

Fungsi dan Peran Agroforestri

Widianto, Kurniatun Hairiah, Didik Suharjito dan Mustofa Agung Sardjono



Bahan Ajaran 3

FUNGSI DAN PERAN AGROFORESTRI

Widianto, Kurniatun Hairiah, Didik Suharjito
dan Mustofa Agung Sardjono

Maret 2003

Bogor, Indonesia

Kritik dan saran dialamatkan kepada:

SRI RAHAYU UTAMI
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145
Email: Safods.Unibraw@telkom.net

BRUNO VERBIST
World Agroforestry Centre (ICRAF)
Southeast Asia Research Office, Jl. CIFOR, Situgede, Bogor 16680
Email: B.Verbist@cgiar.org

Terbit bulan Maret 2003
© copyright World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia

Untuk tujuan kelancaran proses pendidikan, Bahan Ajaran ini bebas untuk difotocopi sebagian maupun seluruhnya.

Diterbitkan oleh:
World Agroforestry Centre (ICRAF)
Southeast Asia Regional Office
PO Box 161 Bogor, Indonesia
Tel: +62 251 625415, 625417; Fax: +62 251 625416; email: icraf-indonesia@cgiar.org

Ilustrasi cover: Wiyono
Tata letak: Tikah Atikah & DN Rini

AGROFORESTRI DAN EKOSISTEM SEHAT

Editor: Widiyanto, Sri Rahayu Utami dan Kurniatun Hairiah

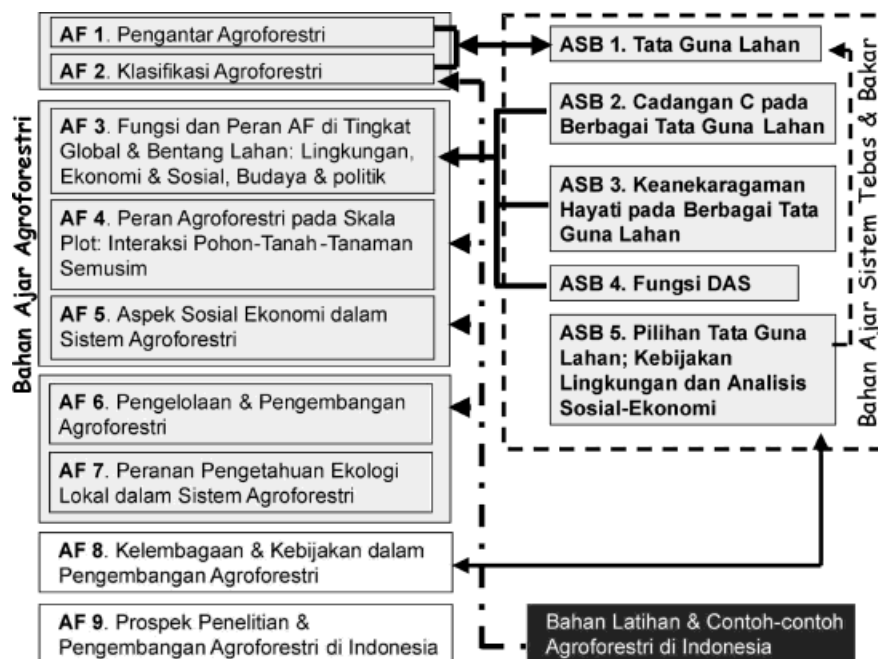
Pengantar

Alih-guna lahan hutan menjadi lahan pertanian disadari menimbulkan banyak masalah seperti penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, banjir, kekeringan dan bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini bertambah berat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya luas areal hutan yang dialih-gunakan menjadi lahan usaha lain. Agroforestri adalah salah satu sistem pengelolaan lahan yang mungkin dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat adanya alih-guna lahan tersebut di atas dan sekaligus juga untuk mengatasi masalah pangan.

Agroforestri, sebagai suatu cabang ilmu pengetahuan baru di bidang pertanian dan kehutanan, berupaya mengenali dan mengembangkan keberadaan sistem agroforestri yang telah dipraktekkan petani sejak dulu kala. Secara sederhana, agroforestri berarti menanam pepohonan di lahan pertanian, dan harus diingat bahwa petani atau masyarakat adalah elemen pokoknya (subyek). Dengan demikian kajian agroforestri tidak hanya terfokus pada masalah teknik dan biofisik saja tetapi juga masalah sosial, ekonomi dan budaya yang selalu berubah dari waktu ke waktu, sehingga agroforestri merupakan cabang ilmu yang dinamis.

Sebagai tindak lanjut dari hasil beberapa pertemuan yang diselenggarakan oleh SEANAFE (*South East Asian Network for Agroforestry Education*) antara lain Workshop 'Pengembangan Kurikulum Agroforestri' di Wanagama-UGM (Yogyakarta) pada tanggal 27-30 Mei 2001, dan Workshop 'Pemantapan Kurikulum Agroforestri' di UNIBRAW (Malang) pada tanggal 12-13 November 2001, maka beberapa topik yang diusulkan dalam pertemuan tersebut dapat tersusun untuk mengawali kegiatan ini. Bahan Ajaran ini diharapkan dapat digunakan untuk mengenalkan agroforestri di tingkat Strata 1 pada berbagai perguruan tinggi. ICRAF SE Asia telah bekerjasama dengan dosen dari berbagai perguruan tinggi di Asia untuk menyiapkan dua seri Bahan Ajaran agroforestri berbahasa Inggris yang dilengkapi dengan contoh kasus dari Asia Tenggara. Seri pertama, meliputi penjelasan berbagai bentuk agroforestri di daerah tropika mulai dari yang sederhana hingga kompleks, fungsi agroforestri dalam konservasi tanah dan air, manfaat agroforestri dalam mereklamasi lahan alang-alang, dan domestikasi pohon. Seri kedua, berisi materi yang difokuskan pada kerusakan lingkungan akibat alih-guna lahan hutan menjadi lahan pertanian dan adanya kegiatan pembukaan lahan dengan cara *tebang bakar* atau biasa juga disebut dengan *tebas bakar*. Materi Bahan Ajaran ini diperoleh dari hasil-hasil penelitian proyek global tentang "*Alternatives to Slash and Burn*" (ASB) yang dikoordinir oleh ICRAF, sehingga contoh kasus yang dipakai tidak hanya dari Asia Tenggara tetapi juga dari negara tropis lainnya di Afrika dan Latin Amerika. Kedua Bahan Ajaran tersebut tersedia dalam web site <http://www.worldagroforestrycentre.org>. Sebagai usaha berikutnya dalam membantu proses pembelajaran di perguruan tinggi, seri buku ajar kedua diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, Thailand, Vietnam dan dikembangkan sesuai dengan kondisi masing-masing negara.

Hampir bersamaan dengan itu ICRAF SE Asia juga telah mendukung penulisan Bahan Ajaran Pengantar Agroforestri secara partisipatif dengan melibatkan pengajar-pengajar (dosen) agroforestri dari beberapa perguruan tinggi di Indonesia. Penulisan Bahan Ajaran ini selain didasarkan pada bahan-bahan yang sudah dikembangkan oleh ICRAF SE Asia, juga diperkaya oleh para penulisnya dengan pengalaman di berbagai lokasi di Indonesia. Bahan Ajaran Pengantar Agroforestri ini terdiri dari 9 bab, yang secara keseluruhan saling melengkapi dengan Bahan Ajaran agroforestri seri ASB (secara skematis disajikan pada Gambar 1). Dalam gambar ini ditunjukkan hubungan antara kesembilan bab Bahan Ajaran Pengantar Agroforestri (kelompok sebelah kiri) dengan Bahan Ajaran seri ASB yang berada di kelompok sebelah kanan (dalam kotak garis putus-putus).



Gambar 1. Topik-topik Bahan Ajaran berbahasa Indonesia yang disiapkan untuk pembelajaran di Perguruan Tinggi di Indonesia. Bahan Ajaran ini akan segera tersedia di ICRAF web site <http://www.worldagroforestrycentre.org>

Dari kedua seri Bahan Ajaran ini kita coba untuk menjawab lima pertanyaan utama yaitu: (1) Apakah ada masalah dengan sumber daya alam kita? (2) Sistem apa yang dapat kita tawarkan dan apa yang dimaksud dengan agroforestri? (3) Adakah manfaatnya? (4) Apa yang dapat kita perbaiki? (5) Bagaimana prospek penelitian dan pengembangan agroforestri di Indonesia?

Bahan Ajaran ini diawali dengan memberikan pengertian tentang agroforestri, sejarah perkembangannya dan macam-macamnya serta klasifikasinya disertai dengan contoh sederhana (Bahan Ajaran Agroforestri (AF) 1 dan 2).

Secara umum agroforestri berfungsi protektif (yang lebih mengarah kepada manfaat biofisik) dan produktif (yang lebih mengarah kepada manfaat ekonomis). Manfaat agroforestri secara biofisik ini dibagi menjadi dua level yaitu level bentang lahan atau global dan level plot. Pada level global meliputi fungsi agroforestri dalam konservasi tanah dan air, cadangan karbon (C stock) di daratan, mempertahankan keanekaragaman hayati. Kesemuanya ini dibahas pada Bahan Ajaran AF 3, sedang ulasan lebih mendalam dapat dijumpai dalam Bahan Ajaran ASB 2, 3, dan 4. Untuk skala plot, penulisan bahan ajar lebih difokuskan pada peran pohon dalam mempertahankan kesuburan tanah

walaupun tidak semua pohon dapat memberikan dampak yang menguntungkan. Untuk itu diperlukan pemahaman yang dalam akan adanya interaksi antara pohon-tanah dan tanaman semusim. Dasar-dasar proses yang terlibat dalam sistem agroforestri ini ditulis di Bahan Ajaran AF 4. Selain itu, agroforestri juga sebagai sistem produksi sehingga mahasiswa dituntut untuk menguasai prinsip-prinsip analisis ekonomi dan finansial, yang dapat diperoleh di Bahan Ajaran AF 5.

Di Indonesia agroforestri sering juga ditawarkan sebagai salah satu sistem pertanian yang berkelanjutan. Namun dalam pelaksanaannya tidak jarang mengalami kegagalan, karena pengelolaannya yang kurang tepat. Guna meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mengelola agroforestri, diperlukan paling tidak tiga ketrampilan utama yaitu: (a) mampu menganalisis permasalahan yang terjadi, (b) merencanakan dan melaksanakan kegiatan agroforestri, (c) monitoring dan evaluasi kegiatan agroforestri. Namun prakteknya, dengan hanya memiliki ketiga ketrampilan tersebut di atas masih belum cukup karena kompleksnya proses yang terjadi dalam sistem agroforestri. Sebelum lebih jauh melakukan inovasi teknologi mahasiswa perlu memahami potensi dan permasalahan yang dihadapi oleh praktek agroforestri (diagnosis). Selanjutnya, untuk menyederhanakan interpretasi proses-proses yang terlibat maka diperlukan alat bantu simulasi model agroforestri, yang dapat dijumpai di Bahan Ajaran AF 6.

Banyak hasil penelitian diperoleh untuk memecahkan masalah yang timbul di lapangan, tetapi usaha ini secara teknis seringkali mengalami kegagalan. Transfer teknologi dari stasiun penelitian ke lahan petani seringkali hanya diadopsi sebagian atau bahkan tidak diadopsi sama sekali oleh petani. Berangkat dari pengalaman pahit tersebut di atas, dewasa ini sedang berlangsung pergeseran paradigma lebih mengarah ke partisipasi aktif petani baik dalam penelitian dan pembangunan. Dengan demikian pada Bahan Ajaran AF 7 diberikan penjelasan pentingnya memasukkan pengetahuan ekologi lokal dalam pemahaman dan pengembangan sistem agroforestri. Selanjutnya dalam Bahan Ajaran AF 8 diberikan pemahaman akan pentingnya kelembagaan dan kebijakan sebagai landasan pengembangan agroforestri yang berkelanjutan, dan analisis atas aspek kelembagaan dan kebijakan pemerintah dalam pengembangan agroforestri.

Telah disebutkan di atas bahwa agroforestri adalah praktek lama di Indonesia, tetapi agroforestri merupakan cabang ilmu pengetahuan baru. Bagaimana prospek penelitian dan pengembangannya di Indonesia? Mengingat kompleksnya sistem agroforestri, maka paradigma penelitian agroforestri berubah dari level plot ke level bentang lahan atau bahkan ke level global. Bahan Ajaran AF 9, memberikan gambaran tentang macam-macam penelitian agroforestri yang masih diperlukan dan beberapa pendekatannya.

Setelah dirasa cukup memahami konsep dasar agroforestri dan pengembangannya, maka mahasiswa ditunjukkan beberapa contoh agroforestri di Indonesia: mulai dari cara pandang sederhana sampai mendalam. Melalui contoh yang disajikan bersama dengan beberapa pertanyaan, diharapkan mahasiswa mampu mengembangkan lebih lanjut dengan pengamatan, analisis dan bahkan penelitian tentang praktek-praktek agroforestri di lingkungan masing-masing. Mengingat keragaman yang ada di Indonesia, masih terbuka kesempatan bagi para mahasiswa untuk menggali sistem agroforestri yang berbeda dengan yang disajikan dalam Bahan Ajaran ini.

Ucapan terima kasih

Seri Bahan Ajaran Pengantar Agroforestri ini disusun oleh beberapa orang tenaga pengajar (dosen) dari empat universitas di Indonesia (Institut Pertanian Bogor, Universitas Gajah Mada, Universitas Mulawarman, dan Universitas Brawijaya) yang bekerjasama dengan beberapa orang peneliti dari dua lembaga penelitian internasional yaitu World Agroforestry Centre (ICRAF-SE Asia) dan Centre of International Forestry Research (CIFOR), Bogor. Sebenarnya, proses penyusunan Bahan Ajaran ini sudah berlangsung cukup lama dan dengan memberi kesempatan kepada tenaga pengajar dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Namun, minimnya tanggapan dari berbagai pihak menyebabkan hanya beberapa tenaga dari empat perguruan tinggi dan dua lembaga penelitian tersebut yang berpartisipasi.

Penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada rekan-rekan penulis: Sambas Sabarnurdin (UGM), Mustofa Agung Sarjono (UNMUL), Hadi Susilo Arifin (IPB), Leti Sundawati (IPB), Nurheni Wijayanto (IPB), Didik Suharjito (IPB), Tony Djogo (CIFOR), Didik Suprayogo (UNIBRAW), Sunaryo (UNIBRAW), Meine van Noordwijk (ICRAF SE Asia), Laxman Joshi (ICRAF SE Asia), Bruno Verbist (ICRAF SE Asia) dan Betha Lusiana (ICRAF SE Asia) atas peran aktifnya dalam penulisan Bahan Ajaran ini. Suasana kekeluargaan penuh keakraban yang terbentuk selama penyusunan dirasa sangat membantu kelancaran jalannya penulisan. Semoga keakraban ini tidak berakhir begitu saja setelah tercetaknya Bahan Ajaran ini.

Bahan Ajaran ini disusun berkat inisiatif, dorongan dan bantuan rekan Bruno Verbist yang selalu bersahabat, walaupun kadang-kadang beliau harus berhadapan dengan situasi yang kurang bersahabat.

Bantuan Ibu Tikah Atikah, Dwiati Novita Rini dan Pak Wiyono dari ICRAF SE Asia Bogor dalam pengaturan tata letak teks dan pembuatan ilustrasi untuk Bahan Ajaran ini sangat dihargai.

Dukungan finansial penyusunan Bahan Ajaran ini diperoleh dari Pemerintah Belanda melalui "**Proyek Bantuan Langsung Pendidikan**" di Indonesia (*DSO, Directe Steun Onderwijs*).

Penutup

Bahan Ajaran bukan merupakan bahan mati, isinya harus dinamis sesuai dengan perkembangan ilmu, teknologi dan kebutuhan. Oleh karena itu, dengan terselesaikannya Bahan Ajaran ini bukan berarti tugas kita sebagai pengajar juga telah berakhir. Justru dengan terbitnya Bahan Ajaran ini baru nampak dan disadari oleh para penulis bahwa ternyata masih banyak materi penting lainnya yang belum tertuang dalam seri Bahan Ajaran ini. Para penulis sepakat untuk terus mengadakan pembaharuan dan pengembangan bilamana masih tersedia kesempatan. Demi kesempurnaan Bahan Ajaran ini, kritik dan saran perbaikan dari pengguna (dosen dan mahasiswa), peneliti maupun anggota masyarakat lainnya sangat dibutuhkan.

Semoga buku ini dapat membantu kelancaran proses pembelajaran agroforestri di perguruan tinggi di Indonesia, dan semoga dapat memperbaiki tingkat pengetahuan generasi muda yang akan datang dalam mengelola sumber daya alam.

