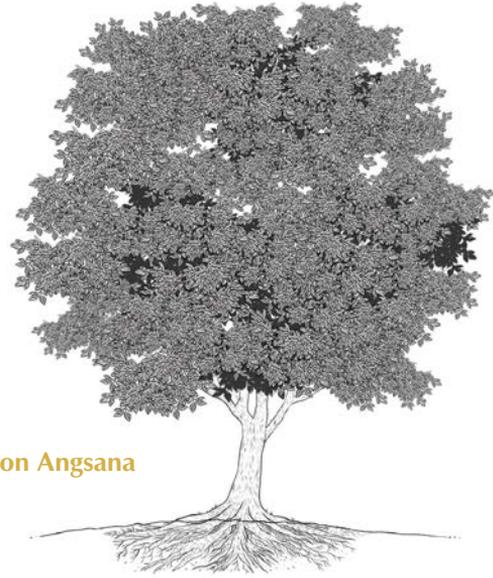
Peran Pohon

Semua sistem agroforestri mencakup pohon. Spesies pohon pendamping memiliki dua fungsi utama:

- 1 Mereka menyediakan jasa-jasa agroekologi untuk spesies unggulan atau ke sistem secara keseluruhan.
- 2 Produk-produk mereka mendiversifikasi aliran pendapatan utama yang dihasilkan oleh spesies unggulan.

Dalam memilih spesies pendamping, kita perlu mempertimbangkan tidak hanya karakteristik mereka sendiri, termasuk barang dan jasa yang mereka hasilkan, tetapi akan seberapa bagus mereka jika dikombinasikan dengan spesies unggulan dan komponen lain dalam sistem agroforestri.

Dalam beberapa sistem agroforestri tradisional, seperti sistem agroforestri damar dan karet, pohon-pohon itu sendiri merupakan spesies unggulan. Beberapa sistem agroforestri mekanis berskala besar juga dirancang di sekitar pohon kayu.



Pohon Angsana



Pohon Kayu Afrika



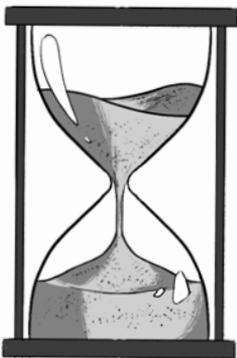
Pohon Sengon Putih

Domestikasi

Tidak seperti hampir semua tanaman pangan, kebanyakan pohon dalam sistem agroforestri tidak didomestikasi. Artinya, mereka sangat mirip dengan kerabat liar mereka.² Spesies pohon adalah salah satu organisme yang paling bervariasi secara genetik di planet ini. Karena itu, sumber benih untuk pohon agroforestri harus dipilih dengan hati-hati; pilihan untuk membeli benih bersertifikat biasanya tidak ada (lihat Bab 6. **Bahan tanam di agroforestri**).

Sebaliknya, banyak spesies pohon buah-buahan telah didomestikasi dan, akibatnya, memiliki keragaman genetik yang lebih sedikit. Varietas klon dari spesies buah seperti alpukat dan mangga adalah kasus yang ekstrem, tetapi seringkali terjadi. Mereka tidak memiliki variasi genetik, kecuali lebih dari satu varietas digunakan.

Masa Hidup

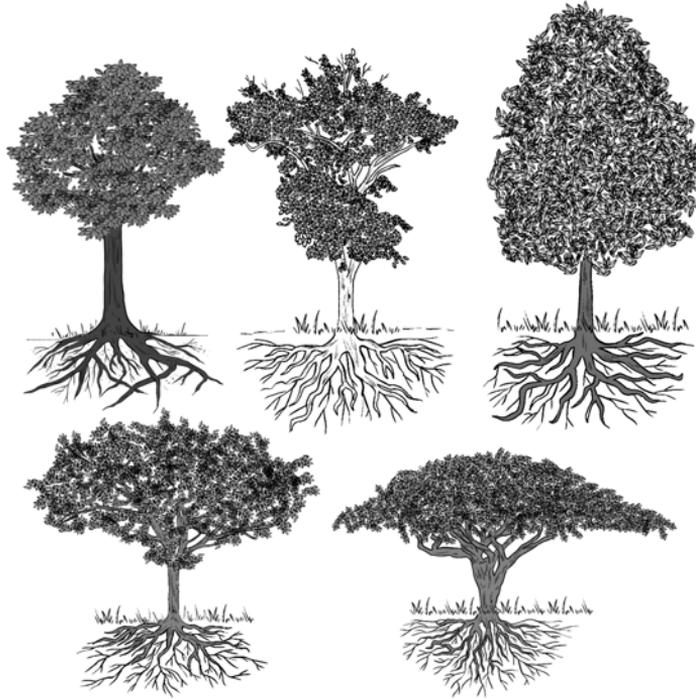


Umur pohon bervariasi dari kurang dari dua dekade hingga ratusan tahun, tetapi sebagian besar spesies kayu atau kayu bakar akan dipanen jauh sebelum akhir masa hidup alaminya. Umur dan **panjang rotasi** penting karena dua alasan utama:

- 1 Pilihan jenis pohon oleh petani seringkali sangat bergantung pada kapan mereka dapat mendapatkan hasilnya.
- 2 Pohon kayu sulit dipanen tanpa merusak tanaman bawah. Oleh karena itu lebih baik mensinkronisasi penebangan dengan penggantian (penanaman kembali) spesies tumbuhan bawah unggulan.

² Para pemulia tanaman telah mengembangkan benih unggul untuk beberapa spesies pohon. Pohon dari populasi yang ditingkatkan secara genetik ini terlihat sangat mirip dengan yang berasal dari populasi yang tidak dimuliakan atau liar, meskipun mereka dapat tumbuh lebih cepat atau memiliki bentuk yang lebih baik.

Karakteristik Tajuk



Gambar 2. Variasi bentuk tajuk pada spesies pohon

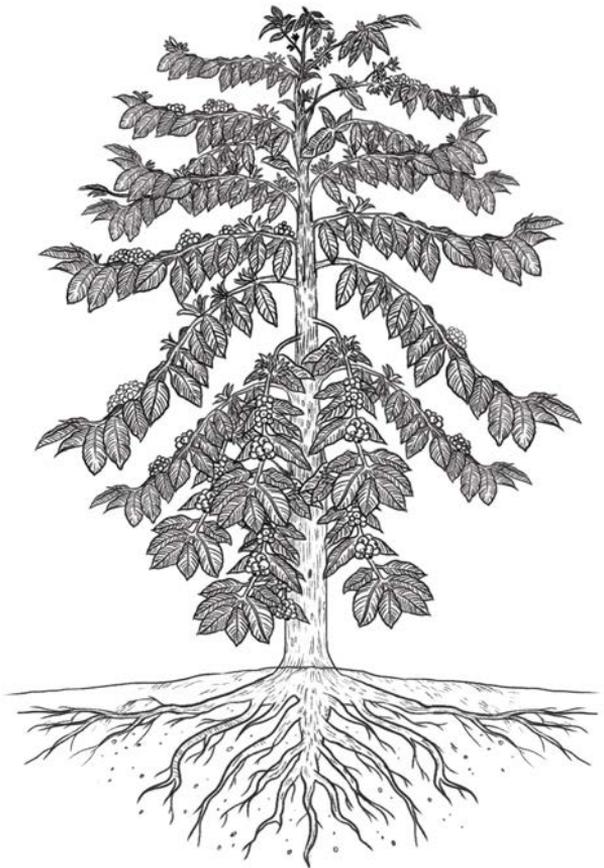
Tajuk pohon terdiri dari cabang dan daun hidup. Bentuk dan kerapatan tajuk mempengaruhi jumlah cahaya yang mencapai spesies unggulan dalam sistem agroforestri, dan pilihan jenis tajuk dan posisi pohon sangat penting dalam mengelola cahaya. Tajuk pohon memiliki banyak bentuk (Gambar 2) tetapi dapat dijelaskan secara sederhana dengan menggunakan ukuran seperti bentuk tajuk, ukuran (diameter dan tinggi), dan kerapatan.

Pengetahuan tentang karakteristik tajuk dari spesies yang berbeda diperlukan untuk memutuskan 'pohon yang tepat'. Jika tidak memungkinkan untuk memilih jenis pohon dengan tipe tajuk yang paling sesuai dengan yang lainnya dalam suatu sistem agroforestri, maka bentuk, ukuran, dan kerapatan tajuk harus dikelola secara aktif (lihat Bab 7. **Pengelolaan pohon dalam sistem agroforestri**).

Waktu Gugur dan Ukuran Daun

Apakah dan kapan pohon kehilangan daunnya juga penting: khususnya, waktu dan durasi tidak berdaun dalam kaitannya dengan pertumbuhan tanaman dan variasi musiman dari curah hujan dan suhu. Beberapa spesies pohon tropis tidak berdaun untuk waktu yang lama pada saat waktu terpanas dalam setahun.

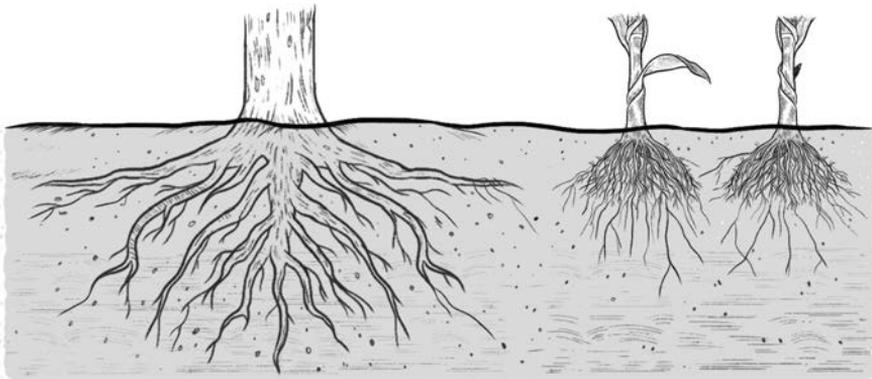
Beberapa spesies pohon secara alami menghasilkan lebih sedikit naungan daripada yang lain. Pohon tersebut mungkin memiliki daun kecil, atau daun yang orientasinya cenderung lebih vertikal, dan bukan horizontal.



Karakteristik Akar

Secara umum, pohon memiliki sistem akar yang jauh lebih besar daripada tanaman semusim dan tanaman tidak berkayu lainnya. Mereka dapat mencapai hingga puluhan meter – baik kedalamannya maupun secara horizontal.

Namun, meskipun mereka sering memiliki akar yang dalam, pohon – seperti tanaman lain – mendapatkan sebagian besar nutrisinya dari lapisan tanah di dekat permukaan, di mana akarnya akan bersaing dengan akar tanaman pangan. Akar berkayu di dekat permukaan juga dapat mengganggu pembajakan.



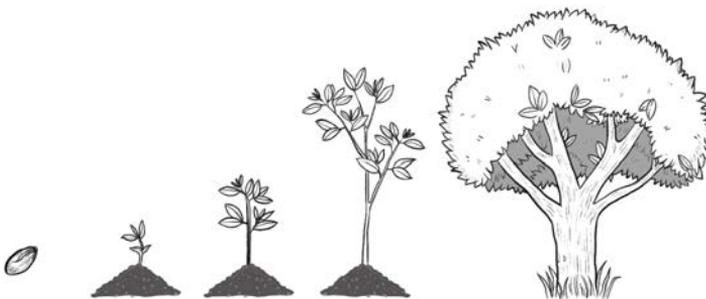
Beberapa jenis sistem akar berpadu sangat baik dengan spesies unggulan dan komponen sistem lainnya, terutama akar yang cukup dalam untuk membawa air dan nutrisi dari lapisan yang tidak dapat dijangkau tanaman, dan yang memiliki jangkauan horizontal terbatas – dan oleh karena itu sedikit bersaing dengan tanaman. Meskipun ada sedikit informasi ilmiah tentang karakteristik sistem perakaran, para petani sering menyadari akan perbedaan antar spesies. Pengetahuan ini harus dimanfaatkan dalam pemilihan spesies (lihat Bab 5. **Desain bersama dan pembentukan sistem agroforestri**). Namun, karakteristik tanah lokal, seperti kepadatan, struktur, tekstur, kadar air, dan ketersediaan hara, juga mempengaruhi seperti apa sistem perakaran suatu pohon.

Tingkat Pertumbuhan dan Invasif

Secara umum, pertumbuhan pohon yang cepat dalam sistem agroforestri merupakan keuntungan. Ini mempercepat pembentukan sistem dan mengurangi waktu petani dalam menunggu penghasilan keuangan.

Namun, pohon yang tumbuh cepat menggunakan banyak nutrisi, dan beberapa spesies sangat kuat sehingga mereka mungkin menjadi pilihan yang buruk untuk sistem agroforestri tertentu. Sebagai contoh, semua eukaliptus yang biasa ditanam tumbuh sangat cepat, dan ketika kelembaban atau nutrisi tidak berlimpah, mereka akan sering mengurangi pertumbuhan spesies unggulan dan spesies lainnya. Banyak spesies lain tumbuh sangat cepat, tetapi kebanyakan eukaliptus beradaptasi untuk bertahan hidup dan tumbuh di tempat-tempat yang langka nutrisi dan air, sehingga mereka memerlukan perhatian khusus.

Spesies eksotik yang tumbuh cepat juga dapat menghasilkan benih yang mudah menyebar dalam jumlah besar. Kombinasi pertumbuhan yang cepat dan benih yang melimpah memungkinkan mereka untuk menyerang vegetasi alami dan lahan pertanian, menyebabkan kerusakan ekologi dan ekonomi. Beberapa spesies invasif, seperti mahoni, tidak tumbuh terlalu cepat. Para petani atau penasihat mereka harus memeriksa calon spesies pohon pada **database spesies invasif global** sebelum membuat keputusan akhir.



Kontribusi Agroekologi

Peran sentral agroforestri dalam menjawab tantangan global sangat didasarkan pada kontribusi agroekologis pohon. Beberapa diantaranya diuraikan dalam Bab 3. **Sistem agroforestri sebagai sistem sirkular**. Penting untuk dicatat bahwa manfaat lingkungan dari pohon dalam sistem agroforestri melampaui skala sistem agroforestri individu, memberikan manfaat pada skala **lanskap** (pengaturan air, **konektivitas habitat**), wilayah (pengaturan iklim), dan planet (mitigasi perubahan iklim).

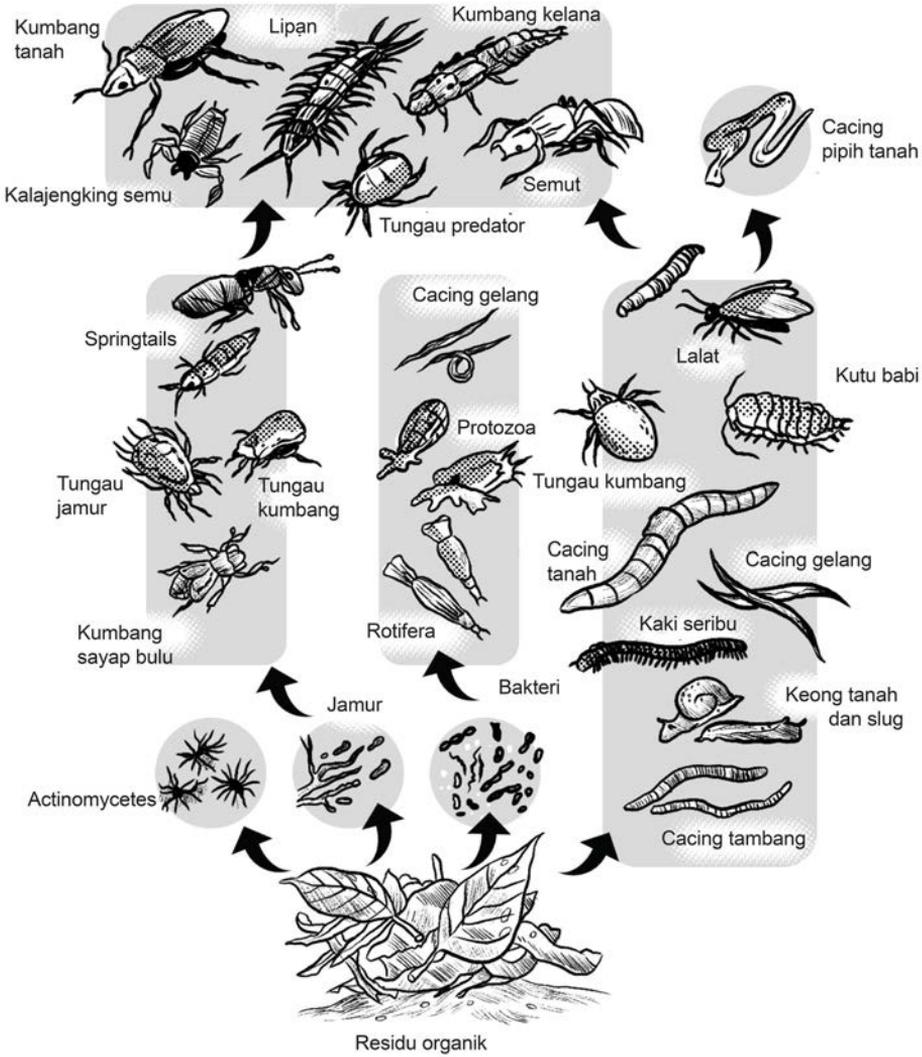


Kehidupan Tanah



Tanah lebih dari sekadar bumi tempat tanaman mengakar. Dalam sistem agroforestri yang sehat, tanah harus mengandung jutaan organisme hidup yang memainkan peran penting dalam agroekosistem. Tanpanya, nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk sehat dan produktif tidak tersedia, dan hampir

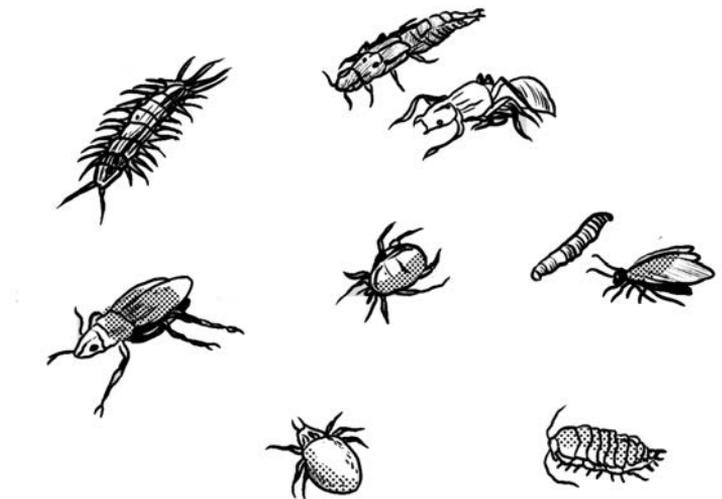
tidak ada sirkulasi biomassa di lahan. Tabel 1 mencantumkan lima kelompok fungsional penting dari kehidupan tanah; organisme dalam kelompok fungsional yang sama berkontribusi pada fungsi ekosistem yang sama.



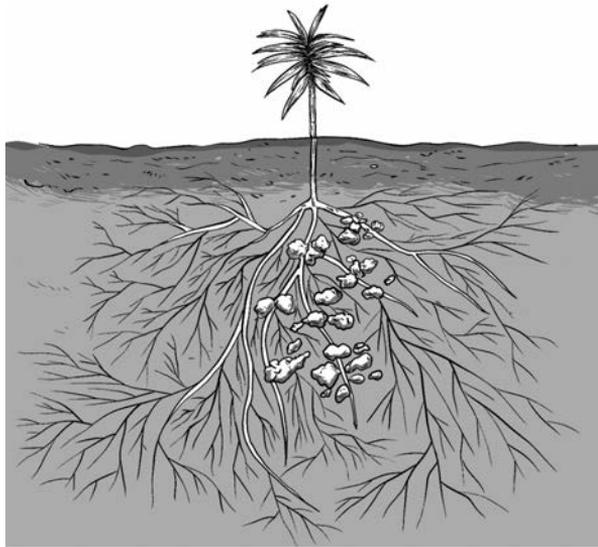
Tabel 1. Kelompok Fungsional Organisme Tanah dan Jasa Agroekologi yang Disediakannya^a

Kelompok fungsional	Jasa agroekologi yang disediakan
Microsymbion	Nutrisi tanaman dan pasokan air Ketahanan terhadap hama dan penyakit
Teknisi tanah	Struktur tanah (regulasi dan pemeliharaan)
Pengurai	Penguraian Pembentukan bahan organik tanah
Transformator unsur	Pasokan nutrisi
Teknisi tanah	Struktur tanah (regulasi dan pemeliharaan)

^a Berdasarkan pada Swift MJ, Izac AMN, van Noordwijk M. 2004. Tabel 1: Hubungan antara kelompok fungsional utama organisme, fungsi tingkat ekosistem yang mereka lakukan dan barang dan jasa ekosistem yang mereka sediakan. Dalam *Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes – Are we asking the right questions? Agriculture Ecosystems & Environment*. 104:1. 132.



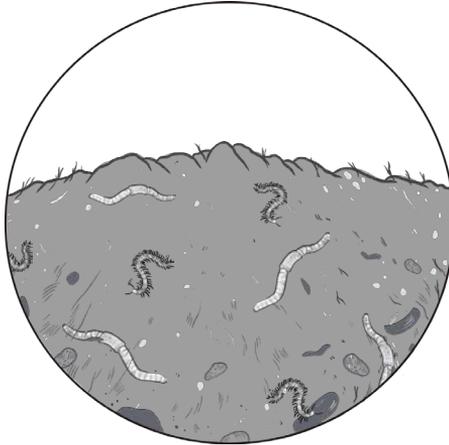
Mikrosimbion



Mikrosimbion termasuk jamur mikoriza dan bakteri pengikat nitrogen. Pentingnya mereka sulit untuk dibesar-besarkan. Akar bukan 'hanya akar'; pada sebagian besar spesies, mereka membentuk hubungan yang erat dan saling menguntungkan yang disebut 'mikoriza' dengan jenis-jenis jamur tertentu. Jamur mikoriza ini sangat meningkatkan volume tanah yang dapat dijangkau akar tanaman, membantu menyediakan fosfor bagi tanaman, meningkatkan toleransi kekeringan, dan membantu mencegah infeksi akar. Selain itu, semakin banyak bukti menunjukkan bahwa nutrisi dapat berpindah langsung antar pohon melalui koneksi mikoriza – bahkan di antara pohon dari jenis yang berbeda.

Bakteri pengikat nitrogen membentuk hubungan dengan apa yang disebut pohon pengikat nitrogen (lihat Bab 3. **Sistem agroforestri sebagai sistem sirkular**) – pada kenyataannya, bakteri, bukan pohon, yang bertanggung jawab untuk proses fiksasi. Ini adalah proses di mana nitrogen di udara - di mana sebagian besar nitrogen planet ditemukan - 'difiksasi' dalam senyawa yang, tidak seperti nitrogen atmosfer, dapat diserap oleh akar tanaman. Bakteri ini bertanggung jawab atas sekitar dua pertiga fiksasi nitrogen di bumi; sebelum penemuan metode yang efisien untuk memproduksi pupuk nitrogen, mereka memperbaiki hampir 100%.

Teknisi Tanah



Teknisi tanah termasuk cacing tanah, rayap, dan invertebrata lainnya. Mereka membentuk dan mempertahankan struktur tanah dengan menggali, mengangkat partikel tanah, dan mengubah partikel-partikel ini menjadi gumpalan tanah dengan ukuran-ukuran berbeda.

Pengurai dan Transformator Unsur

Dekomposisi adalah penguraian bertahap dari materi hewan dan tumbuhan yang mati. Invertebrata memulai prosesnya; titik akhirnya adalah pelepasan energi, air, karbon dioksida, dan nutrisi sebagai hasil dari aktivitas bakteri. Transformator unsur adalah bakteri yang memperoleh energi dari zat sederhana; mereka mengubah molekul kompleks dalam bahan organik menjadi bentuk yang dapat digunakan tanaman sebagai sumber nutrisi. Mereka sangat penting dalam siklus nutrisi penting seperti karbon, nitrogen, dan belerang.

SISTEM AGROFORESTRI SEBAGAI SISTEM MELINGKAR





Di bidang pertanian, keberlanjutan seringkali identik dengan peningkatan efisiensi produksi tanaman. Hal ini berarti meningkatkan hasil tanaman, sembari mengurangi konsumsi air dan pupuk atau tidak meningkatkan luas lahan yang digunakan dan. Pertanian modern, yang bergantung pada penggunaan pupuk secara teratur, merupakan proses produksi linier, di mana unsur hara dan air (input pertanian) ditambahkan ke dalam sistem dan diubah menjadi biomassa, yang kemudian diangkut keluar lahan saat panen dalam bentuk produk hewan atau tanaman.

Sistem pertanian terpadu, di sisi lain, adalah sistem sirkular/melingkar yang menggabungkan keanekaragaman tanaman, hewan, dan pohon dengan berbagai pengaturan ruang dan musim. Sistem tersebut meniru proses aliran air dan hara secara alami, dengan sedikit kebutuhan input buatan seperti pupuk, herbisida, dan pestisida. Selain itu, sistem agroforestri – sebagai salah satu bentuk sistem pertanian terpadu – tidak dapat ditandingi oleh penggunaan lahan lain dalam kemampuannya untuk menyediakan banyak barang dan jasa pada waktu yang bersamaan.

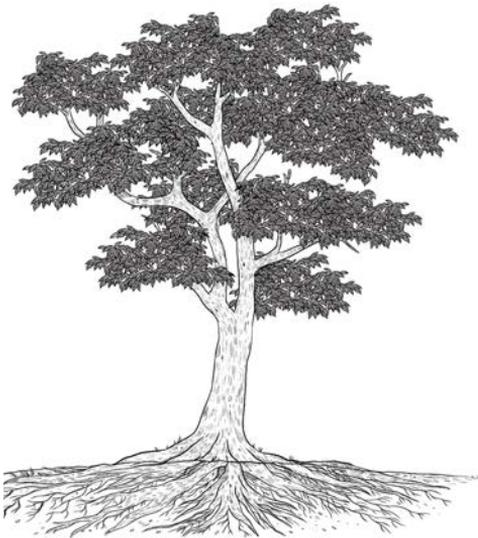
Bagian berikut menjelaskan bagaimana agroforestri berkontribusi pada pengelolaan hara dan air, konservasi tanah, dan pengendalian erosi.



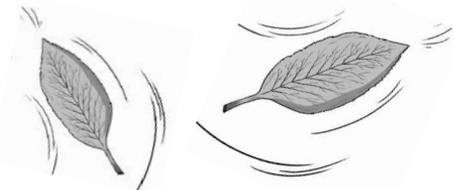
Unsur Hara dan Air

Unsur hara tanaman adalah unsur kimia esensial yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Unsur hara terdapat di dalam tanah, terutama berasal dari hasil pembusukan daun, ranting, batang, dan hewan yang telah mati; dan dari penguraian mineral yang sangat lambat lapuk dalam tanah; serta dari pupuk yang ditambahkan oleh petani. Oleh karena itu tanah yang miskin bahan istema atau miskin seresah dan sisa hewan mati, maka tanah menjadi padat dengan kadar hara yang rendah dan kerapatan organisme tanah yang rendah pula. Tanah demikian disebut dengan kesuburan tanah yang rendah yang tidak terlalu produktif, atau sering pula disebut tanah yang berkualitas rendah atau tanah yang tidak sehat.

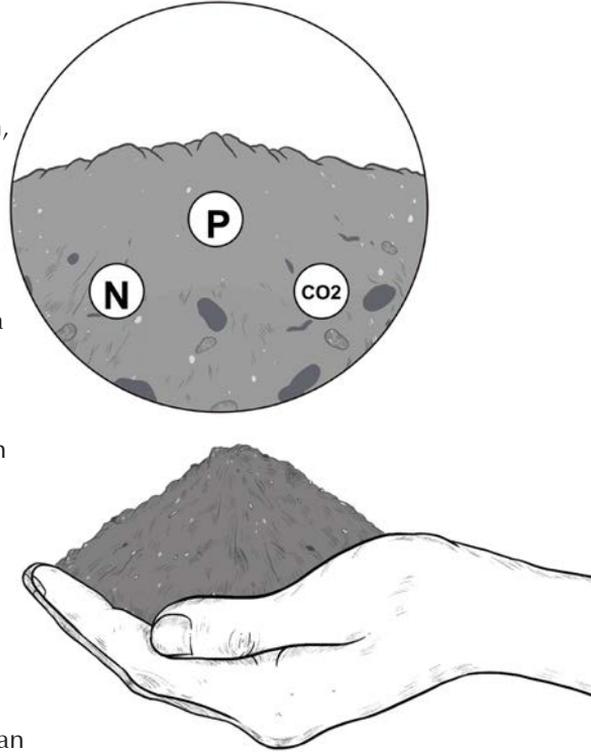
Sebagian besar sumber hara tanah terdapat di lapisan tanah bagian atas. Jika tanah dalam keadaan sehat – dengan udara, air, dan bahan organik yang cukup – ia mempertahankan unsur hara, yang kemudian dapat diserap secara bertahap oleh tanaman yang sedang tumbuh. Jika tanah terbuka, lapisan atasnya – dan hara di dalamnya – dapat hanyut dalam limpasan air. Pada tanah berkualitas buruk, terutama yang bertekstur pasir dan bebas drainase, unsur hara juga dapat tercuci dengan cepat ke dalam lapisan tanah yang lebih dalam, di bawah jangkauan akar tanaman. Proses tersebut dinamakan ‘pencucian’.



Pohon dapat berperan penting dalam menjaga hara tersedia dengan mencegah limpasan air dan meningkatkan retensi dalam tanah. Akarnya yang dalam juga dapat menyerap air dan hara dari dalam tanah lapisan bawah. Unsur hara membentuk ‘bahan penyusun’ batang dan daun, atau digunakan oleh pohon dengan cara lain. Setelah daun, batang, ranting, dan dahan tua berguguran sebagai seresah, selanjutnya seresah membusuk dan melepaskan lebih banyak unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Oleh karena itu, pohon merupakan ‘pompa’ pendaur ulang hara yang penting untuk menjaga kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman (Gambar 3).



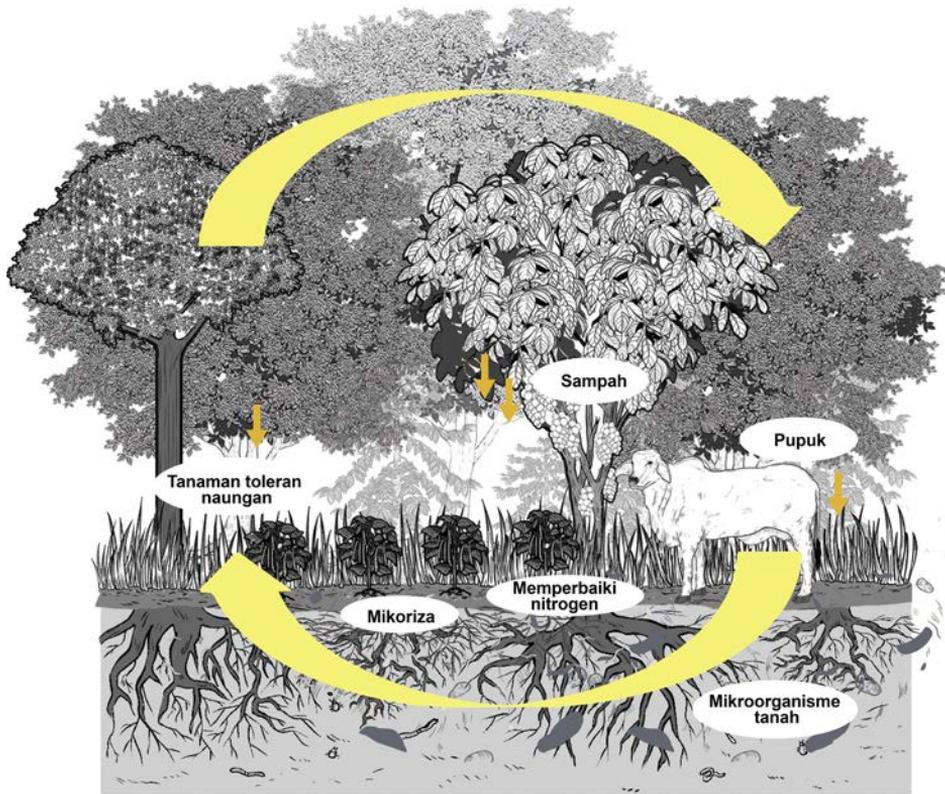
Nitrogen dan fosfor adalah dua mineral terpenting untuk pertumbuhan tanaman; kekurangan keduanya menjadi salah satu alasan utama untuk beralih ke pupuk buatan, oleh karena itu mendaur ulang hara secara efektif sangatlah penting. Pohon pengikat nitrogen, yang sebagian besar berasal dari keluarga legum (kacang-kacangan), secara substansial dapat meningkatkan kesuburan tanah, dan dapat digunakan dalam beberapa cara dalam sistem agroforestri. Salah satu pendekatannya adalah menanam legum dalam barisan, dengan tanaman lain yang ditanam di antaranya, sehingga serasah daun yang gugur bisa langsung menyuburkan tanah. Cabang pohon muda juga bisa dipotong dan dicampur ke dalam tanah. Kadang-kadang tanah yang 'lelah' dibiarkan kosong/bera – yaitu, tanpa tanaman – untuk memungkinkan pohon dan semak tumbuh kembali secara alami. Pembeeraan memungkinkan tanah untuk pulih dari penggunaan yang berlebihan, dan penanaman jenis semak serta pohon pengikat nitrogen di lahan bera, seperti beberapa spesies legum (misal kaliandra, lamtoro, johar, petai, jengkol dsb.) serta pohon jenis pohon alder dan casuarina, dapat mempercepat proses pemulihan.



Fiksasi nitrogen yang efisien membutuhkan tingkat fosfor minimum di dalam tanah; fiksasi dapat menjadi tidak signifikan pada tanah yang rendah fosfor, dan hal ini sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan. Kotoran hewan merupakan sumber fosfor yang baik, yang merupakan salah satu alasan mengapa hewan merupakan bagian penting dari berbagai sistem agroforestri. Banyak pohon menyediakan pucuk dan daun yang bisa menjadi pakan hewan; pupuk kaya hara yang dihasilkan kemudian dapat diaplikasikan pada tanaman dalam sistem agrosforestri, termasuk dengan mengangkut pupuk dari kandang hewan ke ladang (lihat **Ternak dengan pohon** di Bab 8).

Kesehatan tanah tidak hanya bergantung pada ketersediaan unsur hara dan air, tetapi juga kualitas fisiknya. Petani dapat menjaga kualitas tersebut dengan memastikan tanahnya selalu mengandung bahan organik yang cukup. Tanah yang rendah bahan organik mudah tersapu atau tertiuip angin, kehilangan air dan unsur hara, serta tanah dapat menjadi padat dan sulit untuk diolah dan ditanami.





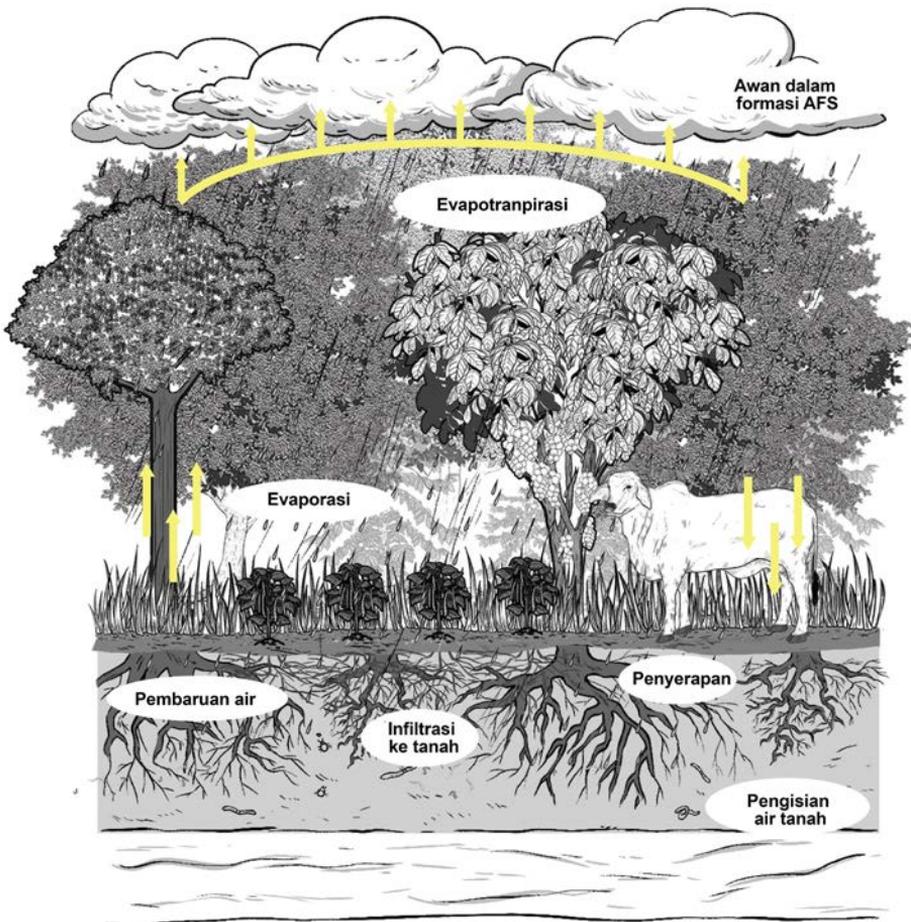
Gambar 3. Siklus unsur hara

Akar pohon menyerap air dari dalam tanah. Sebagian dari air ini kemudian dilepaskan ke udara melalui proses yang disebut 'transpirasi'. Air yang jatuh sebagai curah hujan menguap (karena panas matahari), menyusup ke dalam tanah, atau mengalir sebagai limpasan permukaan ke aliran air, kolam, dan danau. Proses gabungan transpirasi dan evaporasi dikenal sebagai 'evapotranspirasi' – ini adalah jumlah total air yang dilepaskan ke atmosfer (Gambar 4). Peresapan air ke dalam tanah tergantung pada struktur permukaan tanah dan lapisan bawahnya yang sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organiknya.

Pohon juga membantu mengatur suhu. Keteduhan mereka mengurangi suhu siang hari, yang dapat melindungi tanaman dari panas yang ekstrim. Pada malam hari, kanopi pohon meningkatkan suhu dengan memerangkap panas, yang dapat mencegah kerusakan akibat embun beku (yang kadang-kadang terjadi di daerah pegunungan dan juga di daerah sub-tropika), tetapi juga dapat mengurangi hasil panen. Dalam **sistem multistrata**, naungan yang diberikan oleh pohon-pohon di lapisan (strata) atas mendinginkan suhu di

strata bawahnya, sehingga mengurangi evapotranspirasi dan membantu menahan air di dalam tanah.³

Pohon biasanya mengonsumsi air lebih banyak daripada tanaman semusim; karena itu antar jenis tanaman dapat bersaing untuk mendapatkan air. Untungnya, sebagian besar tanaman semusim mengambil air dari tanah lapisan atas, sementara pohon biasanya memiliki sebaran akar yang lebih dalam dan dapat mengakses air dari lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga dapat mengurangi persaingan antara kedua komponen tersebut. Namun, tingkat persaingan potensial bervariasi tergantung pada spesies pohon, dan saran dari para petani atau profesional diperlukan saat memutuskan agroforestri lahan termasuk pemilihan jenis pohon dan kombinasi tanaman lainnya yang akan ditanam, serta struktur susunannya di lahan.



Gambar 4. Siklus air dalam sistem agroforestri

³ Informasi lebih lanjut mengenai topik yang rumit ini dapat dilihat di Gosme M, Dufour L, Inurreta-Aguirre H, Dupraz C. 2016. Microclimatic effect of agroforestry on diurnal temperature cycle. Paper presented at the 3rd European Agroforestry Conference, Montpellier, 23-25 May 2016. <http://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/11690/1/EURAF2016%20-%20Book%20of%20Abstracts%20final.pdf>.

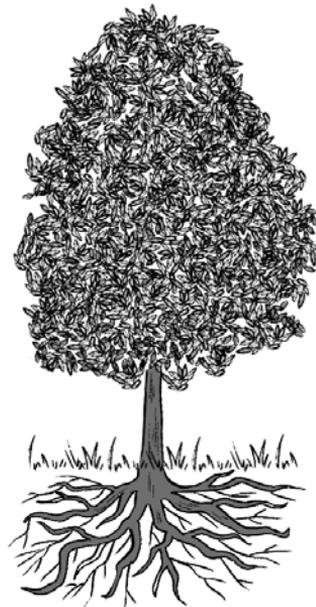


Konservasi Tanah dan Pengendalian Erosi

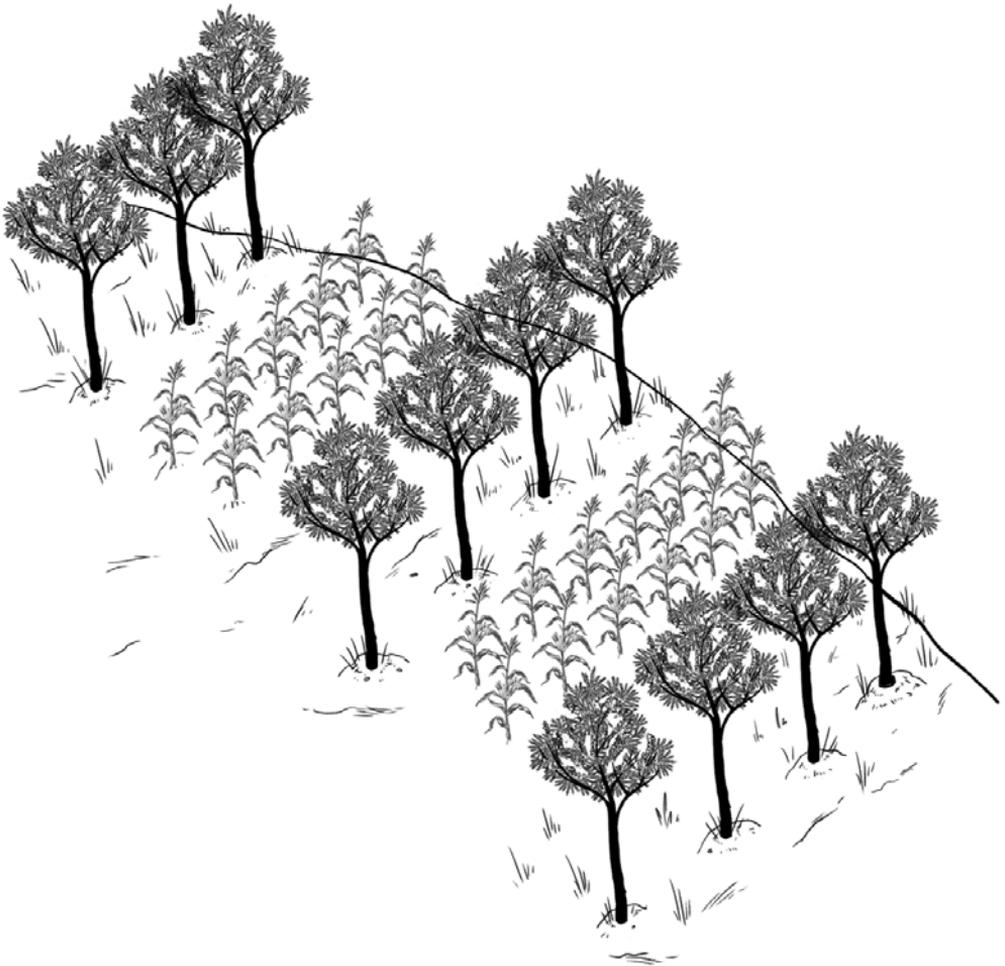


Tanah yang tersingkap oleh penyiapan lahan untuk penanaman tanaman, rentan tertiup angin (erosi angin) atau hanyut oleh aliran hujan (erosi air). Kehilangan tanah demikian dapat secara serius mengurangi kapasitas lahan pertanian untuk penanaman tanaman. Risiko erosi sangat tinggi di lokasi berangin; di tempat-tempat di mana tanah gundul terbuka dengan menghilangkan semua vegetasi; dan di lereng- dimana aliran hujan dapat dengan cepat mengangkut tanah ke tempat yang lebih rendah.

Cara pertama untuk mencegah erosi adalah mempertahankan tutupan tanaman serapat mungkin (pendekatan tutupan). Kemudian, erosi dapat dikendalikan dengan mencegah aliran air yang mengangkut tanah (pendekatan barrier). Penghalang (barrier) dapat menahan air cukup lama memberikan peluang air untuk menembus tanah, tetapi jika kondisi setempat menyebabkan penumpukan air yang berlebihan, maka penghalang harus memungkinkan limpasan yang terkendali untuk meminimalkan kerusakan akibat erosi dan memungkinkan air mencapai sungai dan danau alami di sekitarnya.

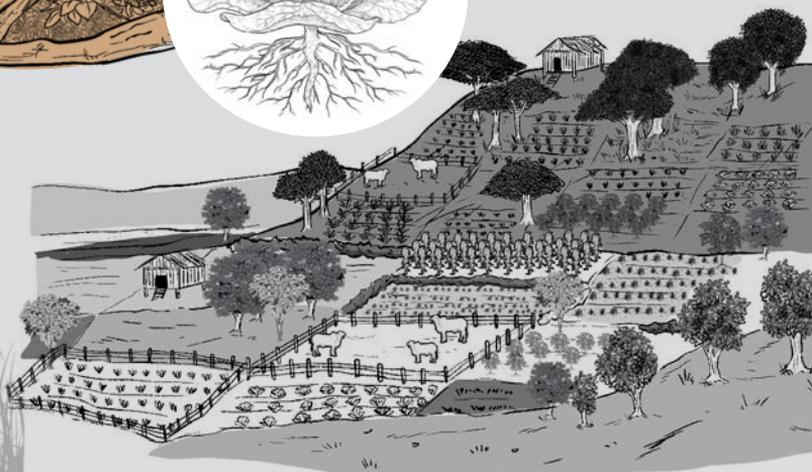


Dalam sistem agroforestri, pohon memberikan tutupan vegetasi yang berkesinambungan, dan akarnya berperan penting dalam mengikat tanah dan melindunginya dari erosi⁴. Jika ditanam di lereng, akar menciptakan penghalang untuk mencegah aliran air yang cepat. Rerumputan seperti Napier dan vetiver dapat ditanam di antara barisan pohon untuk membuat penghalang lebih efektif, sekaligus menyediakan pakan bagi ternak.



⁴ Zomer, Robert J, Bossio DA., Trabucco A, Yuanjie Li, Gupta DC, Singh VP. 2007. *Trees and water: Smallholder agroforestry on irrigated lands in Northern India*. IWMI Research Report 122. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 41p. <https://doi.org/10.3910/2009.122>.

PRINSIP-PRINSIP DESAIN AGROFORESTRI





Desain agroforestri melibatkan penentuan jenis produk yang akan dihasilkan, pemilihan komponen penyusun sistem, dan penentuan bagaimana pengaturannya. Keputusan ini juga menentukan bagaimana dan kapan komponen penyusun akan ditetapkan, dan bagaimana komponen tersebut akan dikelola. Selain itu juga mencakup pertimbangan lain, seperti bagaimana mengelola lingkungan pendukung untuk agroforestri.

Para petani telah merancang berbagai sistem agroforestri selama ribuan tahun – terkadang secara sadar, terkadang secara naluriah. Para profesional dapat membantu proses tersebut dengan beberapa cara:

- ▶ memberi petunjuk kepada petani yang belum pernah mengelola sistem agroforestri sebelumnya, atau petani yang baru bermigrasi ke zona agroekologi tertentu
- ▶ membantu memastikan bahwa sistem yang dipilih memenuhi tujuan lebih luas (khususnya lingkungan) sedemikian rupa sehingga kepentingan petani tidak dirugikan
- ▶ memperkenalkan petani pada pengetahuan ilmiah baru
- ▶ mengatur atau mendukung proses desain kolaboratif yang mencakup semua pemangku kepentingan terkait.

Pada bagian ini, kami menguraikan tiga prinsip desain agroforestri: keberpusatan pada petani; kesesuaian dengan masyarakat, tempat, dan tujuan; dan sinergi. Intervensi agroforestri yang berhasil mengikuti prinsip-prinsip desain ini. Intervensi yang mengabaikannya memiliki peluang kegagalan yang tinggi.



Prinsip yang Berpusat pada Petani



Dalam merancang proyek dan program agroforestri, utamakan tujuan dan aspirasi keluarga petani, sebelum mempertimbangkan bagaimana Anda akan mencapai tujuan lain yang lebih luas.

Tujuan dan Aspirasi Petani

Para petani kecil dan keluarganya beragam seperti halnya lahan dan makhluk hidup yang mereka kelola, tetapi mereka juga seringkali memiliki karakteristik dan kendala yang sama. Hal-hal berikut ini mungkin termasuk di dalamnya:

- ▶ Sangat sering bahwa bertani bukanlah satu-satunya atau bahkan sumber pendapatan utama petani.
- ▶ Petani punya komitmen yang lain, mungkin hanya ada sedikit waktu tersisa untuk mengelola lahan mereka sendiri.
- ▶ Mereka cenderung menghindari risiko, karena mereka tidak cukup kaya untuk dapat menanggung kerugian finansial tanpa harus mengorbankan pemenuhan kebutuhan pokok keluarganya.
- ▶ Mereka cenderung menyukai kegiatan ekonomi dengan keuntungan jangka pendek.
- ▶ Mereka belum tentu menempati properti mereka saat ini untuk selamanya; misalnya, mereka mungkin ingin pergi ke kota atau memperoleh properti yang lebih produktif.
- ▶ Mereka mungkin memiliki pengetahuan mendalam tentang tumbuhan, hewan, soil, dan pertanian setempat; di sisi lain, jika mereka bermigrasi baru-baru ini dari zona lain (pendatang baru), mereka mungkin hanya memiliki sedikit pengetahuan lokal tentang lingkungan baru mereka.

Karakteristik-karakteristik tersebut di atas membentuk tujuan dan harapan yang mengarahkan petani untuk menanam pohon di lahan mereka. Motivasi utama petani adalah untuk membantu memenuhi kebutuhan pangan dan pendapatan mereka serta untuk melindungi kesuburan dan produktivitas lahannya. Pohon juga memiliki manfaat lain, sebagai tanda batas atau menetapkan hak penguasaan lahan.



Menerapkan Prinsip Berpusat pada Petani



Banyak lembaga mempromosikan agroforestri untuk mendukung tujuan lain – khususnya tujuan lingkungan, seperti konservasi keanekaragaman hayati, pengelolaan air, mitigasi perubahan iklim, atau restorasi lahan. Semua ini adalah tujuan yang valid, tetapi tidak dapat mengesampingkan prioritas petani. Petani tidak boleh ‘dikesampingkan’ oleh para profesional yang persuasif dan antusias untuk memasang sistem agroforestri yang tidak memenuhi kebutuhan mereka.

Sebaliknya, para istema pertama-tama harus memastikan bahwa intervensi yang mereka usulkan memenuhi persyaratan berikut:



Mereka harus menghasilkan pendapatan atau menyediakan produk yang bermanfaat bagi para petani.



Mereka harus mengurangi risiko yang dihadapi oleh rumah-tangga petani, seperti kerawanan pangan dan gizi, ancaman penguasaan dan kedaulatan lahan, jatuhnya harga, kekeringan, hama, dan penyakit.

Setelah persyaratan-persyaratan tersebut dipenuhi, lembaga dapat mempertimbangkan bagaimana memajukan tujuan mereka sendiri tanpa mengurangi keuntungan bagi petani. Misalnya, untuk mendukung tujuan keanekaragaman hayati, program untuk memasang jalur perlindungan di padang rumput dapat memprioritaskan spesies asli, terutama **spesies kunci** – asalkan spesies ini menghasilkan manfaat yang sama bagi petani sebagai alternatifnya. Ketika alternatif ini memiliki biaya pendirian yang lebih tinggi, maka petani harus diberi kompensasi untuk biaya tambahan tersebut (lihat **Insentif** di Bab 5).





Prinsip Kesesuaian dengan Tempat, Masyarakat, dan Tujuan

Dalam merancang proyek dan program agroforestri, perlu diingat bahwa 'satu ukuran cocok untuk semua', hal tersebut tidak berlaku untuk semua sistem agroforestri, perlu disesuaikan dengan kondisi setempat.



Prinsip keberpusatan pada petani memandu keseluruhan pendekatan untuk merancang sistem agroforestri, dengan mengutamakan tujuan petani. Prinsip kesesuaian adalah untuk mewujudkan tujuan-tujuan tersebut. Hal ini memerlukan pertimbangan yang cermat terhadap karakteristik khusus dari tempat, orang, dan tujuannya. Intervensi yang dirancang secara lokal tersebut sangat berbeda dengan intervensi 'dari luar kotak' yang didasarkan pada paket teknis yang tidak fleksibel.

Kesesuaian dengan Tempat



Semua desain agroforestri harus disesuaikan dengan kondisi agroekologi spesifik setiap lahan: sebuah sistem tidak dapat begitu saja dipindahkan dari satu lahan ke lahan berikutnya tanpa mempertimbangkan karakteristik masing-masing lahan – dan setiap posisi penanaman di dalam lahan tersebut. Misalnya, meskipun pohon penaung dapat meningkatkan keanekaragaman hayati di perkebunan kakao dan kopi, serta memenuhi peran agroekologis yang berharga, namun keberadaan penaung alami di lokasi juga harus dipertimbangkan ketika memutuskan berapa jumlah pohon penaung yang ditanam per hektar – dan dipertimbangkan pula arah datangnya cahaya matahari, kondisi lanskap sekitarnya, dan tingkat tutupan awan di lokasi. Bagian kami adalah **Sistem unggulan** (Bab 8) dan **Cerita dari garis depan** (Bab 9) memberikan contoh lain tentang bagaimana sistem agroforestri harus sesuai dengan lokasi tertentu.

Kesesuaian dengan Petani



Sistem agroforestri yang dipilih harus disesuaikan dengan kearifan lokal, kemampuan petani, dan ketersediaan tenaga kerja. Petani biasanya sangat terampil dan seringkali memiliki pengetahuan rinci tentang tanah setempat, iklim, spesies indikator, hama dan penyakit, dan pengelolaan tanaman. Namun, pengetahuan mereka tidak terbatas, dan keterampilan serta intuisi mereka mungkin terbatas pada tanaman yang paling mereka kenal. Banyak juga petani adalah pendatang, dan mereka mungkin pindah dari daerah yang sangat berbeda kondisinya dengan lokasi baru mereka. Dalam praktiknya, ini berarti bahwa sistem agroforestri yang dipilih harus berpusat pada tanaman atau produk tanaman yang sudah dikenal petani, atau bisa juga lembaga pendukung yang ada harus memberikan dukungan/pendampingan secara berkelanjutan (penyuluhan dan pelatihan), atau dengan keduanya di atas. Semakin terintegrasi komponen sistem agroforestri, semakin banyak tenaga kerja yang dibutuhkan, terutama dalam beberapa tahun pertama. Oleh karena itu, penting untuk merancang dan menerapkan sistem yang tidak terlalu besar agar dapat dikelola dengan baik mengingat jumlah tenaga kerja dari pemilik lahan sangat terbatas.

Kesesuaian dengan Tujuan

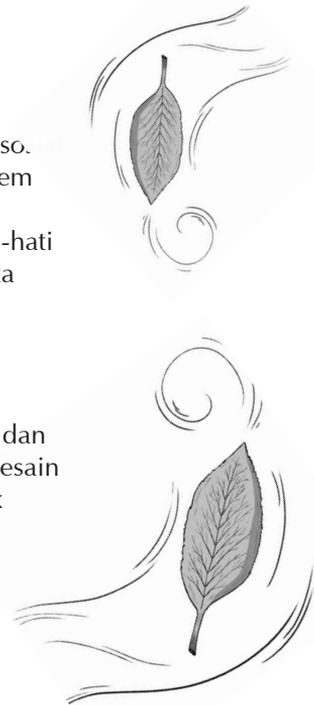


Di masa lalu, agroforestri terkadang dipromosikan kepada petani sebagai teknologi 'peluru perak' atau "solusi cepat dan tepat". Dalam pendekatan ini, lebih ditekankan pada pengadopsian sistem agroforestri itu sendiri daripada pilihan produk dan spesies tertentu. Sebaliknya, kesesuaian dengan tujuan berarti bahwa desain agroforestri, khususnya spesies yang ditanam dan produk yang dihasilkannya, harus sesuai dan erat dengan harapan petani. Tidaklah cukup bagi sebuah sistem untuk menjadi efektif secara teknis. Produk atau produk-produknya adalah yang utama, sedangkan sistem agroforestri dipandang bukan sebagai tujuan akhir, melainkan sebagai cara untuk memproduksinya.

Kelayakan

Prinsip kesesuaian menggabungkan konsep kelayakan. Kendala-kendala biologis, ekonomi, hukum, logistik, dan so. budaya mungkin akan menyulitkan untuk beralih dari sistem pertanian yang ada ke agroforestri. Para perencana harus menganalisis adanya kendala-kendala tersebut secara hati-hati dan realistis, dan memastikan bahwa rencana yang mereka buat akan memperhitungkannya.

Proses desain (lihat **Proses desain** di Bab 5) memerlukan pertimbangan dari semua aspek kesesuaian ini. Bersama-sama, mereka membentuk konteks agroekologi, manusia, dan ekonomi lokal yang mana intervensi harus disesuaikan. Desain seringkali mencakup komponen penyesuaian opsi generik (misalnya, agroforestri kakao multistrata) dengan konteks lokal tertentu.





Prinsip Sinergi

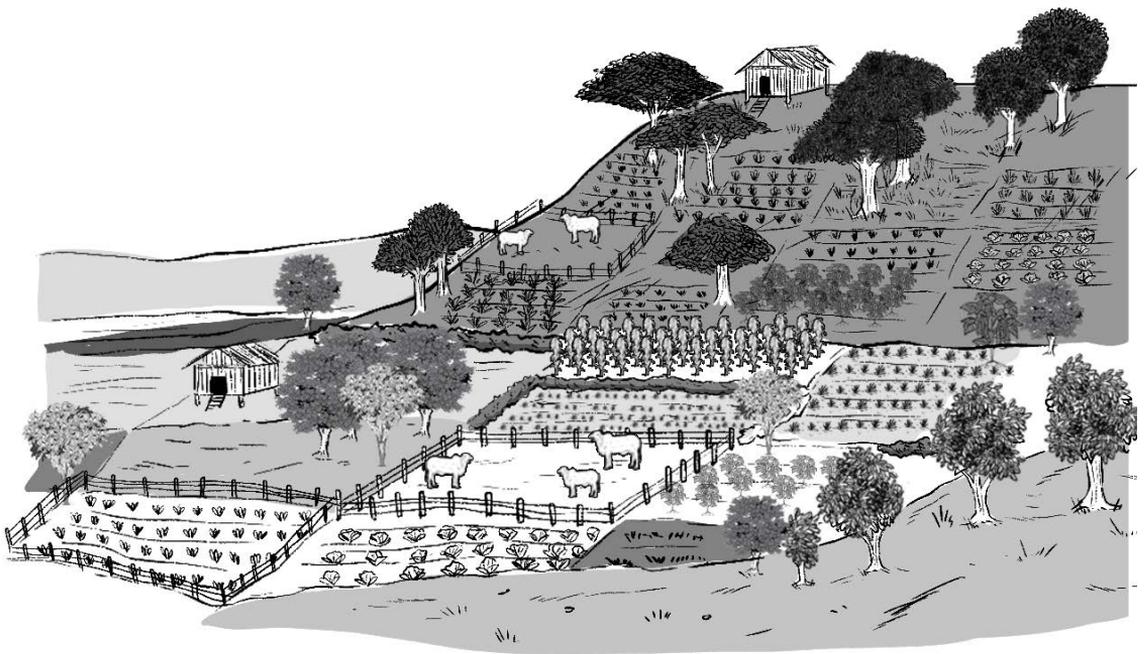
Dalam merancang proyek dan program agroforestri, manfaatkanlah seluruh potensinya dengan memastikan bahwa pohon, tanaman, dan ternak berinteraksi dengan cara yang saling menguntungkan untuk mempertahankan berbagai jasa ekosistem

Guna mewujudkan potensi agroforestri secara penuh, sistem harus dirancang sedemikian rupa sehingga komponen-komponen penyusun tersebut bekerja sama dengan cara yang saling melengkapi. Hal demikian disebut sebagai 'sinergi'. Sinergi tingkat dasar dapat dicapai bahkan dalam sistem agroforestri sederhana, di mana satu atau beberapa jenis tanaman semusim mendominasi lahan, dan pepohonan serta ternak ditambahkan untuk menyediakan produk tambahan bagi rumah tangga petani, pendapatan, dan jasa ekosistem. Untuk mencapai sinergi, pohon, tanaman, dan ternak diatur sedemikian rupa dalam memanfaatkan hara, air, dan energi dengan sebaik-baiknya dalam sistem, sambil menekan adanya persaingan yang muncul seminimal mungkin.

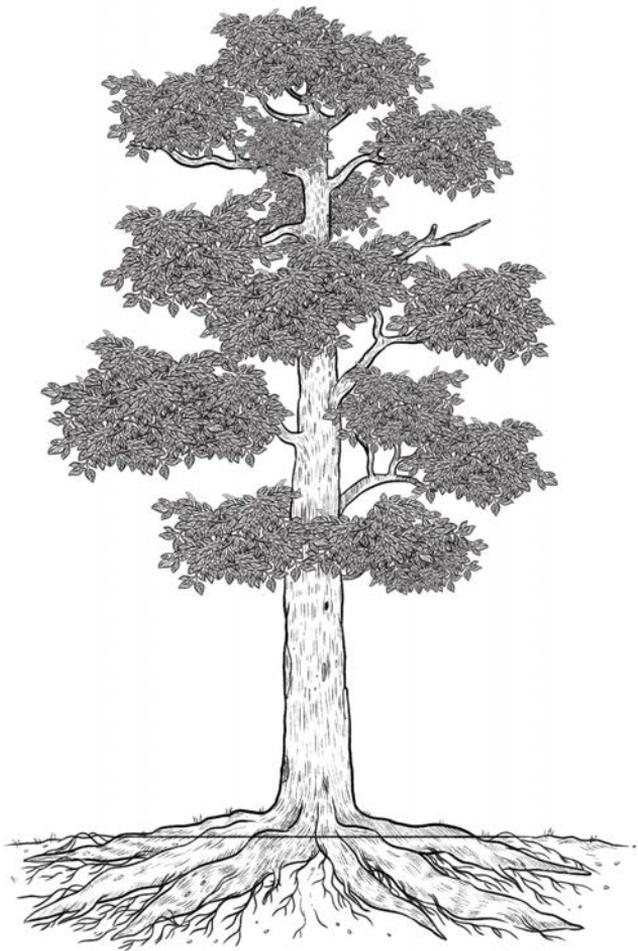
Sinergi penuh dapat tercapai ketika produktivitas dari sistem agroforestri lebih besar daripada jika komponen-komponennya dibangun secara terpisah menurut sistem **monokultur**. Sistem agroforestri ini 'lebih dari sekedar penjumlahan komponen-komponen penyusunnya'. Ini biasanya dicapai dengan mengatur pohon, tanaman semusim, dan hewan sedemikian rupa

sehingga mereka memiliki interaksi yang maksimal. Persaingan dalam sistem agroforestri dikendalikan dengan hati-hati dalam memilih spesies tanaman/hewan agar saling mendukung. Misalnya, dalam **sistem suksesi**, pembagian sumber daya antara spesies yang berbeda dioptimalkan dengan menanam berbagai spesies dengan siklus hidup yang berbeda, yang bisa saling menggantikan dari waktu ke waktu. Sistem ini dirancang untuk meniru aliran hara dan air di ekosistem alami, seperti hutan, dan meminimalkan ketergantungan pada penambahan pupuk dari luar sistem.

Jika memungkinkan, sistem agroforestri harus memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi. Agroforestri tidak hanya menyediakan berbagai peluang pangan dan pendapatan bagi petani, tetapi juga meningkatkan kompleksitas ekologi dan mendukung layanan ekosistem seperti penyerbukan, naungan, kesuburan tanah, dan konservasi keanekaragaman hayati. Sistem yang beragam menguntungkan petani dengan memproduksi makanan dan produk untuk dijual, dan meningkatkan produktivitas lahan jangka panjang – sekaligus berkontribusi pada manfaat lingkungan lokal dan global.



Beberapa spesies tanaman menghasilkan zat yang menghalangi/mengurangi perkecambahan dan pertumbuhan tanaman di dekatnya. Zat tersebut dikenal dengan 'alelopati'. Pohon memiliki efek alelopati yang lebih kuat/nyata daripada jenis tanaman lainnya. Masyarakat lokal biasanya memiliki pengetahuan tentang kombinasi tanaman mana yang harus dihindari. Jika pengetahuan tersebut telah hilang, atau masyarakat setempat adalah pendatang ke daerah tersebut dan tidak memilikinya, maka sangat disarankan untuk berkonsultasi dengan spesialis tanaman sebelum memperkenalkan kombinasi baru yang tidak diketahui.⁵



⁵ Ilmu alelopati sangat kompleks. Lihat contohnya Rizvi SJH, Tahir M, Rizvi V, Kohli R, Ansari A. 1999. Allelopathic interactions in agroforestry systems. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 18(6): 773–796. <https://doi.org/10.1080/0735268991309487>.

DESAIN BERSAMA DAN PEMBENTUKAN SISTEM AGROFORESTRI





Petani telah merancang sistem agroforestri selama ribuan tahun. Mereka adalah pengguna dan penjaga lahan, dan mereka seringkali memiliki pengetahuan yang mendalam tentang tumbuhan lokal, hewan, tanah, cuaca, dan interaksi di antara mereka. Kami menggunakan istilah '*co-design*' untuk menggambarkan proses yang menyatukan keahlian ilmiah dan teknis dengan pengetahuan lokal ini. Hal tersebut merupakan langkah penting dalam menciptakan sistem penggunaan lahan agroforestri yang memberikan hasil optimal. Peran ahli dari luar adalah mendengarkan dan belajar dari petani; dan berbagi pengetahuan khusus yang mereka miliki, termasuk pengalaman yang mereka peroleh dari bekerja di wilayah atau negara lain; juga untuk memfasilitasi proses desain secara keseluruhan.

Pada bab ini, kami memberikan panduan tentang:

- ▶ jenis informasi atau pengetahuan yang dibutuhkan untuk merancang bersama sistem agroforestri; dan
- ▶ bagaimana mengumpulkan serta menggunakan informasi tersebut.

Jika kedua komponen *co-design* ini dilakukan dengan baik, maka sistem yang telah dirancang akan mencerminkan prinsip-prinsip yang berfokus pada petani, kesesuaian, dan sinergi.



Jenis Pengetahuan Apa yang Dibutuhkan untuk Merancang Bersama Sistem Agroforestri?



Dalam merancang bersama sistem-sistem agroforestri, jenis pengetahuan terpenting yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- ▶ pengetahuan tentang kebutuhan, aspirasi, dan kemampuan petani dan keluarganya
- ▶ pengetahuan tentang profitabilitas berbagai produk agroforestri
- ▶ pengetahuan tentang kondisi lokal yang mungkin mempengaruhi profitabilitas atau kelayakan produk tersebut
- ▶ pengetahuan tentang sistem agroforestri yang berbeda di mana produk terpilih dapat tumbuh.

Dalam banyak kasus, tidak ada satu orangpun atau kelompok tertentu yang memiliki semua jenis pengetahuan tersebut. Sebagai contoh:

- ▶ setiap petani paling tahu tentang kebutuhan dan aspirasi mereka sendiri.
- ▶ masyarakat setempat akan mengetahui tentang batasan adat penggunaan lahan.
- ▶ pakar pemasaran mungkin memiliki informasi tentang permintaan produk saat ini dan di masa mendatang.
- ▶ Spesialis agroforestri akan mengetahui berapa banyak tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengelola sistem yang berbeda.

Informasi yang dibutuhkan untuk desain agroforestri akan berbeda di setiap kasus. Namun, banyak pertanyaan yang sama sering muncul. Tabel 2 mencantumkan hal yang paling umum, dan pemegang pengetahuan yang paling relevan dalam setiap kasus. Pertanyaan spesifik tambahan yang akan dibahas akan bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya.