Bogor, pertengahan Maret 2003
Editor

FUNGSI DAN PERAN AGROFORESTRI

DAFTAR ISI

1. ALIH-GUNA LAHAN DAN FUNGSI AGROFORESTRI	1
1.1 Mengapa terjadi alih-guna lahan?	2
1.2 Kecepatan alih-guna lahan	3
1.3 Penyebab terjadinya alih-guna lahan	3
1.4 Manakah yang penting: hutan atau fungsi hutan?	4
2. FUNGSI AGROFORESTRI DITINJAU DARI ASPEK BIOFISIK DAN LINGKUNGAN PADA SKALA BENTANG LAHAN	7
2.1 Peranan agroforestri terhadap sifat fisik tanah	7
2.2 Peranan agroforestri terhadap kondisi hidrologi kawasan	9
<i>a) Peran hutan terhadap fungsi hidrologi kawasan</i>	9
<i>b) Peran agroforestri terhadap fungsi hidrologi kawasan</i>	12
2.3 Peranan agroforestri dalam mengurangi gas rumah kaca dan mempertahankan cadangan karbon	13
<i>a) Gas rumah kaca</i>	13
<i>b) Siklus Karbon di tingkat global</i>	14
<i>c) Apa yang dimaksud dengan C-stock?</i>	15
<i>d) Mengapa agroforestri penting untuk cadangan C?</i>	15
<i>e) Parameter pengukuran cadangan C dalam sistem agroforestri</i>	17
<i>f) Contoh kasus</i>	17
2.4 Fungsi agroforestri dalam mempertahankan keanekaragaman hayati	19
<i>a) Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati?</i>	19
<i>b) Mengapa Keanekaragaman hayati harus dilindungi?</i>	20
<i>c) Beberapa penyebab terjadinya kepunahan</i>	21
<i>d) Dapatkah Agroforestri mempertahankan keanekaragaman hayati?</i>	22
<i>e) Strategi segregasi atau integrasi?</i>	23
<i>f). Apakah agroforestri sama sekali tidak bermanfaat bagi pelestarian keanekaragaman hayati</i>	25
3. FUNGSI DAN PERAN AGROFORESTRI DALAM ASPEK SOSIAL-BUDAYA	25
3.1 Mengapa agroforestri terkait dengan masalah sosial-budaya?	25
3.2 Beberapa aspek sosial-budaya dari agroforestri	26
3.3 Tantangan agroforestri menghadapi perubahan sosial-budaya masyarakat	30
4. FUNGSI DAN PERAN AGROFORESTRI TERHADAP ASPEK SOSIAL-EKONOMI	33
4.1 Aspek sosial ekonomi agroforestri pada tingkat kawasan	33
4.2 Agroforestri dan penyediaan lapangan kerja	34
4.3 Agroforestri dan jasa lingkungan	34
BAHAN BACAAN	36

FUNGSI DAN PERAN AGROFORESTRI

Widianto, Kurniatun Hairiah, Didik Suharjito dan Mustofa Agung Sardjono

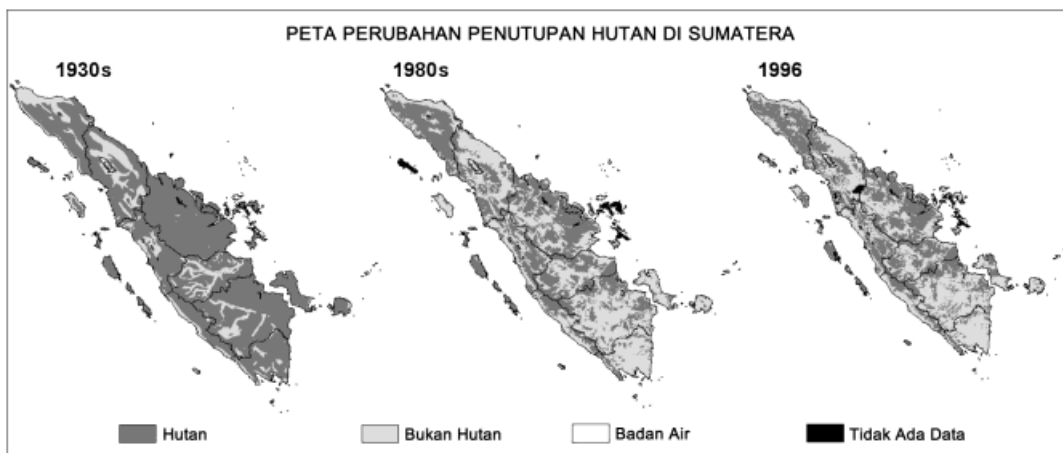


TUJUAN:

1. Memahami proses alihguna lahan, sebab-sebab dan akibat yang ditimbulkan oleh adanya alih-guna lahan.
2. Mengenal dan mampu menyebutkan berbagai fungsi dan peran agroforestri terhadap aspek biofisik, sosial, ekonomi dan budaya dalam skala bentang lahan (lansekap).
3. Memahami bagaimana dan kapan agroforestri dapat atau tidak dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan.

1. Alih-guna lahan dan fungsi agroforestri

Hampir semua lahan di Indonesia pada awalnya merupakan 'hutan alam' yang secara berangsur dialih-fungsikan oleh manusia menjadi berbagai bentuk penggunaan lahan lain seperti pemukiman dan pekarangan, pertanian, kebun dan perkebunan, hutan produksi atau tanaman industri, dan lain-lainnya. Alih-guna lahan itu terjadi secara bertahap sejak lama dan sampai sekarangpun terus terjadi (Bahan Ajaran 1), dengan demikian luas lahan hutan di Indonesia semakin berkurang. Pada Gambar 1 dapat dilihat deforestasi yang terjadi di Sumatera antara tahun 1930-1996. Secara keseluruhan jelas terlihat perubahannya dan sangat dramatis, namun perlu pengamatan cermat dalam membandingkan lokasi yang spesifik. Seperti kasus yang umum terjadi saat membandingkan kumpulan data pada kurun waktu yang panjang dari sumber yang berbeda, di mana legenda dan definisi tipe tataguna lahan antara ketiga peta tersebut berbeda. Contohnya yang terlihat di Bangka dan Nias, lebih banyak hutan terlihat di tahun 1996, setelah deforestasi di tahun 1980. Ulasan lebih lanjut tentang berkurangnya luasan hutan di Indonesia ini dibahas dalam Bahan Ajaran 9.



Gambar 1. Peta perubahan penutupan hutan periode 1930-1996 (Sumber: Peta Tahun 1930s, Atlas van Tropisch Nederland; Peta Tahun 1980s, World Conservation Monitoring Centre; Peta Tahun 1996, Departemen Kehutanan).

1.1 Mengapa terjadi alih-guna lahan?

Beberapa alasan yang menyebabkan terjadinya penebangan hutan sehingga terjadi proses alih-guna lahan antara lain:

1. Perluasan lahan pertanian dan/atau penggembalaan ternak. Pada umumnya pembukaan lahan pertanian baru oleh petani kecil atau tradisional adalah dengan cara tebas bakar (tebang dan bakar/*slash and burn*). Pembukaan lahan diawali dengan penebangan vegetasi hutan atau belukar secara manual dan membakarnya untuk membersihkan lahan agar dapat ditanami. Teknik ini umum dilakukan karena cepat dan murah. Kemampuan seorang petani untuk melakukan pembukaan lahan seperti ini sangat terbatas, sehingga kawasan yang dialih-gunakan oleh setiap petani juga terbatas (beberapa hektar). Petani modern dan intensif melakukan penebangan vegetasi hutan dengan bantuan peralatan mekanis sehingga kawasan yang bisa dialih-gunakan bisa sangat luas (hingga puluhan kilometer persegi).
2. Permintaan pasar dan nilai ekonomi kayu. Pohon di hutan ditebang, diambil kayunya untuk diperdagangkan, baik skala kecil maupun skala besar (*commercial logging*). Penebangan bisa dilakukan secara selektif tetapi tidak jarang juga dilakukan tebang habis. Penggunaan alat-alat mekanik sangat dominan bahkan mesin-mesin yang termasuk 'alat berat' untuk menebang sampai mengangkut kayu. Akibat dari penebangan besar-besaran seringkali menyebabkan lahan menjadi terbuka (gundul) sehingga tidak dapat disebut sebagai hutan lagi.
3. Pemukiman. Seluruh vegetasi di hutan ditebang hingga lahan lebih terbuka sehingga dapat dibangun beberapa rumah untuk pemukiman (desa atau kota) dan beberapa bangunan lainnya
4. Tempat penampungan air. Hutan dijadikan daerah genangan sebagai akibat dari pembuatan dam atau bendungan, sehingga menjadi danau atau waduk.
5. Penggalian bahan tambang. Hutan ditebang dan dibersihkan untuk mengambil bahan tambang yang ada di bawah tanah. Untuk mengambil bahan tambang itu selain harus membersihkan vegetasi (hutan) juga harus menyingkirkan lapisan tanah.
6. Bencana alam. Bencana alam dapat memusnahkan hutan dalam skala kecil hingga sangat luas, misalnya tanah longsor, banjir, kekeringan dan kebakaran.

Sekali hutan rusak baik secara sengaja maupun karena tidak disengaja (bencana alam), diperlukan waktu puluhan bahkan ratusan tahun untuk bisa pulih dan mencapai klimaks. Pada umumnya, kerusakan hutan yang terjadi akhir-akhir ini tidak mungkin kembali pulih lagi karena besarnya tekanan kepentingan manusia. Hutan yang telah rusak itu seringkali segera diikuti dengan penggunaan untuk keperluan lain (non-hutan). Jadi, alih-guna lahan dari hutan menjadi non-hutan kelak akan merupakan proses yang sangat menentukan perkembangan agroforestri

1.2 Kecepatan alih-guna lahan

Alih-guna lahan sudah terjadi sejak jaman dulu, ketika manusia sudah mulai mengenal 'pertanian menetap'. Pada saat itu alih-guna lahan tidak berarti sama sekali karena luas hutan yang dialih-gunakan jauh lebih kecil dibanding hutan yang masih ada. Kebutuhan manusia dalam menggunakan lahan sangat terbatas hanya untuk pemenuhan kebutuhannya sendiri (subsisten). Sampai dengan sekitar tahun 1950-an, kecepatan alih-guna lahan ini mungkin dapat dikatakan sebanding dengan perkembangan penduduk yang hidup dan tinggal di sekitarnya.

Alih-guna lahan dari hutan alam semakin cepat pada beberapa dasawarsa terakhir ini. Perubahan pola hidup dari subsisten menjadi komersial mengakibatkan kebutuhan petani semakin beragam dan makin banyak jumlahnya. Kebutuhan lahan pertanian semakin luas karena hasil panen tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri tetapi juga untuk dijual. Hal ini mengakibatkan lahan hutan yang dialih-gunakan menjadi lahan pertanian semakin luas. Kecepatan alih-guna lahan semakin tinggi karena adanya penebangan kayu untuk diperdagangkan. Namun demikian, kecepatan alih-guna lahan yang sesungguhnya sulit ditentukan.

FAO (*Food and Agriculture Organization*) menaksir bahwa selama tahun 1980-an terjadi alih-guna lahan hutan seluas 15,4 juta ha/tahun di seluruh dunia (FAO 1993), dan yang paling cepat terjadi di Amerika Selatan yakni 6,2 juta ha/tahun. Kecepatan alih-guna lahan hutan di Brasil rata-rata 1,8 juta ha/tahun dan Asia Tenggara (termasuk Indonesia) sebesar 1,4 juta ha/tahun antara tahun 1970-1980an.

1.3 Penyebab terjadinya alih-guna lahan

Penyebab terjadinya alih-guna lahan sangat beragam, tetapi salah satu pendorong terjadinya alih-guna lahan besar-besaran adalah alasan ekonomi. Beberapa ahli menyimpulkan dari sekian banyak faktor yang mendorong terjadinya alih-guna lahan hutan, ada dua hal yang dianggap menjadi pemicu utama yaitu:

1. Tekanan penduduk dan faktor-faktor pendorongnya

Pada level petani kecil penebangan kayu atau hutan merupakan salah satu cara untuk mencukupi kebutuhan pangan dan kebutuhan dasar lainnya. Peningkatan jumlah penduduk berpengaruh nyata terhadap alih-guna lahan. Fakta-fakta menunjukkan bahwa kejadian ini dipicu adanya kebutuhan kayu untuk diperdagangkan dan penebangan hutan secara komersial. Faktor-faktor lain yang mendorong antara lain kebutuhan lahan untuk peternakan (Brasil), adanya program pemukiman penduduk (transmigrasi di Indonesia dan kolonisasi di Amazon, Brasil), kegiatan pertambangan, pembangunan industri, pembangunan pembangkit listrik tenaga air, dsb.

Pembangunan jalan oleh perusahaan penebangan hutan memudahkan masyarakat sekitar hutan masuk ke dalam hutan untuk melakukan penebangan ikutan. Di Afrika, 75% dari alih-guna lahan oleh petani kecil adalah akibat terbukanya hutan setelah ada akses jalan masuk ke dalam.

2. Tekanan hutang luar negeri

Persaingan ekonomi global menekan negara-negara miskin yang memerlukan dana besar untuk pembangunan dan pembayaran hutang. Pada level nasional, pemerintah menjual hak/konsesi menebang hutan agar memperoleh dana untuk membiayai berbagai kebutuhan seperti pembiayaan proyek-proyek, pembayaran hutang, mengembangkan industri, dsb. Pemegang konsesi itulah yang kemudian melakukan penebangan kayu dan hutan secara besar-besaran tanpa diikuti oleh proses pemulihan secukupnya.

Penebangan komersial ini jelas mengakibatkan alih-guna lahan yang cepat dalam skala yang sangat luas. Adanya pasar bagi perdagangan kayu di satu sisi dan tekanan ekonomi di sisi lainnya sulit menghentikan proses penebangan hutan di berbagai kawasan dunia ini.

1.4 Manakah yang penting: hutan atau fungsi hutan?

Setiap macam penggunaan lahan memiliki fungsi dan peran yang berbeda-beda. Demikian pula hutan memiliki berbagai fungsi biofisik, ekonomi dan sosial. Orang melakukan perubahan penggunaan (alih-guna) lahan untuk mendapatkan manfaat atau fungsi sesuai dengan yang dikehendakinya. Namun, seringkali yang dipentingkan hanya salah satu fungsi saja sementara fungsi-fungsi lainnya diabaikan. Jika hutan dialih-gunakan maka fungsi-fungsi yang dimilikinya juga akan berubah. Aneka ragam fungsi produksi dan jasa lingkungan dari hutan klimaks tercapai setelah melalui proses yang memakan waktu puluhan bahkan ratusan tahun. Gangguan terhadap komponen hutan berakibat pada perubahan aneka fungsi tersebut dan akhirnya mengakibatkan kerusakan atau degradasi lahan dan sumber daya alam. Oleh karena itu manfaat yang diperoleh dari alih-guna lahan seringkali bersifat sementara atau tidak berkelanjutan.

Hutan merupakan sistem penggunaan lahan yang '*tertutup*' dan tidak ada campur tangan manusia. Masuknya kepentingan manusia secara terbatas misalnya pengambilan hasil hutan untuk subsisten tidak mengganggu hutan dan fungsi hutan. Tekanan penduduk dan ekonomi yang semakin besar mengakibatkan pengambilan hasil hutan semakin intensif (misalnya penebangan kayu) dan bahkan penebangan hutan untuk penggunaan yang lain misalnya perladangan, pertanian atau perkebunan. Gangguan terhadap hutan semakin besar sehingga fungsi hutan juga berubah.

Beberapa fungsi dan manfaat hutan bagi manusia dan kehidupan lainnya seperti yang digambarkan dalam Gambar 2, adalah:

a) Penghasil kayu bangunan (*timber*)

Di hutan tumbuh beraneka spesies pohon yang menghasilkan kayu dengan berbagai ukuran dan kualitas yang dapat dipergunakan untuk bahan bangunan (*timber*). Kayu bangunan yang dihasilkan mempunyai nilai ekonomi sangat tinggi.

b) Sumber Hasil Hutan Non-kayu (*Non Timber Forest Product = NTFP*)

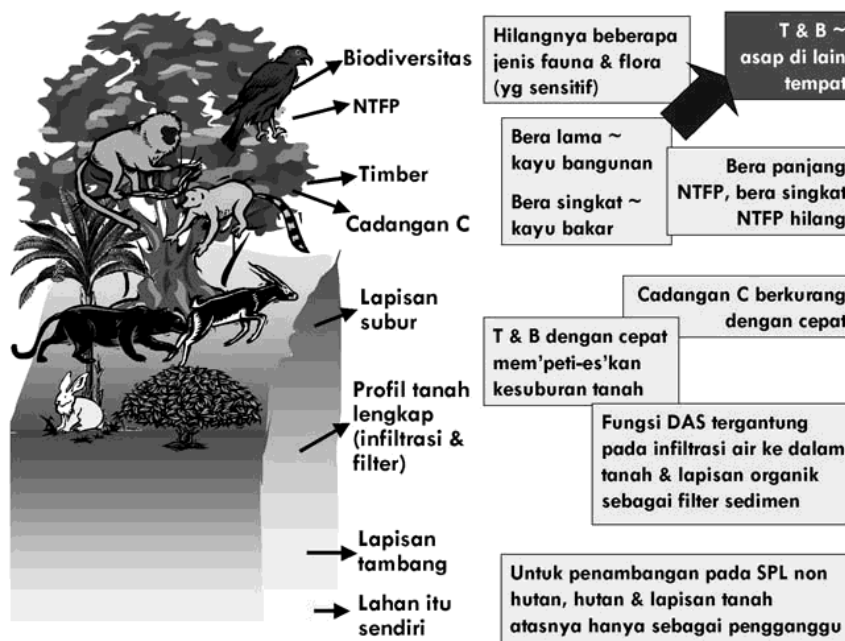
Tingkat biodiversitas hutan alami sangat tinggi dan memberikan banyak manfaat bagi manusia yang tinggal di sekeliling hutan. Selain kayu bangunan, hutan juga menghasilkan beraneka hasil yang dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan, sayuran dan keperluan rumah tangga lainnya (misalnya rotan, bambu dsb).

c) *Cadangan karbon (C)*

Salah satu fungsi hutan yang penting adalah sebagai cadangan karbon di alam karena C disimpan dalam bentuk biomasa vegetasinya. Alih-guna lahan hutan mengakibatkan peningkatan emisi CO₂ di atmosfer yang berasal dari hasil pembakaran dan peningkatan mineralisasi bahan organik tanah selama pembukaan lahan serta berkurangnya vegetasi sebagai lubang C (*C-sink*).

d) *Habitat bagi fauna*

Hutan merupakan habitat penting bagi beraneka fauna dan flora. Konversi hutan menjadi bentuk-bentuk penggunaan lahan lainnya akan menurunkan populasi fauna dan flora yang sensitif sehingga tingkat keanekaragaman hayati atau biodiversitas berkurang.