Tabel 2. Pertanyaan Inti untuk Desain Agroforestri

Pertanyaan	Para pemegang pengetahuan
Apa yang ingin diproduksi oleh keluarga petani di lahan pertanian, dan bagaimana pohon dapat berkontribusi di dalamnya?	Keluarga Petani
Seberapa penting pertanian bagi keluarga petani, dibandingkan dengan tugas lain dan pekerjaan lain yang membutuhkan waktu lebih dari pertanian?	Keluarga Petani
Apakah petani dan anggota keluarganya tertarik untuk menanam lebih banyak pohon di lahan pertaniannya? Jika demikian, lalu mengapa? (misalnya, untuk memberikan kondisi pertumbuhan tanaman yang lebih baik, meningkatkan produksi pakan ternak, menjual kayu)	Keluarga Petani
Tenaga kerja dewasa seperti apa yang tersedia untuk memelihara pohon-pohon baru yang ditanam di lahan pertanian?	Keluarga Petani
Apa pengalaman yang dimiliki petani sebelumnya dalam mengelola sistem agroforestri?	Petani
Bagaimana tingkat pemahaman teknis petani, dan seberapa besar keinginan mereka untuk menguasai sistem baru?	Petani
Bagaimana keadaan tanah di area pertanian yang direncanakan petani untuk menanam lebih banyak pohon?	Petani
Siapa pemilik pertanian tersebut? Jika bukan petani, hak apa yang dia klaim atau miliki atas tanah? (Pohon adalah investasi jangka panjang dan mungkin tidak sesuai dengan kepemilikan lahan jangka pendek atau kepemilikan yang tidak aman)	Petani, tenaga ahli teknis
Apa ciri-ciri utama dari iklim daerah tersebut, khususnya curah hujan rata-rata tahunan dan lamanya serta waktu musim kemarau?	Masyarakat, tenaga ahli teknis
Risiko-risiko apa yang terkait dengan pertanian di daerah tersebut, termasuk hama dan penyakit?	Masyarakat, tenaga ahli teknis
Sistem dan praktik pertanian apa yang digunakan di daerah tersebut?	Masyarakat, tenaga ahli teknis

Tabel 2. Pertanyaan Inti untuk Desain Agroforestri *lanjutan...*

Spesies dan varietas tanaman apa, jenis dan ras ternak apa, dan spesies pohon apa yang tumbuh dengan baik di daerah tersebut?	Masyarakat
Jenis pohon dengan karakteristik yang diinginkan apa yang tersedia secara lokal?	Para Petani
Spesies dan varietas tanaman apa, jenis dan ras ternak apa, dan spesies pohon apa yang dapat ditanam bersama?	Para petani, para pelaku agroforestri
Produk pertanian apa yang paling menguntungkan di daerah tersebut?	Masyarakat
Dapatkan rantai nilai dibuat agar menjadi lebih ramah bagi para petani dan pelaku lainnya? (Petani perlu terhubung dengan pembeli dan produsen dalam rangka menjual produk-produk agroforestri mereka)	Masyarakat, tenaga ahli teknis
Apakah infrastruktur transportasi yang buruk (misalnya, jalan yang buruk atau tidak adanya jalan raya) membuat produk sulit dipasarkan?	Masyarakat
Hukum dan kebijakan pemerintah apa yang mengatur produksi, pemanenan, dan pengangkutan produk-produk ternak, pohon, dan tanaman?	Masyarakat, tenaga ahli teknis
Karakteristik spesies mana, seperti sifat biologis, potensi penghasilan, dan nilai makanan, yang memungkinkan petani mencapai tujuan-tujuan terbaiknya? (Beberapa teknik tersedia untuk membantu para peserta mengurutkan preferensi mereka untuk karakteristik-karakteristik pohon. Penting juga untuk mengeksplorasi karakteristik-karakteristik mana yang tidak bernilai)	Para petani, para pelaku agroforestri
Apa pilihan agroforestri utama yang sesuai untuk daerah tersebut?	Para petani, masyarakat, para pelaku agroforestri
Apa kebutuhan tenaga kerja dari berbagai pilihan agroforestri yang berbeda tersebut, dan apakah hal itu sesuai dengan waktu dan kewajiban kerja rumah tangga yang lain dengan mempertimbangkan kepentingan-kepentingan keluarga tersebut?	Masyarakat, para pelaku agroforestri
Seberapa mudah melakukan transisi ke agroforestri? (Sistem agroforestri tertentu tampaknya menawarkan apa yang dicari petani, tetapi mungkin tantangan konversi dari penggunaan lahan saat ini terlalu besar bagi sistem yang benar-benar disesuaikan dengan orang dan tempatnya)	Para petani, masyarakat, para pelaku agroforestri



Proses Perencanaan

Mendapatkan sistem agroforestri yang optimal untuk masyarakat atau petani adalah sebuah perjalanan, bukan garis lurus, proses satu arah dari pengetahuan, melalui analisis, hingga perumusan intervensi. Dalam prosedur partisipatif, pendekatan yang ketat seperti itu akan bermasalah. Peran mereka yang memfasilitasi perjalanan adalah memastikan bahwa pengetahuan dan pandangan dicari, diperoleh, dan dibagikan; pandangan-pandangan tersebut diinformasikan dengan baik; dan keputusan yang diambil bersifat konsensual, bahkan saat itu berarti 'setuju untuk berbeda'. Persyaratan fasilitator atau penyedia layanan penyuluhan yang bekerja dengan petani untuk mengembangkan sistem agroforestri, harus:

- ▶ berpengalaman dengan kondisi-kondisi lokal
- ▶ piawai dalam pendekatan untuk memperoleh informasi dari pemegang pengetahuan lainnya
- ▶ menerima pandangan-pandangan lokal
- ▶ mampu memfasilitasi pembagian informasi antar pemangku kepentingan.

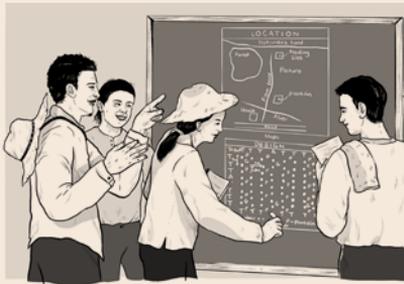


Kotak 2. Teknik Partisipatif untuk Mengumpulkan Informasi Tingkat Desa dan Rumah Tangga yang Relevan dengan Desain Agroforestri

Pemetaan partisipatif melibatkan pembuatan peta dengan anggota masyarakat, dan dapat membantu mengembangkan pemahaman bersama. Perwakilan masyarakat dapat menambahkan peta desa mereka yang digambar menggunakan spidol pada selembar kertas besar, atau dengan menggoreskan ujung tongkat ke tanah, untuk menunjukkan distribusi lahan dan hubungan sosial, termasuk sumber daya bersama dan konflik penggunaan lahan.

Transek, juga disebut jalan-jalan kelompok, dapat membantu memahami bagaimana orang berinteraksi dengan sistem produksi mereka dan lingkungannya. Kelompok berjalan-jalan melintasi lahan pertanian, dikombinasikan dengan diskusi, dapat membantu orang luar memperoleh wawasan dan informasi berharga tentang interaksi antara faktor sosial dan lingkungan.

Permainan bermain peran (role-playing games): Lanskap atau pertanian dapat direpresentasikan hanya sebagai permainan papan di mana peserta diminta untuk membuat keputusan tentang manajemen. Mereka dapat menguji berbagai tindakan dan potensi konsekuensinya; bertukar pengalaman, pengetahuan, dan perspektif; dan membangun pemahaman tentang mengapa orang lain membuat pilihan tertentu. Pembahasan selanjutnya tentang seberapa baik permainan merepresentasikan realitas dapat memberikan informasi lebih lanjut tentang bagaimana pemain membuat keputusan dalam kehidupan nyata.⁶



⁶ Banyak informasi berguna mengenai pendekatan partisipatif dapat ditemukan pada berbagai sumber di internet. Sebuah referensi yang berguna untuk permainan semacam ini adalah Speelman EN, Rodela R, Doddema M, Ligtenberg A. 2019. Serious gaming as a tool to facilitate inclusive business: A review of untapped potential. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 41: 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.09.010>.

Ada berbagai pendekatan untuk prosedur partisipatif semacam ini (sebagai contoh lihat Kotak 2). Mereka perlu mempertimbangkan budaya dan masyarakat setempat, termasuk minat dan kebutuhan gender, serta tingkat melek huruf dan pendidikan yang lebih luas. Pendekatan Pembelajaran dan Tindakan Partisipatif yang formal mungkin tepat, tetapi lembaga pendukung harus memilih pendekatan yang telah mereka kenal dan mampu mereka terapkan.

Waktu yang dibutuhkan untuk pendekatan yang berbeda tergantung pada kedalaman pengetahuan yang dibutuhkan dan kapasitas petani. Beberapa proses dapat diselesaikan dalam satu hari, sementara yang lain membutuhkan kepercayaan yang mendalam dan melibatkan hubungan jangka panjang antara agen eksternal dan komunitas.

Terlepas dari metodologi khusus yang digunakan, fasilitator dan pewawancara harus berhati-hati untuk menghindari perangkat umum, dengan mengikuti pedoman berikut:

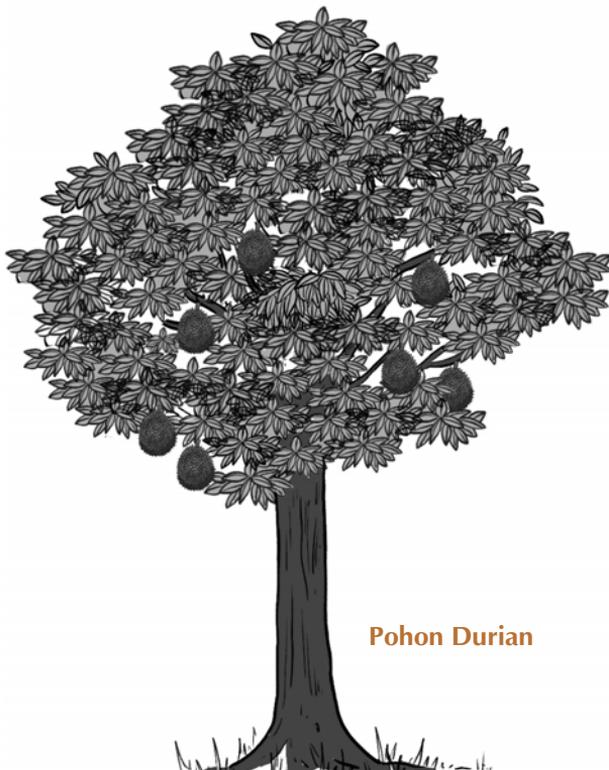
- ▶ Perlu diingat bahwa proses yang benar-benar partisipatif tidak dirancang untuk menyampaikan teknik tertentu kepada petani, melainkan serangkaian kegiatan di mana pakar dan petani belajar dari satu sama lain dan mengembang-kan intervensi bersama.
- ▶ Sadarilah bahwa mewawancarai petani bukanlah pendekatan partisipatif itu sendiri. Dalam wawancara tanya-jawab, yang sering digunakan dalam survei petani, banyak peserta akan memberikan jawaban yang menurut mereka diinginkan oleh si penanya – atau memang akan mengatakan apa pun hanya untuk menyingkirkannya! Atau dengan kata lain mengusirnya!
- ▶ Mempertimbangkan bahwa petani umumnya tidak terbiasa mendiskusikan keputusan penggunaan lahan atau aspirasi penghidupan mereka dengan orang lain.
- ▶ Pastikan keterlibatan dengan mereka yang melaksanakan tugas fisik pertanian dan mereka yang mengambil keputusan – apakah ini perempuan atau laki-laki. Anggota masyarakat lainnya juga harus dilibatkan: khususnya, kaum muda harus dilibatkan, karena suatu saat mereka mungkin yang akan mengelola sistem-sistem tersebut.



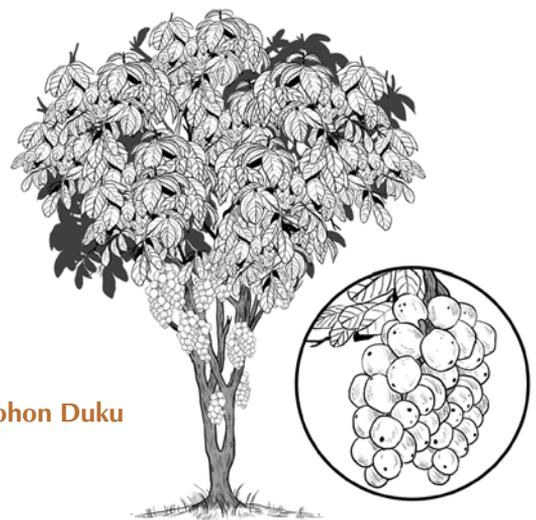
Pemilihan Spesies

Pemilihan spesies merupakan bagian yang sangat penting dari desain agroforestri karena pemilihan spesies menentukan macam barang dan jasa yang akan dihasilkan oleh sistem tersebut. Prinsip-prinsip desain agroforestri berbasis kesesuaian dan sinergi sangat penting dalam pemilihan spesies. Spesies harus setidaknya sesuai satu sama lain (kompatibel), dan lebih disukai mampu berinteraksi untuk saling menguntungkan, dan produk mereka harus memiliki potensi pasar yang tinggi atau kegunaan lain yang penting bagi petani.

Dalam beberapa kasus, metodologi atau kriteria khusus dapat digunakan dalam pemilihan spesies – misalnya, pendekatan portofolio pohon buah-buahan (Kotak 3), atau penggunaan spesies asli (Kotak 4).



Pohon Durian



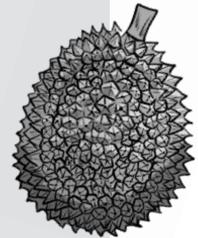
Pohon Duku

Kotak 3. Portofolio Pohon Buah-Buahan: Pendekatan Berdasar Luaran yang Ditargetkan untuk Pemilihan Spesies

Di tempat-tempat di mana pola makan masyarakat berbasis kuat pada sumber karbohidrat (tanaman bertepung), keluarga petani – dan terutama wanita serta anak-anak – rentan terhadap penyakit defisiensi nutrisi yang membuat lemah dan rentan. Pendekatan portofolio pohon buah-buahan sebagai dasar pemilihan jenis pohon yang ditanam, penting untuk memungkinkan produksi buah-buahan sepanjang tahun yang kaya nutrisi dan vitamin. Para petani melakukannya dengan memanfaatkan waktu panen buah-buahan dari jenis pohon yang bervariasi.

- 1 **Langkah pertama** dalam membangun portofolio pohon buah-buahan adalah menentukan apakah komunitas tertentu mengalami kerawanan pangan dan kesenjangan nutrisi yang serius. Misalnya, di banyak bagian dunia, rumah tangga petani mengalami ‘musim paceklik’ sebelum panen utama, ketika persediaan makanan rumah tangga yang disimpan hampir habis.
- 2 **Langkah kedua** adalah mengidentifikasi spesies pohon buah-buahan tambahan yang dapat mengimbangi kesenjangan pangan dan nutrisi, terutama selama periode “paceklik” yang diidentifikasi di langkah pertama. Spesies pohon asli dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat, berperan penting dalam sistem pertanian lokal, karena pohon-pohon asli seringkali beradaptasi dengan baik pada kondisi tanah dan iklim setempat, dan tidak terlalu rentan terhadap variasi curah hujan.

Kedua langkah tersebut merupakan proses yang sangat partisipatif. Hal ini memastikan bahwa portofolio menanggapi kebutuhan nyata, dan bahwa spesies yang dipilih tersedia secara lokal dan dapat diterima oleh keluarga petani. Portofolio dapat diadaptasi lebih lanjut untuk memasukkan pohon penghasil pangan lainnya – yang menyediakan kacang-kacangan, sayuran berdaun, biji-bijian, dan minyak – dan tanaman lain seperti sayuran, kacang-kacangan, dan bahan pokok.⁷



⁷ Pendekatan portofolio pohon buah-buahan tampaknya dapat digunakan dengan sistem agroforestri apapun. Pendekatan ini dapat diaplikasikan pada setiap pertanian perorangan atau pada tingkat komunitas. Detil lebih rinci mengenai pendekatan ini dapat dijumpai dalam McMullin S, Njogu K, Wekesa B, Gachui A, Ngethe E, Stadlmayr B, Jamnadass R, Kehlenbeck K. 2019. Developing fruit tree portfolios that link agriculture more effectively with nutrition and health: a new approach for providing year-round micronutrients to smallholder farmers. *Food Security* 11: 1355–1372. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00970-7>.

Kotak 4. Pohon dan Konservasi Keanekaragaman Hayati

Pohon di lahan pertanian berkontribusi langsung pada konservasi keanekaragaman hayati dengan jalan:

- ▶ meningkatkan agrobiodiversitas – keragaman dan variabilitas spasial hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme dalam lanskap pertanian
- ▶ melestarikan spesies pohon asli, langka, atau terancam punah (konservasi in situ)
- ▶ menyediakan peluang bagi hewan liar atau hewan-hewan yang mampu beradaptasi dengan lahan pertanian untuk mencari makan atau berkembang biak

Hampir semua sistem agroforestri mengarah pada peningkatan agrobiodiversitas (spesies tanaman dan ternak), tetapi sistem tersebut tidak serta merta berkontribusi pada konservasi spesies alami atau konektivitas habitat. Untuk melakukannya, lebih banyak pohon dan spesies asli – yang tumbuh secara alami di zona penanaman – juga perlu dimasukkan ke dalam sistem. Namun, dari sudut pandang petani, spesies asli seringkali memiliki peluang dan tantangan:

Peluang-peluang

- ▶ Spesies pohon asli beradaptasi dengan baik pada kondisi tanah, air, dan iklim setempat.
- ▶ Petani dan pasar lokal sering mengenal spesies asli dan produknya.

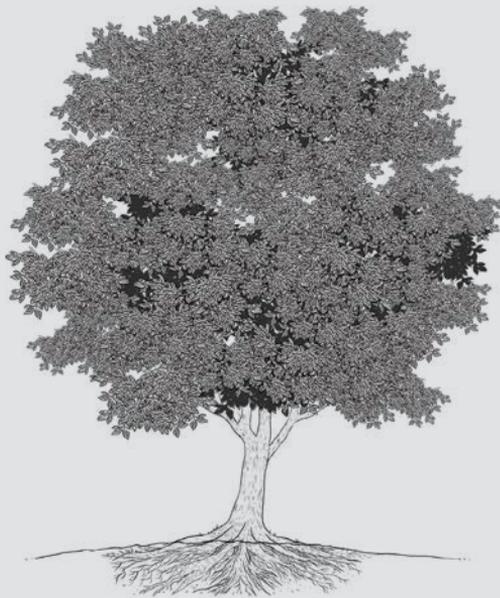
Tantangan-tantangan

- ▶ Kemungkinan sulit mendapatkan bibit atau tanaman dari spesies asli, terutama jika statusnya langka atau terancam.
- ▶ Banyak negara mengontrol pemanenan dan pengangkutan spesies pohon asli. Peraturan-peraturan tersebut, yang dirancang untuk melindungi hutan alam dari eksploitasi yang berlebihan, seringkali berlaku (kontraproduktif) terhadap penanaman pohon di lahan pribadi. Prosedur administratif untuk mengajukan izin penebangan dan pengangkutan dapat menjadi rumit.

Kotak 4. Pohon dan Konservasi Keanekaragaman Hayati *lanjutan...*

- ▶ Spesies eksotis yang tersedia secara luas sering disukai oleh petani, karena pertumbuhannya yang cepat dan – dalam banyak kasus – permintaan yang tinggi untuk produknya (tiang, kayu, buah-buahan, dll).
- ▶ Spesies asli dengan nilai keanekaragaman hayati tertinggi, mungkin sama sekali tidak memberikan manfaat langsung bagi petani.

Jika tingkat kerugian bagi petani untuk menanam spesies asli lebih besar daripada keuntungannya, maka pemerintah atau pihak lain yang tertarik dengan konservasi keanekaragaman hayati perlu memberikan insentif yang sesuai dan menghilangkan disinsentif (lihat **Insentif** di Bab 5). Petani atau pemilik lahan harus dianggap sebagai mitra sektor swasta dalam konservasi, yang perlu diberi kompensasi untuk mengalokasikan lahan, sumber daya, dan tenaga kerja. Kompensasi tersebut harus mencakup penanaman pohon, dan termasuk juga pengelolaan dan perlindungan selanjutnya.





Dari Desain ke Aksi: Rencana Penanaman dan Implementasinya

Pentingnya Rencana Penanaman

Tahap akhir desain adalah menyusun rencana penanaman. Rencana penanaman penting karena tiga alasan:

1

Persiapannya memberikan kesempatan untuk mendokumentasikan hasil dari proses desain. Hal ini memastikan bahwa setiap orang yang terlibat 'pada posisi/halaman yang sama', dan menghindari adanya kesalahpahaman.

2

Penanaman pohon dalam sistem agroforestri memerlukan perhatian lebih banyak dibandingkan dengan penanaman tanaman dalam sistem pertanian konvensional, hortikultura, atau kehutanan. Hal tersebut karena tata letak – lokasi penanaman pohon dan tanaman budidaya – lebih rumit daripada di perkebunan dengan hanya satu spesies tanaman saja. Penyusunan rencana diperlukan untuk memastikan bahwa semuanya dapat berjalan lancar.

3

Membantu memastikan bahwa implementasi – dan bukan hanya desain – dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip desain agroforestri.



Apa yang Perlu Ada dalam Rencana Penanaman

Rencana penanaman perlu mencakup empat hal terkait dengan “di mana, apa, kapan, dan siapa” yang semuanya harus tertulis dalam dokumen singkat, yang dapat dipahami dengan mudah oleh semua orang yang terlibat. Mungkin akan lebih berguna dengan membuat templat sederhana. Gambar 5 adalah contoh rencana penanaman yang disiapkan dengan cara ini. Apapun bentuk rencana yang diambil, kunjungan ke lokasi sangatlah penting, karena rencana tersebut harus didasarkan pada kondisi spesifik tanah, vegetasi, aspek setempat tertentu, dan sebagainya.

Untuk **sistem sekuensial**, penting untuk memetakan siklus hidup dan masa produktif dari spesies yang berbeda, sehingga penanaman dapat diatur waktunya untuk menghindari kesenjangan produktivitas dan masalah arus pendapatan yang diakibatkannya. Hal ini dapat terjadi antara akhir umur satu komponen dan awal periode produktif komponen berikutnya.

Desain-bersama dipandu oleh **prinsip-prinsip agroforestri**. Namun, saat mengikuti prinsip-prinsip tersebut, pertimbangan-pertimbangan yang lebih luas tidak boleh diabaikan. Hal terpenting di antaranya adalah keselamatan semua pihak, terutama selama pembentukan sistem agroforestri. Organisasi yang terlibat dalam pelaksanaan kegiatan agroforestri harus memastikan pedoman berikut untuk dipatuhi:

- ▶ Pada awal proses pembentukan, lakukan penilaian risiko untuk mengidentifikasi bahaya dan risiko, serta langkah-langkah untuk menghilangkan atau menguranginya. ‘Bahaya’ berarti sumber bahaya (misalnya, gigitan ular) dan potensi tingkat keparahannya (tinggi, dalam kasus gigitan ular). ‘Risiko’ berarti kemungkinan terjadinya hal yang berbahaya tersebut (rendah, sedang, atau tinggi).
- ▶ Pastikan bahwa setiap rencana penanaman ada penetapan tanggung jawab (siapa mengerjakan apa). Pertimbangkan keinginan, keterampilan, dan kondisi fisik individu yang ada. Beberapa tugas menuntut kekuatan; sedangkan lainnya perlu perhatian lebih detail.
- ▶ Pastikan alat-alat bermata tajam. Alat yang tajam mempercepat semua operasi dan lebih aman jika digunakan dengan benar.
- ▶ Selama pembentukan, ikuti langkah-langkah yang ditetapkan dalam rencana manajemen risiko, termasuk pemakaian peralatan keselamatan.

Seperti halnya pertanian dan kehutanan, agroforestri merupakan kegiatan yang relatif berisiko tinggi, dan kepatuhan terhadap pedoman keselamatan akan menghindari kecelakaan yang dapat menyebabkan cedera atau bahkan mengancam jiwa.

Deskripsi Rencana Penanaman

Pemilik: <i>Nicholás Torres</i>	Tanggal Rencana: <i>November 2021</i>	
Organisasi pendukung: <i>Futuroverde (LSM)</i>		
Sistem: <i>Multilevel, kakao dengan Inga, pohon kayu dan alpukat</i>		
Tanggal Rencana Penanaman: <i>September 2022</i>		
Tempat:		
Gambaran: <i>lahan perladangan berpindah lama 0.5 ha, di lereng yang membentang hingga berbatasan dengan tanah Esperanza Valverde</i>		
Apa	Kapan	Siapa
<i>Pesan 50 tanaman alpukat cangkok</i>	<i>Desember 2021</i>	<i>Nicolas</i>
<i>Mengatur bantuan untuk persiapan lokasi (pembersihan, penandaan, penggalian lubang) dan penanaman naungan sementara</i>	<i>September</i>	<i>Nicolas</i>
<i>Pemesanan bibit kayu dan Inga (lihat daftar terlampir) dan 550 bibit kakao. Periksa tanaman alpukat.</i>	<i>Maret 2022</i>	<i>Nicolas</i>
<i>Menyadap pisang raja dari lokasi dekat sungai dan pindahkan ke lokasi</i>	<i>Maret</i>	<i>Nicolas (transportasi menggunakan pick up Futuroverde)</i>
<i>Pastikan bahwa semua alat yang diperlukan untuk persiapan tersedia di lokasi</i>	<i>Mulai April</i>	<i>Miguel</i>
<i>Pembersihan Lokasi</i>	<i>April</i>	<i>Nicolas dan pembantu atau pekerja</i>
<i>Tandai lokasi dengan patok pemandu untuk naungan sementara (pisang raja)</i>	<i>April</i>	<i>Miguel dengan Nicolas dan pembantu atau pekerja</i>
<i>Gali lubang tanam untuk pisang raja</i>	<i>April</i>	<i>Nicolas dan pembantu atau pekerja</i>
<i>Tanam naungan sementara (pisang raja)</i>	<i>April</i>	<i>Nicolas dan pembantu atau pekerja</i>
<i>Mengatur ketersediaan bahan okulasi (batang atas varietas kakao yang memiliki rasa enak)</i>	<i>Juli</i>	<i>Miguel dari Futuroverde</i>
<i>Pembersihan Lokasi</i>	<i>April</i>	<i>Nicolas dan pembantu atau pekerja</i>
<i>Gali lubang tanam untuk kakao, alpukat, Inga dan pohon kayu</i>	<i>Agustus</i>	<i>Miguel dengan Nicolas dan pekerja</i>
<i>Pemindahan bibit tanaman ke lokasi</i>	<i>September</i>	<i>Miguel</i>
<i>Tanam kakao, Inga, pohon kayu dan alpukat</i>	<i>September</i>	<i>Nicolas dengan pekerja dengan bantuan Miguel</i>
<i>Pencangkohan batang atas yang memiliki rasa enak pada bibit kakao</i>	<i>Awal musim kemarau</i>	<i>Nicolas dan spesialis kakao Futuroverde</i>

Gambar 5. Rencana penanaman sederhana disiapkan dengan menggunakan sebuah template



Insentif bagi Petani



Harapan utama petani dari lahan mereka adalah untuk mendukung mata pencahariannya, terlepas dari apakah pertanian tersebut merupakan sumber pendapatan utamanya atau tidak. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, agenda lingkungan yang lebih luas mulai memengaruhi petani. Mereka menghadapi ekspektasi yang terus meningkat dari komunitas internasional dan pemerintah lokal, yang mengharapkan mereka menjadi penjaga lanskap dan pengelola usaha kecil yang produktif. Terkadang – ketika agroforestri merupakan pilihan ekonomi dan lingkungan terbaik – petani hanya membutuhkan sedikit dorongan untuk berinvestasi di dalamnya. Namun jika petani harus mengambil tanggung jawab tambahan untuk lanskap, khususnya jika hal tersebut melibatkan biaya untuknya, maka mereka akan membutuhkan bantuan insentif.

Pemerintah yang ingin mempromosikan agroforestri untuk mata pencaharian, pendapatan, konservasi, atau restorasi harus menerapkan sistem insentif yang efektif. Insentif dapat berupa keuangan (seperti hibah, pinjaman, keringanan pajak, suku bunga pinjaman yang menguntungkan, atau akses ke asuransi) atau mungkin melibatkan peningkatan kondisi yang memungkinkan untuk agroforestri (seperti pembibitan, ketersediaan bahan tanam berkualitas tinggi, atau pasar yang lebih baik untuk produk-produk agroforestri). Insentif ini dapat juga mencakup skema pembayaran untuk layanan ekologis, atau pengakuan sosial untuk mempraktikkan pertanian yang terampil dan bertanggung-jawab. Jika petani diharapkan berkontribusi pada tujuan global seperti memerangi perubahan iklim, konservasi, atau restorasi, maka mereka berhak mengharapkan akses ke pendanaan global – baik secara langsung melalui proyek atau melalui skema pendanaan karbon (lihat juga Kotak 4: Pohon dan konservasi keanekaragaman hayati).



Penghapusan insentif untuk praktik pertanian yang merusak secara ekologis, dan disinsentif untuk praktik ramah lingkungan, juga merupakan bagian dari gambarannya. Di seluruh dunia, pertanian input tinggi konvensional telah disubsidi, sementara petani dihukum karena memanen atau mengangkut pohon asli yang telah mereka tanam di lahan mereka sendiri (Kotak 4). Jika petani ingin menjadi pengelola lahan, seperti yang diharapkan oleh banyak pengambil kebijakan, maka struktur insentif perlu diubah secara radikal.



BAHAN TANAM DI AGROFORESTRI





Ketika petani menanam pohon, mereka menggunakan berbagai bahan tanam (PLM=planting material), termasuk benih, bibit, stek akar, bibit cangkok tanaman, dan stek cabang. Para perencana intervensi agroforestri perlu memastikan 2 syarat, bahwa petani bisa mendapatkan PLM yang sesuai dengan tujuannya, dan PLM yang dibutuhkan tersedia serta dapat diperoleh dengan mudah. Kedua persyaratan tersebut saling berkaitan, karena kurangnya pasokan PLM yang layak atau memenuhi kualitas untuk diterima, dapat menyebabkan kerugian akibat penggunaan bahan tanaman yang berkualitas rendah. Dalam bab ini, kami memberikan jawaban atas dua pertanyaan penting:

- ▶ Apa yang membuat PLM cocok untuk tujuan?
- ▶ Bagaimana kita dapat memastikan bahwa petani memiliki akses terhadap PLM dalam jumlah yang cukup?

Dalam tinjauan ini, kami berkonsentrasi pada pembibitan, terutama pembibitan tanaman dalam kantong polybag, dan benih.



Kualitas Bahan Tanam dan Kesesuaian dengan Tujuan

PLM yang sesuai dengan tujuan memiliki dua karakteristik. Pertama, setelah ditanam atau disemai ia bertahan dan tumbuh normal. Kedua, menghasilkan produk dalam jumlah dan kualitas sesuai dengan yang dibutuhkan. Kedua karakteristik ini biasanya berjalan bersamaan.

Tanaman Pembibitan



Tanaman pembibitan yang tepat untuk tujuan yang diharapkan harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

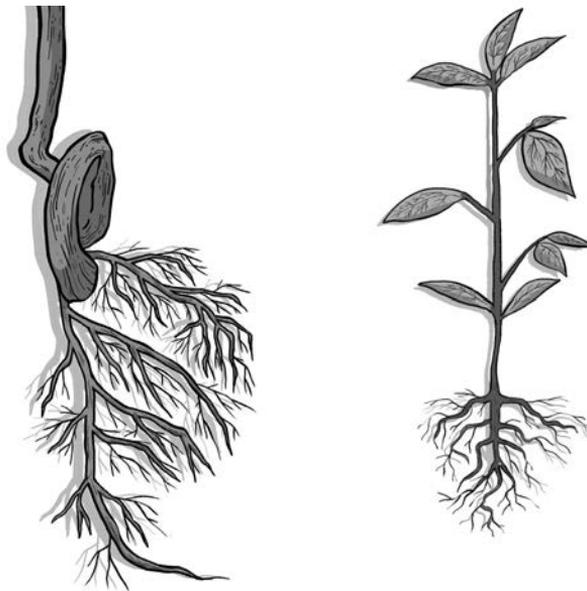
- ▶ batang tunggal, berkayu di pangkal dan setidaknya sebagian berkayu hingga sekitar tiga perempat tingginya
- ▶ daun hijau tua, tanpa bercak kuning dan tanpa tanda-tanda serangan hama atau penyakit
- ▶ ada daun baru di ujungnya
- ▶ tidak ada akar yang menembus dasar kantong atau wadah lainnya yang digunakan.



Bibit pohon dalam kantong polietilen (polybag), umumnya siap ditanam ketika tingginya 30–40 cm, tetapi – dalam beberapa kasus – petani mungkin memiliki alasan yang baik untuk memilih tanaman yang lebih besar. Tanaman harus cukup kokoh untuk bertahan selama pengangkutan, penanganan, dan pemindahan. Koefisien kekokohan adalah ukuran kualitas tanaman yang berguna untuk diperhatikan. Hal ini dihitung dengan membagi tinggi tanaman dalam sentimeter dengan diameter

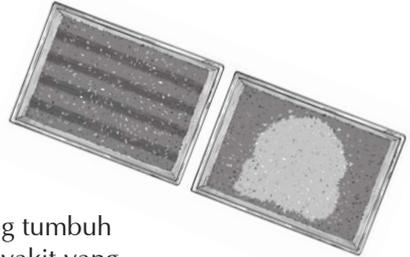
basal dalam milimeter. Nilai koefisien kekokohan tidak boleh melebihi enam. Petani yang rutin menanam pohon akan belajar dari pengalaman untuk menghindari tanaman yang terlalu lemah dan selalu menanam bibit yang kokoh.

Tanaman bisa gagal untuk mencapai tujuan dengan berbagai cara. Tanaman yang terlalu kecil dapat dikalahkan oleh gulma sebelum petani memiliki kesempatan untuk melakukan penyiangan pertama, atau sistem akarnya mungkin terlalu kecil untuk menahan kekeringan sesaat setelah penanaman. Sistem akar juga dapat berubah bentuk: saat pohon muda tumbuh, akar yang sangat bengkok dan terpelintir di pembibitan biasanya menjadi lebih buruk, tidak menjadi lebih baik, dan akhirnya melilit diri mereka sendiri. Hal ini menyebabkan pertumbuhan yang lambat atau kematian. Spiral akar, sebaliknya, dapat dikoreksi dengan memangkas di pangkal dan samping. Namun, sebaiknya petani menggunakan tanaman yang tidak cacat.

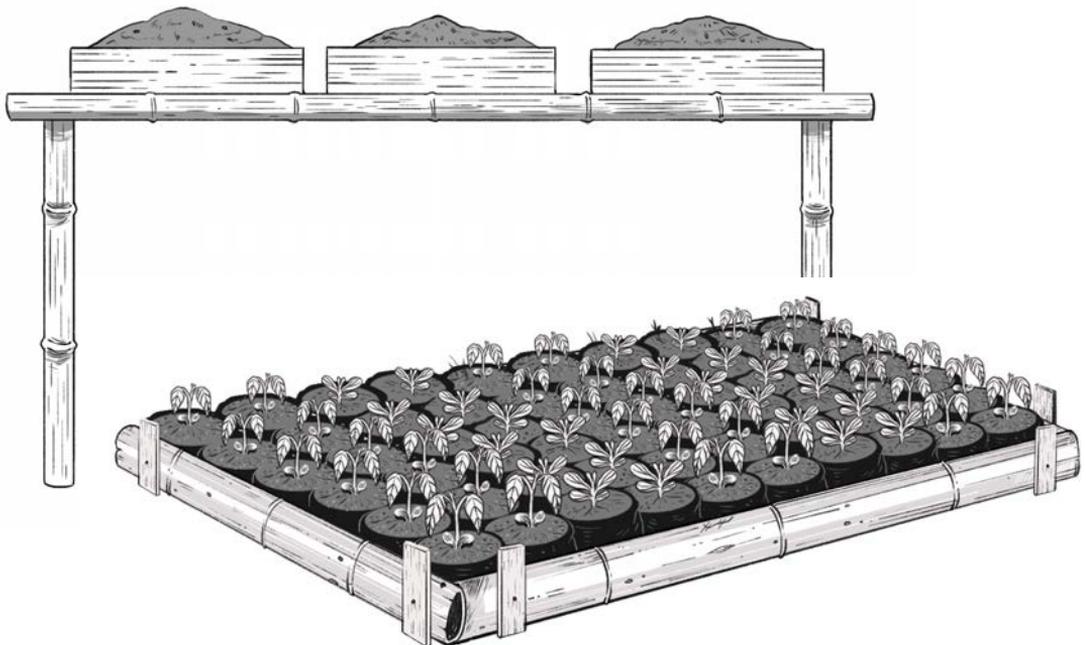


Benih

Petani dan lembaga yang mendukung mereka menggunakan benih, baik untuk menghasilkan bibit di pembibitan atau untuk disemai langsung dalam sistem agroforestri. Agar sesuai dengan tujuan, benih harus mampu berkecambah, dan setelah berkecambah harus menghasilkan bibit yang tumbuh normal. Benih juga harus bebas dari hama dan penyakit yang dapat menyebar ke benih atau tanaman lain. Benih tersebut memenuhi persyaratan dimensi mutu benih sebagai berikut:



- ▶ **kualitas fisik** (benih tidak rusak, utuh, dalam kisaran ukuran normal, bersih, bebas dari tanah, bagian tanaman, dll.)
- ▶ **kualitas fisiologis** (benih hidup dan sebaliknya 'berfungsi penuh')
- ▶ **kesehatan** (benih bebas dari hama dan penyakit luar dan dalam).



Genetika dan Kecocokan dengan Tujuan

PLM yang memenuhi semua persyaratan yang tercantum di atas masih dapat gagal untuk digunakan, jika secara genetik tidak cocok dengan lokasi penanaman. Di pembibitan, mudah untuk menghasilkan tanaman yang sehat, tampaknya berkualitas tinggi, namun tidak beradaptasi dengan baik di lokasi penanaman terdekat. Misalnya, bibit spesies hutan hujan dapat tumbuh subur di pembibitan daerah bermusim kering, karena diairi oleh staf pembibitan, tetapi setelah ditanam di lapangan mereka tidak mungkin bertahan di musim kemarau yang panjang.

Beradaptasi berarti susunan genetik PLM disiapkan untuk tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan yang akan dialaminya saat ditanam nantinya. Hal ini termasuk variasi karena iklim, tanah, kompetisi, dan praktik manajemen. PLM yang beradaptasi dengan baik akan bertahan dan tumbuh normal di bawah kisaran kondisi lingkungan tersebut. Pohon yang tumbuh dari bahan yang tidak beradaptasi secara lokal biasanya memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih rendah; dalam kasus ekstrim, adaptasi yang buruk menyebabkan kegagalan total perkebunan.

‘Beradaptasi dengan baik’ tidak berarti ‘perbaikan’. Sistem agroforestri yang produktif biasanya dapat dibangun dengan PLM yang belum diperbaiki, **jika** PLM beradaptasi dengan baik dan telah diproduksi dengan menggunakan **praktik-praktik terbaik** – termasuk untuk pengumpulan benihnya. Spesies buah dapat terjadi pengecualian untuk aturan ini, karena alasan utama berikut:

- ▶ Meskipun pohon buah yang tidak baik dapat bertahan dan tumbuh dengan baik, mungkin tidak akan menghasilkan buah selama bertahun-tahun. Pohon dari cangkakan varietas unggul biasanya akan menghasilkan buah dalam waktu 2-5 tahun, tergantung pada spesiesnya
- ▶ Beberapa pasar mungkin meminta buah dari varietas unggul tertentu, seperti alpukat Hass atau mangga Haden.



Akses ke Bahan Tanam

Petani memiliki akses ke PLM yang tepat sasaran jika:

- ▶ praktik terbaik telah diikuti dalam pengumpulan dan penanganan benih serta dalam pengelolaan pembibitan;
- ▶ tersedia sistem suplai yang sesuai untuk PLM.

Penjelasan lengkap tentang kondisi ini berada di luar cakupan publikasi ini. Namun, kami menguraikan beberapa poin penting di bawah ini.

Praktik-praktik Terbaik

Memastikan adaptasi genetik

Tanaman biasanya akan beradaptasi dengan baik jika benih asalnya dikumpulkan di daerah yang memiliki iklim mirip dengan tempat mereka akan ditanam. Oleh karena itu, untuk mengetahui apakah semai atau benih dapat beradaptasi dengan baik, perlu diketahui asal usulnya. Informasi yang tepat adalah yang terbaik, namun menggunakan informasi perkiraan saja mungkin sudah cukup untuk mengetahui apakah daerah asalnya memiliki iklim yang mirip dengan zona penanaman.



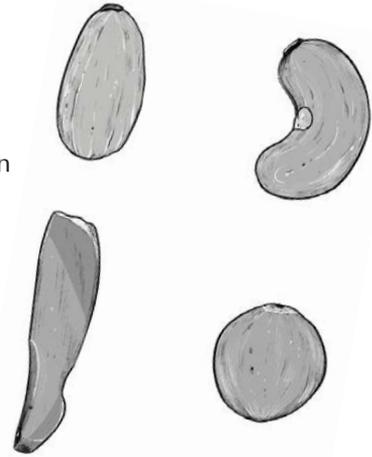


Kurangnya keanekaragaman genetik juga dapat menyebabkan daya adaptasi yang buruk, meskipun benihnya lokal. Depresi *inbreeding* (*persilangan sekerabat*) adalah satu masalah: jika seorang petani mengumpulkan semua benih mereka dari satu pohon, tanaman yang dihasilkan mungkin semuanya sehat dan beradaptasi dengan baik, tetapi jika pohon-pohon yang saling terkait tersebut akhirnya terjadi *inbreed*, maka benih yang dihasilkan memiliki pertumbuhan yang lebih lambat dan kelangsungan hidup yang lebih rendah. Sampel kecil (seperti pohon tunggal yang baru saja disebutkan di atas) juga merupakan contoh yang berisiko, karena bisa jadi sangat tidak representatif, dengan susunan genetik yang jauh di bawah rata-rata. Untuk alasan ini, benih harus bersumber dari setidaknya 30 pohon induk, yang harus menjadi bagian dari populasi yang lebih besar.

Untuk beberapa spesies pohon, benih atau tanaman yang diperbaiki secara genetik mungkin telah tersedia. Meskipun biasanya tidak esensial, peningkatan PLM dapat meningkatkan produktivitas, kualitas, dan profitabilitas. Namun, kehati-hatian tetap dianjurkan, karena kondisi petani kecil mungkin sangat berbeda dari kondisi asal sumber benih yang lebih baik (unggul) telah dikembangkan. Sebagai contoh, Eukaliptus jenis unggul yang dikembangkan untuk perkebunan pulpwood dengan aplikasi pemupukan tinggi dan penyiangan bersih, seperti di Brasil bagian selatan, mungkin tidak cocok untuk sistem agroforestri skala kecil, seperti di Amerika Tengah. Tidak ada gunanya membayar premium untuk tanaman dimana lokasi yang dituju tidak diperbaiki terlebih dahulu.

Penanganan dan penyimpanan benih

Kualitas fisiologis dan kesehatan benih yang buruk memiliki efek yang sangat serius terhadap perkecambahan biji dan pertumbuhan selanjutnya. Seringkali, hal tersebut diakibatkan oleh penyimpanan benih yang salah atau masalah penanganan benih lainnya. Jika benih tidak disimpan dalam kondisi yang tepat, atau disimpan terlalu lama, maka benih tersebut mungkin memiliki kualitas fisiologis atau kesehatan yang buruk. Apa yang dimaksud dengan 'kondisi yang tepat' dan 'terlalu lama', hal tersebut bergantung pada spesiesnya, dan khususnya termasuk dalam **kategori penyimpanan benihnya** (Kotak 5).



Sebagian besar spesies pohon tropis memiliki benih yang rekalsitran. Namun, banyak spesies yang biasa ditanam memiliki benih ortodoks. Benih rekalsitran atau intermediate tidak boleh ditawarkan untuk dijual, jika telah disimpan selama lebih dari beberapa hari – kecuali, dalam kasus benih intermediate, diketahui dari pengalaman bahwa benih tersebut kemungkinan besar masih dapat bertahan hidup.

Cara paling pasti untuk mengetahui apakah benih itu sehat dan berkualitas secara fisiologis, adalah dengan mengujinya. Pedagang benih harus melakukan

uji perkecambahan sebelum menawarkan benih untuk dijual. Sayangnya, meskipun penjualan benih tanaman yang legal seringkali diatur dengan ketat, namun penjualan benih pohon seringkali tidak diatur dengan baik, sehingga pedagang mungkin tidak memberikan informasi tersebut. Oleh karena itu, pembeli benih mungkin ingin melakukan uji perkecambahan sendiri. Untuk pembelian dalam jumlah besar, pedagang benih mungkin bersedia memberikan sampel gratis dari persil benih yang sama, atau sampel kecil dapat dibeli untuk pengujian. Jika benih berkecambah sesuai kepuasan pembeli, maka jumlah yang lebih besar dapat dibeli dengan lebih meyakinkan. Tes pengapungan (flotasi) dapat pula dilakukan, macam tes ini lebih cepat tetapi kurang akurat. Sampel benih – idealnya, sekitar 100 biji – ditempatkan dalam wadah berisi air selama 24 jam. Benih yang berkualitas fisiologis tinggi biasanya akan tenggelam dan sering mulai membengkak.



Kotak 5. Kategori Penyimpanan Benih: Ortodoks, Rekalsitran, dan Menengah

Pakar benih mengategorikan benih berdasarkan reaksinya terhadap pengeringan. Jika pengeringan dimungkinkan tanpa mematikan benih, benih dapat disimpan lebih lama.

Benih ortodoks dapat dikeringkan sehingga mengandung sedikit air. Setelah dikeringkan, dapat disimpan dalam suhu rendah selama bertahun-tahun atau bahkan puluhan tahun tanpa ada penurunan penting untuk kualitas kesehatan atau fisiologisnya. Benih ortodoks mengering secara alami sebelum tersebar dari pohon induknya, tetapi harus dikeringkan lebih lanjut sebelum disimpan dalam waktu lama.

Benih rekalsitran mati saat dikeringkan. Dalam beberapa kasus, benih dapat disimpan dalam waktu singkat (berhari-hari hingga berminggu-minggu) asalkan disimpan dalam kondisi lembab yang dapat mencegahnya menjadi kering. Benih rekalsitran tidak mengering secara alami sebelum tersebar dari pohon. Beberapa orang menggunakan istilah rekalsitran atau 'bandel', yang secara bebas berarti benih yang sulit berkecambah. Hal tersebut tidak benar.

Benih *intermediate* (tengah-tengah), adalah macam benih berada di antara ortodoks dan rekalsitran. Bisa dikeringkan sebagian, tapi tidak sebanyak biji ortodoks. Oleh karena itu, seperti halnya benih rekalsitran, benih perantara tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Untuk mengetahui kategori apa yang dimiliki suatu spesies, lihat database masyarakat internasional untuk ilmu benih: <https://seedscisoc.org/>.



Praktek-praktek pembibitan

Banyak manual tersedia yang menjelaskan praktik pembibitan terbaik. Beberapa elemen praktik yang baik sering diabaikan, tercantum di bawah ini:



Jika memungkinkan, taburkan benih langsung di wadah tanaman (kontainer), bukan di baki perkecambahan: karena pemindahan/ transplantasi tanaman adalah penyebab umum terjadinya kelainan bentuk akar.



Gunakan campuran tanah dengan kandungan tanah liat yang cukup, hal ini untuk memungkinkan terbentuknya “penopang akar” (root-plugs) yang meski tidak keras tetapi tetap utuh (kontak akar dan tanah) saat pemindahan dari kontainer.



Sertakan tanah hutan atau humus untuk memastikan adanya perkembangan mikoriza.



Kuatkan bibit sebelum ditanam atau dijual, dengan mengurangi penyiraman dan meningkatkan paparan sinar matahari.

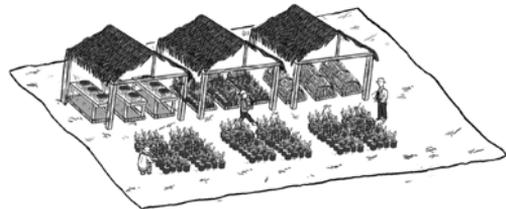


Pisahkan (buang) bibit berkualitas buruk, termasuk yang sudah melewati ‘tanggal penjualan’ (koefisien kekokohan $\geq 6,0$, atau akar tumbuh menembus dasar wadah dan masuk ke dalam tanah).



Menyimpan catatan untuk memfasilitasi kontrol dan memungkinkan pemberian informasi yang akurat kepada pengguna PLM.

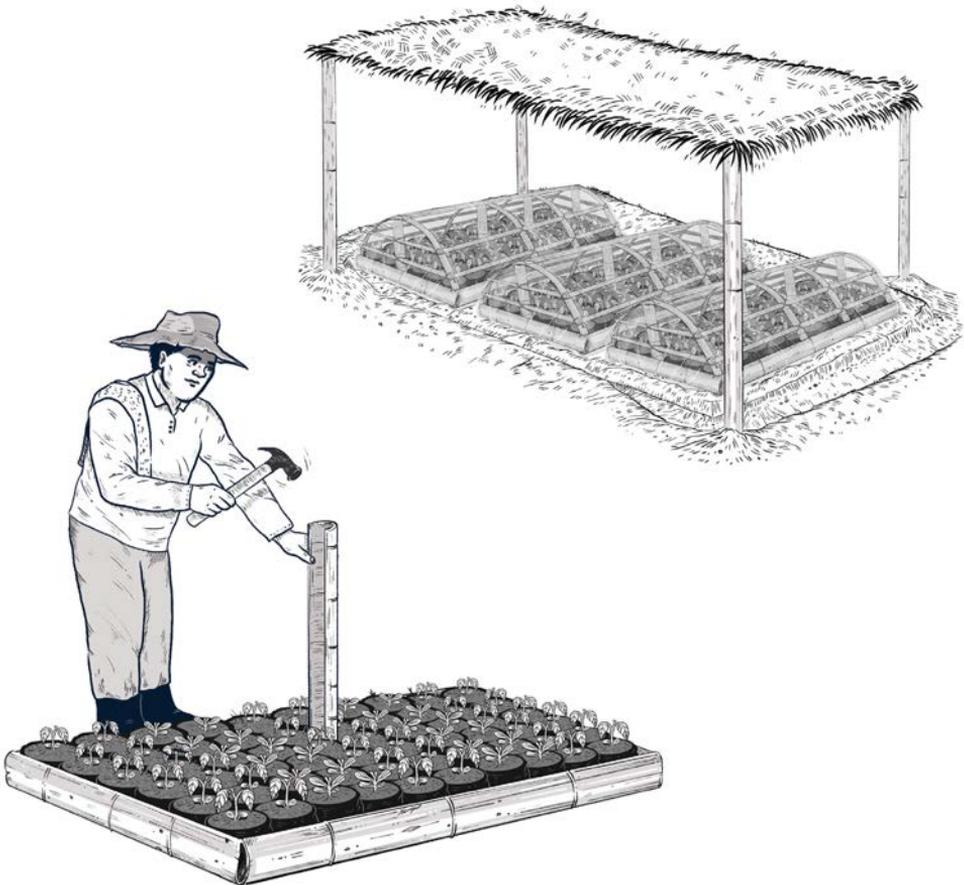
Pelanggan pembibitan harus waspada terhadap pembibitan yang tidak mengikuti praktik-praktik tersebut di atas.



Penggunaan benih sesuai kebutuhan di pembibitan juga merupakan aspek praktik terbaik. Dalam hal kualitas fisik, sanitasi, dan fisiologis, kesemuanya ini adalah berkaitan dengan masalah ekonomi, efisiensi, dan kelayakan (tanaman tidak dapat dihasilkan dari biji yang tidak berkecambah). Untuk mengamankan adaptasi genetik, operator pembibitan harus memperoleh benih dari sumber benih yang berada di sekitarnya, dalam kondisi iklim yang serupa, atau menurut pengalaman sebelumnya (termasuk pengujian asal usul formalnya) telah terbukti dapat beradaptasi.

Memilih pedagang benih atau pembibitan

Beberapa aspek kualitas benih dan tanaman tidak dapat dinilai hanya dengan pemeriksaan benih atau bibit. Misalnya, benih dengan kualitas fisiologis yang buruk dapat terlihat normal, dan adaptasi tanaman dan benih yang buruk mungkin tidak terlihat hingga tahun-tahun pertama pertumbuhan di lapangan. Menghadapi masalah ini, petani dan pihak yang mendukungnya memiliki dua alternatif. Pertama, adalah membuat koleksi benih dan mengoperasikan pembibitan mereka sendiri, yang mana keduanya mengikuti praktik terbaik. Kedua, adalah memastikan bahwa pedagang benih atau operator pembibitan dapat dipercaya dan kompeten. Kepercayaan dapat diverifikasi dengan berbicara langsung dengan klien lain dan dari pengalaman langsung. Kompetensi dapat diperiksa dengan berbagai cara (seperti dengan menanyakan tentang praktik yang diikuti). Dalam kasus kesenjangan kompetensi dan pengetahuan, lembaga pendukung dapat memberikan pelatihan. Pelatihan tersebut menguntungkan baik produsen maupun konsumen PLM.



Sistem Pasokan Bahan Tanam

Sistem pasokan bahan tanam terdiri dari lembaga, instalasi, kebijakan, undang-undang, dan pelaku rantai nilai yang mengontrol dan memengaruhi akses ke PLM oleh pengguna. Penjelasan lengkap tentang pendekatan untuk mengembangkan sistem pasokan yang sesuai konteks berada di luar cakupan publikasi ini. Namun, pada bagian berikut kami menguraikan beberapa konsep penting dan menjelaskan tujuh intervensi luas yang dapat dilakukan oleh lembaga pendukung.

Akses membutuhkan dua kondisi yang harus dipenuhi:

- ▶ PLM harus tersedia: ini berarti bahwa sumber benih yang tepat dari spesies tersebut harus ada, dan pembibitan harus menyediakan tanaman yang dihasilkan dari benih tersebut.
- ▶ Petani harus dapat memperoleh bahan (biasanya tanaman), yaitu mereka memiliki sumberdaya untuk pergi sendiri ke pembibitan, membeli tanaman, dan mengangkutnya ke lahan mereka – atau agen harus mendukung petani untuk mengantarkan PLM ke lahannya, atau memberikan PLM secara langsung.

Dalam mendukung akses petani ke PLM berkualitas tinggi, ada dua perspektif yang harus diperhatikan. Perspektif pertama, adalah manajer proyek atau peserta proyek, yang membutuhkan bahan untuk intervensi tertentu – biasanya yang diidentifikasi dalam proses desain agroforestri – untuk dilaksanakan di tempat tertentu dalam waktu dekat. Perspektif kedua lebih luas; ini berkaitan dengan subsektor benih dan pembibitan di wilayah geografis tertentu, bukan dengan proyek tertentu. Kedua perspektif tersebut dipertimbangkan di bawah ini.



Perspektif proyek

Pemilihan spesies harus mempertimbangkan ketersediaan PLM; bahkan jika petani menunjukkan preferensi yang kuat untuk spesies tertentu, tidak berguna memilihnya jika tidak ada bahan yang tersedia dalam jangka waktu yang relevan – upaya ini sangat penting pada saat awal proyek. Kerangka waktu ini juga penting, dari perspektif proyek yang lebih memperhatikan akses jangka pendek petani, daripada keberlanjutan akses atau ketersediaan jangka panjang.

Ada banyak cara di mana lembaga pendukung dapat memastikan bahwa petani dapat mengakses PLM, khususnya tanaman. Salah satu caranya adalah dengan membagikan tanaman secara gratis. Dua argumen yang menentang distribusi PLM gratis yaitu:

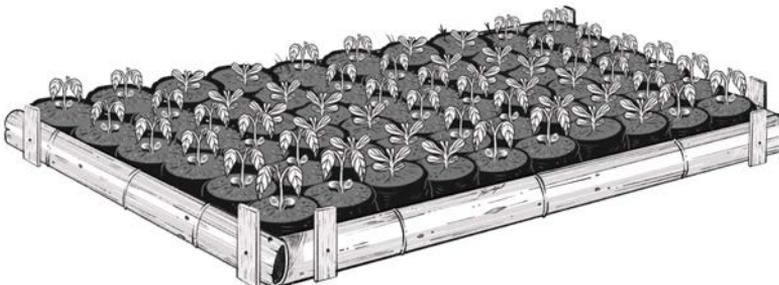
- ▶ Petani tidak akan menghargai pohon yang belum mereka bayar (diperoleh gratis)
- ▶ Distribusi gratis PLM melemahkan pembibitan sektor swasta lokal.

1

Argumen pertama benar dalam beberapa kasus. Namun, jika petani tidak menghargai pohon yang mereka tanam di lahannya, maka yang salah adalah proses desain agroforestri, bukan petani. Jika argumen ini cocok dengan pengalaman umum, maka itu karena proyek seringkali tidak benar-benar memenuhi kebutuhan atau aspirasi petani.

2

Argumen kedua lebih kuat. Distribusi tanaman secara gratis di wilayah tertentu akan secara tidak adil memengaruhi penjualan tanaman dari spesies yang sama atau serupa dari hasil pembibitan lokal. Jika hal ini mengakibatkan penutupan pembibitan, maka juga akan mempengaruhi keberlanjutan pasokan tanaman dalam jangka panjang. Dalam banyak kasus, solusinya bukanlah menghentikan distribusi tanaman secara gratis, melainkan agar agen distribusi memperoleh bibit tanaman dari pembibitan lokal, dengan harga pasar. Lembaga tersebut juga dapat memberikan pelatihan kepada pembibitan lokal, jika diperlukan, sehingga mereka dapat memenuhi peran ini.



Perspektif yang lebih luas: mengembangkan sistem pasokan PLM

Sangat mudah untuk merancang sistem pasokan PLM di atas kertas.

Namun, jika rancangan tersebut tidak mencerminkan realita umum, maka mereka akan tetap menjadi “khayalan semata”. Realitas tersebut antara lain sebagai berikut:

- ▶ Terdapat kebutuhan, setidaknya di negara-negara besar, untuk pasokan PLM yang terdesentralisasi.
- ▶ Personil pengatur, seringkali berlatar belakang pertanian, tetapi tidak memiliki keahlian dalam kualitas PLM agroforestri.
- ▶ Mengatur seluruh rantai pasokan, dari sumber benih hingga lokasi penanaman, merupakan hal yang rumit.
- ▶ Menyusun, memberlakukan, dan menerapkan undang-undang benih yang efektif sulit dilakukan, terutama untuk benih dari berbagai spesies dengan persyaratan pengumpulan dan penyimpanan yang berbeda.
- ▶ Penanam pohon dan produsen bahan tanam seringkali kekurangan sumber daya keuangan (modal) dan kapasitas teknis.

Kebutuhan strategisnya adalah mengidentifikasi kebutuhan petani dan merencanakan bagaimana menanggapi, daripada mencoba membangun sistem yang sempurna menurut kriteria yang telah terbentuk sebelumnya.



Pada Tabel 4, kami menyediakan ‘menu’ tujuh bidang di mana lembaga pendukung dapat membantu meningkatkan akses petani ke PLM yang cocok untuk tujuan. Hal ini dipandu oleh empat prinsip: berpusat pada petani (seperti untuk intervensi agroforestri pada umumnya); swasembada (bila memungkinkan, pasokan PLM harus dibiayai dengan penjualan PLM); keterbukaan terhadap intervensi ketika pasar gagal; dan prinsip ‘tidak membahayakan’ bahwa intervensi tidak boleh bertentangan dengan swasembada.

Tabel 4. Menu Pilihan Intervensi untuk Meningkatkan Sistem Pasokan Bahan Tanam

Intervensi	Peran
1. Menerapkan studi diagnostik untuk memandu intervensi dan tindakan	Memastikan bahwa intervensi dan tindakan substantif sudah sesuai dan berbasis bukti
2. Mendukung desain, reformasi, dan penerapan peraturan perundang-undangan	Mendukung intervensi lain
3. Mempromosikan atau membangun pembibitan agroforestri	Cocok, bila stok tanam tidak tersedia karena kurangnya pembibitan
4. Mendukung pembentukan dan pengelolaan sumber benih	Cocok, bila sumber benih kurang atau tidak produktif
5. Mendukung akses operator pembibitan ke benih yang sesuai kebutuhan	Cocok, bila operator pembibitan tidak dapat memperoleh benih dari sumber benih yang ada
6. Mendukung peningkatan kuantitas atau kualitas produksi dengan pembibitan yang ada	Sesuai, ketika pembibitan tidak menghasilkan tanaman yang sesuai dengan tujuan dari spesies yang dibutuhkan petani
7. Mendukung akses petani ke tanaman pembibitan	Sesuai, bila petani tidak dapat memperoleh bibit yang tersedia di pembibitan

PENGELOLAAN POHON DALAM SISTEM AGROFORESTRI





Banyak upaya penanaman pohon yang berfokus sepenuhnya pada proses penanaman, dan gagal mempertimbangkan waktu dan upaya bertahun-tahun yang dibutuhkan untuk merawat pohon yang ditanam dan mengatur pertumbuhannya. Memang benar bahwa menanam pohon biasanya membutuhkan lebih sedikit pekerjaan daripada menanam tanaman (semusim). **Tetapi pohon yang ditanam di lahan pertanian juga memerlukan pengelolaan, apa pun sistemnya, dan pengelolaan tersebut bisa sangat memakan waktu banyak.** Proses desain harus memastikan bahwa petani menyadari tuntutan pengelolaan dan bahwa mereka telah mempertimbangkannya sebelum memutuskan untuk membangun sistem agroforestri. Menanam pohon membutuhkan komitmen jangka panjang, sumber daya yang cukup, dan pengetahuan yang baik tentang bagaimana pohon berinteraksi dengan lingkungannya, termasuk dengan komponen lain dari sistem agroforestri. Pada bagian ini, kami memberikan gambaran tentang bagaimana mengelola pohon dalam sistem agroforestri.



Sistem Agroforestri Berbeda-Beda, tetapi Tujuan Pengelolaan secara Luas Serupa

Keahlian, pengetahuan, dan waktu yang dibutuhkan petani untuk mengelola pohon dalam sistem agroforestri bergantung pada kompleksitas sistem atau praktiknya. Misalnya, petani cenderung menghabiskan lebih banyak waktu untuk mengelola pohon dalam sistem multistrata daripada sistem pagar hidup. Mereka juga akan membutuhkan lebih banyak pengetahuan dan keahlian untuk sistem multistrata. Namun, dalam setiap kasus, manajemen bertujuan untuk mencapai satu atau lebih tujuan berikut:

- ▶ Komponen sistem memiliki suplai hara dan air yang cukup.
- ▶ Komponen sistem, khususnya spesies unggulan, bebas dari hama, penyakit, dan penyebab kerusakan lainnya, atau tidak terpengaruh secara kritis olehnya.
- ▶ Komponen sistem, khususnya spesies unggulan, memiliki kondisi cahaya optimal.
- ▶ Produktivitas dan profitabilitas sistem dimaksimalkan.
- ▶ Pohon tumbuh dengan bentuk dan ukuran yang tepat, sesuai dengan lokasi dan perannya.
- ▶ Sasaran lingkungan tertentu, jika ada, dapat terpenuhi.

Beberapa kegiatan pengelolaan pohon mirip dengan yang digunakan untuk mengoptimalkan pertumbuhan, kesehatan, dan kualitas di kebun atau hutan tanaman. Langkah-langkah lain juga diperlukan karena karakteristik khusus dari sistem agroforestri.



Penjarangan

Penjarangan adalah penghilangan individu pohon, yang dilakukan dengan menebang pohon di permukaan tanah, biasanya menggunakan gergaji mesin. Tujuan utama penjarangan adalah untuk mengelola persaingan, khususnya antara pohon-pohon dari spesies yang sama. Hal ini untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas pohon yang tersisa.

Di hutan tanaman konvensional, biasanya hanya memiliki satu spesies ditanam dengan jarak 3,0 m² atau 2,5 m², bisa juga ukuran lainnya tergantung dari spesies tanaman yang ditanam. Penjarangan merupakan praktik manajemen yang sangat penting. Kegiatannya secara bertahap menghilangkan sebagian besar pohon yang awalnya ditanam, dengan produksi yang diperoleh terkonsentrasi pada sejumlah kecil pohon yang berdiameter besar untuk panen akhir, yang terbentuk dengan baik, dan berharga. Di kehutanan, penjarangan adalah kegiatan terencana: rimbawan menanam lebih banyak pohon daripada yang dibutuhkan pada akhirnya, karena kerapatan awal yang tinggi meningkatkan kualitas batang, membantu mengendalikan gulma, dan memastikan cukup banyak individu berkualitas tinggi yang dapat dipilih untuk panen akhir. Kadang-kadang juga memungkinkan untuk menebang dan menjual beberapa pohon yang kurus dan lurus untuk tiang, bahan konstruksi skala kecil, arang, atau kayu bakar.

Beberapa sistem agroforestri, atau bagian darinya, mungkin menyerupai hutan tanaman tradisional – misalnya petak kayu dan sistem suksesi sederhana seperti **taungya**. Dalam kasus ini, praktik penjarangan akan menyerupai yang digunakan di kehutanan. Dalam sistem agroforestri lainnya, setiap pohon dimaksudkan untuk menjadi komponen permanen dari sistem, atau – dalam sistem dengan komponen suksesi – mati secara alami karena naungan atau karena telah mencapai akhir siklus hidupnya. Dalam kasus ini, penjarangan kurang umum. Intensitas dan waktunya akan tergantung pada setiap kasus tertentu.

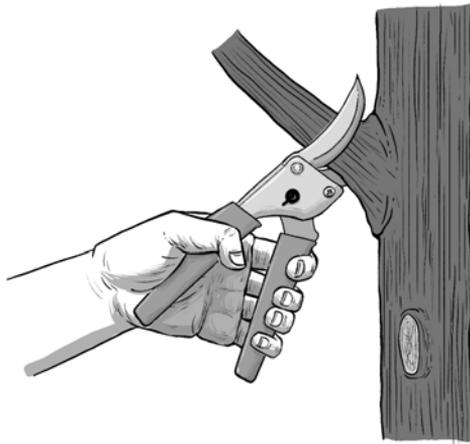




Pengelolaan Tajuk

Pemangkasan tajuk (Kotak 6) adalah penghilangan sebagian atau seluruh bagian pohon di atas tanah – yaitu batang atau cabangnya. Empat jenis pemangkasan tajuk yang digunakan dalam agroforestri adalah: *pruning*, *lopping*, *coppicing*, dan *pollarding*. Pengelolaan tajuk juga mencakup keputusan untuk **tidak** memangkasan tajuk saat naungan lebih banyak dibutuhkan, terutama pada musim kemarau.

Pemangkasan



Pemangkasan adalah alat bantu utama bagi agroforester untuk mengelola adanya kompetisi antar pohon ataupun antara tanaman semusim dan pohon. Pemangkasan cabang secara selektif dari satu pohon dapat mencegah adanya naungan yang terlalu rapat dan mendesak tanaman yang lain. Penghilangan banyak cabang dari tajuk dapat disebut sebagai “*crown thinning*” atau secara teknis disebut ‘pemangkasan pemeliharaan tajuk’. Pohon yang dipangkas



menjadi kurang mampu dalam menangkap sinar matahari melalui daunnya, yang berarti mengurangi jumlah energi yang ditangkapnya, sehingga sebagian akar pohon mati. Dengan demikian, pemangkasan juga merupakan alat bantu penting untuk mengendalikan persaingan akar dalam menyerap air dan hara.

Pemangkasan adalah tindakan untuk mengatur tingkat naungan yang mempengaruhi iklim mikro, termasuk suhu, kelembapan dan sirkulasi udara, yang berpengaruh penting terhadap populasi hama dan penyakit. Naungan yang menguntungkan beberapa hama dan penyakit, sedangkan komponen lainnya menyukai kondisi tanpa naungan, sehingga pengelolaan tajuk akan bergantung pada patogen mana yang menjadi perhatian karena terlalu merugikan.

Pemangkasan juga digunakan untuk meningkatkan produktivitas, atau kualitas produksi dari pohon itu sendiri – terutama untuk pohon kayu, pohon buah-buahan, kakao, dan kopi. Ketika pohon kayu bertambah besar, cabang sampingnya tetap tertanam di dalam kayu; mereka terlihat sebagai simpul dalam kayu gergajian. Pemangkasan tunas dan cabang samping yang mati dan hidup penting dilakukan untuk mencegah pembentukan simpul sehingga akan meningkatkan kualitas kayu.

Namun, tidak lebih dari sepertiga tajuk hidup yang harus dibuang pada tahun tertentu. Petani yakin bahwa membuang hampir semua cabang pohon akan memusatkan pertumbuhan pada batang utama, hal tersebut adalah keliru; sebaliknya, pertumbuhan tinggi dan diameter pohon akan melambat, karena laju **fotosintesis** akan berkurang. Beberapa spesies kayu dapat melakukan pemangkasan sendiri (self-pruning), dan tidak boleh dipangkas secara artifisial, kecuali jika cabang pohon ‘pendamping’ yang masih hidup mengganggu pohon utama. Pemangkasan juga harus dilakukan pada semua spesies kayu untuk menghilangkan cabang yang tidak sehat pertumbuhannya.

Untuk pohon kakao, kopi, dan banyak spesies buah, membutuhkan teknik pemangkasan yang sangat spesifik – yang berada di luar cakupan buklet ini – telah dikembangkan untuk memaksimalkan produktivitas dan kualitasnya.

Pemangkasan, terutama untuk jenis pohon bernilai tinggi, merupakan keterampilan yang memerlukan pelatihan dan pemahaman yang baik tentang fisiologi pohon, karena beberapa spesies memiliki persyaratan yang sangat spesifik. Hal tersebut harus dilakukan dengan hati-hati, terutama untuk pohon bernilai tinggi. Waktu terbaik untuk memangkas pohon kayu dan pohon buah umur muda biasanya pada akhir musim kemarau, karena keberadaan spora jamur di udara cenderung minim, dan karena pertumbuhan pohon muda akan segera mulai lagi (awal penghujan), serta luka pemangkasan telah tertutup kembali. Untuk pohon buah yang sudah dewasa (berbuah), pemangkasan biasanya dilakukan setelah panen.

Lopping

Lopping, adalah pemangkasan cabang pohon tetapi tidak termasuk pangkal pohonnya. Lopping merupakan pendekatan secara ‘kasar dan cepat’, tujuan untuk pengurangan tajuk - misalnya, dalam pemangkasan pagar hidup atau dalam beberapa pola **tanam lorong/budidaya pagar** (*alley cropping/hedgerow intercropping*). Lopping kadang-kadang dapat digunakan sebagai pengganti pemangkasan ketika persaingan untuk mendapatkan cahaya dapat dikurangi dengan membuang hanya sebagian cabang, terutama ketika pangkal cabang sulit dijangkau.



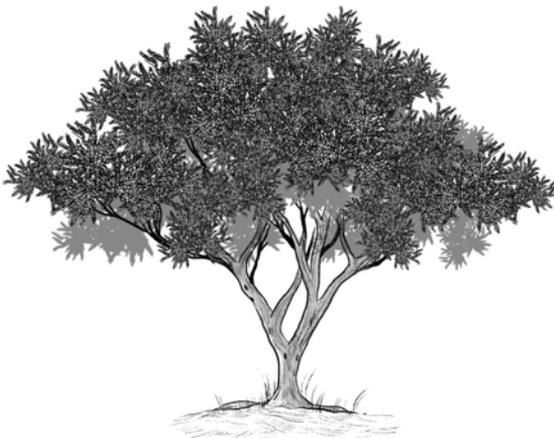
Copicing (Trubusan/Penerubusan)

Banyak spesies pohon setelah dipotong menghasilkan tunas baru dari tunggul atau akarnya, dan trubusan (*copicing*) mengambil keuntungan dari hal tersebut. Tunas-tunas tersebut, setelah berkayu dan cukup besar, dipanen untuk tiang, batang, dan kayu bakar. Komponen pohon dalam budidaya lorong (*alley cropping*) atau budidaya pagar (*hedgerow intercropping*) biasanya juga dikelola dengan cara trubusan (atau juga dengan lopping). Trubusan juga dapat dilakukan untuk mengelola pohon dalam struktur konservasi tanah. Dalam kasus ini, pengembangan tajuk besar dapat mempengaruhi stabilitas struktur. Trubusan akan menyebabkan kematian beberapa akar terutama akar halus, akar yang lebih besar biasanya menjaga stabilitas tanah akan tetap ada, namun akar tersebut juga nantinya akan mati dan terdekomposisi sehingga stabilitas tanah akan menurun.