Gambar 2. Fungsi hutan ditinjau dari aspek biologi, ekonomi dan sumber daya mineral, T & B = Tebas Bakar (Van Noordwijk *et al.*, 2001).

e) *Filter*

Kondisi tanah hutan umumnya remah dan memiliki kapasitas infiltrasi yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya masukan bahan organik ke dalam tanah yang terus menerus dari daun-daun, cabang dan ranting yang berguguran sebagai seresah, dan dari akar tanaman serta hewan tanah yang telah mati. Dengan meningkatnya infiltrasi air tanah dan penyerapan air oleh tumbuhan hutan serta bentang lahan alami dari hutan, maka terjadi pengurangan limpasan permukaan, bahaya banjir, dan pencemaran air tanah. Jadi hutan berperan sebagai filter (saringan) dan pada peran ini sangat menentukan fungsi hidrologi hutan pada kawasan daerah aliran sungai (DAS).

f) *Sumber tambang dan mineral berharga lainnya*

Seringkali di bawah hutan terdapat berbagai bahan mineral berharga yang merupakan bahan tambang yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan hidup manusia. Namun sayang, pemanfaatan bahan tambang itu seringkali harus menyingkirkan hutan yang ada di atasnya.

g) Lahan

Hutan menempati ruangan (*space*) di permukaan bumi, terdiri dari komponen-komponen tanah, hidrologi, udara atau atmosfer, iklim, dan sebagainya dinamakan 'lahan'. Lahan sangat bermanfaat bagi berbagai kepentingan manusia sehingga bisa memiliki nilai ekonomi yang tinggi.

h) Hiburan

Manfaat hutan sebagai tempat hiburan ini jarang dibicarakan karena sulit untuk dinilai dalam rupiah. Banyak hutan dipakai sebagai ladang perburuan bagi orang yang memiliki hobi berburu. Hutan dapat merupakan sumber pendapatan daerah dengan adanya eco-tourism yang akhir-akhir ini cukup ramai memperoleh banyak perhatian pengunjung baik domestik maupun manca negara.

Berdasarkan kenyataan yang ada di lapangan saat ini penebangan hutan sering dilakukan dengan intensitas sangat tinggi menyebabkan masa bera (masa pemulihan) menjadi lebih pendek dan bahkan dialih-gunakan menjadi non-hutan. Karena singkatnya masa bera, kayu yang dihasilkan tidak layak sebagai bahan bangunan tetapi hanya dapat dipakai sebagai kayu bakar yang nilai ekonominya jauh lebih rendah. Masa bera yang singkat menyebabkan perubahan iklim mikro sehingga banyak spesies sensitif asal hutan berkurang populasinya dan akhirnya punah.

Manfaat atau fungsi hutan bagi kehidupan manusia secara langsung maupun tidak langsung ternyata sangat banyak dan beragam. Hutan tidak sekedar sebagai sumber kayu dan hasil hutan yang memberikan manfaat ekonomi, tetapi menjadi habitat bagi fauna dan flora serta menjadi penyeimbang lingkungan. Beralihnya sistem penggunaan lahan dari hutan alam menjadi lahan pertanian, perkebunan atau hutan produksi atau hutan tanaman industri mengakibatkan terjadinya perubahan jenis dan komposisi spesies di lahan bersangkutan. Hal ini membawa berbagai konsekuensi terhadap berbagai aspek biofisik, sosial dan ekonomi.

Agroforestri merupakan salah satu alternatif bentuk penggunaan lahan terdiri dari campuran pepohonan, semak dengan atau tanpa tanaman semusim dan ternak dalam satu bidang lahan. Melihat komposisinya yang beragam, maka agroforestri memiliki fungsi dan peran yang lebih dekat kepada hutan dibandingkan dengan pertanian, perkebunan, lahan kosong atau terlantar. Sampai batas tertentu agroforestri memiliki beberapa fungsi dan peran yang menyerupai hutan baik dalam aspek biofisik, sosial maupun ekonomi. Agroforestri merupakan salah satu sistem penggunaan lahan yang diyakini oleh banyak orang dapat mempertahankan hasil pertanian secara berkelanjutan. Agroforestri memberikan kontribusi yang sangat penting terhadap jasa lingkungan (*environmental services*) antara lain mempertahankan fungsi hutan dalam mendukung DAS (daerah aliran sungai), mengurangi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, dan mempertahankan keanekaragaman hayati. Mengingat besarnya peran Agroforestri dalam mempertahankan fungsi DAS dan pengurangan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer melalui penyerapan gas CO₂ yang telah ada di atmosfer oleh tanaman dan mengakumulasi dalam bentuk biomasa tanaman, maka agroforestri sering dipakai sebagai salah satu contoh dari "Sistem Pertanian Sehat" (Hairiah dan Utami, 2002).

2. Fungsi agroforestri ditinjau dari aspek biofisik dan lingkungan pada skala bentang lahan

Alih-guna lahan dari hutan menjadi pertanian mengakibatkan timbulnya aneka dampak sebagaimana diuraikan dalam Bahan Ajaran 3.1. Sebagai salah satu sistem penggunaan lahan alternatif, agroforestri memberikan tawaran yang cukup menjanjikan bagi pemulihan fungsi hutan yang hilang setelah dialih-gunakan. Namun perlu dipahami bahwa tidak semua fungsi yang hilang itu dapat dipulihkan melalui penerapan agroforestri. Demikian pula tidak semua sistem agroforestri dapat menghasilkan fungsi yang sama (baik macam maupun kualitasnya). Bahkan penerapan sistem agroforestri mungkin mengakibatkan dampak yang negatif. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan dan alat untuk mengevaluasi fungsi sistem agroforestri, baik pada skala mikro (Bahan Ajaran 4), maupun skala meso sampai skala makro yang akan dibahas dalam bab ini. Dengan memahami mekanisme timbulnya dampak positif dan negatif pada penerapan sistem agroforestri, maka dapat diupayakan untuk meminimalkan dampak negatif sehingga penerapan agroforestri memberikan manfaat yang sebesar-besarnya baik bagi pendapatan petani maupun jasa lingkungan.

Salah satu fungsi agroforestri pada level bentang lahan (skala meso) yang sudah terbukti diberbagai tempat adalah kemampuannya untuk menjaga dan mempertahankan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan, khususnya terhadap kesesuaian lahan. Beberapa dampak positif sistem agroforestri pada skala meso ini antara lain: (a) memelihara sifat fisik dan kesuburan tanah, (b) mempertahankan fungsi hidrologi kawasan, (c) mempertahankan cadangan karbon, (d) mengurangi emisi gas rumah kaca, dan (e) mempertahankan keanekaragaman hayati. Fungsi agroforestri itu dapat diharapkan karena adanya komposisi dan susunan spesies tanaman dan pepohonan yang ada dalam satu bidang lahan.

2.1 Peranan agroforestri terhadap sifat fisik tanah

Lapisan tanah atas adalah bagian yang paling cepat dan mudah terpengaruh oleh berbagai perubahan dan perlakuan. Kegiatan selama berlangsungnya proses alih-guna lahan segera mempengaruhi kondisi permukaan tanah. Penebangan hutan atau pepohonan mengakibatkan permukaan tanah menjadi terbuka, sehingga terkena sinar matahari dan pukulan air hujan secara langsung. Berbagai macam gangguan langsung juga menimpa permukaan tanah, seperti menahan beban akibat menjadi tumpuan lalu lintas kendaraan, binatang dan manusia dalam berbagai kegiatan seperti menebang dan mengangkut pohon, mengolah tanah, menanam dan seterusnya.

Dampak langsung dari berbagai kegiatan tersebut adalah menurunnya porositas tanah yang ditandai oleh peningkatan nilai berat isi. Tanah (umumnya lapisan atas) menjadi mampat karena ruangan pori berkurang (terutama ruang pori yang berukuran besar). Berkurangnya ruangan pori makro mengakibatkan penurunan infiltrasi (laju masuknya air ke dalam tanah), penurunan kapasitas menahan air dan kemampuan tanah untuk melewatkan air (daya hantar air).

Sistem agroforestri pada umumnya dapat mempertahankan sifat-sifat fisik lapisan tanah atas sebagaimana pada sistem hutan. Sistem agroforestri mampu mempertahankan sifat-sifat fisik tanah melalui:

- Menghasilkan seresah sehingga bisa menambahkan bahan organik tanah
- Meningkatkan kegiatan biologi tanah dan perakaran
- Mempertahankan dan meningkatkan ketersediaan air dalam lapisan perakaran

Sifat-sifat fisik tanah (lapisan atas) yang paling penting dan dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan berbagai jenis tanaman dan pepohonan adalah struktur dan porositas tanah, kemampuan menahan air dan laju infiltrasi. Lapisan atas tanah merupakan tempat yang mawadahi berbagai proses dan kegiatan kimia, fisik dan biologi yakni organisme makro dan mikro termasuk perakaran tanaman dan pepohonan. Untuk menunjang berlangsungnya proses-proses kimia, fisik dan biologi yang cepat diperlukan air dan udara yang tersedia pada saat yang tepat dan dalam jumlah yang memadai. Oleh karena itu tanah harus memiliki sifat fisik yang bisa mendukung terjadinya sirkulasi udara dan air yang baik.

Sistem agroforestri dapat mempertahankan sifat-sifat fisik lapisan tanah atas yang diperlukan untuk menunjang pertumbuhan tanaman, melalui:

- Adanya tajuk tanaman dan pepohonan yang relatif rapat sepanjang tahun menyebabkan sebagian besar air hujan yang jatuh tidak langsung ke permukaan tanah sehingga tanah terlindung dari pukulan air yang bisa memecahkan dan menghancurkan agregat menjadi partikel-partikel yang mudah hanyut oleh aliran air.
- Sistem agroforestri dapat mempertahankan kandungan bahan organik tanah di lapisan atas melalui pelapukan seresah yang jatuh ke permukaan tanah sepanjang tahun. Pemangkasan tajuk pepohonan secara berkala yang di tambahkan ke permukaan tanah juga mempertahankan atau menambah kandungan bahan organik tanah. Kondisi demikian dapat memperbaiki struktur dan porositas tanah serta lebih lanjut dapat meningkatkan laju infiltrasi dan kapasitas menahan air (lihat Bahan Ajaran 5).
- Sistem agroforestri pada umumnya memiliki kanopi yang menutupi sebagian atau seluruh permukaan tanah dan sebagian akan melapuk secara bertahap. Adanya seresah yang menutupi permukaan tanah dan penutupan tajuk pepohonan menyebabkan kondisi di permukaan tanah dan lapisan tanah lebih lembab, temperatur dan intensitas cahaya lebih rendah. Kondisi iklim mikro yang sedemikian ini sangat sesuai untuk perkembangbiakan dan kegiatan organisme. Kegiatan dan perkembangan organisme ini semakin cepat karena tersedianya bahan organik sebagai sumber energi. Kegiatan organisme makro dan mikro berpengaruh terhadap beberapa sifat fisik tanah seperti terbentuknya pori makro (*biopores*) dan pematapan agregat. Peningkatan jumlah pori makro dan kemandapan agregat pada gilirannya akan meningkatkan kapasitas infiltrasi dan sifat aerasi tanah.

TUGAS:

Pergilah ke suatu kawasan atau desa, carilah dua buah persil lahan yang lokasinya berdekatan satu sama lain. Petak pertama adalah praktek agroforestri yang sudah lama dan lokasi lainnya praktek penanaman tanaman semusim.

- Amatilah dan bandingkan kondisi permukaan dan lapisan tanah atas kedua petak tersebut. Perhatikan hal-hal berikut: struktur tanah, kelembaban tanah, seresah dan bahan organik, aktivitas kehidupan biologi (makro) dan suhu tanah.
- Diskusikan dalam kelas hasil temuan tersebut dan apakah konsekuensi dari sifat-sifat tanah yang diamati terhadap berbagai proses lingkungan.

2.2 Peranan agroforestri terhadap kondisi hidrologi kawasan

Hidrologi berhubungan dengan tata air dan aliran air dalam suatu kawasan, misalnya hujan, penguapan, sungai, simpanan air tanah, dan sebagainya. Satuan kawasan yang sering dipergunakan untuk analisis hidrologi adalah DAS atau daerah aliran sungai (*watershed, catchment*). DAS merupakan suatu wilayah yang dibatasi oleh batas ketinggian atau topografi di mana air hujan yang jatuh di dalamnya mengalir ke sungai-sungai kecil menuju ke sungai lebih besar, hingga ke sungai utama dan akhirnya bermuara di laut atau danau. Sebuah DAS merupakan satuan hidrologi dan bisa dibagi menjadi SubDAS, Sub-SubDAS, dan seterusnya sesuai dengan ordo sungai. Dalam sebuah DAS terdapat keterkaitan dan ketergantungan antara berbagai komponen ekosistem (vegetasi, tanah dan air) dan antara berbagai bagian dan lokasi (hulu-hilir).

Alih-guna lahan hutan menimbulkan masalah-masalah yang berkaitan dengan degradasi lingkungan dan terutama fungsi hidrologi kawasan atau DAS. Penggundulan hutan seringkali dituduh sebagai penyebab utama timbulnya masalah-masalah hidrologi seperti perubahan pola hujan, peningkatan limpasan permukaan dan banjir. Seringkali hubungan tersebut terlalu disederhanakan, sehingga orang beranggapan bahwa untuk memperbaiki kerusakan hutan dan fungsi hidrologi adalah dengan cara penghutanan kembali atau penghijauan. Kenyataannya, program penghijauan telah menghabiskan dana yang besar sekali tanpa bisa memperbaiki kerusakan fungsi hidrologi. Untuk memahami sebab-akibat dan permasalahan tentang degradasi lahan dan fungsi hidrologi, diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang lengkap tentang siklus hidrologi dan peran hutan dalam siklus tersebut.

a) *Peran hutan terhadap fungsi hidrologi kawasan*

Hutan bukan hanya kumpulan pepohonan tetapi merupakan suatu ekosistem dengan berbagai komponen dan fungsi masing-masing: vegetasi (campuran pohon dan tumbuhan yang tumbuh di bawahnya), kondisi tanah (porositas dan kecepatan infiltrasi), bentang lahan (dengan perbukitan, lembah dan saluran), dan sebagainya.

Secara umum dapat dikatakan bahwa hutan memiliki beberapa fungsi hidrologi:

- Memelihara dan mempertahankan kualitas air
- Mengatur jumlah air dalam kawasan
- Menyeimbangkan jumlah air dan sedimentasi dalam kawasan DAS

Penebangan hutan mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap kondisi hidrologi kawasan, di antaranya:

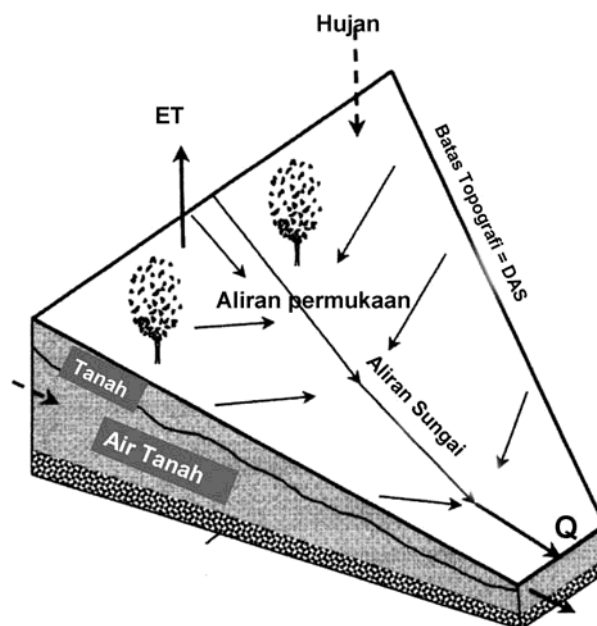
1. Hasil air dari DAS

Dampak langsung dari penebangan pepohonan dalam jangka pendek adalah penurunan evapotranspirasi (ET), sehingga menaikkan hasil air. Hasil air (*water yield*) suatu DAS adalah jumlah air yang keluar dari suatu kawasan tangkapan air (DAS) melalui sungai selama satu tahun. Aliran air dalam sebuah DAS dengan beberapa komponen siklus yang penting digambarkan secara skematis dalam Gambar 3. Dalam gambar ditunjukkan komponen aliran air yang penting yang dapat mempengaruhi hasil air (Q). Hasil air ini sama dengan total hujan dikurangi dengan simpanan dan kehilangan:

$$Q = P - [ET - Pk - \Delta S]$$

di mana:

- Q = hasil air (*dalam mm tahun⁻¹*)
- P = curah hujan (*dalam mm tahun⁻¹*)
- ET = evapotranspirasi (*dalam mm tahun⁻¹*)
- Pk = perkolasi (*dalam mm tahun⁻¹*)
- ΔS = selisih simpanan air dalam tanah (*dalam mm tahun⁻¹*)



Gambar 3. Skema siklus air dalam sebuah daerah aliran sungai

Menurut Bruijnzeel (1997) peningkatan hasil air akibat penebangan hutan sebanding dengan jumlah biomasa yang ditebang. Sebagai contoh, terjadi peningkatan hasil air dari suatu kawasan DAS sebesar 600 mm tahun⁻¹ selama 3 tahun pertama setelah hutan ditebang.

2. Volume aliran dan debit banjir

Ada dua macam perubahan volume aliran yaitu yang disebabkan oleh (a) aliran bawah permukaan dan (b) aliran permukaan. Perubahan debit

sungai yang disebabkan aliran bawah permukaan ditunjukkan dengan perubahan debit dasar (*base flow*), yang tampak jelas jika membandingkan antara debit dasar musim hujan dan musim kemarau. Perubahan volume aliran atau debit sungai yang disebabkan oleh adanya aliran permukaan yang terjadi sesaat sangat nyata pada saat atau setelah hujan. Aliran permukaan terjadi pada saat dan/atau segera setelah hujan. Perbedaan debit antara sebelum hujan dan setelah hujan disebabkan oleh adanya aliran permukaan, yang seringkali menunjukkan adanya lonjakan yang nyata atau luar biasa dan dinamakan debit banjir.