Pollarding

Secara historis, pollarding digunakan sebagai ganti *trubusan*, dalam situasi di mana hewan yang lepas berkeliaran akan memakan tunas muda dari semak (*coppice*). Dalam pollarding cabang, daun, bunga dan buah dipangkas tetapi pangkal batang utama disisakan untuk bertunas. Tujuan pollarding adalah: memanen tunas pohon untuk kayu bakar, pakan ternak, peremajaan pohon, dan pengurangan naungan. Dalam agroforestri, hal ini penting sebagai teknik pengelolaan naungan, khususnya dalam beberapa sistem multistrata yang lebih sederhana, seperti pollard pohon kopi dengan penayang *erythrina* dan pohon laurel di Kosta Rika.



a. pohon akasia sebelum pollarding



b. pohon akasia setelah pollarding



Penyiangan

Penyiangan adalah pemotongan atau penghilangan tanaman perdu, rerumputan, atau pamanjat yang tumbuh di dekat bibit pohon. Penyiangan selektif menargetkan tanaman yang terlihat mengganggu perkembangan bibit atau pohon dewasa. Kadang-kadang efek negatif dari tanaman lain tidak begitu mudah terlihat, tetapi laju pertumbuhan bibit pohon dapat sangat terhambat, misalnya oleh adanya persaingan dari rerumputan atau tumbuhan agresif lainnya. Praktik penyiangan standar yang baik, terutama ketika pohon akan ditanam di padang rumput, harus bersih dilakukan dengan 'membersihkan gulma' melingkari setiap bibit, dengan jarak 0,5 meter dari batang. Untuk mencegah erosi dan pengeringan, tanah gundul harus dilindungi dengan **mulsa** dari tanaman yang ada atau dari bagian tanaman yang dicabut.





Pemupukan

Pemupukan adalah penambahan hara eksternal untuk menggantikan hara yang telah hilang keluar sistem, dan akibatnya terjadi kekurangan hara. Dalam agroforestri, tata ruang dan waktu pohon, tanaman semusim dan ternak yang tepat memungkinkan sirkulasi **bahan organik** dan unsur hara secara tertutup, sehingga penggunaan pupuk kimia dapat dikurangi tanpa harus kehilangan produksi tanaman. Namun, sistem agroforestri yang masih baru seringkali perlu 'dimulai' dengan pemupukan dasar sebagai 'starter' (saat awal), hal tersebut akan memberikan banyak manfaat dari aplikasi reguler sesudahnya. Di banyak negara, pedoman tersedia untuk pemupukan sistem agroforestri komersial (misalnya kakao dan kopi) dan kebun buah-buahan.

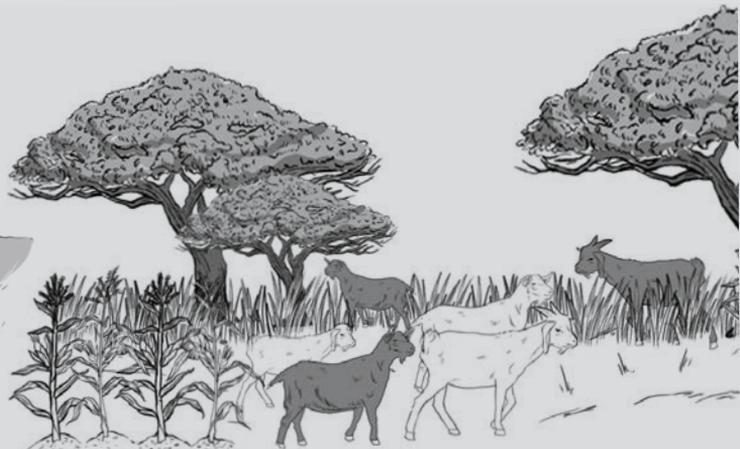
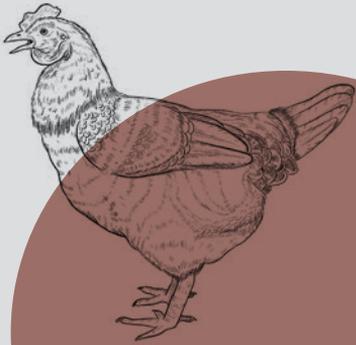
Pemangkasan dapat digunakan sebagai mulsa. Namun, bahan kayu, terutama cabang besar, membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai. Untuk mempercepat pembusukannya, bahan kayu itu harus ditempatkan dalam kontak langsung dengan tanah, dan kemudian ditutup dengan daun dan bagian non-kayu lainnya. Dalam beberapa sistem, tanaman seperti pisang atau pisang raja, bunga matahari Meksiko, dan panicum (panic grass) sengaja ditanam untuk kemudian dipotong menjadi mulsa.



Beberapa bahan organik yang terakumulasi di ladang, seperti kotoran hewan segar atau buah matang, dapat menarik hama dan penyakit. Ini harus dikomposkan di luar lokasi dan kemudian ditambahkan atau dikembalikan ke sistem.



SISTEM UNGGULAN





Ketika menerapkan tiga prinsip desain agroforestri (berpusat pada petani; kesesuaian dengan tempat, dengan orang, dan tujuan; serta sinergi), penting untuk mengenali bahwa setiap lanskap adalah unik, dan oleh karena itu harus memiliki sistem agroforestri yang unik pula. Pohon dalam sistem agroforestri dapat memiliki fungsi yang sangat berbeda, mulai dari menjadi spesies pendamping (*flotilla species*) dalam sistem yang berfokus pada produksi pangan, hingga menjadi spesies unggulan dalam sistem yang dirancang untuk memulihkan lanskap hutan yang terdegradasi.

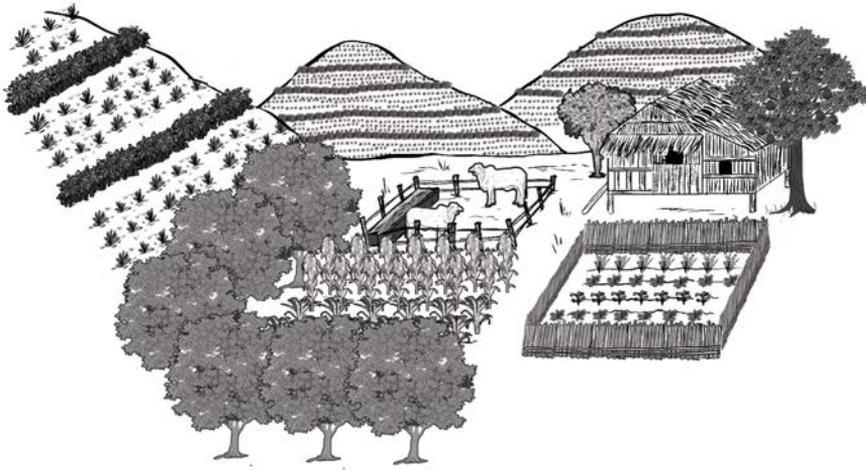
Bab ini menjelaskan beberapa pilihan sistem unggulan, untuk mengilustrasikan fungsi pohon yang berbeda dan implikasi desain serta pengelolaan yang dihasilkan. Sistem unggulan tidak boleh dibaca sebagai 'rencana tercetak' (*blueprint*) untuk diaplikasi langsung, tetapi hanya sebagai contoh sistem umum dan kuat yang dapat digunakan di lokasi tertentu setelah dimodifikasi sesuai dengan kondisi daerahnya.



Tumpang Sari Tanaman Semusim dengan Pohon (ACT, Annual Crops with Trees)

Dalam sistem ini, komponen pohon menyediakan jasa ekosistem yang meningkatkan produktivitas komponen unggulan, yaitu tanaman semusim. Spesies pohon yang dipilih seringkali juga menghasilkan produk-produk yang bermanfaat. Tanaman semusim biasanya menyukai sinar matahari, maka desain dan pengelolaan sistem ini diusahakan untuk meningkatkan jumlah pohon di lahan pertanian tanpa menimbulkan persaingan untuk mendapatkan cahaya.

Sistem ACT ini mengikuti dua pendekatan utama. Dalam tumpang sari, pohon ditanam di antara tanaman semusim. Dalam penanaman sistem sela/relung (niche), pohon ditanam di ruang-ruang kosong atau 'relung', seperti di batas lahan pertanian, tempat dengan kesuburan tanah rendah, sempadan sungai, dan pekarangan rumah. Penanaman pohon sela sering lebih disukai bila area tanam sangat sempit, atau bila pekerjaan yang diperlukan untuk mengelola persaingan tidak sebanding dengan manfaat yang diperoleh dari pohon.



Sistem ACT paling sesuai untuk lahan-lahan yang memiliki produktivitas rendah, terutama jika disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- ▶ Kesuburan tanah rendah
- ▶ Tanah yang rentan – baik karena tutupan lahan terbuka, dengan bahan organik yang rendah atau risiko erosi yang tinggi
- ▶ iklim di mana kekeringan berkepanjangan atau musim hujan yang tidak teratur sering terjadi..

Pohon membantu mengatasi penyebab rendahnya produktivitas tanaman dengan meningkatkan kesuburan tanah, menjaga kelembapan tanah untuk waktu yang lebih lama, dan mencegah erosi tanah (lihat Bab 3. **Sistem Agroforestri sebagai sistem tertutup**). Keuntungan-keuntungan yang diperoleh tersebut perlu ditimbang dengan kerugian-kerugian yang ada, sebagai berikut:

- ▶ Hilangnya ruang fisik untuk spesies unggulan (karena pohon akan menempati ruang di mana tanaman pokok bisa ditanam)
- ▶ Penurunan hasil panen karena naungan
- ▶ Di daerah semi-kering, berpotensi terjadi persaingan air antara pohon dan tanaman pokok

Pedoman Desain

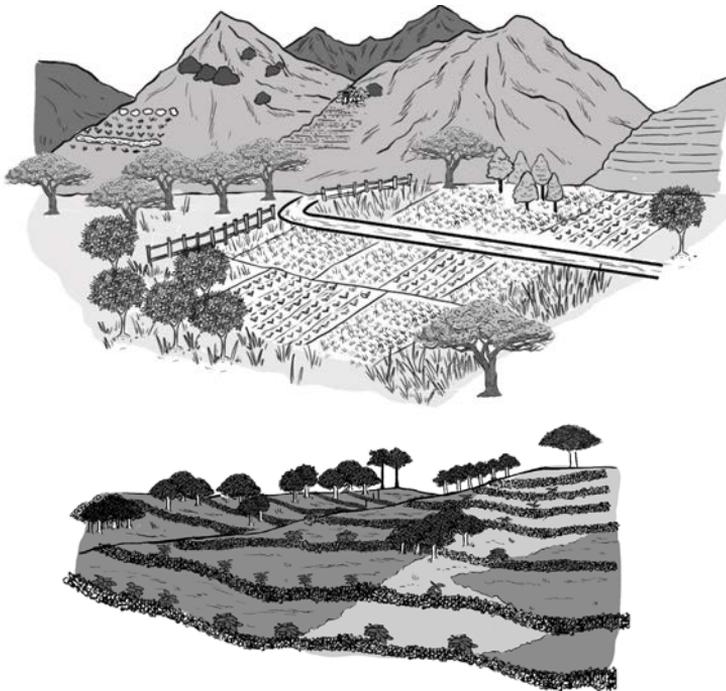
Sistem ACT (tumpang-sari tanaman semusim dan pohon) sering diperkenalkan kepada petani sebagai bagian dari program agroforestri, yang bertujuan untuk memulihkan atau memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan produktivitas pertanian, dan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan rumah tangga petani. Sistem ACT sangat bervariasi dan spesifik konteks. Lembaga dan individu yang mendukung petani harus bekerja sama dengan mereka, mengikuti pedoman seperti yang diuraikan dalam Bab 5 tentang **Rancangan bersama dan pembentukan sistem agroforestri**. Hal tersebut akan memastikan bahwa sistemnya selaras dengan tujuan dan kebutuhan rumah tangga para petani.

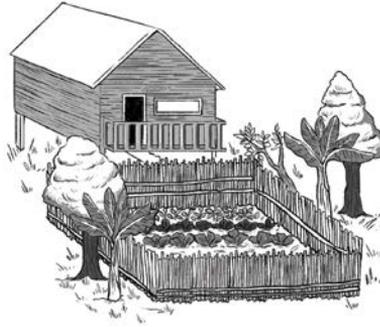
Manfaat-manfaat spesies pohon sampingan (*flotilla species*) untuk lahan pertanian, tanaman pokok, dan petani menjadi paling tinggi jika aturan berikut ini diikuti:

- ▶ Memilih jenis pohon yang tepat untuk petani
- ▶ Memilih tempat yang tepat untuk pohon tersebut
- ▶ Memilih jenis pohon yang tepat bagi sistem, dengan mempertimbangkan tingkat pertumbuhan, jenis tajuk, dan sistem perakarannya.

Pada lahan miring sebaiknya ditanam pohon di sepanjang garis kontur untuk menstabilkan lereng dan mencegah erosi tanah. Pohon-pohon tinggi dan semak-semak bercampur dengan rerumputan bisa menjadi kombinasi yang baik, karena masing-masing dapat mengikat partikel tanah dari lapisan-lapisan yang berbeda; memiliki jenis tanaman dengan tinggi berbeda sehingga dapat mengurangi tingkat naungan. Di tempat-tempat dimana erosi sudah menjadi masalah, maka pohon harus ditanam dengan jarak yang lebih dekat sehingga sebanyak mungkin area tersebut mendapat manfaat dari efek pengikatan tanah oleh akar-akarnya. Nantinya, jumlah pohon dapat dikurangi untuk mengatur ukuran dan tingkat naungan kanopi.

Di daerah datar, terutama lahan sempit, pohon biasanya tersebar diantara tanaman (semusim). Hal ini memungkinkan tanaman untuk mendapatkan keuntungan langsung dari adanya pepohonan – khususnya spesies tanaman pengikat nitrogen atau jenis kacang-kacangan (*leguminosa*) – tanpa menerima terlalu banyak naungan.





Strategi praktis penanaman harus diidentifikasi bersama petani dan anggota rumah tangga lainnya, untuk memastikan bahwa aspek praktis pengelolaan lahan juga dipertimbangkan. Misalnya, pohon sebagai pakan ternak harus ditanam dekat dengan kandang ternak. Pohon buah harus ditanam dekat dengan rumah, baik untuk kemudahan panen maupun untuk alasan keamanan – hal yang sama berlaku untuk spesies bernilai tinggi lainnya.

Ternak adalah bagian penting dari beberapa sistem ACT karena kotorannya bermanfaat untuk pupuk organik. Di lereng yang curam, strategi “tanpa penggembalaan” (zero-grazing) lebih tepat, karena dapat mencegah ternak merusak tanah dan sistem ACT tersebut.



Komponen-komponen (tanaman, pohon, ternak) yang ada dan cara terbaik untuk pengaturannya berbeda dari satu lahan ke lahan lainnya, tetapi kami mencantumkan beberapa pedoman umum di bawah ini:

- ▶ Pohon biasanya membutuhkan unsur hara lebih sedikit dibandingkan tanaman semusim. Secara umum diinginkan bahwa pohon yang ditanam dengan tanaman semusim harus memiliki akar yang menyebar lebih dalam, dengan kerapatan akar lebih sedikit di dekat permukaan tanah di mana sebagian besar akar tanaman semusim ditemukan.
- ▶ Efek kompetisi dapat dikurangi dengan penyiraman, pemupukan, dan pemberian mulsa di zona kompetisi.
- ▶ Petani dapat memperbaiki naungan yang berlebihan dengan memangkas atau mengurangi jumlah pohon yang dirasa mengganggu tanaman semusim.
- ▶ Untuk meminimalkan efek naungan, barisan pohon harus ditanam sejajar dengan jalur sinar matahari.
- ▶ Beberapa spesies pohon secara alami menghasilkan lebih sedikit naungan. Pohon seperti itu mungkin memiliki daun kecil, memiliki daun yang tumbuh cenderung ke atas daripada horizontal, atau gundul atau sebagian gundul (sifat yang terakhir ini sangat berguna jika bertepatan dengan musim tanam).



- ▶ Spesies yang dipilih harus memiliki akar yang dalam, tumbuh dengan cepat, sebaiknya mampu memfiksasi nitrogen dari udara, dan memiliki tajuk yang ringan sehingga sinar matahari dapat melewatinya dengan mudah.
- ▶ Jenis pohon yang sangat produktif dan cepat tumbuh seperti Eukaliptus dan Akasia menyerap banyak air, dan dapat mengurangi ketersediaan air untuk komponen lainnya dalam suatu sistem. Jenis pohon ini paling baik digunakan di lahan pertanian sebagai hutan tanaman (*woodlot*).
- ▶ Tanaman tahunan dengan hasil tinggi yang membutuhkan banyak cahaya, seperti kelapa sawit, tidak cocok ditanam di bawah jenis pohon lainnya, tetapi kelapa sawit dapat menjadi pohon penayang yang sangat baik untuk tanaman yang lebih kecil seperti kakao dan kopi (lihat **Sistem agroforestri kakao multistrata di Amerika Tengah dan Filipina** dalam bab ini).
- ▶ Di daerah semi-kering, rayap dapat menyebabkan kerusakan serius pada bibit dan pohon dewasa, sehingga tindakan mitigasi tingkat kerusakan seperti memilih spesies yang tahan rayap dan menggunakan strategi perlindungan menjadi sangat penting. Strateginya termasuk membuang dengan cepat kayu-kayu mati dari pohon setelah rusak, pemberian mulsa untuk menyediakan sumber makanan alternatif bagi rayap, dan pengelolaan pohon yang hati-hati (terutama saat masih muda) agar tetap sehat dan mampu melawan rayap. Pestisida dapat digunakan, tetapi cenderung membunuh musuh alami, dan paling efektif bila digunakan untuk membunuh koloni rayap daripada melindungi individu pohon, yang tidak diinginkan. Beberapa ekstrak botani dapat pula digunakan untuk mengendalikan rayap.⁸

⁸ Untuk informasi lebih lanjut tentang pengendalian rayap di agroforestri, lihat Nkunika P, Sileshi, G, Nyekp, P, BM, Ahmed. 2013. *Termite management in tropical agroforestry*. Lusaka: University of Zambia Press. <http://dspace.unza.zm/handle/123456789/6496>.

Pedoman Pengelolaan

Banyak petani dengan sengaja mempertahankan pohon dewasa di lahan mereka dan/atau melindungi bibit alami agar tumbuh menjadi pohon dewasa (teknik tersebut dikenal sebagai 'regenerasi alami yang dikelola petani' atau '*farmer-managed natural regeneration*'). Namun, petani biasanya hanya memiliki sedikit pengalaman dalam mengelola pohon yang diperkenalkan kembali ke lanskap yang lebih didominasi oleh tanaman semusim. Tidak seperti halnya petani yang berspesialisasi pada tanaman pohon seperti jenis buah-buahan, kopi, atau kakao, atau yang memiliki hutan tanaman, mereka mungkin tidak terlalu paham juga dengan ukuran pertumbuhan pohon dari waktu ke waktu, seperti tinggi tanaman, lingkaran batang, dan kerapatan akar dan mungkin tidak terlatih dalam cara memaksimalkan pertumbuhan atau produktivitas tanaman.

Poin-poin berikut sering menjadi elemen kunci dari manajemen yang sukses:

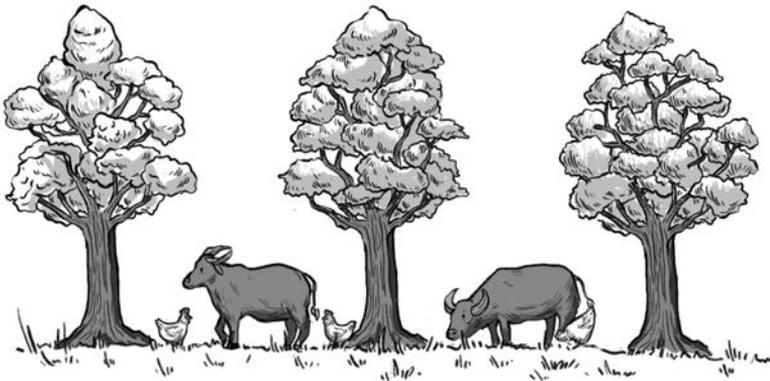
- ▶ Kegiatan terpenting dalam mengelola sistem ACT adalah pengelolaan tajuk pohon untuk meminimalkan naungan tanaman tahunan yang menyukai sinar matahari.
- ▶ Beberapa faktor yang mempengaruhi selang waktu yang ada sebelum pohon mulai mengganggu pertumbuhan tanaman semusim, termasuk kesuburan tanah, iklim, bentuk tajuk, jenis akar, dan toleransi naungan tanaman semusim yang ada. Petani perlu dilatih untuk memahami bagaimana berbagai elemen dalam sistem agroforestri merespons terhadap pemangkasan dan penjarangan pohon (lihat Bab 7. **Pengelolaan pohon dalam sistem Agroforestri**).
- ▶ Indikator ringan adanya persaingan tanaman meliputi: menguningnya daun tanaman – hal tersebut menunjukkan tingkat fotosintesis dan kadar klorofil yang rendah – dan, untuk tanaman sereal, tumbuh kerdil dan kurus. Pohon-pohon yang tumbuh terlalu berdekatan biasanya merespons dengan mencurahkan seluruh energinya untuk pertumbuhan tinggi (etiolasi) karena terlalu gelap, bukan pada pertumbuhan diameter.
- ▶ Pemangkasan, *coppicing*, dan *pollarding* penting untuk mengurangi persaingan. Pohon-pohon tersebut juga menyediakan produk yang bermanfaat, seperti kayu bakar, mulsa, pupuk hijau, pakan ternak, dan ajir untuk panjatan tanaman.



Kombinasi Ternak dengan Pohon

Deskripsi Sistem

Kami berfokus di sini secara khusus pada ternak dalam sistem pertanian campuran. Untuk integrasi pohon dalam sistem peternakan intensif, lihat Kotak 7. Sebagai bagian terpadu dari sistem agroforestri, ternak menawarkan peluang untuk meningkatkan profitabilitas, pengurangan risiko melalui diversifikasi, nutrisi manusia yang lebih baik, penggunaan lahan yang lebih baik, dan efisiensi agroekologi yang lebih tinggi. Pohon ditanam untuk menyediakan jasa ekosistem bagi ternak; namun, mereka juga memperkenalkan beberapa risiko lingkungan dan kesehatan yang harus dimitigasi oleh manajemen yang terinformasi dan hati-hati.



Kotak 7. Potensi Pagar Hidup yang Belum Dimanfaatkan



Penggunaan penting dari penanaman pohon secara linier adalah sebagai pagar hidup untuk mengendalikan ternak. Pembangunan pagar sangat mahal, tetapi pagar hidup lebih murah untuk dipasang daripada pagar tiang mati. Pagar hidup banyak dipraktikkan di peternakan di seluruh dunia, termasuk di Honduras dan Nikaragua, di mana sistem tersebut baru-baru ini dipelajari secara mendalam.⁹

Pagar mencegah hewan masuk tersesat di dalam lahan pertanian dan pagar juga memungkinkan untuk membagi lahan menjadi blok penggembalaan untuk penggembalaan bergilir. Produsen ternak skala besar umumnya memiliki toleransi yang rendah terhadap pohon tumbuh di padang rumput terbuka, seperti di Honduras mereka biasa menebangnya ketika tutupan kanopi mencapai 20%. Namun, mereka aktif menanam pohon di sekitar batas-batas lahan.

Pagar hidup sangat produktif. Inventarisasi peternakan sapi seluas 25.000 hektar di kotamadya Catacamas, Honduras, mengidentifikasi lebih dari 10.000 segmen pagar yang membentang sepanjang 1.730 kilometer, dengan kerapatan linear hampir 70 meter per hektar, meliputi 6,4% dari total luasan lahan. Potensi produksi kayu dari pagar hidup di padang rumput seluas 2,9 juta hektar di Honduras, diperkirakan setara dengan 200.709 hektar perkebunan kayu konvensional, mengingat satu kilometer pagar hidup setara dengan hasil satu hektar perkebunan.

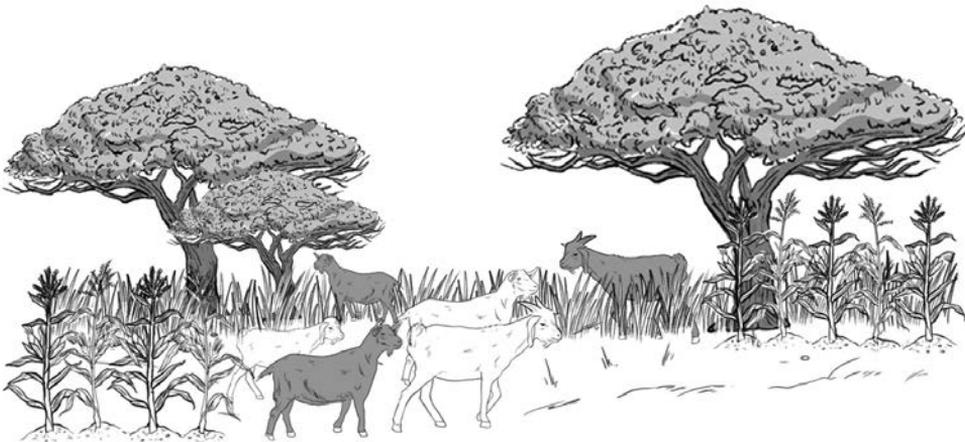


⁹ Somarriba E and Quesada F. 2009. *Agroforestry farm planning: manual for farming families*. 1st Edition. Costa Rica: CATIE.
Somarriba E, Orozco-Aguilar L, Cerda R, López-Sampson A. 2018. *Analysis and design of the shade canopy of cocoa-based agroforestry systems*. In Umaharan P. ed. *Achieving sustainable cultivation of cocoa*. London: Burleigh Dodds Science Publishing, 1–31. <https://doi.org/10.1201/9781351114547>.

Ternak, terutama hewan perambah seperti kambing, dapat menyebabkan kerusakan serius pada tanaman dan pohon jika tidak dikendalikan. Di lanskap miring, ternak yang bebas merumput dapat sangat memengaruhi stabilitas tanah biasanya terjadi pemadatan tanah yang mengakibatkan limpasan permukaan dan erosi meningkat, dengan demikian mengancam keberlanjutan seluruh lahan pertanian.

Sistem tanpa penggembalaan (*Zero-grazings system*), berlawanan dengan penggembalaan bebas, adalah sistem di mana ternak tidak bebas berkeliaran di peternakan untuk mengakses rumput, menjelajah, atau sumber pakan lainnya. Hal ini berarti, ternak biasanya ditempatkan di gedung atau kandang, tempat pakan mereka diletakkan. Sistem demikian sangat cocok untuk petani kecil yang memiliki ternak, tetapi memiliki lahan dan pendapatan yang terbatas. Ternak sering dipelihara di peternakan kecil untuk menyediakan makanan bagi keluarga petani dan sumber pendapatannya dari produk susu, telur, atau daging. Ternak yang dipelihara biasanya sapi, domba, kambing, babi, kelinci, dan di beberapa tempat dipelihara juga marmut.

Meskipun peternak skala kecil sering menambatkan ternak di tempat dimana pakan dapat ditemukan, seperti di sepanjang batas peternakan, di pinggir jalan atau di lahan lain yang terbuka untuk diakses, ruang yang tersedia di peternakan biasanya terbatas menyebabkan hewan dipelihara berdasarkan sistem 'tanpa penggembalaan'. Pohon dan semak ditanam dalam sistem tersebut untuk memberikan tambahan protein tinggi ke pakan dasar ternak yang berasal dari residu tanaman. Hal ini akan memperbaiki kondisi ternak dan menghindari penggunaan semua sisa tanaman yang tersedia – beberapa di antaranya sisa tanaman harus dibiarkan di ladang sebagai mulsa, dan untuk pengendalian erosi tanah – atau membeli tambahan pakan komersial tetapi mahal harganya.



Sistem tanpa penggembalaan menawarkan beberapa keuntungan bagi petani. Hal ini dapat mempermudah pengelolaan ternak, dengan cara sebagai berikut:

-  Memungkinkan ternak dapat dipelihara di peternakan berukuran agak kecil.
-  Sistem ternak dikandang biasanya dipelihara di dekat rumah, anggota rumah tangga dapat lebih mudah mengelolanya sebagai bagian dari kegiatan rutin mereka.
-  Petani lebih memungkinkan untuk memperhatikan hama dan penyakit.
-  Petani lebih memungkinkan untuk mengelola nutrisi yang lebih akurat untuk masing-masing ternak, dengan jalan memberi pakan yang berbeda dalam jumlah yang terkontrol. Hal tersebut dapat memperbaiki pengelolaan pakan dan merupakan langkah pertama yang penting menuju orientasi pasar (misalnya, keterlibatan dalam sektor susu skala kecil).

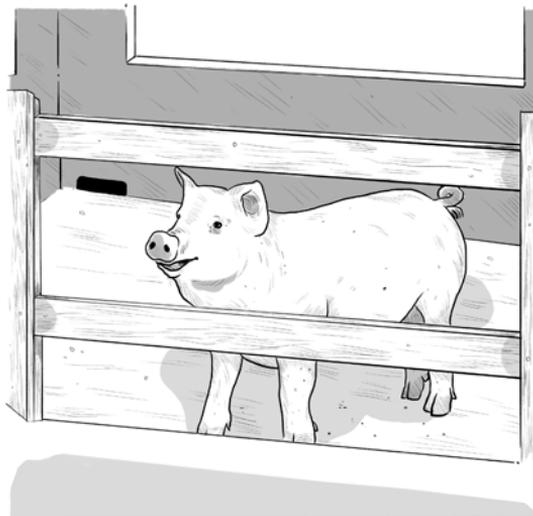
Sistem tanpa penggembalaan, juga menawarkan keuntungan dalam manajemen pertanian secara keseluruhan dan aspek penting lainnya:

-  Kotoran ternak mudah dikumpulkan dan didaur ulang ke lahan pertanian, dengan demikian meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya di seluruh sistem. Kotoran hewan kaya akan nitrogen dan merupakan sumber fosfor yang sangat penting.
-  Pengurungan ternak mencegah efek buruk terhadap tanah dan vegetasi alami, dan kerusakan tanaman milik petani dan tetangganya juga dapat diminimalkan.
-  Ternak peliharaan lebih aman dari bahaya pencurian dan pemangsaan.



Sistem tanpa penggembalaan juga memiliki beberapa potensi kerugian. Sistem tersebut padat karya, dan ketersediaan tenaga kerja dapat membatasi jumlah hewan yang dapat dipeliharanya. Selain itu, bangunan kandang dan peralatan membutuhkan biaya yang cukup besar. Investasi yang dibutuhkan dapat diperoleh kembali dengan keuntungan yang lebih besar untuk masa depan, namun demikian mungkin tidak dapat diterima oleh petani yang targetnya lebih fokus untuk menghindari risiko yang merugikan. Meskipun biaya moneter dapat dikurangi dengan menggunakan bahan lokal dan metode bangunan yang efisien, mereka jarang sekali tanpa mengeluarkan biaya.

Sistem tanpa penggembalaan juga dapat berdampak buruk terhadap kesehatan ternak dan pemeliharanya. Bagi keluarga petani, kontak dekat dengan ternak meningkatkan risiko penyakit zoonosis. Ternak juga berisiko lebih besar terkena penyakit dan perpindahan parasit. Namun, bagi ternak, dampaknya terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia dapat lebih luas jangkauannya. Sayangnya, ternak dari sistem tanpa penggembalaan sering dikurung dalam kandang dengan kondisi yang tidak manusiawi, dengan ruang yang tidak memadai (sempit dan becek), kurangnya tempat untuk berbaring, dan kondisi naungan yang tidak memadai dari cuaca buruk. Pengurungan tidak sehat untuk ternak apapun, dan kurang olahraga (gerak) dapat menyebabkan ternak tidak sehat dalam jangka panjang dan berdampak psikologis. Jika memungkinkan, langkah-langkah perbaikan harus diambil untuk meminimalkan masalah kesejahteraan ternak. Dalam hal ini, para pendamping lapangan yang mendukung dan memberi saran kepada para petani, dapat berkontribusi dengan menunjukkan keuntungan menghindari efek buruknya seperti kerusakan kaki, kerusakan sendi, kerusakan kulit, peningkatan agresi, perubahan perilaku lainnya, dan kinerja reproduksi yang buruk. Semua ini menyusahkan ternak dan mengakibatkan ternak berumur lebih pendek serta produktivitas yang lebih rendah.

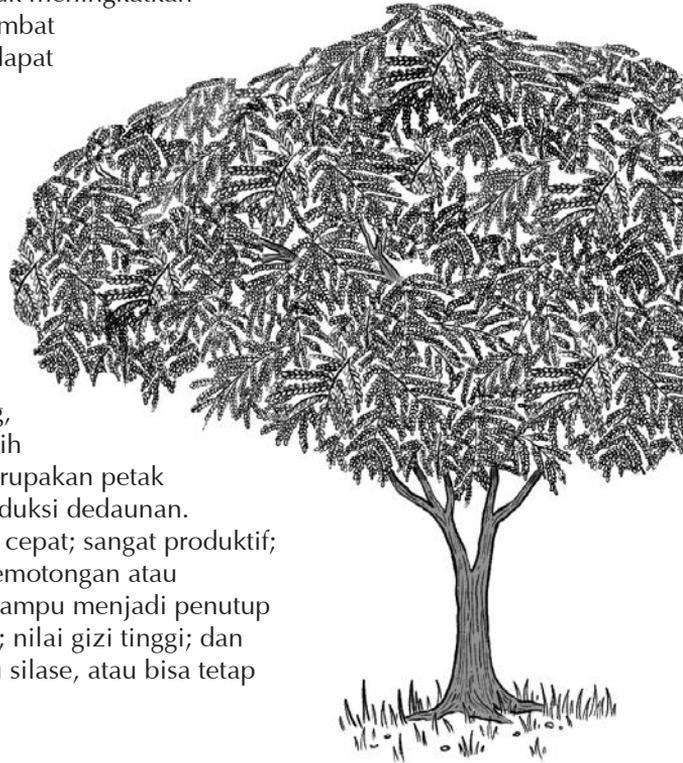


Pedoman Desain

Produksi pohon pakan ternak

Pakan untuk ternak yang tidak digembalakan seringkali diberikan dalam bentuk rerumputan, legum pakan ternak, dan potongan dahan dari semak dan pohon. Ada banyak cara untuk memasukkan komponen pohon pakan ternak tanpa penggembalaan dalam sistem agroforestri, seperti dalam sistem ACT atau sebagai pagar hidup. Spesies kandidat yang baik adalah yang menghasilkan pakan ternak berkualitas tinggi dan enak dalam jumlah besar; tumbuh relatif cepat; tetap produktif selama musim kemarau ketika ketersediaan rumput pakan ternak semakin langka; dan tolerir terhadap segala bentuk pemangkasan (*coppicing* atau *pollarding*) yang sering dilakukan. Spesies yang akan ditanam dengan tanaman pangan utama harus memiliki tajuk yang tidak terlalu menyebar lebar dan jarang (kerapatan helai daun rendah untuk mengurangi naungan), dan akar yang menyebar lebih dalam dari pada tanaman semusim (untuk mengurangi persaingan hara dan air). Beberapa spesies kacang-kacangan (leguminosa) menawarkan manfaat tambahan untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan jalan menambat nitrogen bebas dari udara sehingga dapat memperbaiki ketersediaan nitrogen dalam tanah.

Pada lahan miring, seperti pada sistem ACT yang disebutkan di atas, pohon dan semak harus ditanam di sepanjang garis kontur untuk mencegah erosi tanah. Di tempat-tempat seperti batas antar lahan, bentangan sempadan sungai, petak-petak kecil dan kosong, pohon dan semak dapat ditanam lebih rapat di bank pakan ternak, yang merupakan petak permanen yang memaksimalkan produksi dedaunan. Spesies rumput terkait harus tumbuh cepat; sangat produktif; beradaptasi dengan baik terhadap pemotongan atau pengundulan yang sering terjadi; mampu menjadi penutup tanah yang baik; cocok untuk ternak; nilai gizi tinggi; dan mudah disimpan sebagai jerami atau silase, atau bisa tetap hijau di musim kemarau.

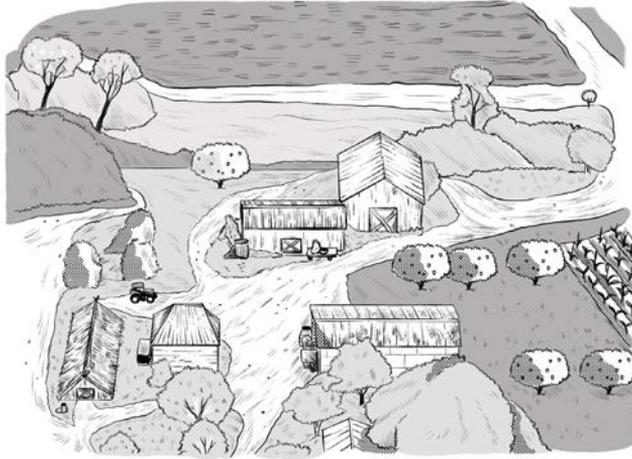


Jenis ternak

Semua jenis spesies atau ras ternak hasil pembiakan/pemuliaan dapat dipelihara di sistem tanpa penggembalaan. Namun, sistem tersebut membutuhkan investasi modal yang relatif besar dan masukan manajerial dan material yang berkelanjutan. Oleh karena itu, peternak lebih cenderung menggunakan sistem tersebut untuk hewan yang menghasilkan keuntungan besar, seperti sapi perah atau domba yang dipelihara untuk diambil dagingnya yang akan dipasarkan. Telur, yang dapat diproduksi dalam jumlah besar dari ayam petelor yang lebih baik, seringkali menghadapi permintaan siap pakai dan harganya tinggi. Di sisi lain, kemudahan dan efisiensi memberi pakan ternak jenis kecil, seperti kelinci, dapat menjadikannya pilihan sederhana yang juga menarik, baik untuk makanan keluarga maupun untuk dijual.

Investasi bibit ternak hasil pemuliaan yang lebih baik (seperti sapi perah persilangan atau ras domba khusus) memungkinkan petani dapat memanfaatkan peluang untuk pendapatan yang lebih tinggi yang ditawarkan oleh sistem tanpa penggembalaan. Namun, ternak tersebut tidak secara otomatis menghasilkan lebih banyak: tetapi mereka membutuhkan manajemen pakan yang jauh lebih baik (lihat di bawah) untuk mencapai potensi produksinya, serta perhatian yang cermat terhadap kesehatan dan kesejahteraan mereka.





Lokasi

Penempatan unit tanpa penggembalaan akan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang perlu diseimbangkan. Kedekatan dengan rumah petani memudahkan pemantauan ternak, tetapi jika banyak ternak yang dipelihara, dan sumber pakan dan air tidak dekat, maka tenaga kerja yang dibutuhkan mungkin di luar kemampuan keluarga petani. Pertimbangan-pertimbangan penting lainnya termasuk akses jalan, tenaga listrik, dan ketersediaan bahan bangunan lokal. Setiap petani perlu mempertimbangkan situasi mereka sendiri sehubungan dengan lokasi dan mencoba mengidentifikasi kompromi yang paling tepat.

Kandang dan infrastruktur terkait

Berbagai desain kandang dapat digunakan untuk ternak tanpa penggembalaan, tergantung pada tujuan petani yang lebih luas. Misalnya, lantai berpaling sangat meningkatkan efisiensi daur ulang kotoran, jika hal tersebut merupakan pertimbangan penting. Namun, kandang berpaling untuk ruminansia besar (hewan pemamah biak besar) harus sangat kuat, oleh karena itu pembangunannya relatif mahal. Pentingnya peralatan yang dirancang dengan baik, seperti bak pakan, juga tidak boleh diremehkan. Bak pakan yang tidak memadai dapat menyebabkan pemborosan pakan yang diberikan hingga 30 persen, dan pemborosan ini akan mengurangi keuntungan yang diperoleh peternak.

Pedoman Pengelolaan

Pengelolaan pohon dan semak

Pengelolaan yang efektif untuk pohon pakan ternak, semak dan tanaman pakan ternak lainnya, bisa sangat rumit, karena: memerlukan pengalaman dan akses ke informasi yang baik dan andal – misalnya dari layanan penyuluhan. Sebagai contoh yang baik adalah sistem pakan tanpa penggembalaan dengan tiga strata tanaman yang banyak dikembangkan untuk daerah-daerah kering di Indonesia.

Sistem tersebut menggabungkan tanaman pakan ternak, rerumputan, legum penutup tanah (LCC), semak pakan ternak, dan pohon pakan ternak. Komponennya memiliki siklus hidup atau pola pertumbuhan yang berbeda, sehingga pakan ternak berkualitas tinggi selalu tersedia sepanjang tahun. Rerumputan dan legum penutup tanah dipanen selama musim penghujan, legum semak/perdu selama musim kemarau, dan pohon pakan ternak dipanen selama akhir musim kemarau ketika tumbuhan lain hanya sedikit yang tumbuh.¹⁰ Di Rwanda, simpanan pakan ternak tidak terlalu rumit, karena petani lebih suka menanam legume perdu seperti kaliandra ditanam bersama dengan tanaman pangan untuk mendukung kesuburan tanahnya. Bank pakan ternak biasanya dirancang dan ditanam di sekitar pakan ternak utama, seperti rumput gajah/*Napier* (rumput *Pakchong/Pennisetum purpureum*), tetapi juga sering ditanam secara bergilir dengan spesies rumput lain yang digunakan untuk tujuan lain. Tanaman pakan ternak juga ditanam secara permanen di tanah-tanah kosong yang tidak digunakan untuk bercocok tanam, misalnya di sepanjang sungai.



¹⁰ Untuk contoh penanaman pakan ternak sepanjang tahun, lihat Nitin IM, Lana K, Sukanten W, Suarna M, Putra S. 1989. The concept and development of three-strata forage systems. In Proceedings of the IDRC workshop Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals, Denpasar, Indonesia, 24–29 Juli 1989. 92–102. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/18656/IDL-18656.pdf>.

Pengelolaan pakan

Keputusan mengenai pemberian pakan ternak yang tepat selalu melibatkan kompromi antara tujuan produksi (yang dapat berlipat ganda dan saling bertentangan) dan kisaran serta jumlah pakan yang dapat disediakan. Beberapa sistem ‘potong dan angkut’ beroperasi secara efisien pada sumber pakan yang dikumpulkan secara lokal dari lahan umum (seperti rerumputan pinggir jalan), sementara yang lain mungkin sepenuhnya bergantung pada hijauan yang ditanam dan pakan lain atau tanaman pangan.¹¹ Pohon dan semak, terutama legum, menyediakan pakan kaya nitrogen berkualitas tinggi untuk melengkapi residu tanaman yang ada.

Pengumpulan dan penanganan kotoran.

Sistem tanpa penggembalaan menawarkan peluang penting bagi petani untuk menggunakan pupuk kandang yang diproduksi oleh ternak mereka secara lebih efektif. Dalam beberapa kasus, ini dapat digunakan sebagai bahan bakar, tetapi mendaur ulang hara dengan mengaplikasikannya ke lahan pertanian juga merupakan praktik yang sangat luas dilakukan. Selain meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya melalui sistem tersebut, daur ulang pupuk kandang dapat memberikan keuntungan finansial langsung dengan mengurangi pengeluaran untuk pembelian pupuk. Namun demikian, aplikasi langsung ke tanaman harus dihindari. Petani membutuhkan pengetahuan tentang cara pengomposan yang baik untuk memaksimalkan nilai pupuk kandang.

Penyiraman

Penyiraman sering diabaikan, tetapi sangat penting bagi ternak yang dikandangkan, yang tidak dapat menemukan air sendiri. Kebutuhan air telah dibahas pada bagian peternakan “Kebutuhan air tinggi untuk perawatan dan pemeliharaan ternak”. Akal sehat juga dapat membantu: jika seorang peternak mengharapkan seekor sapi perah menghasilkan 20 liter susu setiap hari, tetapi hanya menyediakan 10 liter air, kekecewaan akan menjadi satu-satunya hasil!



¹¹ Tanaman pakan adalah tanaman yang dikonsumsi oleh manusia (makanan) dan hewan (pakan).

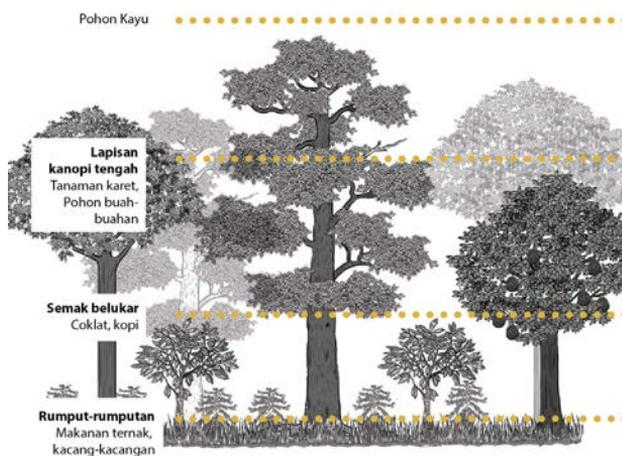


Agroforestri Tahunan Multistrata

Deskripsi dari Sistem

Sistem agroforestri multistrata tahunan merupakan sistem agroforestri yang paling kompleks dari semua jenis agroforestri. Sistem tersebut mencakup sistem simultan dan suksesi. Dalam sistem simultan, spesies yang sama, dengan pengaturan horizontal dan vertikalnya, dipertahankan selama masa produktif seluruh sistem. Dalam sistem suksesi, komposisi dan struktur spesies berubah dari waktu ke waktu.

Kedua sistem tersebut memanfaatkan adanya kebutuhan spesies yang berbeda akan air, cahaya, dan hara. Sistem simultan dengan sengaja menggabungkan spesies yang mencapai ketinggian berbeda, membagi ruang vertikal antara tanah dan matahari menjadi lapisan-lapisan yang berbeda. Tanaman semusim dan pohon dipilih sedemikian rupa sehingga pada setiap saat, setiap spesies atau kelompok spesies idealnya akan menempati lapisan tertentu, berdasarkan tinggi relatifnya dan kebutuhannya akan sinar matahari (lihat Bab 7. **Pengelolaan pohon dalam sistem agroforestri**). Namun, karena tinggi pohon berubah dari waktu ke waktu, manajemen diperlukan untuk mempertahankan lapisan yang berbeda.



Dalam sistem suksesi, strategi pembagian sumber daya ini dilanjutkan dengan menanam spesies dengan siklus hidup yang berbeda. Seiring waktu, spesies tanaman tersebut berhasil satu sama lain; tanaman dengan umur lebih pendek berkembang bersama tanaman yang berumur lebih panjang. Ketika tanaman tersebut dipangkas atau menyelesaikan siklus hidupnya, mereka meninggalkan warisan yang bermanfaat yaitu bahan organik di dalam tanah, dan hasil interaksi perkembangannya dengan tanaman, hewan, dan spesies mikroba lainnya. Perbaikan kandungan bahan organik tanah tersebut memperbaiki struktur tanah, kesuburan, dan kadar air tanah.



Sistem multistrata sangat bervariasi dalam desain dan komposisi spesiesnya, tergantung pada wilayah dan jenis komunitas pertanian. Namun, sistem tersebut biasanya dirancang di sekitar satu tanaman unggulan yang mewakili tujuan produksi utama bagi petani atau komunitas petani. Seringkali, tujuan produksi berubah dari waktu ke waktu ketika produk yang tersedia berbeda, atau karena komponen yang berbeda-beda dari sistem telah menjadi tua atau matang, dan ketika kondisi pasar dan nilai produk yang berubah. Dalam sistem multistrata ini memerlukan investasi dalam tenaga kerja dan perencanaannya, oleh karena itu penting bagi petani untuk terlibat secara dekat dalam desain dan perencanaannya. Hanya komunitas petani yang sepenuhnya dapat memahami waktu dan komitmen yang diperlukan untuk mengelola sistem tersebut yang akan berhasil menuai keuntungannya.

Desain sistem multistrata memerlukan optimalisasi penggunaan ruang dengan mengatur tanaman dalam ruang dan waktu, untuk memastikan produktivitas maksimum tanaman unggulan dapat diperoleh melalui pengelolaan kerapatan lapisan/strata tanaman yang berbeda-beda secara seksama. Sistem multistrata yang dirancang dengan baik memanfaatkan stok benih yang ada dengan mendukung regenerasi alami spesies pohon asli, sambil secara sengaja menambahkan komponen baru dengan potensi mata pencaharian penting, seperti pohon buah-buahan atau komoditas lainnya seperti kelapa sawit dan karet.

Pedoman Desain

Struktur kanopi perlu dirancang dengan cermat untuk mengoptimalkan penggunaan ruang horizontal dan vertikal. Hal tersebut dilakukan berdasarkan siklus hidup produktif dan ketinggian spesies yang berbeda.

Di daerah perbukitan, pohon harus ditanam mengikuti garis kontur, untuk meminimalkan erosi tanah.



Sistem ini awalnya dirancang untuk mengoptimalkan produktivitas spesies unggulan (yang bervariasi dari satu tempat ke tempat lain), dengan spesies pendamping dipilih untuk memaksimalkan sinergi antara keduanya. Oleh karena itu system ini membutuhkan pengetahuan mendalam tentang kebutuhan fisiologis dan tahapan produktif unggulan.

Pohon yang menghasilkan banyak dedaunan dan spesies pengikat nitrogen (leguminosa) meningkatkan sirkulasi hara dalam sistem. Dalam sistem suksesi, kelompok fungsional spesies ini harus terwakili dalam setiap tahapan suksesi, untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk komersial. Siklus hidup dan

rentang produktivitas dari spesies yang berbeda harus dipetakan ke waktu penanaman dalam tahap suksesi. Hal ini untuk menghindari kesenjangan produktivitas dan kekurangan aliran uang. Selain itu, penting juga untuk menghindari kesenjangan produksi antara akhir masa hidup satu suksesi dan masa produktif berikutnya.

Komponen-komponen dalam system ini perlu terus dikelola sepanjang siklus produktif untuk mengatur kepadatan populasinya, meminimalkan persaingan, dan meningkatkan komplimentaritas (saling melengkapi) antar komponen. Petani perlu menyadari bahwa mengelola sistem seperti ini adalah suatu pekerjaan penuh waktu (*a full time job*). Sistem ini sangat menuntut dalam hal kebutuhan tenaga kerja di semua tahap (perencanaan, penanaman, dan pengelolaan). Tuntutan ini harus sesuai dengan ketersediaan tenaga kerja dan pengetahuan, pengalaman, kapasitas belajar dan aspirasi petani.

Ternak dapat dimasukkan ke dalam sistem, tetapi spesies tanaman perlu dilindungi dari kerusakan dan penggembalaan berlebihan. Di dataran tinggi dengan lereng curam, strategi tanpa penggembalaan lebih tepat, karena mencegah kerusakan oleh ternak baik pada lahan maupun sistem.

Pedoman Pengelolaan

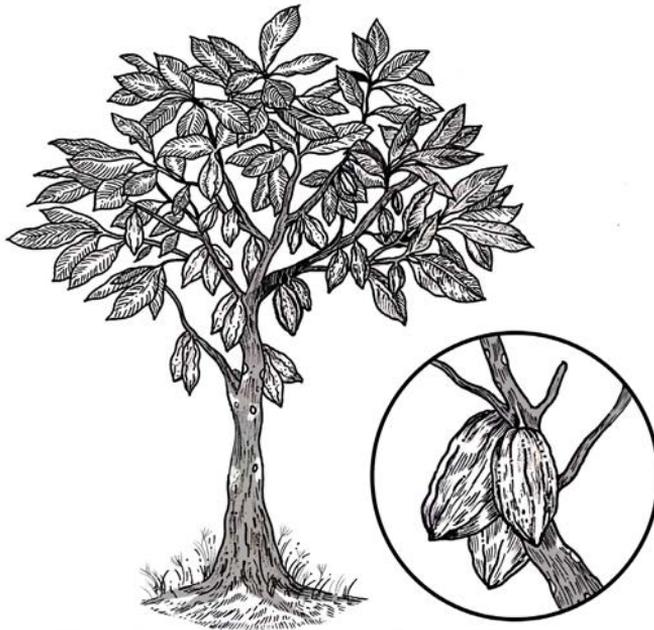
Prinsip dasar pengelolaan sistem multistrata adalah memanipulasi komposisi spesies dan struktur spasial dan temporal untuk memberikan jumlah naungan yang tepat pada waktu yang tepat pula bagi tanaman dalam sistem. Hal ini memerlukan pengetahuan yang mendalam tentang fenologi setiap spesies – yaitu, tentang waktu kehilangan daun (gugur atau rontok), produksi daun dan pucuk baru, pembungaan, dan pematangan.

Cahaya memicu pertumbuhan tanaman, oleh karena itu terjadi penyerapan hara dari tanah. Di lokasi dengan kesuburan tanah rendah, dan jika pupuk belum ditambahkan, kelebihan cahaya akan membuat tanaman stres, menyebabkan pertumbuhan yang buruk dan hasil yang rendah. Tanda-tanda stres meliputi perubahan warna atau kematian daun, dan umumnya tanaman lemah; tanaman yang sangat stres bisa mati. Petani dapat memperoleh produksi maksimum untuk tingkat kesuburan tanah tertentu dengan jalan mengelola penetrasi cahaya.

Untuk menilai apakah sistem naungan sudah optimal, penyuluh dapat mengikuti tiga langkah prosedur yang mudah berikut ini:

- 1 Menilai paparan sinar matahari dari sistem, pada waktu yang berbeda-beda sepanjang hari. Bahkan di lahan pertanian yang sama, area yang berbeda dapat menerima jumlah sinar matahari yang sangat berbeda, bergantung pada posisinya di lanskap.
- 2 Berjalanlah ke seluruh sistem pada waktu yang berbeda dalam satu hari, dan amati penetrasi cahaya di permukaan tanah. Hal tersebut akan menunjukkan kepada Anda apakah sistem terlalu padat, dan apakah perlu dilakukan pengurangan jumlah cabangnya atau dilakukan pemangkasan.
- 3 Diskusikan dengan petani tingkat produktivitas yang dapat mereka kelola. Seberapa subur tanahnya? Bisakah mereka membeli dan menggunakan pupuk tambahan? Berdasarkan waktu dan lamanya penyinaran dari matahari, tentukan rezim naungan yang optimal untuk mencapai tingkat produktivitas tersebut.

Berdasarkan tiga langkah penilaian di atas, maka bekerjalah dengan petani dalam mengelola kanopi dan kerapatan tegakan yang optimal sebagai kegiatan rutin setiap bulan.





Sistem Agroforestry Kakao Multistrata di Amerika Tengah dan Filipina

Deskripsi Sistem

Kakao pertama kali dibudidayakan sebagai tanaman naungan di bawah kanopi pohon asli. Namun, di banyak negara, varietas kakao dengan sinar matahari penuh (full sun) tersedia lebih banyak, ditambah dengan adanya tekanan untuk meningkatkan produksi kakao menyebabkan terjadi penggantian sistem campuran menjadi monokultur. Hasil panen dalam sistem tanpa naungan (terbuka) bisa lima kali lebih besar daripada sistem dengan naungan, konsekuensinya kakao tanpa naungan juga membutuhkan lebih banyak unsur hara dan air yang tanpa disadari petani akan mempercepat degradasi kesuburan tanah. Akibatnya, petani kakao cenderung membuka lahan baru saat membangun kebun baru, yang seringkali berujung pada deforestasi.

Kakao toleran terhadap naungan, maka tanaman tersebut merupakan salah satu tanaman yang paling cocok untuk sistem agroforestri, terutama bagi keluarga petani yang lebih menyukai aliran pendapatan yang beragam daripada hanya bergantung pada satu jenis tanaman saja. Ada juga minat baru di antara produsen cokelat skala besar terhadap agroforestri karena adanya masalah perubahan iklim mulai mempengaruhi perkebunan di daerah penghasil kakao tradisional. Tanaman kakao sangat sensitif terhadap variasi iklim, terutama suhu, tetapi juga perubahan curah hujan dan lamanya penyinaran matahari. Kekhawatiran akan deforestasi juga muncul akibat adanya ekspansi kakao. Keanekaragaman, komposisi botani, dan kompleksitas struktural sistem agroforestri kakao sangat bervariasi antar wilayah geografis, antar kebun dalam satu wilayah, dan bahkan antar bagian dalam perkebunan. Di seluruh wilayah, desain dan pengelolaan sering kali kurang, sehingga menyebabkan naungan yang kurang optimal (berlebihan, kurang, atau tidak merata).

Pedoman Desain

Dalam sistem multistrata ini, kakao ditanam sebagai tanaman di bawah kanopi pohon dan lapisan-lapisan emergent (Gambar 6 dan 7). Dalam sistem yang dikelola dengan baik, tanaman penutup tanah keluarga legum (LCC) dan rumput juga dapat ditanam di bawah kakao.

Lapisan-lapisan tersebut mengoptimalkan penggunaan cahaya, air, hara dan ruang. Lapisan emergent dan kanopi memaksimalkan pemanfaatan cahaya, dan memberikan naungan pada pohon kakao, yang menyerap cahaya langsung dan tidak langsung (cahaya yang masuk menyebar ke bagian lain / difusi).

Di dalam tanah, kisaran kedalaman sebaran akar tanaman memungkinkan sistem untuk menyerap lebih banyak air dan hara, serta melindungi tanah dari erosi dan tanah longsor. Pohon berakar dalam menyerap hara seperti nitrat, fosfat, dan asam organik dari dalam tanah, dan membuatnya tersedia untuk pohon berakar dangkal, termasuk kakao, melalui seresah gugurnya.

Pedoman Pengelolaan

Untuk mempertahankan kesehatan dan produktivitas maksimum tanaman, tingkat naungan harus direncanakan, dipantau, dan dikelola dengan hati-hati selama masa hidup sistem naungan kakao.

Tingkat naungan yang tidak tepat memiliki efek dramatis. Pohon di bawah naungan akan tumbuh kerdil, tanda-tanda stres air, daun dan batang melepuh, pangkal bunga rusak karena panas, daun lebih sedikit, dan hasilnya rendah.

Pohon yang dinaungi terlalu banyak juga akan memperlihatkan pertumbuhan yang kerdil, bersama dengan batang dan daun yang tumbuh memanjang, laju pembungaan yang rendah, pembentukan polong yang lebih sedikit, ancaman penyakit yang lebih tinggi (termasuk *Phytophthora*, busuk batang, busuk buah, dan pucuk bengkok karena serangan virus), dan insiden hama yang lebih tinggi seperti penggerek buah.

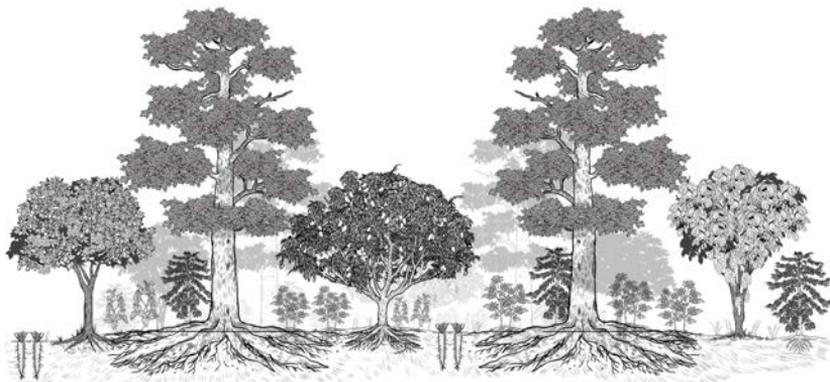
Jumlah naungan yang dibutuhkan pada suatu perkebunan tertentu bergantung pada derajat naungan sendiri, stadium fenologis, kondisi lokasi, dan karakteristik tajuk, seperti dijelaskan di bawah ini..

Naungan sendiri

Di tajuk pohon kakao, daun dan dahan bagian atas memberi naungan pada daun bagian bawah, sementara pohon kakao yang berdekatan saling memberi naungan. Keduanya adalah contoh *self-shading*. Jika *self-shading* tinggi, maka naungan atas yang dibutuhkan lebih sedikit. Jika hal tersebut terjadi, maka jumlah pohon pelindung yang dibutuhkan lebih sedikit dan petani kehilangan pilihan untuk mendapatkan hasil tambahan (kayu, buah, dll.) dan jasa (budaya, lingkungan) di lahan kakao.

Naungan sendiri ditentukan oleh faktor-faktor yang berhubungan dengan bentuk dan ukuran pohon kakao, serta konfigurasi dan jarak tanam, baik sendiri-sendiri maupun bersama-sama. Faktor-faktor yang termasuk penting:

- ▶ Umur tanaman kakao (tanaman muda memiliki tajuk kecil, sehingga tingkat naungan sendiri masih rendah – diperlukan naungan berlebih)
- ▶ Frekuensi dan intensitas pemangkasan (pemangkasan yang jarang dan ringan menghasilkan pohon kakao yang tinggi, tajuk pohon kakao saling tumpang tindih dengan pohon di dekatnya, dan tingkat naungan sendiri yang tinggi)
- ▶ Jenis bibit pohon. Apakah pohon tersebut berasal dari bibit cangkakan atau ditanam langsung dari biji (pohon kakao yang dicangkakan cenderung lebih pendek dan mahkotanya lebih terbuka daripada pohon yang ditanam dari biji, sehingga naungan sendirinya lebih sedikit jika kebun dikelola dengan baik)
- ▶ Jarak antar pohon (pengaturan penanaman segitiga memungkinkan lebih banyak pohon kakao per hektar daripada konfigurasi persegi atau persegi panjang. Tingkat naungan sendiri (self shading) lebih tinggi dalam konfigurasi penanaman yang rapat dan 'padat').



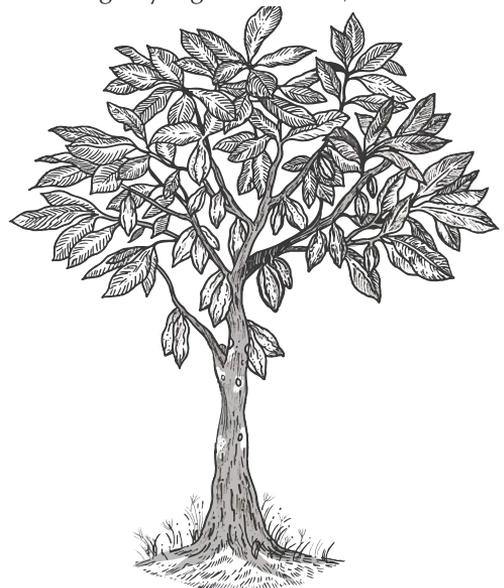
Dinamika waktu

Selain perubahan tingkat naungan sendiri yang terjadi saat tanaman kakao bertambah tua dan besar, kebutuhan cahaya pohon kakao bervariasi menurut siklus tahunannya: cahaya sangat dibutuhkan pada tahap pembungaan dan pengisian polong (buah). Untuk kinerja kakao yang optimal, naungan harus disesuaikan dengan ritme bulanan tanaman kakao, dengan pemangkasan atau pemotongan pohon naungan yang tepat waktu atau pollarding pohon-pohon pelindung.

Kondisi lokasi

Beberapa faktor lokasi yang mempengaruhi jumlah cahaya yang mencapai lahan kakao dan tingkat naungan optimal yang dibutuhkan:

- ▶ Garis lintang, keterpaparan, dan kemiringan lahan menentukan jumlah sinar matahari yang mencapainya
- ▶ Tingginya prevalensi awan mengurangi sinar matahari
- ▶ Topografi tanah sekitar lahan dan ketinggian vegetasi sekitar lahan, mempengaruhi tingkat naungan lateral pada lahan kakao
- ▶ Kesuburan tanah: pada tanah yang tidak subur, petani hanya dapat menanam kakao di tempat teduh jika menggunakan pupuk. Jika mereka tidak mampu membeli pupuk, maka dibutuhkan lebih banyak naungan, untuk mengurangi sinar matahari dan kebutuhan unsur hara
- ▶ Curah hujan: untuk setiap lokasi, penting untuk menetapkan curah hujan tahunan di bawahnya, dimana penyisipan jenis pohon lain ke dalam sistem kakao tanpa naungan akan mengakibatkan pertumbuhan kakao yang buruk karena ada persaingan dalam mendapatkan air
- ▶ Ketinggian: kakao dapat ditanam pada ketinggian 50–1200 meter di atas permukaan laut (m.dpl). Ketinggian optimal adalah sekitar 400–800 mdpl. Di atas 500 mdpl, kakao membutuhkan lebih sedikit naungan daripada di ketinggian yang lebih rendah
- ▶ Suhu: semakin tinggi suhu, semakin banyak naungan yang dibutuhkan, sehingga pohon kakao umumnya membutuhkan lebih banyak naungan pada musim kemarau. Hal ini berimplikasi pada praktik pemangkasannya: pohon naungan harus dipangkas pada awal musim hujan dan dibiarkan tumbuh kembali selama musim kemarau untuk memberikan naungan yang dibutuhkan selama periode tersebut.



Karakteristik tajuk

Penutup naungan harus serupa di berbagai bagian perkebunan kakao. Namun dalam praktiknya, banyak perkebunan kakao memiliki petak-petak dengan terlalu banyak naungan atau bahkan tidak sama sekali. Hal ini sebagian disebabkan oleh variasi distribusi vertikal dan horizontal tutupan tajuk dan komposisi botaninya. Pohon-pohon tinggi memberikan naungan yang kurang intens daripada pohon-pohon pendek, dan spesies-spesies pohon yang berbeda dalam waktu setahun, saat mereka menjadi tidak berdaun dan saat periode tanpa daun.

Studi Kasus

Agroforestri kakao di Amerika Tengah

Beberapa masyarakat adat Koridor Biologis Mesoamerika, termasuk suku Chibcha dan Maya, membudidayakan kakao dengan naungan. Perkebunan kakao ini biasanya menampung antara 125 dan 145 spesies pohon dengan kerapatan 85–166 pohon per hektar. Sebagian besar pohon ditanam (kecuali dalam sistem kakao pedesaan atau *rustic cacao system* yang memanfaatkan vegetasi hutan alam terdegradasi yang populasinya jarang), meskipun beberapa tanaman berasal dari permudaan alami. Pohon naungan digunakan untuk kayu (*Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*), buah (Musa spp., jeruk, alpukat, kelapa, pohon persik, mangga), dan penaung (Inga spp., gamal/gliricidia, lamtoro/Leucaena). Kanopi pohon memiliki tiga strata vertikal (rendah <10 meter, sedang 10–20 meter dan tinggi >20 meter), masing-masing strata mengandung sekitar 50%, 30% dan 20% dari total kerapatan pohon yang ada.

Dalam sistem ini, kakao dibudidayakan pada ketinggian 100–800 mdpl di petak-petak kecil (1,2 hektar per kebun). Pohon kakao biasanya berjarak 4 × 4 meter (625 tanaman per hektar) di sebagian besar negara. Mereka biasanya diproduksi menggunakan benih hibrida dari penyerbukan terkontrol atau dari polong yang dipilih di pertanian lokal; kakao cangkok baru digunakan sejak sekitar tahun 2010 dan ketersediaannya masih langka. Sebagian besar petani memiliki dua atau lebih petak kakao per kebun.

Lima tipe dasar kanopi penayang yang digunakan di wilayah ini:

1

Kakao di bawah naungan satu spesies pohon, baik spesies kayu (misalnya, *Cordia alliodora*) atau legum pengikat nitrogen (misalnya, spesies Inga)

2

Strata kakao di bawah dua naungan terdiri dari campuran buah-buahan (misalnya jeruk, rambutan / *Nephelium lappaceum*, pohon persik / *Prunus persica*), legum, dan spesies kayu (*C. Alliodora*)

3

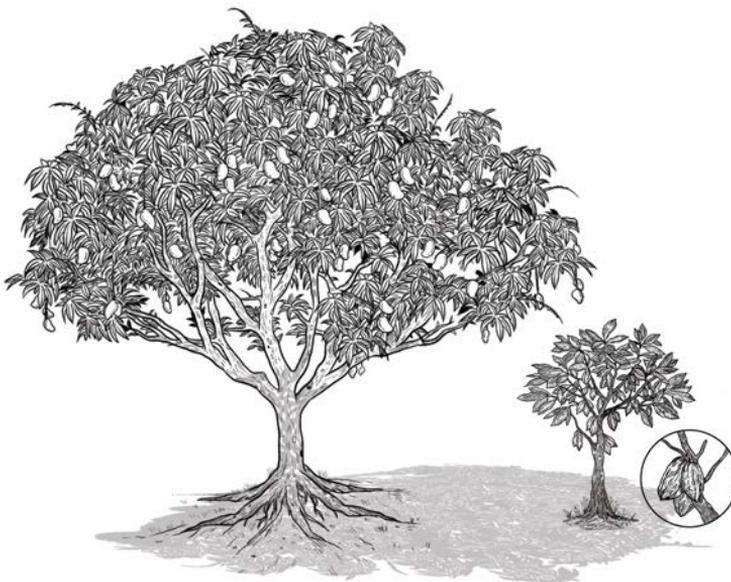
Kakao ditumpangsarikan dengan spesies pisang dan buah-buahan di bawah naungan satu spesies (kayu atau legum)

4

Diversifikasi di pekarangan (*home garden*) dengan spesies kakao, buah-buahan, kayu, dan legum

5

Kakao pedesaan ('cabruca'): kakao ditanam di bawah tegakan hutan alam yang telah menipis / jarang populasinya vegetasinya.



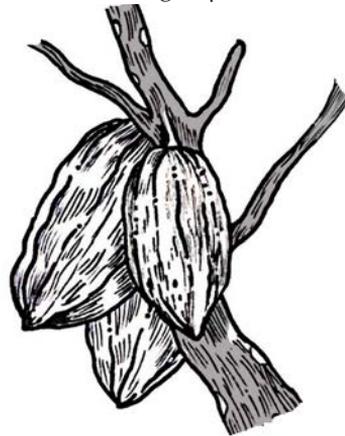
Agroforestri kakao di Claveria, Filipina

Claveria adalah kota hulu di timur Provinsi Misamis Oriental di pulau Mindanao. Praktik penggunaan lahan di wilayah tersebut memengaruhi kehidupan dan mata pencaharian masyarakat yang tinggal di 13 kotamadya pesisir hilir, dikarenakan: erosi tanah akibat pengelolaan lahan yang buruk berkontribusi terhadap pendangkalan dan pencemaran badan air di hilir, serta memengaruhi kualitas dan ketersediaan sumber daya laut.