Besarnya aliran banjir (*stormflow*) dipengaruhi oleh kondisi daerah aliran, khususnya topografi, tanah dan karakteristik hujan. Pengamatan pada DAS mikro di Guyana Perancis yang memiliki curah hujan tahunan sekitar 3.500 mm menunjukkan bahwa jumlah aliran banjir dapat berkisar antara 7,3% sampai 20,0% dari total hujan, tergantung dari kondisi tanah. Kawasan yang memiliki muka air tanah dangkal (*shallow groundwater*) bahkan mencapai 34,4%.

3. Hasil sedimen

Sumber sedimen yang keluar dari daerah aliran sungai (DAS) adalah erosi dari lahan pertanian, tanah longsor dan erosi tebing sungai. Namun tidak semua bentuk erosi itu (terutama erosi dari lahan pertanian) keluar dari DAS dalam bentuk sedimen. Ada beberapa bentuk erosi: erosi percik (*splash*) adalah proses di mana partikel tanah terlepas (dari agregat) akibat pukulan butir hujan yang jatuh di permukaan tanah. Partikel yang lepas ini mungkin terlempar beberapa sentimeter dari tempat asal, mudah sekali diangkut oleh aliran air di permukaan, yang dikenal sebagai erosi permukaan atau lembar (*sheet erosion*). Kedua bentuk erosi ini tidak menonjol pada kondisi di bawah hutan, tetapi menjadi sangat dominan ketika penutup tanah tidak ada lagi (gundul).

Permukaan tanah dan topografi yang tidak rata mengakibatkan terjadinya penggerusan oleh aliran air di permukaan yang selanjutnya berakibat terjadinya erosi alur (*rill erosion*) yang jika semakin lama berlangsung bisa semakin besar sehingga terjadi erosi parit (*gully erosion*). Sumber sedimen lain adalah longsor (*landslide* atau *mass-wasting*) yang umumnya terjadi pada tanah yang curam dengan curah hujan tinggi.

Pertanyaan:

Mengapa erosi percik dan erosi lembar pada tanah yang gundul jauh lebih besar dibanding dengan di bawah vegetasi hutan?

Pada kondisi DAS yang stabil dengan tanah yang permeabel di bawah vegetasi hutan umumnya hasil sedimen sangat kecil (sekitar 0,25 ton ha⁻¹ tahun⁻¹). Sementara di kawasan tropis yang labil (tektonik) dan curam, hasil sedimen yang terjadi pada tahun basah bisa mencapai 40 sampai 65 ton ha⁻¹ tahun⁻¹.

Tidak semua material yang tererosi dari suatu plot akan masuk ke sungai sehingga menambah besarnya hasil sedimen. Sebagian partikel yang

tererosi itu tertahan sementara (atau permanen) oleh adanya cekungan-cekungan tanah atau terendapkan di bagian bawah lereng atau dataran aluvial. Partikel yang bisa diendapkan ini pada umumnya adalah yang berasal dari erosi percik dan erosi lembar. Sebaliknya, sedimen yang berasal dari tanah longsor, erosi parit dan erosi tebing sungai umumnya langsung masuk ke dalam aliran sungai dan merupakan hasil sedimen kawasan (DAS) bersangkutan.

Ketiga peran hutan tersebut dapat terjadi karena keberadaan vegetasi, kondisi tanah dan bentang lahan yang dimiliki oleh hutan. Vegetasi hutan yang terdiri dari campuran pohon dan semak membentuk tajuk berlapis mengakibatkan terjadinya surplus arus air tahunan menuju ke tanah. Kondisi tanah di bawah 'hutan' mempunyai porositas dan kecepatan infiltrasi yang besar sehingga mendorong terjadinya aliran air ke lapisan tanah lebih dalam maupun aliran horisontal. Bentang lahan hutan yang alami memiliki permukaan yang kasar (tidak rata) terdiri dari perbukitan dan lembah atau cekungan yang dapat berfungsi sebagai tandon air sementara dan tempat pengendapan, memungkinkan jumlah air yang mengalir ke dalam tanah lebih banyak dan lebih jernih karena endapannya tersaring. Kadang-kadang bisa dilihat dan dibandingkan tingkat kekeruhan air sungai yang mengalir pada musim hujan melalui kawasan 'tertutup' (hutan atau agroforestri) dengan sungai yang melewati kawasan pertanian. Perbedaan kekeruhan air sungai ini menunjukkan besarnya konsentrasi sedimen yang terangkut aliran air pada saat itu.

Perubahan fungsi hutan dapat dirasakan secara nyata ketika hutan sudah tidak ada lagi akibat penebangan pepohonan sampai habis. Menurut Bruijnzeel (1997), perubahan sangat besar terjadi pada periode antara 1-3 tahun setelah ditebang (walaupun segera dilakukan penanaman kembali). Kondisi sangat kritis terjadi pada 6-12 bulan pertama. Periode ini dinamakan fase pemulihan (*establishment*). Pada tahun kedua sampai ketiga terjadi penurunan erosi dan debit yang menuju ke normal (seperti sebelum adanya penebangan). Namun demikian dalam periode ini masih terjadi perkolasi dan pencucian unsur hara yang sangat besar. Periode ini dinamakan sebagai periode pengembangan dan pematangan tegakan (*stand development and maturation*). Hasil penelitian di Sumberjaya (Lampung) menunjukkan bahwa periode pemulihan (*establishment*) yang terjadi pada konversi hutan menjadi agroforestri berbasis kopi berlangsung antara 4-5 tahun dan sesudah itu baru menunjukkan adanya fase pemulihan. Namun, sampai dengan tahun kesepuluh setelah penebangan hutan dan penanaman kopi kondisi hidrologi di kawasan ini belum bisa kembali seperti semula.

b) Peran agroforestri terhadap fungsi hidrologi kawasan

Agroforestri memiliki beberapa persamaan dengan 'hutan alam' khususnya yang berkaitan dengan susunan vegetasi, pengaruh terhadap kondisi tanah dan kondisi bentang lahan. Sejauh mana fungsi hutan yang telah disebutkan dapat diperankan oleh agroforestri?

Susunan vegetasi

Aspek terpenting dalam komponen vegetasi adalah susunan tajuk dari sistem agroforestri yang berlapis-lapis, jenis pohon dan tanaman bawah. Komposisi vegetasi ini terkait dengan peran dan fungsi terhadap evaporasi dan transpirasi,

intersepsi hujan, dan iklim mikro. Dalam hal ini beberapa sistem agroforestri memiliki kemiripan dengan hutan.

Kondisi tanah

Aspek terpenting dalam komponen tanah adalah sifat fisik lapisan atas, kemampuan sistem agroforestri untuk mempertahankan kehidupan dan kegiatan makro-fauna, menjaga kemantapan dan kontinyuitas ruangan pori serta mendorong daya hantar air atau laju infiltrasi yang tinggi (lihat bab 2.1.)

Bentang lahan

Aspek terpenting dalam kaitan dengan bentang lahan adalah menjaga kekasaran permukaan (relief semi-makro) sehingga dalam kawasan masih dipertahankan adanya cekungan dan saluran yang dapat menahan air sementara. Adanya cekungan-cekungan alami memberi manfaat ganda:

- Meningkatkan kapasitas menahan air sementara di permukaan tanah (*surface storage*), sehingga air ini tidak segera hilang mengalir di permukaan tetapi secara berangsur akan masuk ke dalam tanah walaupun hujan sudah berhenti.
- Menyaring sedimen yang terangkut dalam limpasan permukaan dengan jalan mengendapkannya pada saat air menggenang (sebagai filter)

Pemahaman terhadap siklus hidrologi suatu kawasan dan fungsi serta peran setiap komponen hutan maupun agroforestri mengarahkan kita kepada pengetahuan yang benar akan fungsi hidrologi hutan dan agroforestri.

2.3 Peranan agroforestri dalam mengurangi gas rumah kaca dan mempertahankan cadangan karbon

Upaya meningkatkan cadangan C di alam secara vegetatif (misalnya dengan memperbanyak penanaman pepohonan) merupakan pelayanan terhadap lingkungan yang diharapkan dapat mengurangi dampak rumah kaca. Dalam pertumbuhannya, tanaman menyelenggarakan proses fotosintesis yang memerlukan sinar matahari, CO₂ dari udara, air dan hara dari dalam tanah. Dengan demikian keberadaan tanaman dapat mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer, dan hasilnya berupa karbohidrat diakumulasi dalam biomasa tanaman. Tinggi rendahnya serapan CO₂ di atmosfer bervariasi, tergantung pada jenis tanaman penyusun dan umur lahan. Menurut Collins *et al.* (1999) salah satu indikator keberhasilan usaha pengelolaan tanah adalah tetap terjaganya cadangan C sehingga keseimbangan lingkungan dan biodiversitas dapat terjaga pula. Guna memahami isu lingkungan gas rumah kaca ini, diperlukan beberapa pemahaman tentang apa yang dimaksud dengan gas rumah kaca, siklus C dalam skala global dan cadangan C yang ada di alam.

a) Gas rumah kaca

Gas rumah kaca adalah gas-gas di atmosfer yang dapat menimbulkan perubahan dalam kesetimbangan radiasi sehingga mempengaruhi suhu atmosfer bumi. Gas-gas tersebut dinamakan gas rumah kaca (GRK) karena kemampuannya dalam menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang panjang yang bersifat panas seperti yang dilakukan oleh kaca, sehingga menimbulkan efek pemanasan yang disebut efek rumah kaca (ERK). Gas-gas utama yang telah disepakati dalam perjanjian internasional untuk dikurangi konsentrasinya adalah karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), Nitrous

oksida (N_2O). Konsentrasi GRK ini semakin meningkat dengan makin meningkatnya kegiatan manusia yang menggunakan bahan bakar fosil (BBF) untuk pembangkit tenaga listrik, transportasi, industri serta kegiatan yang berhubungan dengan alih-guna lahan untuk penyediaan lahan baru bagi pertanian (termasuk perkebunan) dan pemukiman.

Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan manusia yang makin banyak menggunakan energi, perubahan konsentrasi CO_2 menjadi makin tak terkendali hingga menyebabkan peningkatan konsentrasi CO_2 yang cukup tajam dari sekitar 280 ppmv pada masa pra-industri hingga konsentrasinya sekarang menjadi 370 ppmv. Peningkatan konsentrasi yang tajam ini membawa dampak langsung terhadap perubahan iklim melalui perubahan suhu dan perubahan distribusi hujan baik dalam skala waktu maupun ruang dengan implikasi sosial-ekonomi yang luas.

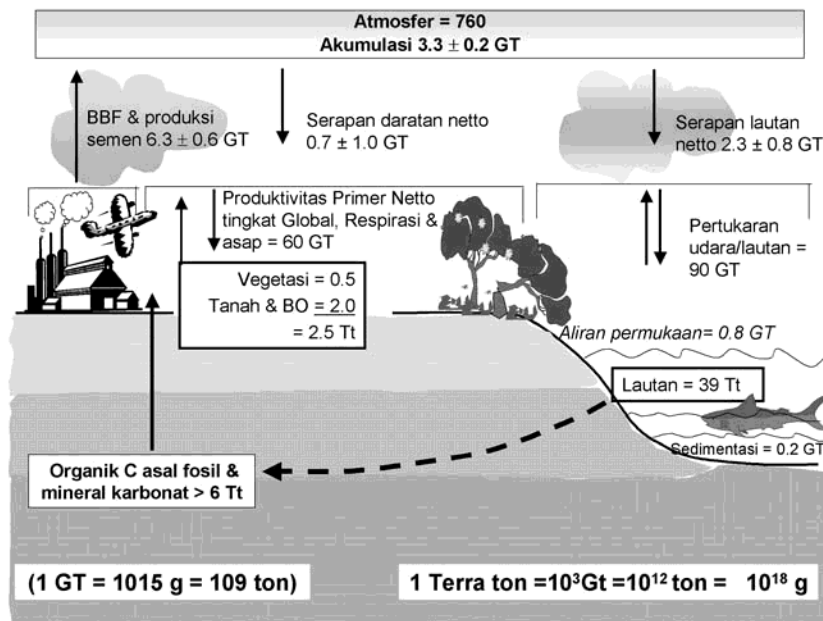
Karbon dioksida (CO_2) adalah GRK utama yang paling besar jumlahnya yang dihasilkan oleh kegiatan manusia dengan laju emisi yang sangat besar, maka gas ini sering dipakai sebagai standar atau acuan bagi perubahan komposisi atmosfer dan perubahan iklim global. Oleh karena itu pada bab ini, pengkajian hanya dibatasi pada isu pengurangan gas CO_2 di atmosfer.

b) Siklus Karbon di tingkat global

Dimulainya kehidupan di bumi ini menyebabkan terjadinya konversi CO_2 yang sudah ada di atmosfer dan di lautan menjadi bentuk-bentuk organik maupun anorganik lain yang terdapat di lautan dan daratan. Sejak ribuan tahun yang lalu perkembangan kehidupan di berbagai ekosistem yang ada di alam ini telah membentuk suatu pola aliran karbon melalui sistem lingkungan global.

Pertukaran C terjadi secara alami antara atmosfer, lautan dan daratan, namun pola pertukaran itu telah dirubah karena adanya aktivitas manusia dan alih-guna lahan. Aktivitas manusia baik dalam bidang industri, transportasi maupun pertanian meningkatkan konsentrasi CO_2 di atmosfer dari 285 ppmv (parts per million on a volume basis) pada jaman sebelum revolusi industri (abad ke 19) menjadi 336 ppmv di tahun 1998. Nilai ini meningkat sekitar 28% dari nilai awal yang diperoleh pada 150 tahun yang lalu. Kenaikan konsentrasi CO_2 selama sepuluh tahun terakhir sekitar 3,3 Gt th⁻¹ (1 giga ton = 10⁹ t = 10¹⁵ g).

Bila kita perhatikan siklus C di tingkat global (Gambar 4), pertama kali yang harus kita perhatikan adalah cadangan C saat ini. Cadangan tertinggi adalah di lautan sekitar 39 Tt of C (1 tera ton = 10¹² t = 10¹⁸ g) dibandingkan dengan jumlah total C yang ada di alam sekitar 48 Tt. Urutan cadangan C terbesar ke dua adalah fosil, mengandung C sekitar 6 Tt. Selanjutnya, cadangan C di hutan yang meliputi biomasa pohon dan tanah hanya sekitar 2,5 Tt, sedang di atmosfer mengandung C sekitar 0,8 Tt.



Gambar 4. Siklus C di tingkat global yang menunjukkan cadangan C (*C-stock*) yang ada di bumi (dalam Gt = 1.015 g = 109 ton) dan aliran C (dinyatakan Gt th⁻¹) yang berkaitan dengan adanya gangguan alam (*anthropogenic*). Data diambil berdasarkan nilai rata-rata 1989-1998 (Schimel *et al.*, 1996, dikutip dalam Ciais *et al.*, 2000).

c) *Apa yang dimaksud dengan C-stock?*

Cadangan Carbon (C-stock) adalah jumlah C yang disimpan dalam komponen biomasa dan nekromasa baik di atas permukaan tanah dan di dalam tanah (Bahan organik tanah, akar tanaman dan mikroorganisma) per satuan luasan lahan. Satuannya adalah Mg ha⁻¹ (mega gram per ha = ton per ha).

Biomasa yaitu masa (kg ha⁻¹) bagian vegetasi yang masih hidup yang meliputi masa dari tajuk pohon, tanaman semusim dan tumbuhan bawah atau gulma.

Nekromasa yaitu masa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak, atau telah tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting dan daun-daun gugur (seresah) yang belum terdekomposisi atau terdekomposisi sebagian.

Bahan Organik tanah (BOT) adalah sisa makhluk hidup (tanaman, hewan dan manusia) yang telah terdekomposisi sebagian atau keseluruhan dan telah menyatu dengan tanah. Dalam praktek biasanya BOT dipisahkan dari bahan organik (BO) berdasarkan ukurannya, BOT memiliki ukuran < 2 mm sedang BO berukuran > 2 mm.

d) *Mengapa agroforestri penting untuk cadangan C?*

Potensi ekosistem daratan dalam mengurangi CO₂ di udara tergantung dari macam ekosistem, komposisi spesies, struktur dan distribusi umur tanaman (terutama untuk hutan). Faktor lain yang cukup mempengaruhi adalah kondisi setempat seperti iklim, kondisi tanah, adanya gangguan alam dan macam pengelolaan lahan.

Sebagai dampak dari adanya penebangan, kebakaran dan gangguan lainnya, di dalam ekosistem muda setiap tahun terjadi penyerapan CO₂ dari atmosfer, misalnya hutan industri atau hutan regenerasi (hutan sekunder). Sedang pada hutan tua di daerah tropika basah akumulasi biomasa terus berlangsung sehingga diperoleh akumulasi biomasa yang sangat tinggi. Dengan demikian disimpulkan bahwa hutan umumnya dapat mengurangi emisi gas CO₂ di atmosfer. Hal ini benar terjadi bila hanya diperhatikan pada tingkat pohon,

tetapi tidak pada skala sistem hutan karena tingkat dekomposisi bahan organik di hutan kurang lebih kurang sama dengan tingkat penyerapan CO₂. Perkecualian terjadi pada hutan gambut di mana akumulasi CO₂ justru terjadi di dalam lapisan organik tanah dan proses dekomposisi bahan organik tanah berlangsung sangat lambat.