Dalam konteks ini, agroforestri kakao sangat penting, karena memberikan penutup tanah permanen dan mengurangi limpasan permukaan, erosi, dan tanah longsor. Sistem ini tersusun dari berbagai macam komponen, maka sistem ini bertindak sebagai tindakan adaptasi dan mitigasi iklim, yang memastikan aliran produk dan layanan yang tahan terhadap iklim dan berkelanjutan. Ini juga membantu melindungi petani dari fluktuasi harga komoditas

Kakao yang dikombinasikan dengan pohon karet, buah-buahan, dan legume penutup tanah merupakan hal yang umum terdapat di lahan miring di wilayah tersebut. Dalam sistem ini, garis kontur dengan strip filter vegetatif alami sepanjang 0,5 meter diletakkan setiap 10 meter. Pohon karet ditanam dengan jarak dua meter, kira-kira 25 sentimeter di atas rerumputan; sekitar 500 pohon dapat ditampung dalam satu hektar. Dua baris pohon kakao dengan jarak tiga meter ditanam di lorong-lorong (di antara jalur rumput), 3,5 meter dari barisan karet, menghasilkan sekitar 660 pohon kakao per hektar. Kemudian pisang ditanam di antara pohon karet dengan kerapatan 500 per hektar. Pohon buah-buahan seperti durian atau langsung kemudian ditanam di tengah setiap baris kakao, dengan jarak 10 meter (kerapatan 100 per hektar). Kacang pinto (*Phaseolus vulgaris*), legum hijau (*green legume*), juga bisa ditanam sebagai tanaman penutup tanah.

Campuran kakao dengan pohon kelapa dan pohon buah-buahan juga dipraktekan di lahan miring, sedangkan campuran kakao dengan pohon karet, vanili, dan pisang digunakan di lahan yang lebih datar. Kakao juga ditanam dalam sistem taman (*parkland*), baik di daerah miring maupun datar.





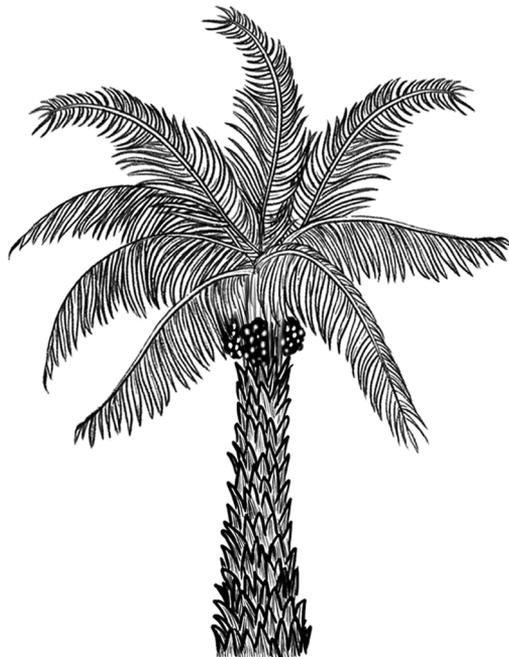
Agroforestri Kelapa Sawit

Deskripsi Sistem

Sistem agroforestri untuk kelapa sawit komersial adalah sistem multistrata, yang menawarkan alternatif bagi petani dan perusahaan yang ingin memproduksi minyak sawit, tetapi tidak ingin berspesialisasi hanya pada satu jenis tanaman – atau yang menginginkan minyak mereka memiliki jejak lingkungan yang lebih kecil.

Sistem ini dikembangkan bersama para petani di Brasil. Para individu memiliki pengaruh yang kuat terhadap desain tata ruang sistem beserta pemilihan spesiesnya, sehingga tidak ada dua sistem yang sama. Mereka membutuhkan paket teknologi pertanian yang berbeda dari model kelapa sawit konvensional. Alih-alih memaksimalkan produksi kelapa sawit per hektar, mereka lebih bertujuan untuk mendiversifikasi pilihan mata pencaharian dengan jalan menggabungkan kelapa sawit dengan tanaman lain yang bernilai komersial, dan memungkinkan pula produksi tanaman pangan secara bersamaan.

Petani juga bertujuan untuk meningkatkan aliran air dan hara dengan memanfaatkan sinergi antara berbagai komponen. Guna menyediakan ruang bagi komponen lainnya, kerapatan sawit bervariasi antara 60 hingga 100 pohon per hektar, sedangkan kerapatan pada sistem konvensional adalah 144 pohon per hektar.



Pengelolaan sistem agroforestri kelapa sawit membutuhkan pengetahuan yang cukup, sehingga pelatihan dan bantuan teknis bagi petani merupakan elemen penting dalam menciptakan, menerapkan, dan memelihara sistem yang akan berhasil dan menguntungkan.

Pedoman Desain

Agroforestri kelapa sawit cocok untuk semua jenis tanah dan tipe lahan yang cocok untuk kelapa sawit – yaitu tanah yang memiliki drainasi baik di daerah datar.

Komponen dan jarak tanam dirancang di sekitar tanaman unggulan, kelapa sawit. Spesies pendamping dipilih berdasarkan bagaimana setiap petani memprioritaskan tujuan seperti pendapatan, penyediaan makanan, dan kontribusi terhadap kesehatan tanah dan keanekaragaman hayati. Di Brasil, petani memilih tanaman komersial seperti kakao dan spesies pupuk, termasuk inga, gamal, dan bunga matahari Meksiko. Guna memudahkan pemanenan dan pengangkutan tandan buah segar dari kelapa sawit, disarankan untuk menanam barisan kelapa sawit dalam beberapa bagian, dengan tanaman yang menyukai cahaya dan pepohonan diselingi di antara bagian tersebut. Di Brazil, petani memilih dua baris, tiga, atau empat baris kelapa sawit, mempertahankan jarak antara pohon kelapa sawit konvensional adalah 7 hingga 9 meter.

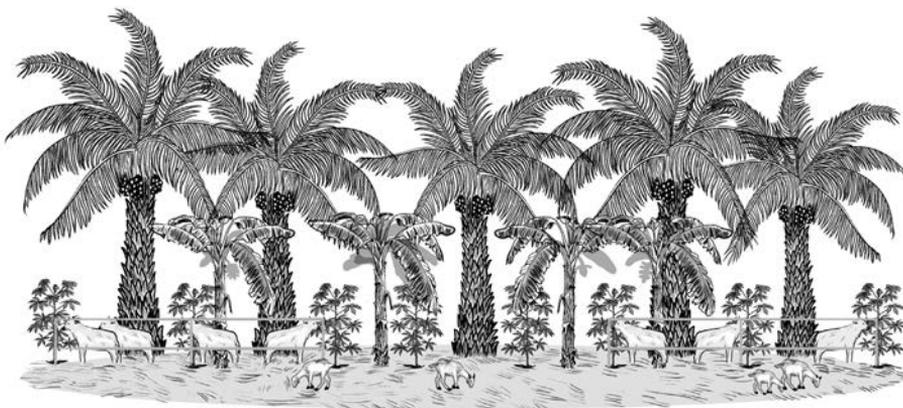
Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak yang paling produktif dan memiliki kebutuhan cahaya dan hara yang sangat tinggi. Oleh karena itu penting untuk menghindari adanya persaingan akan cahaya. Seperti dalam semua sistem multistrata, persaingan untuk mendapatkan cahaya dikelola dengan memilih spesies yang mencapai tinggi berbeda, secara efektif membagi ruang horizontal antara tanah dan matahari menjadi lapisan-lapisan yang berbeda (lihat **agroforestri tahunan Multistrata** dalam Bab ini) dan secara aktif mengelola sistem setelah komponen-komponennya tumbuh. Pohon kelapa sawit tidak boleh mendapat naungan lebih dari 10–15%, jadi pohon pendamping dengan strata tinggi harus ditempatkan pada jarak yang jauh dari barisan kelapa sawit dan secara hati-hati dipilih bentuk tajuk yang sebisa mungkin agak longgar untuk memungkinkan sinar matahari melaluinya.

Tanaman yang menyukai naungan seperti kakao, jahe, kunyit, beberapa tanaman hias berkayu dan – mungkin – kopi dapat ditanam di bawah pohon kelapa sawit. Bibit kelapa sawit memiliki akar yang tumbuh sangat cepat, agresif, dan dangkal, maka tanaman tahunan seperti kakao harus ditanam secara bersamaan, untuk memastikan sistem perakaran yang baik dan mampu tumbuh subur.

Komponen-komponen yang ada perlu diatur dengan baik untuk menghindari naungan kelapa sawit, dan untuk memastikan tingkat cahaya yang sesuai untuk komponen lainnya dalam sistem. Tanaman yang menyukai sinar matahari sebaiknya tidak ditanam langsung di bawah kelapa sawit. Namun, pada umumnya disarankan untuk berbuat kesalahan dengan menanam tanaman terlalu banyak di awal: karena lebih mudah membuang kelebihan tanaman daripada menanamnya belakangan saat kondisi lahan telah terlalu rapat.

Saat mengintegrasikan tanaman pangan ke lahan, penting untuk memanfaatkan siklus hidup kelapa sawit. Kelapa sawit membutuhkan waktu lima tahun untuk mencapai ketinggian maksimum dan penutup tajuk; selama periode ini (<5 tahun), pohon kelapa sawit tidak memberikan banyak naungan, dan tanaman yang menyukai sinar matahari seperti jagung dan singkong dapat dengan mudah ditanam di antara kelapa sawit dan tanaman keras lainnya dalam sistem tersebut. Di luar kerangka waktu tersebut diatas, dan bergantung pada desain sistem dan jarak tanam, banyaknya tanaman sela/tumbuhan bawah – terutama tanaman semusim hanya selama dua tahunan ditanam – akan mendapatkan cahaya yang cukup untuk tumbuh selama beberapa tahun lagi. Setelah sistem matang/dewasa, tanaman pangan tahunan (perennial) dan semi-perennial seperti pisang dapat ditanam dan dapat bertahan dalam sistem selama sekitar 8–10 tahun.

Agroforestri kelapa sawit relatif padat karya, dan seperti di semua sistem agroforestri, semakin terintegrasi komponennya, semakin banyak tenaga kerja yang dibutuhkan – terutama dalam beberapa tahun pertama. Hal ini menambah kebutuhan tenaga kerja untuk kelapa sawit itu sendiri yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu, berbeda dengan banyak tanaman lainnya. Dengan demikian, penting untuk merancang dan menerapkan sistem untuk skala yang dapat dikelola, mengingat jumlah tenaga kerja yang tersedia untuk rumah tangga atau pemilik tanah terbatas.



Pedoman Manajemen

Beberapa jenis tanaman yang menyukai naungan, yang dapat ditanam dalam sistem agroforestri kelapa sawit, seperti kakao dan bunga potong, mungkin secara finansial hampir sama pentingnya dengan kelapa sawit itu sendiri, sehingga kebutuhan dan tuntutan cahayanya harus dikelola dengan hati-hati. Pada saat harga kelapa sawit rendah dan tanaman komersial lainnya lebih tinggi, petani dapat memangkas pohon kelapa sawit mereka lebih intensif dari biasanya untuk menyediakan cahaya lebih banyak dan meningkatkan hasil tanaman bawah.

Pemangkasan merupakan elemen penting dalam setiap budidaya kelapa sawit, dan petani perlu dilatih dengan baik dalam prinsip-prinsip dasar mengelola kelapa sawit dewasa produktif.

Karena kelapa sawit adalah tanaman yang selalu ‘lapar’, maka tanaman tersebut selalu membutuhkan pupuk, terutama selama lima tahun pertama, untuk memastikan hasil panen yang baik dan mencegah pertumbuhan tanaman yang kerdil – terutama bila petani membudidayakannya di tanah-tanah yang terdegradasi. Pupuk organik dapat dibuat di tempat dengan jalan mengomposkan biomassa yang tersedia, meskipun sistem tersebut tidak akan mampu menyediakan pupuk yang memadai untuk beberapa tahun pertama.

Mempertahankan keanekaragaman hayati di agroforestri kelapa sawit suksesi dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan pestisida, meskipun input organik dan teknik agroekologi tertentu akan diperlukan untuk mengatasi masalah ini, terutama dalam jangka pendek.

‘Tebang-dan-mulsa’ pada spesies pupuk hijau (tanaman yang menghasilkan biomassa dengan sangat efisien) merupakan elemen penting dari pengelolaan kesehatan tanah. Pupuk hijau tersebut memberi makan seluruh sistem secara berkelanjutan.





Pertanian Hutan Hujan

Deskripsi Sistem



Pertanian hutan hujan (*Rainforest farming*) adalah sistem agroforestri multistrata suksesi yang dikembangkan untuk memulihkan tutupan hutan asli dan keanekaragaman di hutan, selain itu juga memberikan aliran pendapatan yang beragam kepada petani dari berbagai tanaman dan produk pohon, termasuk kayu. Sistem ini dirancang untuk secara bertahap mengalihkan komponen mata pencaharian dari tanaman semusim menjadi pohon, memastikan bahwa petani memiliki insentif untuk berkontribusi pada restorasi hutan.



Pertanian hutan hujan dikembangkan di Filipina pada 1990-an sebagai solusi untuk kawasan hutan masyarakat. Eksploitasi hutan dipterokarpa campuran alami telah mengubah kawasan tersebut secara biologi menjadi 'gurun' dan secara agronomi tergolong sangat terdegradasi. Daerah dataran tinggi tanpa pepohonan didominasi oleh rerumputan yang sangat invasif seperti alang-alang (*Imperata cylindrica*), jenis tutupan lahan yang kurang mendukung kebutuhan masyarakat lokal secara memadai.

Awalnya, spesies eksotis yang tumbuh cepat digunakan untuk menghutankan kembali lahan-lahan milik pemerintah, tetapi hal ini terbukti tidak cocok untuk menahan angin topan yang sering melanda kepulauan tersebut. Maka, para peneliti – bersama-sama dengan masyarakat – mulai mengeksplorasi penggunaan spesies pohon pionir dan kayu keras asli yang lebih tahan terhadap guncangan angin kencang, khususnya yang berasal dari famili Dipterokarpa. Sistem pertanian hutan hujan yang mereka kembangkan terbukti relatif tahan terhadap guncangan lingkungan seperti peristiwa cuaca ekstrem, serta tantangan penghidupan seperti fluktuasi pasar dan kerawanan pangan.

Pertanian hutan hujan sering digunakan di lahan-lahan pemerintah, sehingga perhatian khusus perlu diberikan pada hak tenurial. Di lahan yang masyarakatnya tidak memiliki hak untuk memanen kayunya, petani harus diberi kompensasi atas tenaga mereka dalam menanam dan mengelola pohon kayu asli. Dengan cara ini, masyarakat menjadi mitra dalam upaya restorasi swasta-publik.

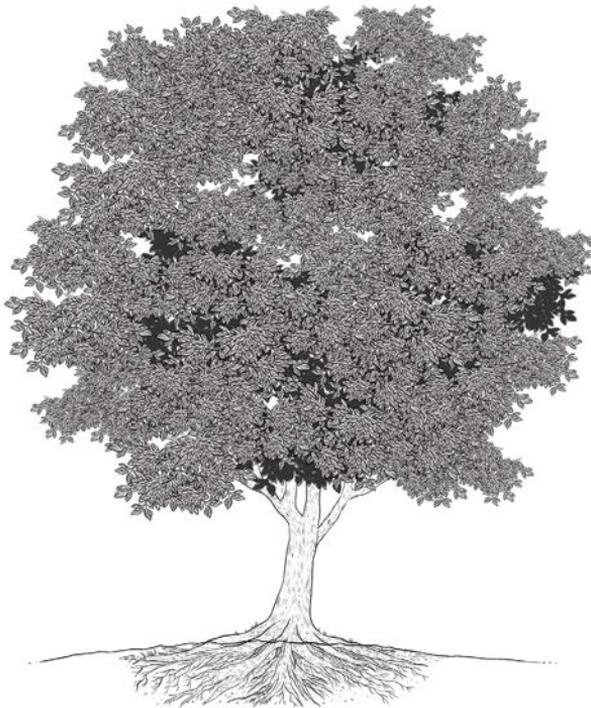
Penjualan bibit juga menjadi sumber pendapatan utama bagi banyak komunitas petani hutan hujan, terutama jika pemerintah secara aktif mempromosikan pengadaan dari pembibitan yang dikelola masyarakat dalam program reboisasi nasional.



Pedoman Desain

- ▶ Sistem pertanian hutan hujan dibangun berdasarkan pengetahuan masyarakat tradisional. Jenis tanah, baik yang berasal dari batuan ultramafik, sedimen, atau vulkanik, memengaruhi spesies tanaman apa yang dapat tumbuh dalam sistem tersebut. Pengetahuan yang baik tentang lokasi, spesies hutan, dan interaksinya sangat penting. Juga sangat berharga untuk melibatkan semua anggota keluarga – termasuk anak-anak – dalam pengembangan sistem pertanian hutan hujan, karena kebutuhan dan manfaat pengelolaan dari sistem yang berhasil akan mencakup beberapa generasi.
- ▶ Untuk daerah dengan sedikit tutupan pohon, model suksesi di mana tanaman pertanian digantikan oleh pohon buah-buahan, yang selanjutnya digantikan oleh pohon kayu adalah hal yang umum. Tata letak ruang harus disesuaikan dengan pertumbuhan masing-masing pohon untuk memastikan bahwa pohon buah tidak terlalu cepat dilampaui oleh pohon kayu, yang dapat menyebabkan penurunan produksi yang tidak dapat diterima. Di area terbuka, saat ini direkomendasikan kerapatan pohon asli 2500 pohon per hektar, karena hal ini memungkinkan penutupan oleh kanopi dan penempatan lokasi secara cepat.
- ▶ Banyak bibit dipterocarp sensitif terhadap cahaya dan suhu tinggi. Karena itu, mereka ditanam di bawah kanopi pohon penayang. Kanopi ini terdiri dari spesies pionir asli yang tumbuh cepat yang ditanam bersama dengan pohon buah-buahan. Naungan dari spesies pohon eksotis yang sudah ada sebelumnya, seperti mahoni atau mangium, dapat dimanfaatkan, tetapi spesies ini harus perlahan-lahan digantikan oleh pohon asli. Pepohonan yang ada dapat dimanfaatkan sebagai penyangga tanaman lain seperti ubi dan lada hitam.
- ▶ Tanaman jenis umbi-umbian menyukai sinar matahari, seperti singkong, ubi jalar, talas, ubi, dan nanas ditanam pada tahap awal, tetapi begitu pohon tumbuh lebih tinggi dan padat, dan infiltrasi cahaya kurang dari 70%, mereka harus diganti dengan tanaman yang tahan naungan seperti kopi, kakao, dan jahe.

- ▶ Di Pulau Leyte di Filipina, tanaman abaca telah menjadi tanaman penghasil uang yang sangat sukses untuk pertanian hutan hujan. Kerabat endemik pisang tersebut dipanen untuk diambil seratnya yang berkualitas tinggi, yang banyak digunakan dan dihargai secara internasional dalam produk seperti teh celup. Secara tradisional, abaca ditanam di bawah pohon pengikat nitrogen seperti dadap (*Erythrina fusca*) dan narra (*Pterocarpus indicus*). Abaca tumbuh cepat dan pulih cepat setelah peristiwa cuaca ekstrem seperti angin topan, dan paling produktif di lingkungan dengan naungan sekitar 50%. Serat yang diekstraksi dari batang semu abaka hanya berjumlah sekitar 2% dari biomassa tanaman; sisanya dibiarkan di kebun sebagai mulsa, sehingga abaka dapat dibudidayakan di satu tempat selama sekitar 40 tahun. Salah satu pilihan untuk mengintegrasikan abaka ke dalam sistem pertanian hutan hujan adalah dengan menanamnya beberapa tahun sebelum menanam pohon, sehingga kanopi pohon dapat memberikan naungan yang berguna bagi bibit pohon saat masih kecil.
- ▶ Integrasi hewan seperti ayam dan ruminansia kecil dianjurkan, untuk mengaktifkan siklus hara dari kotorannya.

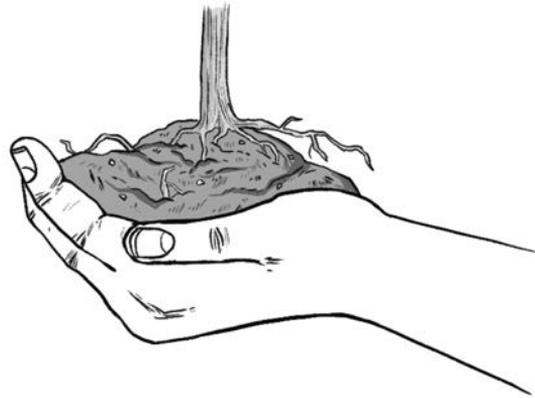


Pedoman Manajemen

- ▶ Prinsip panduan untuk mengelola sistem hutan hujan (*rainforestation farming*) adalah sama dengan semua sistem multistrata lainnya, yaitu memanipulasi struktur kanopi melalui pengaturan jarak tanam, penjarangan, dan pemangkasan dahan dan ranting untuk memberikan naungan yang tepat dan pada waktu yang tepat untuk semua tanaman di dalam sistem.
- ▶ Penekanan yang kuat pada pohon-pohon penghasil kayu merupakan ciri khas dari sistem hutan hujan ini. Oleh karena itu, perlakuan silvikultur seperti penjarangan dan pemangkasan untuk menghilangkan naungan, serta pemotongan tanaman rambat dan bambu yang memanjat yang mengganggu, perlu dilakukan secara terus menerus (rutin). Bibit pohon alami perlu dikelola dan dilindungi secara aktif dengan mengendalikan rerumputan (gulma), semak, dan vegetasi pemanjat (regenerasi alami berbatuan atau ANR, *Assisted Natural Regeneration*).
- ▶ Di lokasi yang terdegradasi, stok bibit Dipterocarp alami biasanya sangat langka atau tidak ada sama sekali. Oleh karena itu, Dipterokarpa harus ditanam, suatu proses yang disebut 'penanaman pengayaan', menggunakan benih dan anakan yang dikumpulkan dari atau dekat pohon induk di hutan alam
- ▶ Dipterokarpa tidak menghasilkan biji setiap tahun. Sebaliknya, benih diproduksi setiap 2–10 tahun. Dalam 'tahun-tahun penopang' seperti itu, semua pohon dari suatu spesies menghasilkan benihnya pada waktu yang bersamaan. Benih Dipterocarpa bersifat rekalsitran (benih yang cepat rusak pada kondisi kering), sehingga penyimpanan benih tidak memungkinkan untuk dilakukan.



- ▶ Pada tahun-tahun ketika tidak ada produksi benih, wildlings (bibit kecil dari permudaan alami) dapat diambil dari hutan alam. Praktik ini tidak berbahaya di tempat-tempat di mana permudaan alami melimpah (misalnya, di bawah pohon dewasa). Wildlings sering rusak selama ekstraksi dan transportasi, tetapi jika mereka ditempatkan di ruang pemulihan yang teduh – gubuk kecil tertutup dari bambu dan lembaran plastik asetat, dengan suhu yang relatif konstan dan kelembaban yang tinggi – tingkat kelangsungan hidup mereka akan mendekati 100%.



DARI PRINSIP KE PRAKTEK: CERITA DARI GARIS DEPAN





Dalam bab ini, kami mengilustrasikan bagaimana penerapan prinsip-prinsip desain digunakan untuk mengadaptasi model agroforestri generik, seperti yang ada di bab sebelumnya, sehingga dapat diterapkan untuk petani individu dan konteksnya. Kami juga memperlihatkan bagaimana mengesampingkan prinsip-prinsip dapat menyebabkan masalah. Kami melakukan ini melalui serangkaian studi kasus sintesis, berdasarkan situasi kehidupan nyata.¹²

¹² Situasi-situasi spesifik yang digambarkan adalah fiktif, jika terdapat kemiripan dengan lokasi, orang, atau institusi dalam kehidupan nyata maka sepenuhnya adalah kebetulan.



Kelaparan Tersembunyi dan Degradasi Lahan: LSM Menanggapi Permintaan Bantuan Desa

Sistem agroforestri yang dicontohkan:
produksi ternak tanpa penggembalaan,
pohon yang terintegrasi dengan
pertanian musiman

Kebutuhan Petani dan Tanggapannya



Penduduk desa di daerah pertanian campuran di Kenya mengkhawatirkan erosi dan penurunan produktivitas. Ini bukan satu-satunya masalah mereka. Sebagai contoh, banyak ibu khawatir bahwa anak-anak mereka tidak mendapatkan semua vitamin yang mereka butuhkan untuk pertumbuhan yang sehat, terutama menjelang akhir musim kemarau ketika makanan menjadi langka.

Mary, salah satu penduduk desa, mendengar tentang agroforestri ketika mengunjungi saudara perempuannya di desa tetangga, di mana sebuah

LSM bernama TreesFP sedang menjalankan sebuah proyek. Dia mengatur kunjungan dengan pemimpin proyek tersebut, dan akhirnya LSM tersebut memulai kegiatan di desanya.

Mary berkomentar, “Kami saat itu tidak yakin untuk menerima bantuan dari TreesFP. Kami menyukai namanya – artinya Pohon untuk Masyarakat – tetapi beberapa orang memiliki pengalaman buruk dengan proyek-proyek agroforestri. Tapi kami memutuskan untuk mendengarkan apa yang mereka katakan.”

Rose, seorang penyuluh, ditunjuk sebagai ketua tim oleh TreesFP.

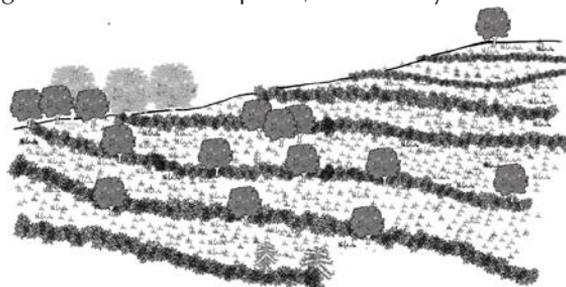
“Pada awalnya sulit, karena beberapa penduduk desa mengharapkan kami datang dengan solusi yang sudah jadi,” katanya. “Ada komentar seperti ‘Apa gunanya kamu, jika kamu tidak tahu apa yang harus kami lakukan?’ Butuh beberapa waktu bagi saya untuk menjelaskan bahwa kami harus berbagi berbagai pengetahuan yang berbeda untuk menemukan solusi.”

Mary berkata, “Benar apa yang dikatakan Rose. TreesFP dapat membantu tetangga saya Judith untuk membuat apa yang mereka sebut sistem tanpa penggembalaan untuk ternaknya. Itu tidak cocok untuk saya, tetapi tidak masalah bagi Judith karena dia memiliki anak-anak yang sudah besar yang dapat membantunya bekerja. Anak saya masih kecil, tetapi TreesFP membantu saya membuat portofolio pohon buah-buahan saya.”

Tetangganya Judith berkomentar, “Kami sekarang memiliki ternak di kandang pakan, dekat dengan rumah. TreesFP mengajari kami cara menanam rumput Napier dan pohon agroforestri, yang kami potong dan bawa ke sapi-sapi tersebut. Ini berarti mereka tidak lagi merumput di tanah kami yang miring dan menyebabkan erosi. Kami mengumpulkan dan membawa pupuk kandang ke ladang dan bank pakan ternak, untuk memupuk tanaman yang ada. Usaha ini sedikit membutuhkan lebih banyak pekerjaan, tapi itu sepadan dengan hasilnya. Dan kami juga memberi Mary pakan ternak untuk sapi.”



“Tapi hanya sebagai imbalan untuk alpukat,” kata Mary.



Bagaimana Prinsip-Prinsip Desain Digunakan dan Diterapkan

Rose menjelaskan:

“Portofolio tanpa penggembalaan dan pohon buah-buahan hanyalah dua dari intervensi-intervensi yang kami bantu untuk para petani. Itu benar-benar menggambarkan betapa seriusnya kami menjalankan prinsip **keberpusatan pada petani**. Kami tidak datang dengan solusi siap pakai. Anda harus mengerjakannya dengan para petani.

“**Prinsip kesesuaian tempat, orang, dan tujuan** digambarkan dengan baik oleh kasus Judith dan Mary. Kami segera menyadari bahwa Mary tidak punya waktu atau tenaga kerja dari keluarganya untuk didedikasikan pada sistem potong-dan-bawa, tetapi dia sangat tertarik untuk memiliki pilihan buah yang lebih banyak, sepanjang tahun. Melalui pemilihan spesies yang cermat untuk ditanam, kami dapat memastikan bahwa pohon-pohon tersebut tidak akan mengganggu tanaman pokok, terutama jagung, yang akan sangat terpengaruh oleh naungan apa saja. Faktanya, kami tidak hanya mempertimbangkan spesies tanaman saja – kami dapat memperoleh beberapa varietas katai (pendek) dari mangga dan alpukat yang cocok untuknya. Juga pada tingkat desa, partisipasi kami yang tinggi dalam proses portofolio akan memastikan bahwa kami memiliki kesesuaian yang baik dengan kondisi dan kebutuhan lokal.



“Judith dan beberapa yang lainnya benar-benar ingin meminimalkan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk sistem potong dan angkut, jadi dalam banyak kasus kami mendirikan persediaan pakan rumput Napier dekat dengan kandang pakan. Juga dalam banyak kasus kami dapat menanam semak pakan ternak seperti kaliandra yang cukup dekat dengan kandang. Namun, sebagian besar pohon pakan ternak berada di kontur penanaman yang kami bangun di lahan bekas penggembalaan. Untuk memilih spesies, kami meminta petani untuk mengurutkan preferensi mereka, dan kemudian kami mendiskusikannya dalam lokakarya, spesies mana yang paling cocok untuk dikerjakan bersama.

“Sehubungan dengan **prinsip sinergi**, menemukan spesies yang paling cocok dikerjakan secara bersama adalah bagian dari prinsip tersebut. Bahkan yang lebih jelas lagi adalah siklus unsur hara yang sekarang berlangsung di desa-desa dengan sistem potong dan angkut. Kotoran langsung kembali ke ladang yang sama yang sebelumnya telah dirusak oleh ternak. Itu berarti bahwa mereka secara tidak langsung mentransfer unsur hara dari pohon pakan ternak dan rumput kembali ke padang rumput. Dalam beberapa tahun, padang penggembalaan tersebut harus dapat digunakan untuk bercocok tanam, atau untuk memperkenalkan kembali ternak lagi, tetapi dengan tingkat persediaan pakan yang berkelanjutan.

“Prinsip sinergi juga membantu orang untuk berpikir di luar dari kebiasaan. Mary sekarang menanam beberapa sayuran berdaun dan spesies obat di tempat yang sebagian dinaungi oleh beberapa pohon buah-buahan.”





Restorasi Lahan untuk Mata Pencaharian dan Konservasi Keanekaragaman Hayati

Sistem-sistem agroforestri yang dicontohkan: sistem multistrata kakao yang disederhanakan, sistem spesies-pupuk hayati yang berurutan, sistem kakao yang kompleks

Kebutuhan Petani dan Tanggapannya

Ignacio, putranya Julio, dan sepupu Ignacio, Rafaela, adalah petani kecil di Amazon Peru. Seperti orang lain di desa mereka, Santo Domingo, yang berada pada ketinggian 500 meter di atas permukaan laut, mereka ingin meningkatkan pendapatan mereka dan memulihkan beberapa padang rumput yang rusak di lahan pertanian mereka. Untuk alasan ini, ketika mereka mendengar bahwa orang-orang dari FuturoVerde, sebuah LSM lokal, akan membuat presentasi mengenai diversifikasi pertanian dan restorasi lahan di sekolah dasar setempat, mereka memutuskan untuk hadir.

Rafaela berkomentar, “Beberapa tahun yang lalu, kami mendengar bahwa FuturoVerde telah menerima sejumlah uang dari Eropa yang ingin mereka investasikan dalam pertanian berkelanjutan, sehingga kami tertarik. Saya tidak berharap banyak, tetapi ahli agronomi dari FutureVerde, Miguel, datang dari sekitar sini, dan dia meyakinkan saya bahwa hal ini adalah sesuatu yang tidak boleh kami lewatkan.”

Miguel dari FuturoVerde menjelaskan lebih lanjut mengenai peluang tersebut: “Pendanaan berasal dari investor berpengaruh yang berbasis di Swiss. Mereka berinvestasi dalam proyek restorasi lahan yang juga memperkuat mata pencaharian lokal dan berkontribusi pada konservasi keanekaragaman hayati. Mereka menghubungi kami untuk membantu mereka membangun portofolio di sini. Seperti yang mungkin Anda ketahui, Santo Domingo berada di zona penyangga salah satu taman nasional terpenting kami.”

Ignacio berkomentar: “Menghadiri pertemuan itu adalah salah satu keputusan terbaik yang pernah kami buat. Kami dapat bekerja dengan FuturoVerde untuk menghasilkan solusi yang benar-benar cocok untuk kami. Tidak seperti LSM lain yang hanya ingin kita tetap pada paket teknologi mereka. Jadi, dalam kasus saya – seperti yang Anda lihat, saya tidak semuda dulu – mereka membantu saya mendirikan sistem kakao yang bisa saya kelola, sama dengan sepupu saya Rafaela dan padang rumput miliknya yang telah direhabilitasi. Dan dengan putra saya Julio ...”

“... Aku bisa menjelaskannya, Ayah” kata Julio. “Saya mengatakan kepada mereka bahwa kakao adalah masa depan, tetapi kakao yang mempromosikan keanekaragaman hayati dan baik untuk lingkungan. Mereka tahu bahwa saya bersedia dan mampu meluangkan waktu ... Saya pikir kebun kakao saya sekarang adalah salah satu yang paling beragam di wilayah ini. Semua ini dimungkinkan karena ada uang untuk membantu proses pendiriannya, yang merupakan bagian tersulit bagi kami.”



Bagaimana Prinsip-Prinsip Desain Digunakan dan Diterapkan

Miguel menjelaskan: “Anda dapat melihat beberapa perbedaan dan persamaan dalam apa yang akhirnya kami lakukan dengan Ignacio, Rafaela, dan Julio. Plot Ignacio cukup sederhana: penutup tanah dari centro¹³ yang membantu mengendalikan gulma, memperbaiki nitrogen dan menambahkan bahan organik ke tanah pada tahun-tahun pertama, kakao dengan jarak 4 meter, naungan inga, dan mahoni pada tingkat/strata atas”.

“Saya sangat bangga dengan mahoni,” kata Ignacio. “Ketika saya masih muda, mahoni berlimpah di sini. Sekarang semuanya hilang. Jadi, dengan pohon mahoni ini, saya membantu memulihkan keadaan seperti semula.” Julio, putranya, menambahkan: “Saya pikir pohon-pohon tersebut juga menambah nilai jual properti, jika suatu hari kami ingin pindah.”