Banyak hasil penelitian telah dilaporkan bahwa alih-guna lahan hutan menjadi lahan pertanian menurunkan cadangan C. Penurunan tersebut antara lain disebabkan oleh: (a) Hilangnya atau berkurangnya jumlah tegakan pohon per luasan; (b) Perbedaan komponen penyusun sistem penggunaan lahan yang baru; (c) Pengelolaan residu panen

- a ***Hilangnya atau berkurangnya jumlah tegakan pohon per luasan.*** Pengukuran cadangan C di beberapa tempat di Indonesia, diketahui bahwa cadangan C tertinggi terdapat pada biomasa pohon.
- b ***Perbedaan komponen penyusun sistem penggunaan lahan.*** Berubahnya komponen penyusun sistem penutupan lahan dari sistem polikultur dan umumnya berumur panjang cenderung berubah menjadi monokultur dan berumur pendek. Hal ini terutama berpengaruh melalui masukan seresahnya baik ditinjau dari kuantitas maupun kualitasnya. Sistem polikultur seperti yang dijumpai di hutan mempunyai keragaman tanaman yang tinggi sehingga masukan seresahnya juga sangat bervariasi kualitasnya. Pada sistem hutan ini masukan seresah terjadi terus menerus dan bervariasi kualitasnya, sehingga "masa tinggalnya" di atas permukaan tanah juga cenderung lebih lama. Pada sistem pertanian monokultur masukan seresah hanya satu macam saja. Bila seresah tersebut berkualitas tinggi (Nisbah C:N, Lignin:N, Poliphenol:N rendah) misalnya pada tanaman leguminosa, maka seresah ini akan cepat mengalami dekomposisi dan mineralisasi sehingga jumlah yang tertinggal sebagai komponen organik sangat rendah. Dengan demikian perolehan cadangan C dari lapisan organik menjadi rendah pula.
- c ***Pengelolaan residu panen.*** Pada sistem hutan alami, pengangkutan biomasa keluar plot hampir tidak terjadi. Sedang pada sistem pertanian, hampir selalu ada pengangkutan biomasa keluar petak bersama hasil panen. Keadaan ini diperparah dengan tidak adanya usaha pengembalian sisa panen, dengan demikian cadangan C dalam tanah akan berkurang dengan cepat.

Salah satu tawaran untuk meningkatkan cadangan C terutama pada tanah-tanah terdegradasi adalah melalui usaha ***Agroforestri***, suatu sistem pertanian berbasis pepohonan yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan petani dan mempertahankan kelestarian alam. Di Indonesia terdapat berbagai macam agroforestri yang berkembang mulai dari bentuk yang sederhana (misalnya budidaya pagar) hingga kompleks (misalnya hutan karet dan damar di Sumatera). Bila ditinjau dari cadangan C, sistem agroforestri ini lebih menguntungkan daripada sistem pertanian berbasis tanaman semusim. Hal ini disebabkan oleh adanya pepohonan yang memiliki biomasa tinggi dan masukan seresah yang bermacam-macam kualitasnya dan terjadi secara terus menerus. Contoh hasil pengukuran cadangan C pada berbagai sistem penggunaan lahan dapat dilihat pada studi kasus di sub bab berikut.

e) *Parameter pengukuran cadangan C dalam sistem agroforestri*

Bila kita perhatikan proses terbentuknya sistem agroforestri, sistem ini memiliki beberapa rotasi pola tanam. Oleh karena itu pengukuran potensi agroforestri dalam mengurangi C dari udara adalah dengan mengukur besarnya cadangan C yang memang benar-benar ada di daratan (*actually present*) yang merupakan rata-rata dari satu siklus tanam (*lifecycle*) pada sistem penggunaan lahan. Parameter ini biasa disebut **dengan cadangan C rata-rata per siklus tanam** (*time-averaged C stock*) atau singkatnya disebut **Cadangan C per siklus tanam**. Informasi lebih lengkap dapat diperoleh ASB Lecture note 4A dan 4B (Hairiah *et al.*, 2001)

Bila kita telah mengukur *Cadangan C per siklus tanam* (Mg ha^{-1}) pada setiap sistem penggunaan lahan maka dampak alih-guna lahan akan ditunjukkan oleh selisih antara "**cadangan C (sesudah)**" dengan "**cadangan C (sebelum)**" perubahan lahan terjadi. Artinya evaluasi cadangan C tergantung pada konteks dan macam perbandingan yang akan diuji, misalnya sistem penggunaan lahan pertanian menyebabkan emisi CO_2 ke atmosfer bila dibandingkan dengan hutan alami; atau mungkin sistem pertanian berbasis tanaman semusim dengan sistem penggunaan lahan berbasis pepohonan (misalnya agroforestri).

Untuk mengestimasi cadangan C diperlukan pengukuran berat masa bagian hidup tanaman (biomasa) tanaman, berat masa bagian tanaman yang telah mati (nekromasa) yang ada di suatu lahan (Mg ha^{-1}). Konsentrasi C dari masing-masing bagian tersebut di atas perlu ditetapkan di laboratorium, namun pada umumnya cadangan C dalam bagian tanaman tidak terlalu bervariasi, besarnya sekitar 0,45%. Selanjutnya cadangan C pada waktu t menjadi: **Cadangan C = total berat (biomasa + nekromasa) x konsentrasi C, Mg ha^{-1} .**

Pertanyaan

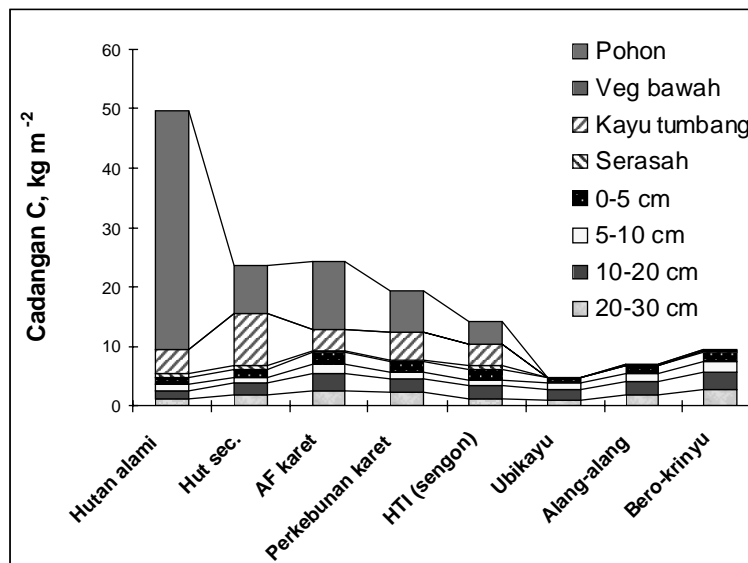
- Mengapa agroforestri ditawarkan sebagai salah satu sistem untuk mempertahankan cadangan C di daratan?
- Coba pikirkan, bentuk agroforestri yang berpeluang besar dapat mempertahankan cadangan C.

f) *Contoh kasus*

Studi dampak teknik pembukaan lahan dengan tebas bakar terhadap cadangan C pada berbagai sistem penggunaan lahan yang ada di Jambi pada tahun 1997 (ICRAF/CIFOR). Contoh diambil dari berbagai sistem penggunaan lahan yang mempunyai tipe ekologi sama yaitu (1) hutan alami dibandingkan dengan (2) hutan sekunder, (3) Agroforestri karet tua berumur sekitar 30 tahun, (4) Agroforestri karet muda berumur sekitar 10 tahun, (5) hutan industri sengon berumur sekitar 5 tahun, (6) ubikayu monokultur, (7) bera yang diwakili oleh lahan krinyu *Chromolaena* dan alang-alang. Pengukuran cadangan C ini dilakukan pada bagian atas permukaan tanah dan tanah pada ke dalaman 0-5, 5-10, 10-20 dan 20-30 cm. Cadangan C dari bagian atas permukaan tanah meliputi biomasa pohon dan vegetasi bawah; nekromasa yang meliputi pohon tumbang, seresah, cabang, dan ranting.

Hasil pengukuran disajikan pada Gambar 5, alih-guna lahan hutan menjadi lahan pertanian, misalnya monokultur ubikayu, mengakibatkan berkurangnya cadangan C sebesar 72%. Cadangan C pada hutan alami di Jambi sekitar 50 kg

m^{-2} atau 500 Mg ha^{-1} , dengan rincian sekitar 80% terdapat dalam biomasa pohon, 10% terdapat pada pohon yang sudah mati dan 10% lainnya berada dalam tanah.



Gambar 5. Cadangan C pada berbagai sistem penggunaan lahan (Tomich *et al.*, 1998)

Hutan karet rakyat (Agroforestri berbasis karet) memiliki cadangan C sekitar sama dengan yang dijumpai di hutan sekunder yaitu sekitar 250 Mg ha^{-1} , hanya saja pada hutan sekunder lebih banyak dijumpai nekromasa yang didominasi oleh pohon tumbang. Sistem pertanian monokultur ubikayu (umur sekitar 3-4 bulan) memiliki cadangan C paling rendah yaitu sekitar $4-5 \text{ Mg ha}^{-1}$. Sedang hutan industri sengon (umur 5 tahun) memberikan cadangan C lebih tinggi daripada lahan terdegradasi seperti lahan alang-alang atau lahan ubikayu, hutan industri sengon menghasilkan cadangan C sekitar 12 Mg ha^{-1} .

Untuk evaluasi **cadangan C rata-rata per rotasi tanam** dari semua sistem penggunaan lahan yang diuji, hasilnya bervariasi (Tabel 1) tergantung pada komponen penyusunnya.

Untuk sistem penggunaan lahan agroforestri karet memiliki cadangan C rata-rata per rotasi tanam sekitar 116 Mg ha^{-1} , sekitar 2-3 kali lipat dibandingkan dengan lahan pertanian monokultur. Tetapi bila dibandingkan dengan hutan alami, alih-guna lahan hutan menjadi agroforestri karet, daratan kehilangan C sekitar 50%. Seandainya keberadaan agroforestri karet adalah untuk perbaikan lahan terdegradasi seperti sistem ubikayu monokultur yang umumnya dijumpai pula alang-alang tumbuh di antaranya, maka sistem agroforestri ini mempunyai potensi yang cukup berarti dalam mengurangi konsentrasi CO_2 di udara.

Jadi peran agroforestri dalam mempertahankan cadangan C di daratan masih lebih rendah bila dibandingkan dengan hutan alam, tetapi sistem ini dapat merupakan suatu tawaran yang dapat memberikan besar harapan dalam meningkatkan cadangan C pada lahan-lahan terdegradasi.

Tabel 1. Cadangan C per rotasi tanam dari berbagai sistem penggunaan lahan (Tomich *et. al.*, 1998).

Sistem Penggunaan Lahan	Umur maximum, tahun	Cadangan C per rotasi tanam, Mg ha ⁻¹
Hutan Alami	120	254
Hutan sekunder	60	176
Agroforestri karet	40	116
Perkebunan Karet (monokultur)	25	97
Rotasi padi-bera rerumputan	7	74
Rotasi ubikayu-alang-alang	3	36

2.4 Fungsi agroforestri dalam mempertahankan keanekaragaman hayati

Sistem agroforestri seringkali memiliki banyak spesies alami yang tumbuh pada sebidang lahan yang sama, sehingga ahli agroforestri dapat memberikan kontribusi penting dalam usaha melestarikan keanekaragaman hayati (biodiversitas). Apakah benar demikian? Untuk itu perlu dijawab 3 pertanyaan di bawah ini:

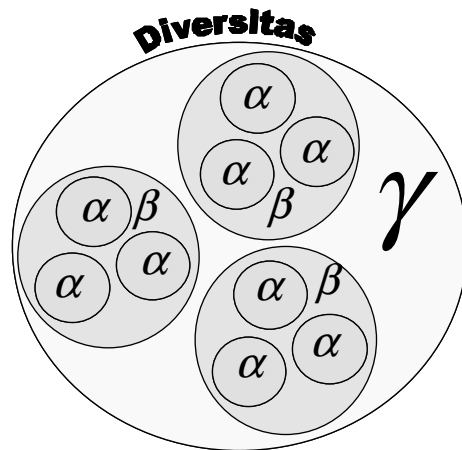
- Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati
- Mengapa keanekaragaman hayati harus dilindungi
- Mampukah agroforestri mempertahankan keanekaragaman hayati

a) Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati?

Keanekaragaman hayati berasal dari kata "*Biological Diversity*" disingkat menjadi "*Biodiversity*" yaitu berbagai macam makhluk hidup yang hidup di bumi ini, termasuk di dalamnya binatang, tumbuhan dan mikroorganisme, termasuk juga beragam genus dan kompleks ekosistem yang menunjangnya. Jadi sebenarnya merupakan kumpulan dari tanaman, hewan dan mikroorganisme yang telah ada di dalam planet kita ini selama ratusan bahkan ribuan tahun (McNeely and Scherr, 2001). Kata biodiversitas ini menjadi lebih hangat dibicarakan semenjak ditandatanganinya deklarasi Lingkungan Rio de Janeiro, Brasil, in 1992 (The declaration Agenda 21 at the Earth Summit). Di sini sebenarnya Biodiversitas adalah '**subyek**' BUKAN sebagai '**nilai**' atau '**ukuran jumlah**'.

Telah disepakati bersama bahwa Biodiversitas secara formal didefinisikan sebagai: "Keanekaragaman antar makhluk hidup dari berbagai sumber termasuk di antaranya daratan (*terrestrial*), perairan (*marine*) dan ekosistem perairan lainnya; ini termasuk pula keanekaragaman dalam spesies, antar spesies dan dalam ekosistem".

Gambar 6 menggambarkan secara skematis biodiversitas pada berbagai tingkat luasan. Total biodiversitas dalam suatu bentang lahan (*gamma diversity*) merupakan fungsi dari biodiversitas tingkat lokal atau "dalam satu habitat" (*alpha diversity*) dan pada tingkat spesies itu sendiri (di dalam komposisi spesies atau umur paruh spesies) pada berbagai habitat atau lokasi (*beta diversity*).



Gambar 6. Skematik biodiversitas pada berbagai tingkatan: bentang lahan (*gamma*), lokal (*alpha*) dan sub habitat (*beta*).

Bahan diskusi

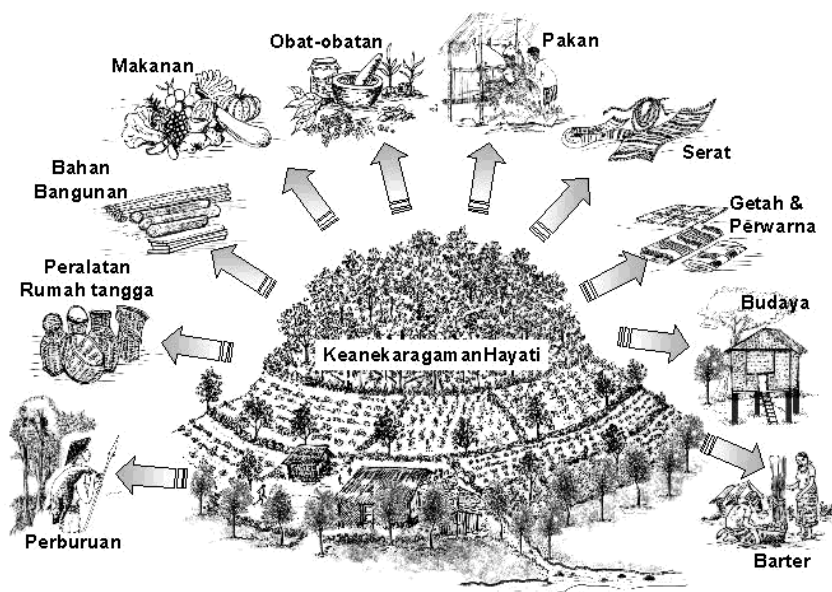
Plot A, B dan C masing-masing luasnya 100 m², setiap plot dijumpai 10 spesies. Maka taksiran jumlah spesies per 300 m² adalah 30 spesies. Betulkah taksiran tersebut? Diskusikan alasan-alasan saudara !

b) Mengapa Keanekaragaman hayati harus dilindungi?

Beberapa argumen yang termasuk antara lain:

- Nilai saat ini: Orang masih tergantung kepada hutan sebagai sumber pangan, obat-obatan, dsb
- Di masa mendatang: Keanekaragaman genetik untuk keperluan seleksi tanaman di masa mendatang, atau produksi pangan di masa mendatang, atau produksi tertentu yang kita akan membutuhkannya di suatu saat nanti, atau untuk keperluan obat-obatan.
- Fungsi ekosistem: menjaga kestabilan ekosistem
- Kebudayaan/spritual: misalnya sumber inspirasi dsb
- Moral: Semua spesies mempunyai hak untuk tetap ada di alam dsb

Kegunaan biodiversitas bagi masyarakat ini diringkas dalam sebuah gambar skematis yang digambar oleh IIRR (2001).



Gambar 7. Kegunaan keanekaragaman hayati bagi masyarakat (dikutip dari IIRR, 2001).

Pertanyaan

Keanekaragaman hayati memang betul penting ...TETAPI ... di sisi lain dari keping uang logam, bahwa keanekaragaman hayati justru merugikan! Apakah anda sependapat dengan pernyataan tersebut di atas? Beri contoh keanekaragaman hayati yang justru merugikan!

Keanekaragaman hayati kadang-kadang tidak dibutuhkan oleh masyarakat. Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan kepentingan.

Beberapa contoh misalnya:

Hal ini antara lain dikarenakan:

- Ada perbedaan kepentingan. Seorang pemburu merasa senang setelah melakukan penembakan burung, di lain pihak kelompok lain merasa lebih damai bila dapat mendengarkan suara kicauan burung. Konservasi secara biologi terhadap beberapa spesies yang hampir punah sebenarnya lebih mempertimbangkan fungsinya terhadap ekosistem.
- Bagaimana dengan orang-orang yang kesejahteraannya terganggu oleh 'gangguan' keanekaragaman hayati? Misalnya 'gangguan' gajah, kera, babi hutan, kijang yang merusak tanaman pertanian di daerah pinggiran hutan, sehingga binatang tersebut dianggap sebagai hama utama yang sering dikeluhkan oleh petani. Bahkan akhir-akhir ini macan menyerang petani di salah satu perkampungan di Sumatera, apa komentar anda?
- Tingkat kemiskinan. Orang-orang yang tinggal di daerah-daerah yang padat populasi penduduknya, mereka tidak akan berpikir terlalu jauh untuk keanekaragaman hayati.