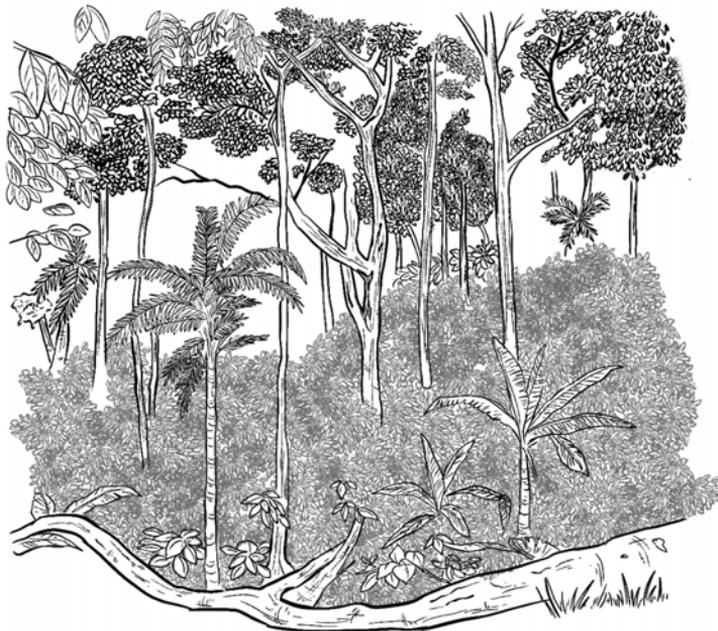
“Seperti yang saya jelaskan,” lanjut Miguel, “apa yang kami lakukan dengan setiap petani tergantung pada situasinya. Misalnya, dalam kasus Rafaela, dia memiliki banyak padang rumput yang rusak yang ingin dia pulihkan. Dia memutuskan untuk memilih sistem sekuensial, yang berarti bahwa komponen-komponennya berubah secara terencana seiring berjalannya waktu. Pertama, kami menanam jenis penyubur tanah di jalur selebar lima meter di sepanjang garis kontur. Beberapa di antaranya hanya berfungsi untuk menghasilkan banyak biomassa, yang kemudian kembali ke tanah setelah ditebang/dipotong: misalnya, rumput yang sangat produktif seperti jenis *Panicum*. Kami juga menanam paitan atau bunga matahari Meksiko (*Tithonia diversifolia*), yang merupakan akumulator fosfor dan potasium yang hebat. Ditambah spesies kacang-kacangan / leguminosa, tentu saja – pohon seperti gliricidia dan inga, keduanya tolerir dengan tanah masam, dan legum berumur pendek seperti stylo dan kacang gude (kacang bali). Di antara lajur penyubur tanah, kami menanam bedengan selebar satu meter dengan tanaman tahunan dan pohon buah-buahan dan pisang raja yang sekarang bisa Anda lihat. Sebenarnya ini akan menaungi spesies penyubur tanah, dan bahan organik akan datang dari pohon itu sendiri. Jika Anda kembali dalam lima tahun, keadaannya akan terlihat seperti hutan – tetapi akan penuh dengan spesies produktif, yang kami sebut agroforestri.”

¹³ *Centrosema molle*, tanaman penutup lahan yang banyak ditanam di Amerika Latin.

“Saya kira kami tidak memperlakukan tanah dengan baik selama bertahun-tahun,” kata Rafaela. “Selain itu, lerengnya cukup curam. Sebelum saya memasang sistem restorasi saya, Anda bisa melihat tanah melalui rerumputan, semuanya kering dan keras. Seperti lahan yang bisa Anda lihat di sana.” Dia menunjuk ke tanah tetangga: jejak-jejak ternak yang saling bersilangan di lereng yang landai dapat terlihat dengan jelas. “Saya sangat senang bahwa tanah saya akan sehat kembali.”

“Dan kemudian ada Julio,” kata Miguel. “Plot kakaonya jauh lebih kompleks daripada plot ayahnya ...”

“Ya,” kata Julio, “dengan kakao, jahe, kunyit, lada hitam, anato atau pohon kesumba keling (*Bixa Orellana*), belum lagi jenis kayu di lapisan atas, itu kompleks. Mengelola plot ini seperti mengelola kawanan ternak. Anda mengenal setiap hewan – setiap pohon, dalam hal ini. Anda perlu tahu kapan berbunga akan datang, kapan pohon paling membutuhkan cahaya; Anda perlu tahu cara membaca tanda-tanda yang mereka berikan kepada Anda. Saya mengumpulkan gamal (*gliricidias*) ketika kakao mendekati waktu berbunga, karena saat itulah dibutuhkan lebih banyak cahaya. Kemudian, ketika pohon kakao semakin besar dan mulai menaungi sendiri, saya mungkin akan menipiskan beberapa gamal dan memangkas pohon-pohon lain di lapisan kedua. Tentu saja, hal ini memerlukan banyak tenaga, tetapi saya petani kakao. Itu yang saya lakukan. Semakin banyak yang saya berikan, semakin besar imbalannya.”



“Jadi,” kata Miguel, “Anda dapat melihat bahwa kepentingan petani adalah yang terpenting, meskipun FuturoVerde dan mitra pendanaan kami memiliki tujuan lain. Kami menjelaskan semua itu kepada masyarakat. Transparansi dulu. Jangan lupa juga bahwa apa yang Anda lihat dengan tiga kasus ini hanyalah contoh dari apa yang kami lakukan. Kami telah dapat menegosiasikan kesepakatan ekspor kakao dengan salah satu rumah perdagangan kakao besar, dan kami juga telah memberikan pelatihan dalam manajemen agribisnis. Kami tidak hanya datang ke sini untuk ‘melakukan agroforestri’. Dalam beberapa kasus, kami berpikir bahwa jenis produksi lain lebih cocok. Itulah yang dimaksud dengan **prinsip keberpusatan pada petani** dalam prakteknya.

“Saya pikir Anda dapat melihat betapa seriusnya kami telah menyesuaikan sistem ini dengan apa yang diinginkan para petani ... juga tanah mereka cocok dengan apa. Tetapi jika kita berbicara tentang **prinsip kesesuaian dengan orang, tempat, dan tujuan**, maka Anda harus mempertimbangkan tujuan-tujuan yang lebih luas. Saya sebutkan sebelumnya bahwa mitra pendanaan kami tidak hanya tertarik pada mata pencaharian, tetapi juga dalam meningkatkan keanekaragaman hayati. Jika yang kami lakukan hanyalah membangun sistem seperti kakao sederhana Ignacio, maka saya rasa kami tidak akan mencapai tujuan itu. Apa yang telah kami lakukan adalah mendiversifikasi struktur lanskap di sini serta meningkatkan konektivitas dengan sisa-sisa hutan. Kakao sederhana saja tidak akan cukup, tetapi ketika dikombinasikan dengan agroforestri, kakao kompleks, dan tindakan lain (seperti pohon batas dan sempadan sungai yang telah kami bantu untuk ditanami) apa yang Anda miliki adalah lanskap yang jauh lebih tidak rata, dengan banyak tempat yang berbeda untuk satwa liar. Ini jauh dari campuran lama padang rumput yang terdegradasi dan sisa-sisa hutan.



“Cukup jelaslah bahwa **prinsip sinergi** yang mendasari sistem-sistem ini. Misalnya dalam sistem Ignacio, kakao dan inga memberikan naungan lateral yang kuat pada pohon mahoni muda. Hal tersebut mengurangi kejadian dan tingkat keparahan penggerek pucuk mahoni. Itulah sebabnya hampir semua mahoni Ignacio hanya memiliki satu batang lurus.

“Kemudian lihat sistem Julio. Kami memulainya dengan menggunakan pupuk organik – pupuk kandang, fosfat batu (*rock phosphate*) – tetapi sekarang Anda memiliki sistem tertutup, di mana satu-satunya yang keluar adalah biji kakao. Dia membuat kompos pulp dan polong, dan kembali ke plot. Tanahnya lembab, bahkan di musim kemarau, karena pepohonan dan bahan organik.

Julio seperti pengelola sinergi, membantu menyalurkan cahaya dan hara di tempat yang dibutuhkan. Atau kita dapat berbicara tentang bagaimana spesies penyubur Rafaela menyiapkan tanah – secara harfiah – untuk apa yang dia miliki sekarang.

“Tapi yang ada lebih dari itu, karena intervensi kami dirancang untuk memiliki efek yang lebih besar daripada jumlah bagian-bagiannya. Intervensi yang berbeda saling melengkapi, sejauh menyangkut keanekaragaman hayati. Kemudian nilai keanekaragaman hayati membantu membuat permintaan biji kakao lebih stabil dengan berbagai jenis sertifikasi yang kami miliki. Dan salah satu saudara perempuan Julio berbicara tentang membuka pondok wisata, sehingga orang-orang yang pergi ke taman nasional juga dapat belajar tentang bagaimana agroforestri dan pepohonan di pertanian dapat membantu konservasi. Jadi, kami memiliki sinergi dalam berbagai jenis dan pada tingkat yang berbeda – agroekologi di tingkat plot, ekologi di tingkat lanskap ... bahkan sinergi ekonomi.”





Restorasi Hutan Melalui 'Penghutanhujan'

Sistem agroforestri yang dicontohkan: sistem multistrata sekuensial yang kompleks

Kebutuhan Petani dan Tanggapannya

Secara historis, pengelolaan hutan dipterokarpa yang dulunya sangat indah di dekat komunitas La Pachfica di Provinsi Leyte, Filipina, tidak memberikan jasa (manfaat) kepada anggota masyarakat dengan baik. Seorang tetua desa menjelaskan apa yang terjadi: "Ketika saya masih muda, tanahnya tertutup hutan. Kemudian perusahaan penebangan masuk, dan mereka meninggalkan gurun. Ada beberapa pohon bernilai rendah yang tersisa, tetapi semua daerah dataran tinggi ditutupi oleh rumput ilalang ini.¹⁴ Sebuah lahan kosong yang mereka tinggalkan, terlepas dari semua janji-janjinya. Kami ingin mengembalikan hutan, tetapi tidak ada yang benar-benar tahu caranya."

¹⁴ *Imperata cylindrica*, rumput asli daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia (kecuali Amerika) yang sangat invasif.

Penduduk desa pada awalnya skeptis ketika Angel, seorang ahli agronomi yang bekerja dengan pemerintah kota setempat, mengunjungi mereka untuk memberi tahu mereka tentang apa yang disebutnya 'penghutan-hujan'. Angel berkomentar, "Orang-orang mungkin benar untuk bersikap skeptis, tetapi mereka mendengarkan saya. Saya mengatakan kepada mereka bahwa kami memiliki dukungan teknis dari pusat penelitian internasional dan LSM lokal bernama ReForesta, dan saya mengundang sebuah kelompok untuk pergi dan melihat pekerjaan yang telah mereka lakukan di salah satu kota mitra lainnya."

Gabriela, seorang tokoh masyarakat menambahkan, "Ketika kami melakukan kunjungan itu, kami berbicara dengan penduduk desa lainnya, dan kami dapat melihat ada sesuatu dalam penghutan-hujan ini. Itu sepuluh tahun yang lalu. Sekarang Anda dapat melihat hasilnya. Selama ini, kami menggunakan agroforestri untuk mengembalikan hutan. Kami memiliki total 50 hektar, dan waktu serta energi yang kami keluarkan membuahkan hasil. Selain itu, pembibitan komunitas menghasilkan uang dari penjualan bibit."

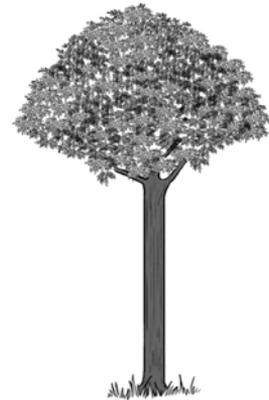


Bagaimana Prinsip-Prinsip Desain Digunakan dan Diterapkan

Penduduk desa di daerah tersebut memiliki banyak pengalaman dalam budidaya abaka, jadi mereka senang ketika ahli agronomi dari ReForesta mengatakan kepada mereka bahwa itu akan bekerja dengan baik dalam sistem hutan hujan. Angel menjelaskan: “Beberapa dipterokarpa tumbuh paling baik di bawah naungan ringan. Secara tradisional, begitulah cara orang membudidayakan abaka. Ketika kami menjelaskan apa penghutan-hujan itu dalam lokakarya desain agroforestri, orang-orang serentak menyarankan bahwa abaka dapat memberikan beberapa naungan yang dibutuhkan dipterokarpa. Kami juga menggunakan beberapa pohon asli yang tumbuh cepat yang memfiksasi nitrogen, terutama agoho dan narra. Kami mulai dengan beberapa tanaman pokok. Sereal dapat digunakan pada tahun pertama tetapi kami juga menanam beberapa tanaman umbi-umbian yang sedikit lebih tahan naungan. Desa-desa tersebut memilih ubi jalar dan talas. Juga beberapa nanas – tentu saja bukan tanaman umbi-umbian, tetapi mereka tumbuh dengan baik di tempat teduh yang dimiliki sistem tersebut selama dua tahun pertama. Kami juga menanam abaka tersebut sejak awal.

“Pada akhir tahun pertama, penduduk desa mulai memanen tanaman umbi-umbian dan menggantinya dengan tanaman pelindung. Mereka memilih jahe sebagai tanaman komersial, dengan kopi robusta, hanya untuk digunakan sendiri. Pada akhir tahun kedua, semua umbi-umbian dan nanas telah dipanen, dan kami menanam bibit dipterocarp. Kami juga menjarangi agoho dan nara untuk mengurangi persaingan dengan semua komponen lainnya. Kami melakukan penjarangan kedua jauh setelahnya, sewaktu kami menjarangi beberapa dipterokarpa. Hal itu juga memungkinkan cukupnya cahaya untuk melanjutkan produksi abaka, atau bahkan untuk memasukkan kakao ke dalam sistem tersebut. Dalam jangka-panjang, penduduk desa akan dapat memanen dipterokarpa secara selektif, karena mereka memiliki hak tenurial penuh atas hutan dan hasil-hasilnya. Tapi saya pikir saat ini mereka senang karena hutan kembali.”

Tokoh masyarakat Gabriela juga memiliki ide untuk membangun pembibitan pohon masyarakat. Dia berkomentar, “Tentu saja pembibitan bukanlah sistem agroforestri– kami memahaminya – tetapi ini adalah bagian



penting dari sistem **kami**. Kami mengumpulkan benih lokal dari semua spesies, serta apa yang kami sebut *wildlings*: bibit tanpa induk yang kami ambil dan pelihara sampai mereka dalam kondisi baik untuk ditanam. Terkadang ini adalah cara terbaik untuk mendapatkan tanaman dari spesies yang paling berharga, karena banyak dari mereka hanya menghasilkan benih setiap beberapa tahun sekali. Kami tidak bisa menunggu selama itu!

“Kami mendapat pelatihan operasi pembibitan dari ReForesta, jadi kami tahu semua hal seperti kualitas akar, indeks kekokohan, dan mikoriza. Di sini, kami ahlinya. Kami tidak menjual tanaman, tetapi pemerintah kota membayar kami dan beberapa pembibitan komunitas dan swasta lainnya untuk memproduksinya, dan kemudian mereka memberikannya ke proyek. Ini adalah win-win, hampir seperti pohon dan mikoriza.”



Manolo, agroforester utama dengan ReForesta, mengangkat ceritanya: “Ide penghutan hujan datang dari kemitraan antara Visayas State University dan badan kerjasama teknis Jerman, dan telah terbukti sangat sukses. Namun, itu tidak akan berhasil di lapangan kecuali jika yang kami lakukan **berpusat pada petani**. Jadi, kami jelaskan bahwa bagian dari ketertarikan kami adalah untuk memulihkan hutan dipterocarp, tetapi itu harus dilakukan dengan cara yang menguntungkan mereka sejak awal. Itu harus berpusat pada petani, apa pun tantangan global yang Anda pikirkan. Faktanya, itulah salah satu manfaat dari sistem sekuensial – jika dilakukan dengan benar. Tidak ada kesenjangan, tidak ada masa dimana pendapatan berkurang. Di sini, Anda mendapatkan sereal dan tanaman umbi-umbian, kemudian abaka dan jahe. Saya rasa Angel tidak menyebutkan bahwa sebagian besar penduduk desa juga menanam berbagai jenis buah lain, baik pada saat yang sama dengan narra, atau ketika dipterokarpa masuk. Di sini akan selalu ada sesuatu untuk dipanen. Saya senang ketika penduduk desa menyarankan abaka, karena ini adalah spesies yang sangat hemat, cocok untuk agroforestri. Serat yang diekstraksi darinya hanya membentuk sekitar dua persen dari biomassa – sisanya tetap berada dalam sistem sebagai mulsa. Ini **sinergi** dalam aksi – abaka menyukai naungan yang diberikan narra dan agoho, dan saya kira juga nitrogen yang mereka ikat ... tetapi semuanya kembali ke mereka dan komponen lainnya.”



Ketika Segala Sesuatunya Tidak Berjalan dengan Baik

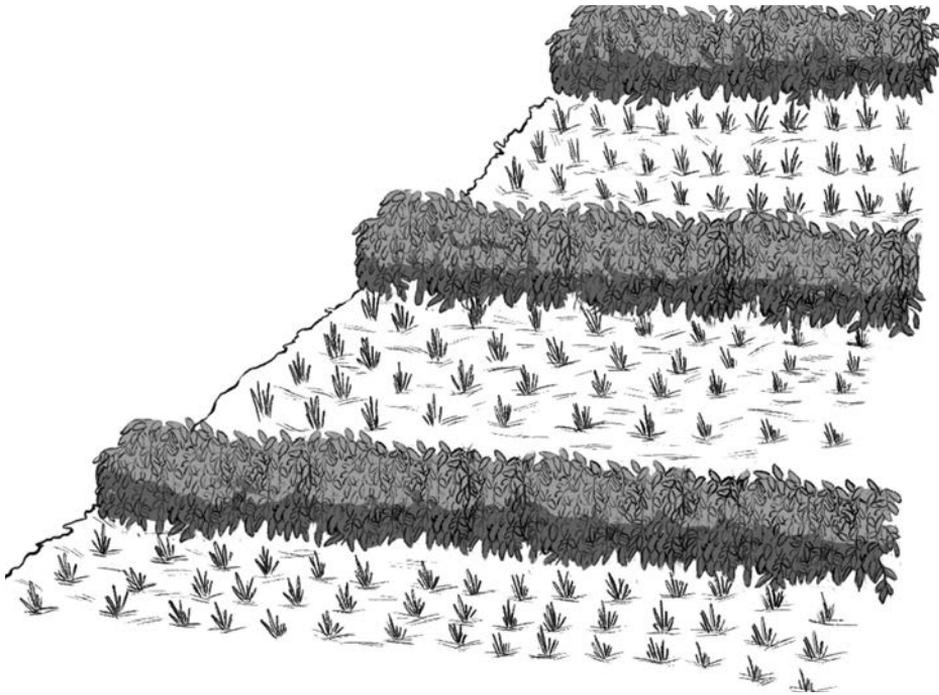
Kebutuhan Petani dan Tanggapannya

Penduduk desa di komunitas Kenya yang kami jelaskan di cerita pertama telah menjadi penggemar agroforestri, tetapi tidak selalu seperti itu. Mary menjelaskan: “Seperti yang saya katakan sebelumnya, beberapa orang memiliki pengalaman buruk dengan agroforestri. Itu sudah lama sekali, ketika saya masih sangat kecil. Tapi Anda tahu apa yang mereka katakan, ‘sekali digigit, dua kali malu’. Dan bahkan mereka yang tidak digigit pun bisa malu dengan anjing itu.”

Penyuluh Rose menceritakan. “Setelah Mary memberi tahu saya apa yang bisa dia ingat, saya mencoba mencari tahu apa yang terjadi. Saya punya teman yang bekerja untuk organisasi yang memimpin proyek agroforestri tersebut, dan dia menemukan beberapa laporan lama dan berbicara dengan beberapa orang yang terlibat. Dan, dalam laporan itu, saya juga menemukan nama beberapa peserta yang masih ada di desa ini. Dalam laporan akhir bahkan ada gambar Maria yang bagus ketika dia masih kecil, berdiri di dekat salah satu pohon eukaliptus yang mereka tanam. Dia terlihat sangat bahagia di foto itu.”

“Saya pikir mereka baru saja memberi saya mangga yang sangat besar,” kata Mary sambil tertawa.

“Mari saya ceritakan apa yang terjadi,” kata Rose. “Mereka menanam pohon di dua tempat berbeda, sama seperti yang kami lakukan dengan TreesFP: di dataran rendah dekat rumah, seperti tempat Mary memiliki pohon buah-buahan, dan di padang rumput, seperti tempat Judith dulu memelihara sapi. Tapi di situlah kesamaan berakhir...”



“Mereka tahu bahwa orang kekurangan pakan ternak dan kayu, jadi di semua batas lahan pertanian mereka menanam pagar tanaman dengan spesies yang bisa dimakan ternak, seperti kaliandra, gamal, leucaena, dengan pohon kayu seperti jati dan pinus setiap enam meter. Jika Anda perhatikan, Anda masih bisa melihat beberapa pohon jati. Tetapi orang-orang tidak menyukai pagar tanaman, karena mereka harus memangkasnya sepanjang waktu dan – karena semuanya tersebar – butuh waktu terlalu lama untuk mengumpulkan daunnya untuk pakan ternak. Dan kemudian ada tikus...”

“Aku masih ingat mereka mencicit saat aku berjalan di sepanjang pagar tanaman kami,” sela Mary.

“... Jika Anda membaca laporan itu,” lanjut Rose, “ini menjelaskan bagaimana pada akhirnya mereka harus merekomendasikan untuk tidak menabur benih jagung terlalu dekat dengan pagar tanaman, karena tikus akan memakan semuanya. Setelah proyek selesai, semua orang membersihkan pagar tanaman. Pohon-pohon kayu telah ditebang satu per satu selama bertahun-tahun. Pohon-pohon tersebut cukup berguna, tetapi tidak ada lagi yang menanam baru.

“Mereka juga mencoba budidaya Lorong atau budidaya pagar. Mereka tahu bahwa di sini tanahnya sangat buruk dan kebanyakan orang tidak mampu membeli pupuk, jadi itulah solusinya, kata mereka. Mereka mendatangkan beberapa pekerja untuk menanam gamal secara berjajar di beberapa ladang. Tanaman pagar tersebut diharapkan memompa unsur hara dari tanah lapisan bawah. Ada empat meter jarak antar barisan, dan petani menanam jagung di lorong tersebut. Setiap tiga bulan mereka harus memangkas pohon dan membiarkan dedaunan membusuk, seperti pupuk hijau. Tetapi jagung tidak tumbuh lebih cepat, dan pohon-pohon mengambil tempat yang kami gunakan untuk bercocok tanam sebelumnya. Laporan itu tidak mengatakan apa yang terjadi pada akhirnya, tetapi semua orang mengatakan bahwa mereka kebanyakan harus meracuni pohon pagar untuk membuangnya.

“Kemudian, di padang rumput yang berbukit, mereka mengatakan bahwa penting bagi ternak untuk memiliki naungan, dan pohon juga dapat membantu mencegah rumput kering terlalu banyak di musim kemarau. Jadi, orang-orang menanam beberapa pohon – saya pikir mereka mendapatkannya dari Amerika Selatan – dan mereka harus melindunginya dengan sedikit pagar di sekitar kelompok pohon sampai pohon itu terlalu tinggi bagi ternak untuk mencapai daun. Nyatanya, pohon-pohon itu tumbuh sangat cepat, dan setelah hanya satu musim tanam, tingginya hampir dua meter. Jadi, mereka mengatakan bahwa orang-orang dapat membuka pagarnya untuk memasukkan ternaknya. Saya pikir semua orang tahu apa yang akan terjadi. Sapi-sapi tersebut tidak bisa mencapai daun, tetapi mereka suka menggaruk batang pohon, dan tidak lama kemudian mereka mendorong sebagian besar pohon-pohon tersebut dan mematahkan batangnya.”



Bagaimana Prinsip-Prinsip Itu Disalahgunakan atau Diabaikan: Apa yang Salah?

“Saya rasa saya bisa menjawab pertanyaan itu dengan cukup cepat,” kata Rose. “Anda tahu, laporan itu banyak berbicara tentang metode partisipatif. Tapi saya pikir mereka berpikir bahwa partisipasi hanyalah mengenai mengajukan pertanyaan kepada orang-orang. Juga, jika Anda melihat beberapa tabel hasil mereka, Anda dapat melihat bahwa sebagian besar orang yang mereka ajak bicara adalah laki-laki. Saya pikir para perempuan akan memberi mereka cerita lain. Jadi, ini bukan proses yang benar-benar **berpusat pada petani**, karena mereka tidak berbicara dengan petani sebenarnya, atau mereka tidak mendengarkan. Adapun **prinsip kesesuaian** – seperti yang Anda lihat di sini cukup kering dan, seperti yang telah saya katakan, tanahnya buruk. Itu berarti kita tidak bisa memiliki pohon di sini karena akan mengambil unsur hara dan air yang dibutuhkan tanaman. Solusi yang berfungsi di tempat lain tidak akan berfungsi di sini. Anda tahu foto yang saya sebutkan, tentang Maria dengan pohon eukaliptus? Nah, Anda tahu, pohon itu masih ada. Itu karena seseorang menanamnya di tempat yang sangat kering dan berbatu yang tidak baik untuk apa pun. Hampir semua yang lain hilang.

“Untuk **sinergi**, sistem ini secara teori sinergis, tetapi dalam praktiknya komponen-komponen yang berbeda tidak terhubung, kecuali secara negatif. Pagar tanaman bersaing dengan jagung dan menyediakan habitat bagi tikus, gamal hanya mengambil tempat untuk tanaman pokok, dan pepohonan di padang rumput sedikit membuang-buang waktu.”

Rose tersenyum. “Jadi, tidak ada dari ketiganya. Anda tahu, kami beruntung. Kami memiliki kesempatan untuk belajar dari kesalahan semacam ini.”

Nama Ilmiah Spesies dan Genera

abaca: *Musa textilis*

akasia: *Spesies akasia*, terutama *A. mangium*

азан: *Euterpe oleracea*

Mahoni Afrika: spesies *Khaya agoho*:

alder: spesies *Alnus*

andiroba: *Carapa guianensis*

anato: *Bixa orellana*

garut: *Maranta arundinacea*

alpukat: *Persea americana*

pisang: spesies *Musa x paradisiaca*

kacang: spesies *Phaseolus*, terutama *P. vulgaris*

bit: *Beta vulgaris*

paprika: spesies *Capsicum*

lada hitam: *Piper nigrum*

kakao: *Theobroma cacao*

calliandra: *Calliandra calothyrsus*

wortel : *Daucus carota subsp. sativus*

singkong: *Manihot esculenta*

kasuarina: spesies *Casuarina*

centro: spesies *Centrosema*

chard: *Beta vulgaris*

cabai: spesies *Capsicum*

kelapa: *Cocos nucifera*

kopi: *Coffea arabica*, *Coffea robusta*

durian: spesies *Durio*

dadap: *Erythrina poeppigina*

eucaliptus: spesies *Eucalyptus* dan *Corymbia*

jahe: *Zingiber officinale*

gamal: *Gliricidia sepium*

babi prem: *Spondias mombin*

alang-alang: spesies *Imperata*

inga: Spesies *Inga*, terutama *I. edulis*

ipk: spesies *Handroanthus*

kudzu: spesies *Pueraria*

salam: *Cordia alliodora*

bayam: *Spinacia oleracea*

stylo: spesies *Stylosanthes*

tebu: *Saccharum officinarum*

ubi jalar: *Ipomoea batatas*

tapereba: *Spondias mombin*

talas: *Colocasia esculenta*

teh: *Camellia sinensis*

jati: *Tectona grandis*

tomat: *Solanum lycopersicum*

kunyit: *Curcuma longa*

vanila: *Vanilla planifolia*

Rumput vetiver: *Chrysopogon zizanioides*

yam: spesies *Dioscorea*

Daftar Istilah

Glosarium hanya mencakup istilah yang tidak didefinisikan dalam teks utama.

Adaptasi perubahan iklim: dalam konteks agroforestri mengacu pada tindakan yang diambil untuk memungkinkan keluarga petani mengatasi dampak perubahan iklim dengan lebih baik.

Agrobiodiversitas (*Agrobiodiversity*): keanekaragaman hayati di lahan pertanian, termasuk namun tidak terbatas pada spesies dan varietas tanaman dan ternak peliharaan.

Bahan organik (*Organic matter*): bahan sisa organisme hidup (hewan dan tumbuhan dll) yang belum melapuk atau baru sebagian melapuk, dan masih belum menyatu dengan tanah (ukuran >2mm)

Bahan organik tanah (*Soil Organic Matter*): bahan sisa organisme hidup (hewan dan tumbuhan dll) yang telah mati, telah melapuk menjadi berbagai ukuran dan telah menyatu dengan tanah dan mikrobia tanah (ukuran <2mm)

Biomassa: bahan tumbuhan atau hewan, termasuk bahan mati dan bahan yang telah melapuk.

Budidaya Lorong (*Alley cropping /hedgerow intercropping*): praktek agroforestri di mana tanaman ditanam di “lorong-lorong” di antara barisan pohon. Pohon-pohon secara teratur dipangkas untuk menghasilkan mulsa yang kaya unsur hara.

Domestikasi: proses di mana petani atau ilmuwan mengubah karakteristik-karakteristik genetik tanaman dan hewan liar sehingga lebih berguna untuk pertanian.

Fotosintesis: proses dimana tanaman hijau (berkhlorofil) menggunakan energi cahaya matahari, gas CO₂ dari udara, dan air untuk menghasilkan karbohidrat.

Intervensi (*Agroforestri*): setiap tindakan atau serangkaian tindakan yang bertujuan untuk mempromosikan atau meningkatkan praktek agroforestri.

Jasa agroekologi (*Agroecological services*): kontribusi positif (manfaat) dari satu komponen sistem agroforestri (atau agroekosistem lainnya) terhadap pertumbuhan, produktivitas, atau keberlanjutan komponen lain (misalnya, naungan, fiksasi nitrogen).

Jasa ekosistem (*Ecosystem services*): manfaat aset-aset lingkungan seperti tanah, air, tumbuh-tumbuhan, dan atmosfer yang diberikan kepada manusia, terutama dalam bentuk barang dan jasa yang penting (misalnya udara bersih, air, dan makanan).

Konektivitas habitat: sejauh mana hewan, serbuk sari, dan benih dapat berpindah di antara blok habitat yang lebih besar, terutama melalui “jembatan” habitat yang lebih kecil (misalnya, koridor sempadan sungai) atau “batu loncatan” (misalnya pepohonan yang tersebar atau pohon individu).

Lanskap: lahan yang cukup besar (sekitar puluhan hingga ratusan kilometer persegi) di mana manusia dan ekosistem alam berinteraksi. Interaksi tersebut seringkali mendorong perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, mata pencaharian, dan demografi.

Lingkungan yang mendukung: faktor-faktor, selain praktek agroforestri yang baik dan lingkungan alam, yang menentukan apakah intervensi agroforestri yang diberikan mungkin layak atau berhasil: misalnya kebijakan pemerintah, ketersediaan kredit, atau kualitas layanan penyuluhan. Lingkungan yang memungkinkan dapat menguntungkan atau tidak menguntungkan.

Mikrosimbion: mikroorganisme yang membentuk hubungan yang saling menguntungkan dengan organisme lain.

Mitigasi perubahan iklim: tindakan yang diambil untuk mengurangi emisi gas rumah kaca saat ini atau di masa depan, atau untuk mengurangi konsentrasi gas rumah kaca yang ada.

Monokultur: ladang, kebun, atau hutan tanaman yang hanya terdiri dari satu spesies.

Mulsa: bahan yang digunakan untuk menutupi tanah untuk mengendalikan pertumbuhan gulma dan menjaga kelembaban tanah. Dalam agroforestri, istilah ini terutama mengacu pada daun dan cabang yang mati, meskipun bahan organik dan anorganik lainnya juga dapat digunakan.

Paket teknologi: seperangkat praktek budidaya standar yang telah ditentukan sebelumnya untuk spesies atau produk tertentu, terutama yang wajib diikuti oleh petani sebagai syarat untuk menerima kredit, subsidi, atau dukungan teknis.

Panjang rotasi: di kehutanan artinya jumlah tahun antara regenerasi dan pemanenan akhir suatu tegakan pohon.

Pertanian cerdas iklim: pertanian yang disesuaikan dengan atau yang memitigasi perubahan iklim.

Sistem berurutan: lihat Sistem suksesi.

Spesies kunci (*Keystone species*): spesies yang memainkan peran ekologis yang sangat penting karena ketergantungan spesies lain padanya.

Sistem multistrata: sistem agroforestri dengan lapisan (strata) berbeda yang dibentuk oleh tajuk pohon dan komponen tumbuhan bawah.

Spesies pendamping (*Flotilla species*): spesies (biasanya pohon atau tanaman lain) yang termasuk dalam sistem agroforestri terutama untuk layanan agroekologi yang mereka berikan kepada sistem dan spesies unggulan.

Sistem suksesi: sistem agroforestri, biasanya multistrata, yang berubah secara terencana dari waktu ke waktu ketika komponen mencapai akhir siklus hidupnya atau dinaungi oleh komponen lain.

Spesies unggulan (*Flagship species*): spesies utama (satu atau lebih) dalam sistem agroforestri: yaitu spesies tanaman, ternak, atau pohon yang dianggap sebagai komponen terpenting oleh petani

Taungya: praktek menanam tanaman pokok di hutan tanaman muda, biasanya sebagai sarana pendirian perkebunan.

Varietas modern: varietas tanaman pokok yang relatif baru, khususnya varietas katai yang terkait dengan peningkatan hasil utama dari "Revolusi Hijau".

Varietas tradisional: varietas tanaman dan pohon yang secara genetik berbeda dari kerabat liarnya, yang telah dikembangkan dalam jangka waktu yang lama oleh petani, dan sangat cocok dengan kondisi lokal dan praktik pertanian.

AGROFORESTRI: SEBUAH PENGANTAR

Pertanian konvensional adalah sangat produktif. Tetapi produktivitas tinggi harus dibayar dengan biaya: tanah yang habis atau terkikis, aliran air yang tercemar atau mengering, dan sistem pangan yang menghasilkan 20–40% emisi gas rumah kaca. Banyak orang sekarang setuju bahwa kita sangat perlu mengubah sistem pangan, termasuk pertanian. Agroforestri, sebagai pendekatan berbasis alam untuk produksi dan penggunaan lahan, akan memainkan peran penting dalam transformasi ini. Agroforestri bukanlah hal baru. Petani telah mempraktikkannya selama ribuan tahun, dan para ilmuwan telah mengakuinya sejak tahun 1970-an sebagai bentuk pertanian dan penggunaan lahan yang produktif dan berkelanjutan secara ekologis. Tapi sekarang agroforestri tiba-tiba menjadi pusat perhatian. Ini dipromosikan sebagai strategi penggunaan lahan untuk mendukung mitigasi perubahan iklim dan adaptasi perubahan iklim, konservasi keanekaragaman hayati, pertanian berkelanjutan, dan tujuan lainnya. Banyak organisasi merekomendasikan



atau menggunakannya sebagai alat untuk memulihkan ekosistem—tidak hanya ekosistem pertanian, tetapi juga lanskap hutan.

Meskipun tidak memulihkan segalanya, agroforestri memiliki potensi besar untuk berkontribusi pada semua tujuan yang disebutkan di atas. Namun, agroforestri bukan hanya soal menambahkan pohon ke lahan pertanian. Untuk mewujudkan potensinya, para praktisi perlu memahami prinsip-prinsipnya. *Agroforestri: Sebuah Pengantar* adalah panduan untuk prinsip dan konsep agroforestri – dan bagaimana menggunakannya secara efektif.



Editor: Anja Gassner dan Philip Dobie

Kata Pengantar oleh Sonya Dewi (Direktur Asia, CIFOR-ICRAF) dan Fergus Sinclair (Kepala Ilmuwan, CIFOR-ICRAF)

Penulis: Marlito Bande, Brian Chiputwa, Richard Coe, Jonathan P. Cornelius, Philip Dobie, Anja Gassner, Rhett D. Harrison, Hanna J. Ihli, Clement A. Okia, Andrew Miccolis, J. David Neidel, Stepha McMullin, Agustin Mercado, Athanase Mukuralinda, Caroline Pinon, Eduardo Somarriba, Peter Thorne dan Etti M. Winter.



Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection



ISBN 978-9-96-610864-7



9 789966 108647

based on a decision of
the German Bundestag