Untuk itu sebelum melakukan penelitian keanekaragaman hayati perlu terlebih dahulu beberapa pertanyaan antara lain: Apakah keanekaragaman hayati diperlukan? Seberapa banyak jumlah spesies yang dibutuhkannya? Siapa yang memperoleh keuntungan dan siapa yang dirugikan?

c) Beberapa penyebab terjadinya kepunahan (IIRR, 2001):

- Proses-proses alam (misalnya kebakaran, kekeringan, banjir, angin puyuh)
- Dampak langsung dan tidak langsung dari kegiatan manusia:

Dampak Langsung

- Pola tanam monokultur
- Panen berlebihan untuk spesies tertentu yang mempunyai nilai ekonomi sangat tinggi, penggembalaan yang berlebihan
- Penggembalaan yang berlebihan
- Pendeknya masa pemberaasan.
- Adanya musuh (hama dan penyakit) eksotis
- Adanya polusi lingkungan

Dampak tidak langsung

- Punahnya spesies penentu (misalnya polinator yang membantu penyerbukan, penyebar biji atau buah, simbiot atau parasit obligat)
- Adanya perubahan iklim

Bahan diskusi: Analisis Pihak Terkait (*Stakeholder analysis*)

Keanekaragaman hayati pada daerah tepian hutan.....

- Siapa yang termasuk dalam pihak terkait (*stakeholder*)?
- Apa kegunaan biodiversitas bagi mereka? Bagaimana mereka menilainya? Apa yang terjadi bila biodiversitas hilang?

Apakah sistem agroforestri mampu mempertahankan fungsi hutan dalam mempertahankan keanekaragaman hayati?

d) Dapatkah agroforestri mempertahankan keanekaragaman hayati?

Umumnya jawaban yang diperoleh adalah TIDAK DAPAT, karena dalam pengelolaan sistem agroforestri ada campur tangan manusia yang sangat mempengaruhi tingkat keanekaragaman hayati. Bila kita kaji lebih mendalam argumen tersebut di atas, paling tidak ada empat alasan yang dapat diajukan yaitu:

1. Spesies yang sangat sensitif terhadap gangguan aktivitas manusia tidak dapat dilestarikan dengan agroforestri karena adanya eksploitasi untuk tujuan komersial atau memang spesies tersebut tidak tahan sama sekali oleh adanya gangguan manusia. Misalnya: eksploitasi terhadap jenis pohon yang mempunyai nilai ekonomi tinggi seperti gaharu (*Aquilaria*) dan gemur (*Litsea*) serta hewan liar lainnya.

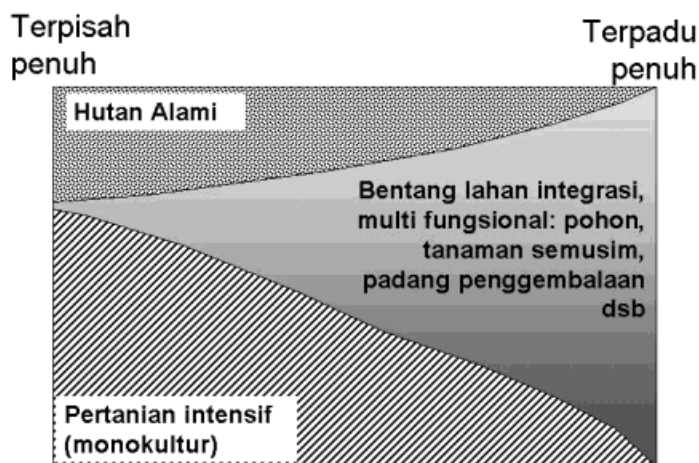
Sebagai contoh sejenis pakuan yang berdaun tipis membutuhkan iklimat tertentu seperti yang dijumpai di bawah tegakan hutan tua yang rapat akan sangat terganggu bila ada kegiatan eksploitasi oleh manusia, demikian pula dengan burung rangkong (*hornbill*) yang tergantung pada keberadaan kayu besar (pohon mati) di hutan. Tidak mengherankan bila jumlah spesies flora dan fauna di agroforest tua masih lebih rendah bila dibandingkan dengan hutan alam di sekitarnya. Pada agroforest dijumpai jenis tanaman 30% lebih rendah, dan untuk jenis burung sekitar 50% lebih rendah daripada yang dijumpai di hutan (Van Schaick dan Van Noordwijk, 2002).

2. Banyak binatang liar merupakan hama bagi agroforestri, sehingga cenderung untuk diberantas, meskipun sebenarnya mereka dapat hidup dalam lingkungan agroforestri tersebut. Misalnya babi hutan dan kera pemakan daun tanaman ataupun orangutan yang sering datang mencari makanan di agroforestri di pinggiran hutan. Pada kondisi ini, petani tidak akan melihat keanekaragaman hayati sebagai kebutuhan, hewan-hewan tersebut merupakan musuh yang harus dibasmi. Jenis hewan macam ini yang membutuhkan perlindungan karena kehidupannya lebih terancam oleh adanya manusia, atau karena adanya eksploitasi dan adanya konflik dengan manusia. Pada tingkat plot, kedua proses ini tidak bisa jalan beriringan bila ditinjau dari perspektif organisme dan petani.
3. Untuk skala bentang lahan, agroforestri menyebabkan lahan hutan terpecah-pecah menjadi bagian-bagian kecil sehingga membatasi ruang gerak hewan. Adanya fraksi-fraksi hutan ini menyebabkan kondisi iklimat berbeda, sehingga beberapa flora tidak dapat berkembang biak bahkan mengalami kepunahan. Ulasan tentang fraksi-fraksi hutan ini akan dibahas lebih jauh di sub-bab berikutnya.

e) *Strategi segregasi atau integrasi?*

Telah disebutkan di atas bahwa sistem agroforestri dapat memberikan kontribusi terhadap sistem pertanian yang sehat, karena perannya selain dapat meningkatkan kesejahteraan petani juga berperan dalam jasa lingkungan (mempertahankan keseimbangan hidrologi dan cadangan C). Agroforestri juga tersusun oleh aneka spesies alami asal hutan, sehingga agroforestri sering dianggap dapat mempertahankan keanekaragaman hayati. Mungkinkah? Van Noordwijk *et al.* (2001) mengajukan suatu konsep analisis sederhana tentang 'segregasi dan integrasi' ('terpisah dan terpadu') yang merupakan jalan keluar untuk menjawab dua tujuan dalam sistem agroforestri yang saling bertentangan, yaitu antara pelestarian keanekaragaman hayati dan produksi pertanian. Pada konsep sederhana ini, penyelesaian secara 'segregasi' (terpisah) cocok untuk pencapaian tujuan yang ekstrim, di mana sebagian area disediakan khusus untuk pelestarian keanekaragaman hayati dan sebagian lagi khusus untuk pemenuhan tujuan produksi pertanian. Bila yang ingin dicapai keduanya maka integrasi-lah jawabannya. Pada tingkat bentang lahan 'segregasi dan integrasi' ini dapat digambarkan secara skematis di Gambar 8.

Bila diperhatikan lebih jauh, sistem penggunaan lahan campuran atau agroforestri ini mempunyai suatu dilema dalam pencapaian produksi pertanian dan pelestarian keanekaragaman hayati, yang nampaknya sangat sulit dicapai keduanya. Hubungan ini secara skematis dapat dilihat di Gambar 10A. Pada kurva cekung ini, walaupun hanya sedikit saja terjadi peningkatan produksi tanaman telah diikuti oleh penurunan keanekaragaman hayati yang besar. Sedang pada kurva cembung, kehilangan keanekaragaman hayati relatif lambat pada awal peningkatan produksi tanaman. Bila kurva 'trade-off' antara produksi dan keanekaragaman hayati yang diperoleh berbentuk cembung maka strategi integrasi adalah yang paling tepat, dan bila kurva yang diperoleh cekung maka strategi segregasi yang harus dipilih.

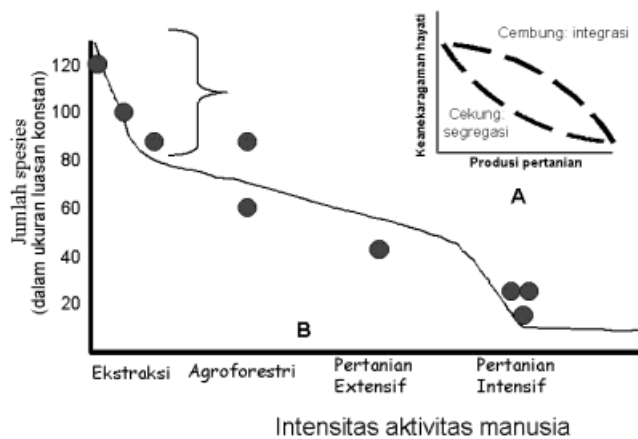


Gambar 8. Strategi sistem pengelolaan lahan secara 'terpisah' atau 'terpadu' pada skala bentang lahan untuk pencapaian tujuan produksi tanaman dan pelestarian keanekaragaman hayati (Van Noordwijk *et al.*, 2001).

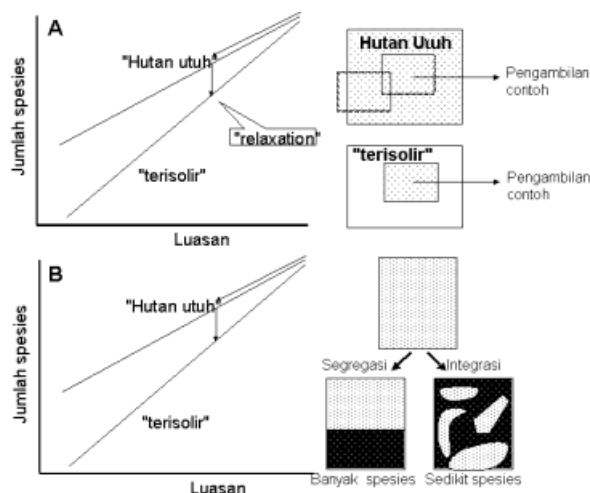
Sebagai contoh, hasil penelitian keanekaragaman hayati di Jambi (Gambar 9) menunjukkan pola hubungan antara intensitas aktivitas manusia dengan jumlah spesies (kelimpahan spesies). Bila kita bandingkan Gambar 10A dan 10B, bahwa pada awal kurva dimulai dengan pola cekung yang berarti pada saat awal adanya eksploitasi oleh manusia ada kehilangan beberapa spesies secara cepat. Pada proses selanjutnya, ada perubahan ke bentuk kurva cembung, yang artinya ada beberapa spesies yang cukup lenting (resilient) terhadap pertanian (kemampuan spesies untuk berkembang kembali setelah ada gangguan

pertama). Namun dengan semakin intensifnya pertanian, maka spesies tersebut tidak dapat bertahan lagi yang ditunjukkan dengan pola kurva cekung. Bila sasarannya adalah pelestarian keanekaragaman hayati tingkat global, maka segregasi yang harus dipilih.

Pada skala bentang lahan keberadaan agroforestri di sekitar hutan menyebabkan hutan terpecah-pecah menjadi pulau-pulau kecil yang terpisah satu sama lain (*isolated fragments*). Di lain pihak, keanekaragaman hayati lebih dapat dipertahankan bila ukuran hutan belantara cukup luas dan utuh (tidak terpecah-pecah) bila dibandingkan dengan daerah hutan yang terpecah-pecah (fragmentasi) sekalipun jumlah total luasannya sama. Pada kondisi ini banyak spesies yang hilang dengan cepat atau secara bertahap di bagian yang terisolasi tersebut, sehingga kondisi ini disebut "relaksasi" (*relaxation*), apa artinya? Artinya beberapa jenis hewan ataupun tanaman masih bisa tetap hidup tetapi tidak dapat berkembang dan hanya tinggal menunggu kematian (lihat Gambar 10).



Gambar 9. Hubungan antara Produksi pertanian dan keanekaragaman hayati (A) dan hasil penelitian keanekaragaman spesies tanaman pada berbagai tingkat intensitas sisteme penggunaan lahan di Jambi (Murdiyarto *et al.*, 2002) (B).



Gambar 10. Hubungan skematis luasan lahan hutan dengan jumlah spesies pada kondisi segregasi atau integrasi. Pada kondisi hutan yang terisolir jumlah spesies yang dijumpai akan lebih rendah bila dibandingkan kondisi hutan yang utuh (A), selisih keduanya merupakan relaksasi yang akan meningkat dengan jalannya waktu; Relaksasi semakin besar dengan semakin kecilnya ukuran luasan hutan pada suatu bentang lahan, walaupun total luas lahannya sama (B) (Van Schaick dan Van Noordwijk, 2002).

Bila bagian tertentu dari lahan yang tersedia harus dilindungi untuk tujuan pelestarian keanekaragaman hayati, dan untuk mempertahankan produksi pertanian yang mencukupi kebutuhan maka daerah yang tersisa harus dimanfaatkan secara intensif. Kondisi ini yang memungkinkan agroforestri dapat berperan dalam pelestarian keanekaragaman hayati hanya di lokasi yang sensitif secara ekologi. Lebih jauh, agroforestri adalah eksponen bentang lahan yang terfragmentasi, dan tidak berperan dalam menurunkan proses

fragmentasi. Jadi, mendorong petani untuk mempraktekkan agroforestri seringkali justru meningkatkan fragmentasi. Fragmentasi juga terjadi pada agroforest, yang tadinya merupakan "pelabuhan" bagi beberapa spesies.

Akhirnya, karena agroforestri seringkali merupakan fase transisi dalam tahapan perkembangan dan cenderung digantikan oleh sistem penggunaan lahan yang lebih intensif, maka kemampuan agroforestri dalam mempertahankan keanekaragaman hayati menjadi lebih terbatas.

f). Apakah agroforestri sama sekali tidak bermanfaat bagi pelestarian keanekaragaman hayati

Bila kita simak apa yang telah dikemukakan di atas, seolah-olah keberadaan Agroforestri pada suatu bentang lahan sia-sia saja. Tetapi bila dibandingkan dengan sistem pertanian yang intensif, maka kita akan lebih optimistik karena Agroforestri meningkatkan keanekaragaman hayati. Seandainya tidak ada agroforestri mungkin telah banyak spesies yang punah! Bentang lahan yang didominasi oleh pertanian intensif masih membutuhkan keberadaan banyak spesies alami, terutama yang berhubungan dengan keanekaragaman hayati dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2002). Selain itu, agroforestri dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat secara ekonomi bagi lahan pertanian, karena agroforestri dapat menjadi tempat tinggal berguna misalnya polinator, predator bagi hama pertanian. Jadi secara keseluruhan Agroforestri masih tetap bermanfaat bila dilaksanakan pada tempat dan waktu yang tepat.

Secara keseluruhan, agroforestri hanya memberikan kontribusi yang terbatas dalam mempertahankan keanekaragaman hayati. Agroforestri sesungguhnya dapat berdampak negatif terhadap keanekaragaman hayati jika agroforestri berbagi ruang dengan hutan belantara dalam satu bentang lahan yang sama. Agroforestri masih tetap bermanfaat bila dilaksanakan pada tempat dan waktu yang tepat.

3. Fungsi dan peran agroforestri dalam aspek sosial-budaya

3.1 Mengapa agroforestri terkait dengan masalah sosial-budaya?



Secara luas telah dipahami, bahwa tujuan utama pengembangan agroforestri baik secara umum ataupun di Indonesia adalah dalam rangka menekan degradasi hutan alam dan lingkungan hidup (aspek ekologi), serta upaya untuk memecahkan problema sosial-ekonomi masyarakat, terutama di wilayah-wilayah pedesaan (aspek sosial-ekonomi).

Pemahaman tersebut di atas dapat dikatakan 'naif', karena terkesan menempatkan manusia hanya sebagai obyek dari kegiatan uji coba pihak luar, padahal sebenarnya justru sebagai elemen penting dari agroforestri. Konsep agroforestri secara keseluruhan menempatkan manusia (masyarakat) sebagai subyek, yang secara aktif berupaya dengan daya dan kapasitas yang dimiliki untuk turut memecahkan permasalahan kebutuhan, menghadapi tantangan, dan memanfaatkan peluang kehidupan. Mengolah lahan beserta unsur lingkungan hayati dan nir-hayati lainnya dari sekedar elemen alami menjadi

sumber daya yang bernilai, bertujuan menjaga eksistensi dan meningkatkan taraf kehidupan pribadi, keluarga, dan komunitasnya.

Oleh karena itu implementasi agroforestri selama ini juga memiliki peranan penting dalam aspek sosial-budaya masyarakat setempat. Tentu saja, aspek sosial-budaya tersebut akan lebih erat dijumpai pada praktek-praktek agroforestri yang telah berpuluh dan bahkan beratus tahun ada di tengah masyarakat (*local traditional agroforestry*) dibandingkan pada sistem-sistem agroforestri yang baru diperkenalkan dari luar (*introduced agroforestry*). Dalam kaitan ini ada beberapa alasan sebagai berikut:

1. Praktek-praktek agroforestri tradisional merupakan produk pemikiran dan pengalaman yang telah berjalan lama di masyarakat dan teruji sepanjang peradaban masyarakat setempat dalam upaya pemenuhan kebutuhan hidupnya.
2. Produk dan fungsi-fungsi yang dihasilkan oleh komponen penyusun agroforestri tradisional memiliki manfaat bagi implementasi kegiatan budaya masyarakat yang bersangkutan.

Meskipun fungsi sosial-budaya agroforestri diakui lebih banyak dijumpai pada sistem yang tradisional, akan tetapi perlu digarisbawahi pula bahwa hal tersebut tidak merupakan 'faktor pembatas' yang bersifat mutlak, dikarenakan:

1. Budaya suatu masyarakat pada hakekatnya tidak pernah bersifat statis, tetapi senantiasa dinamis sesuai dengan perkembangan waktu serta kebutuhan. Mengembangkan agroforestri seringkali disebutkan tidak berarti 'kembali ke jaman batu', dengan mengulang berbagai teknik pemanfaatan lahan kuno, tetapi juga harus progresif dan oleh karenanya memerlukan inovasi dan pengetahuan modern.
2. Setiap pengenalan sistem atau teknologi agroforestri baru juga penting memperhatikan sosial-budaya setempat, misalnya dalam pemilihan jenis pohon, desain dan teknologi. Hal ini dimaksudkan guna meningkatkan kemampuan masyarakat lokal untuk mengimplementasikannya sesuai dengan kondisi sosial-budaya yang dimiliki (kapasitas adopsi)
3. Tingkat adopsi yang tinggi terhadap suatu sistem atau teknologi agroforestri, akan meningkatkan produktivitas dan sustainabilitas sebagai kriteria penting lainnya dari agroforestri itu sendiri.

3.2 Beberapa aspek sosial-budaya dari agroforestri

Beberapa aspek sosial-budaya yang langsung maupun tidak langsung dipengaruhi oleh agroforestri adalah:

a. Fungsi agroforestri dalam kaitannya dengan aspek tenurial

Aspek tanah (secara fisik) merupakan faktor penting dalam perkembangan tata dan pola penggunaan serta penguasaan lahan, terutama dalam komunitas tradisional. Pada banyak komunitas (di luar Jawa), penguasaan dan pemilikan lahan tidak bisa dibedakan secara jelas. Begitu juga dengan nilai lahan dan nilai pohon yang ditanam pun sulit untuk dipisahkan. Pembukaan hutan alam untuk perladangan (*shifting cultivation*) dan penanaman pohon atau tanaman berkayu lainnya tidak semata-mata berkaitan dengan upaya untuk menghasilkan produk-produk material (kayu, buah-buahan, sayu-mayur, dan bahan mentah lainnya) bagi pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari suatu

kelompok masyarakat. Kegiatan tersebut sekaligus merupakan upaya perlindungan, yang diartikan sebagai tanda penguasaan lahan. Hal ini sudah dikenal sebagai salah satu karakter masyarakat tradisional. Sebagai contoh pada sistem kebun pekarangan dan kebun hutan tradisional (*traditional home-and forest-gardens*) yang dilaksanakan oleh masyarakat asli Dayak di Kalimantan, yaitu antara lain *budidaya lembo* (lihat Sardjono, 1990).

Kolom 1. Fungsi Sosial-Budaya terkait Lahan dari Pohon dan Tumbuhan Berkayu lainnya pada Budidaya Lembo di Kalimantan Timur

1. Merupakan tanda batas pemilikan/penguasaan lahan oleh individu/keluarga pada wilayah yang dikuasai secara komunal atau wilayah bebas (baca: tanah negara). Perlu diketahui, bahwa pada masyarakat tradisional tidak/belum batas buatan (besi, kayu/bambu, dan lain-lainnya). Batas alam (sungai, gunung) dan pohon-pohonan tertentu (yang ditanam atau dipelihara oleh seseorang) sangat umum dikenal.
2. Kawasan yang merupakan harta-benda (pusaka) yang akan dapat diwariskan kepada generasi penerus. Kondisi ini memungkinkan dilestarikannya aspek struktur dan etika dalam keluarga, walaupun dalam kondisi semakin meningkatnya pengguna lahan dan berarti penyempitan areal yang dapat diusahakan untuk aktivitas produksi dewasa ini konflik antar anggota keluarga terkait dengan masalah tanah sulit dihindarkan.

Meskipun menurut aspek legal formal hanya tanah bersertifikat hak milik yang memungkinkan dialihkan atau diperjual-belikan, tetapi dalam kenyataannya klaim-klaim adat atas tanah baik secara internal (antar anggota keluarga/masyarakat) dan secara eksternal dengan pihak luar (tanah yang diperoleh dari hadiah di masa kerajaan atau jaman kolonial dahulu) tetap memiliki kekuatan riil di masa kini.

Dalam kaitannya dengan aspek tenurial ini, agroforestri juga memiliki potensi di masa kini dan masa depan sebagai solusi dalam memecahkan konflik menyangkut lahan negara (misal pada hutan lindung; contoh pada kasus HL. Sungai Wain di Balikpapan, Kalimantan Timur) yang dikuasai oleh para petani penggarap, ataupun pemanfaatan hutan produksi melalui sistem tumpangsari (kasus di hutan jati), kawasan hutan lainnya (kasus di areal proyek SFDP di Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat).

b. Fungsi agroforestri dalam upaya melestarikan identitas kultural masyarakat

Hutan dan terutama pohon-pohonan memiliki keterkaitan erat dengan identitas kultural masyarakat. Apalagi kalau mau mempelajari lebih dalam mengenai asal-usul manusia dalam kepercayaan beberapa kelompok masyarakat lokal tradisional, maka kedua komponen tersebut tidak bisa dipisahkan begitu saja. Sehingga tidak mengherankan, bilamana masyarakat Dayak memberikan simbol hutan dengan burung rangkong (*hornbill*), yang merupakan bagian lambang budaya mereka yang tertinggi, dan dengan demikian sangat dihormati untuk tidak semena-mena dieksploitasi (Alqadrie, 1994).

Di samping itu kegiatan yang terkait dengan penggunaan lahan hutan untuk kegiatan pertanian gilir-balik (istilah untuk perladangan berpindah tradisional, yang menurut banyak pihak dapat dikategorikan sebagai agroforestri ortodoks – lihat Sardjono, 1990), sekali lagi tidak semata-mata menjadi bagian dari aktivitas produksi sebagaimana pada sistem pertanian modern. Kegiatan dimaksud memiliki fungsi dalam melestarikan berbagai identitas kultural mereka seperti silaturahmi dan tolong-menolong antar komponen masyarakat

(melalui sistem gotong royong yang dilakukan bergiliran setiap membuka lading baru), pembagian kerja antara kaum laki-laki dan perempuan dalam tahapan pekerjaan di antaranya penanaman padi/palawija, penggunaan alat-alat kerja tradisional, hingga pada penggunaan berbagai varietas benih padi lokal serta pelaksanaan kegiatan-kegiatan ritual (seperti upacara-upacara yang terkait dengan pelaksanaan kegiatan pertanian yang dilakukan).

Bukan hanya pada kegiatan pertanian gilir-balik atau perladangan, agroforestri berbasis hutan (*forest-based agroforestry*) sebagaimana pada sistem kebun-hutan pada masyarakat tradisional (lihat *budidaya lembo* - Sardjono, 1990), juga banyak yang dibangun sekaligus dimaksudkan untuk mengamankan tempat-tempat yang 'dikeramatkan' atau 'dihormati', seperti makam-makam leluhur, dan bekas-bekas tempat yang tinggal bersama (rumah panjang). Di samping itu beberapa jenis pohon dan tanaman lainnya yang hadir pada kebun hutan juga memiliki nilai penting bagi keberlangsungan identitas kultural masyarakat. Beberapa contoh adalah pohon-pohon madu (*Koompasia spp.*) yang sekaligus juga berfungsi untuk melestarikan budaya lomba memanjat pohon di kalangan generasi muda pada beberapa kelompok masyarakat Dayak, pohon-pohon produksi yang sekaligus juga berkualitas baik untuk peti mati (misalnya durian/*Durio zibethinus*), jenis-jenis tanaman hias tetapi juga berfungsi untuk ritual (misalnya pinang/*Areca catechu*). *Forest-based agroforest* seperti *lembo* juga merupakan medan untuk melestarikan kegiatan tradisional masyarakat asli yaitu berburu satwa liar, terutama saat musim-musim buah besar.

Dari apa yang diuraikan di atas, dapat pula dikemukakan bahwa pemahaman akan nilai-nilai kultural dari suatu aktivitas produksi hingga peran berbagai jenis pohon atau tanaman lainnya di lingkungan masyarakat lokal amatlah penting dalam rangka keberhasilan pemilihan desain dan kombinasi jenis pada bentuk-bentuk agroforestri modern yang akan diperkenalkan atau dikembangkan di suatu tempat.

c. Fungsi agroforestri dalam kaitannya dengan kelembagaan lokal

Salah satu ciri dari masyarakat tradisional adalah terdapatnya kelembagaan lokal yang mengatur kehidupan sehari-hari anggota komunitas di samping peraturan perundangan resmi yang dikeluarkan oleh pemerintah. Oleh karenanya tidak mengherankan bahwa pada banyak masyarakat asli atau masyarakat yang tinggal di wilayah-wilayah/desa-desa terpencil di Indonesia akan dikenal dua pimpinan, yaitu kepala desa (*village head*) yang mengurus administratif pemerintahan serta kepala adat (*traditional leader*) yang lebih terkait dengan hubungan kehidupan antar warga sehari-hari, termasuk dalam hal pemanfaatan lahan seperti agroforestri. Keberlangsungan praktek agroforestri lokal tidak hanya melestarikan fungsi dari kepala adat, tetapi juga norma, sangsi, nilai, dan kepercayaan (yang keempatnya merupakan unsur-unsur dari kelembagaan) tradisional yang berlaku di lingkungan suatu komunitas.

Kolom 2. Beberapa Contoh Keterkaitan Agroforestri dengan Kelembagaan Lokal.

1. Pada *repong damar (Damar agroforest)* di Krui (Lampung), ibu-ibu dan anak-anak diijinkan *ngelahang* (memungut damar yang tercecer di tanah) atau memanfaatkan tiga *pepat* (lobang koakan) damar terbawah untuk kebutuhan mendesak sehari-hari (detil lihat a.l. Nadapdap, *et al.*, 1995);
2. Pada *kebotn we'* (kebun rotan/*rattan garden*) di Kalimantan, seseorang yang bukan pemiliknya diperkenankan untuk memanfaatkan beberapa potong rotan bilamana hanya untuk sekedar ikat-mengikat pondok di ladangnya.
3. Pada budidaya *lembo (Traditional forest-garden)* di Kalimantan Timur, setiap pohon berbuah yang telah dilingkari ranting kering pada batangnya (dalam bahasa lokal disebut sebagai '*pupu*') berarti sudah dihaki (sudah ada pemiliknya), sehingga tidak boleh diganggu oleh orang lain.

Segala pelanggaran daripada ketentuan-ketentuan yang dikemukakan pada contoh-contoh di atas akan berhadapan dengan hukum adat atau aturan tradisional. Kondisi seperti ini masih bisa digali lebih banyak lagi pada berbagai sistem agroforestri tradisional yang tumbuh dan berkembang di banyak kelompok masyarakat di Indonesia. Bilamana berbagai sistem agroforestri tersebut tidak lagi berfungsi, maka kelembagaan lokalpun tidak bisa optimal dijalankan.

d. Fungsi agroforestri dalam pelestarian pengetahuan tradisional

Selama berabad-abad masyarakat mengumpulkan (1) Informasi secara luas; (2) Ketrampilan, serta (3) teknologi berbagai hal. Aspek pengetahuan tradisional amatlah penting dalam agroforestri, karena memang sistem penggunaan lahan ini berhubungan erat dengan kehidupan masyarakat pedesaan di Indonesia yang sebagian besar merupakan komunitas tradisional. Mengenai keterkaitan agroforestri dengan pengetahuan tradisional akan dibahas lebih detil dan secara khusus pada Bahan Ajaran 7. Akan tetapi dalam kesempatan ini hanya akan ditampilkan satu contoh peran agroforestri terkait dengan pelestarian pengetahuan tradisional mengenai pengobatan

Sebagaimana diketahui, bahwa salah satu ciri dari agroforestri tradisional adalah diversitas komponen terutama hayati yang tinggi (*polyculture*). Sebagian dari tanaman tersebut sengaja ditanam atau dipelihara dari permudaan alam guna memperoleh manfaat dari beberapa bagian tanaman sebagai bahan baku pengobatan. Meskipun hampir di seluruh kecamatan di Indonesia sudah tersedia Puskesmas atau Puskesmas Pembantu (Pusban), tetapi masyarakat masih banyak yang memanfaatkan lingkungannya sebagai 'tabib' bilamana mereka sakit. Sebagai contoh pada masyarakat Dayak Benuaq dan Dayak Tunjung di Kalimantan Timur mengenal berbagai macam tumbuhan obat, di antaranya tanaman berkayu yang tumbuh dalam sistem kebun pekarangan dan kebun hutan mereka (*budidaya lembo*) serta berkhasiat obat disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Beberapa jenis tanaman berkayu pada budidaya lembo di Kalimantan yang memiliki khasiat sebagai obat dan dimanfaatkan oleh masyarakat lokal

Nama Lokal (Nama Ilmiah)	Bagian yang Dimanfaatkan	Penggunaan sebagai Obat
Engkaharakng (<i>Diospyros levigata</i>)	Kulit kayu	Anti racun; Obat koreng
Sentanir ular (<i>Eurycoma longifolia</i>)	Akar	Malaria; Demam; Sakit ginjal
Selekop (<i>Lapsanthes amoena</i>)	Daun	Jerawat
Engkudu (<i>Morinda citrifolia</i>)	Buah Daun	Sakit Kepala; Obat cacing Obat terkilir
Pengok (<i>Sarconthea macrophylla</i>)	Buah	Sakit kepala; Sakit maag
Nakaatn Belana (<i>Annona muricata</i>)	Tunas	Demam
Paan/Sepon (<i>Areca catechu</i>)	Biji	Narkotik; Obat perangsang; Obat cacing
Pegak/Pasi (<i>Baccaurea macrocarpa</i>)	Daun	Obat jerawat
Kuayan Nahum/K. Jerau (<i>Bambusa vulgaris</i>)	Air tunas	Sakit perut
Kapoq (<i>Ceiba pentandra</i>)	Daun muda	Demam; Sakit gigi
Hojant/Kalakng (<i>Durio zibethinus</i>)	Kulit Daun	Pendarahan (saat melahirkan) Luka-luka
Danan (<i>Khortalsia rostrata</i>)	Tunas	Perangsang produksi air susu ibu
Lehat/Lisat (<i>Lansium domesticum</i>)	Kulit	Malaria; Sakit perut
Jamuq (<i>Psidium guajava</i>)	Daun muda	Sakit perut
Kawang (<i>Shorea spp.</i>)	Minyak biji	Mengeluarkan duri dari kulit (telusupan)
Lasak (<i>Syzygium polyanthum</i>)	Kulit	Kekurangan vitamin

Sumber: Sardjono(1990)

Daftar di atas akan lebih panjang lagi biamana juga dimasukkan jenis-jenis tanaman semusim. Akan tetapi dapat dipastikan bahwa informasi serupa akan dapat ditemukan pada praktek-praktek agroforestri di wilayah Indonesia lainnya.

3.3 Tantangan agroforestri menghadapi perubahan sosial-budaya masyarakat

Sekali lagi perlu digarisbawahi bahwa agroforestri (khususnya yang bersifat tradisional) sebagai sistem atau teknologi penggunaan lahan memiliki kaitan yang erat dengan berbagai aspek sosial-budaya di masyarakat. Upaya untuk mempertahankan nilai-nilai sosial-budaya yang positif di masyarakat serta mengembangkannya guna pencapaian tujuan pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat tidak berarti harus mempertahankan pola-pola agroforestri pada bentuk atau praktek aslinya. Hal ini seringkali justru menjadi tidak efektif dan efisien, karena pola yang statis justru sulit untuk memenuhi tuntutan dinamika sosial-budaya (dan tentunya termasuk aspek ekonomi) masyarakat yang demikian pesat berkembang. Perkembangan aspek sosial-ekonomi dan budaya saat ini memang jauh lebih cepat dibandingkan dengan perubahan fisik lingkungan alam, seperti contohnya peningkatan jumlah populasi manusia, perubahan pola-pikir, dan sebagainya.

Dalam kaitan ini setiap pengembangan agroforestri tradisional atau teknologi agroforestri baru harus senantiasa mencoba untuk menyesuaikan tidak hanya dengan lingkungan alam (adaptasi terhadap tempat tumbuh) dan kebutuhan masyarakat, tetapi juga fenomena sosial-ekonomi dan budaya (sosekbud) yang

berkembang di masyarakat yang terkait dengan pelestarian nilai-nilai sosial-budaya itu sendiri. Dalam bab ini hanya akan disajikan beberapa contoh elemen penting dari perubahan sosekbud tersebut, yang patut dipertimbangkan dalam pengembangan agroforestri dalam konteks Indonesia.

a. Peningkatan kepadatan penduduk

Di banyak wilayah pedesaan, terutama yang bersifat sub-urban, terjadi peningkatan jumlah penduduk, yang mengakibatkan peningkatan kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk tidak senantiasa akibat dari peningkatan populasi penduduk (kepadatan geografis), tetapi juga konsekuensi dari peningkatan penggunaan lahan yang mengakibatkan penyempitan lahan-lahan untuk aktivitas pertanian (*arable lands*). Dengan demikian maka luasan lahan yang mampu diusahakan per jiwa warga desa juga menjadi berkurang (berarti kepadatan agraris meningkat).

Untuk kasus-kasus di luar Jawa, berkurangnya lahan pertanian akibat okupasi untuk eksploitasi kekayaan sumber daya alam (a.l. kehutanan, perkebunan, dan pertambangan) dan/atau seperti Kalimantan adalah juga akibat dari daya dukung lahannya yang rendah (tidak subur). Sedangkan untuk Jawa, secara umum kepadatan penduduk dimaksud adalah akibat konversi lahan-lahan pertanian untuk pemukiman (misal *real-estate*) dan infrastruktur sosial-ekonomi (jalan, jembatan, dll.). Dalam kondisi semacam ini maka ada beberapa pertimbangan penting bagi pengembangan agroforestri (terutama dalam hal desain dan pemilihan jenis tanaman) agar tetap dapat menjaga keseimbangan sosial-budaya setempat (a.l. konflik sosial, penyerapan tenaga kerja, dan sebagainya).

b. Urbanisasi di wilayah pedesaan

Fenomena umum yang dapat dijumpai di wilayah-wilayah pedesaan di Indonesia (terutama di Jawa) adalah tingginya tingkat urbanisasi masyarakat, baik untuk tujuan pendidikan dan juga alasan ekonomi, ataupun juga arus informasi dan komunikasi yang semakin baik. Arus urbanisasi tersebut biasanya menyangkut kelompok generasi muda ataupun yang masih dalam kategori ekonomi aktif. Kondisi yang ada tentu saja dari aspek internal masyarakat juga menimbulkan kesenjangan pemahaman atas nilai-nilai sosio-kultural (tidak terkecuali dalam pewarisan pengetahuan tradisional), sehingga juga mengancam keberlanjutan praktek-praktek agroforestri tradisional yang sudah tumbuh dan berkembang di masyarakat. Dari sisi eksternal atau upaya pengembangan program-program agroforestri akan menimbulkan permasalahan dalam perolehan tenaga kerja yang potensial.

Tantangan agroforestri dalam kondisi tersebut di atas adalah atraktivitas untuk menarik kelompok muda kembali ke desa (berarti secara ekonomi harus menarik), tetapi sekaligus tidak merusak total tatanan sosial-budaya positif yang telah ada di masyarakat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menyempurnakan (improvisasi) praktek-praktek tradisional yang ada, khususnya dari sisi aspek komersialisasi bentuk-bentuk pemanfaatan lahan yang pada umumnya masih bersifat subsisten. Komparasi antara kebun-kebun pekarangan masyarakat asli yang masih tradisional dengan kebun-kebun pekarangan di wilayah transmigrasi yang memiliki nilai komersial merupakan pengalaman menarik untuk dipelajari (lihat Bahan Ajaran 2).

c. Pergeseran pola pikir masyarakat

Kondisi yang disajikan pada butir (a) dan (b) di atas juga terkait dengan perubahan logis dari pola pikir masyarakat. Demikian pula peningkatan pendidikan warga desa atau keluarga petani, terutama kelompok generasi muda, akan menggeser dari situasi-situasi antara lain, pandangan yang bersifat 'takhayul' menjadi 'realistik', dari sikap 'menerima keadaan' menjadi 'menghadapi tantangan', dari usaha 'berorientasi asal hidup' (subsisten) menuju 'orientasi lebih menguntungkan' (khususnya dari aspek ekonomi), serta dari sifat bermasyarakat yang 'komunalitas' ke arah 'individualistik' (Lihat butir d. Perubahan struktur kekerabatan). Dalam kondisi semacam ini, dapat dikatakan bahwa karakter agroforestri tradisional yang secara umum konservatif (dari aspek sosial-budaya) menjadi tidak relevan lagi.

Walaupun demikian pengembangan sistem agroforestri yang tepat, adalah bilamana tidak melakukan perubahan yang drastis (mengimpor teknologi dari luar, tanpa melakukan penyesuaian). Perubahan secara berangsur dan terencana baik akan menghindarkan (1) terjadinya 'kejutan kultural' di masyarakat yang mengakibatkan sebagian kelompok di masyarakat tidak bisa menerimanya (misal kelompok ortodoks). Untuk diketahui bahwa kelompok sosial umumnya bersifat homogen; (2) Hilangnya nilai-nilai tradisional positif yang telah tumbuh dan berkembang baik di masyarakat, yang sebagian dari nilai-nilai tersebut justru dibutuhkan di masa depan (artinya harus dijadikan obyek pembelajaran); (3) Pola-pola pengembangan teknologi pedesaan, termasuk teknologi pemanfaatan lahan secara agroforestri, yang bersifat modis atau populis dan tidak berkesinambungan dikarenakan tidak dijalankan oleh masyarakat sesuai dengan kapasitas yang dimilikinya.

d. Perubahan struktur kekerabatan

Ciri khas sosial-budaya pedesaan adalah struktur kekerabatan yang erat antar warga desa. Apalagi pada umumnya masyarakat di luar Jawa, dalam satu desa atau pemukiman merupakan 'keluarga besar' (contohnya pada masyarakat Dayak, mereka berasal dari satu rumah panjang). Struktur ini semakin longgar antara lain disebabkan oleh semakin terbukanya wilayah (berarti arus informasi juga meningkat), perkembangan perekonomian, dan arus migrasi masuk yang mengakibatkan asimilasi dan akulturasi. Perubahan ini juga akan memberikan implikasi tidak hanya pada beberapa butir yang telah diuraikan di atas, tetapi dalam kaitan ini adalah pada sistem kelembagaan (termasuk pola pewarisan), kesepakatan umum dan pengambilan keputusan, serta pembagian kerja/tugas.

Upaya penyempurnaan praktek agroforestri atau pengembangan teknologi agroforestri dalam kenyataannya akan menghadapi tantangan perubahan ini, tetapi seharusnya tidak terlilit dengan permasalahan struktur kekerabatan. Alternatif yang dipertimbangkan tepat dalam menghadapi situasi ini adalah mencoba tetap berpegang pada regulasi tenurial yang berlaku di masyarakat, dikarenakan aspek tersebut sangat dominan pada struktur kekerabatan warga desa.

4. Fungsi dan peran agroforestri terhadap aspek sosial-ekonomi

4.1 Aspek sosial-ekonomi agroforestri pada tingkat kawasan



Sistem agroforestri memiliki karakter yang berbeda dan unik dibandingkan sistem pertanian monokultur. Adanya beberapa komponen berbeda yang saling berinteraksi dalam satu sistem (pohon, tanaman dan/atau ternak) membuat sistem ini memiliki karakteristik yang unik, dalam hal jenis produk, waktu untuk memperoleh produk dan orientasi penggunaan produk. Karakteristik agroforestri yang sedemikian ini sangat mempengaruhi fungsi sosial-ekonomi dari sistem agroforestri. Pembahasan dalam bab ini lebih ditekankan pada fungsi sosial ekonomi sistem agroforestri pada skala meso (kawasan atau bentang lahan) daripada skala mikro (plot atau rumah tangga) yang dibahas juga dalam Bahan Ajaran 5.

Jenis produk yang dihasilkan sistem agroforestri sangat beragam, yang bisa dibagi menjadi dua kelompok (a) produk untuk komersial misalnya bahan pangan, buah-buahan, hijauan makanan ternak, kayu bangunan, kayu bakar, daun, kulit, getah, dan lain-lain, dan (b) pelayanan jasa lingkungan, misalnya konservasi sumber daya alam (tanah, air, dan keanekaragaman hayati).

Pola tanam itu dapat dilakukan dalam suatu unit lahan pada waktu bersamaan (simultan) atau pada waktu yang berbeda/berurutan (sekuensial), melibatkan beraneka jenis tanaman tahunan maupun musiman. Pola tanam dalam sistem agroforestri memungkinkan terjadinya penyebaran kegiatan sepanjang tahun dan waktu panen yang berbeda-beda, mulai dari harian, mingguan, musiman, tahunan, atau sewaktu-waktu. Tabel 3 menunjukkan kalender musim dari beberapa jenis buah-buahan yang sering dijumpai dalam sistem agroforestri. Dari komponen buah-buahan ini bisa dilihat adanya penyebaran panen produk agroforestri dari suatu kawasan.

Keragaman jenis produk dan waktu panen memungkinkan penggunaan produk yang sangat beragam pula. Tidak semua produk yang dihasilkan oleh sistem agroforestri digunakan untuk satu tujuan saja. Ada sebagian produk yang digunakan untuk kepentingan subsisten, sosial atau komunal dan komersial maupun untuk jasa lingkungan.

Tabel 3. Jadwal musim berbuah-panen beberapa jenis tanaman pohon buah-buahan pada kebun-talun di Desa Buniwangi, Sukabumi

No.	Jenis Tanaman	Waktu Berbuah	Intensitas Berbuah	Lama Panen	Intensitas Panen
1.	Durian (<i>Durio zibethinus</i>)	Desember	1 x / tahun	2-3 bulan	6 kali
2.	Cengkeh (<i>Eugenia aromatica</i>)	Mei-Juni	1 x / tahun	3 bulan	6 kali
3.	Petai (<i>Parkia speciosa</i>)	Oktober- Nopember	1 x / tahun	1 bulan	3 kali
4.	Duku (<i>Lansium domesticum</i>)	Pebruari	1 x / tahun	2 bulan	2-3 kali
5.	Jengkol (<i>Pithecellobium lobatum</i>)	Nopember- Desember	1 x / tahun	1 bulan	3 kali
6.	Kokosan	Oktober- Nopember	1 x / tahun		
7.	Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	Sepanjang tahun	setahun	setahun	setahun

Sumber: Suharjito (2002)

Ditinjau dari aspek sosial ekonomi, sistem agroforestri memiliki keunggulan dan kelemahan jika dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan lainnya. Dalam bab ini diperkenalkan beberapa indikator yang biasa digunakan untuk mengevaluasi performa sistem agroforestri ditinjau dari aspek sosial ekonomi.

4.2 Agroforestri dan Penyediaan Lapangan Kerja

Pola penyerapan tenaga kerja dan karakteristik tenaga kerja yang dibutuhkan dalam sistem agroforestri dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah jenis dan komposisi tanaman (pepohonan dan tanaman semusim), tingkat perkembangan atau umur.

Sistem agroforestri membutuhkan tenaga kerja yang tersebar merata sepanjang tahun selama bertahun-tahun. Hal ini mungkin terjadi karena kegiatan berkaitan dengan berbagai komponen dalam sistem agroforestri yang memerlukan tenaga kerja terjadi pada waktu yang berbeda-beda dalam satu tahun. Kebutuhan tenaga kerja dalam sistem pertanian monokultur bersifat musiman: ada periode di mana kebutuhan tenaga sangat besar (misalnya musim hujan) dan periode di mana tidak ada kegiatan (musim kemarau). Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan kebutuhan tenaga kerja pada sistem agroforestri justru lebih rendah dibandingkan sistem pertanian monokultur, baik tanaman semusim maupun tanaman tahunan.

Dalam perkembangan praktek agroforestri terdapat dua periode yang perlu diperhatikan, yaitu (a) periode pengembangan, mulai saat persiapan sampai dengan mulai memberikan keuntungan, dan (b) periode operasi, mulai memberikan keuntungan (*cash flow* positif). Perkembangan praktek agroforestri tersebut juga berpengaruh terhadap alokasi dan penyerapan tenaga kerja. Macam kegiatan pengelolaan tanaman dan pepohonan sangat menentukan jenis pekerjaan dan ketrampilan yang dibutuhkan serta jumlah tenaga dan pembagian atas dasar gender.

4.3 Agroforestri dan Jasa Lingkungan

Dalam bab fungsi dan peran agroforestri terhadap aspek biofisik dan lingkungan telah dikupas bagaimana sistem agroforestri dapat memberikan keuntungan terhadap pemeliharaan lingkungan, misalnya memelihara kualitas dan kuantitas air bersih, mempertahankan keanekaragaman hayati, dan menekan emisi karbon. Manfaat tersebut tidak dapat langsung dan segera dirasakan oleh petani agroforestri sendiri, tetapi justru dinikmati oleh anggota masyarakat di sekitar lokasi maupun di lokasi yang jauh (misalnya di bagian hilir) dan bahkan secara global. Dengan kata lain, tindakan konservasi lahan yang diterapkan oleh petani agroforestri tidak banyak mendatangkan keuntungan langsung bagi mereka, bahkan seringkali petani harus menanggung kerugian dalam jangka pendek.

Oleh sebab itu ada upaya untuk mengusahakan imbalan atau kompensasi bagi petani di bagian hulu jika mereka menerapkan usaha tani konservasi. Namun itu masih tetap merupakan ide yang belum dapat diterapkan seadil-adilnya. Masih banyak persoalan dan hambatan yang harus dipecahkan sebelum ide itu dapat direalisasikan. Salah satu persoalan yang masih belum bisa dipecahkan adalah cara penentuan atau pemberian nilai terhadap lingkungan. Perlunya penentuan nilai terhadap lingkungan antara lain:

- Imbalan yang diterima para pemberi jasa lingkungan (petani yang menerapkan konservasi lahan) melalui penjualan hasil produknya terlalu rendah atau tidak sebanding dengan produk serupa yang dihasilkan tanpa penerapan konservasi lingkungan.
- Jasa lingkungan yang dihasilkan oleh para petani agroforestri yang menerapkan pengelolaan konservasi tidak bisa dijual dan tidak dihargai secara wajar oleh para penikmat jasa tersebut.
- Kepedulian terhadap konservasi lingkungan oleh berbagai tingkatan pengambil keputusan dari berbagai lapisan masyarakat sangat rendah.

Adanya kesenjangan antara produsen jasa lingkungan yang umumnya miskin dan berdomisili di hulu dengan penikmat jasa lingkungan di berbagai bagian dari bentang lahan seharusnya bisa dijumpai. Salah satu upaya menjembatani kesenjangan ini adalah dengan mengembangkan cara-cara pemberian nilai terhadap lingkungan. Namun sampai dengan saat ini belum ada cara penilaian terhadap lingkungan yang direkomendasikan. Penelitian dan pengembangan cara penilaian terhadap lingkungan masih sedang dilakukan oleh berbagai kelompok ilmuwan, salah satunya oleh tim ICRAF-SE Asia untuk kawasan Asia (*RUPES = Rewarding the Upland Poor in Asia for the Environmental Services they provide*).

Bahan Diskusi:

1. Kunjungilah suatu kawasan (misalnya desa) dan lakukan pengamatan terhadap sistem agroforestri yang dominan di kawasan tersebut dan buatlah catatan apa saja jenis tanaman yang menjadi komponennya.
2. Susunlah daftar tanaman yang ada itu menurut:
 - Jenis produk yang dihasilkan dari setiap tanaman (kayu bangunan, kayu bakar, buah, dst)
 - Kalender pemeliharaan dan panen masing-masing komponen, dan berapa lama mulai berproduksi (dihitung dari saat tanam)
 - Tujuan penggunaan produk (subsisten, sosial/komunal, komersial)
3. Diskusikan apa konsekuensi dari keragaman jenis tanaman, waktu panen dan tujuan pemakaian ini terhadap sosial ekonomi sistem agroforestri!

BAHAN BACAAN

- Abdoellah, OS dan GG Marten. 1986. The Complementary Roles of Homegardens, Upland Fields, and Rice Fields for Meeting Nutritional Needs in West Java. *Dalam* GG Marten (ed). Traditional Agriculture in Southeast Asia. Hal. 293-325. Westview Press. Boulder.
- Agus, F, AN Gintings dan M van Noordwijk. 2002. Pilihan Teknologi Agroforestri/ Konservasi Tanah untuk Areal Pertanian Berbasis Kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. World Agroforestry Centre - ICRAF-SEA, Bogor.
- Alqadrie, SL. 1994. Mesianisme dalam Masyarakat Dayak di Kalimantan Barat (Keterkaitan antara Unsur Budaya Khususnya Kepercayaan Nenek Moyang dan Realitas Kehidupan Sosial-Ekonomi). *Dalam* Florus, P., S. Djuweng, J. Bamba, N. Andasaputra (Eds.). 1994. *Kebudayaan Dayak. Aktualisasi dan Transformasi*. Grasindo dan LP3S-Institut Dayakologi Research and Development. Pontianak.
- Bonan, G. 2002. Ecological Climatology: Concepts and Applications. Cambridge University Press.
- Bruijnzeel, LAS. 1997. Hydrology of Forest Plantations in the Tropics. *In*: ES Nambiar and A Brown (eds). Management of Soils, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests. P. 133-150.
- Christanty, L, OS Abdoellah, GG Marten dan J Iskandar. 1986. Traditional Agroforestry in West Java: The Pekarangan (Homegarden) and Kebun-Talun (Annual-Perennial Rotation) Cropping Systems. *Dalam* G.G. Marten (ed). Traditional Agriculture in Southeast Asia. Hal. 132-158. Westview Press. Boulder.
- Ciais P, P Peylin and P Bousquet. 2000. Regional biospheric carbon fluxes as inferred from atmospheric CO₂ measurements. Ecological Applications 10: 1574-1589.
- FAO. 1993. *Forest Resources Assessment 1990-Tropical Countries*. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization.
- Hairiah K, SE Williams, D Bignell, M Swift and M van Noordwijk. 2001. Effects of land use change on belowground biodiversity. ASB-LN 6A. *In* Van Noordwijk M, Williams SE and B Verbist (Eds.), Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns. ASB-Lecture Notes 1 – 12. Juga dapat diperoleh:
- Houghton RA. 1997. Terrestrial carbon storage: Global lessons from Amazonian research. *Ciencia e cultura*. 49: 58-72.
- Huxley, Peter. 1999. Tropical Agroforestry. Blackwell Science Ltd.
- Lawton, J and RM May. 1995. *Extinction Rates*. Oxford University Press
- Lovejoy, TE. 1997. Biodiversity: what is it? Pp. 7-14 in M. L. Reaka-Kudla *et al.* (Eds) *Biodiversity II: Understanding and Protecting our Natural Resources*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press.
- MacDicken, KG and NT Vergara (eds). 1990. Agroforestry: Classification and Management. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Marten, GG. 1990. A Nutritional Calculus for Homegarden Design: Case Study from West Java. *Dalam* K. Landauer dan M. Brazil (eds). Tropical Home Gardens. Hal. 147-168. United Nations University Press. Tokyo.
- McKane, RB, EB Rastetter, JM Melillo, GR Shaver, CS Hopkinson, DN Fernandes, DL Skole and WH Chomentowski. 1995. Effects of global change on carbon storage in tropical forests of South America. *Global Biogeochemical Cycle* 9: 329-350.
- Murdiyarso D, 2002. Implikasi gas rumah kaca untuk usaha tani 'sehat', *dalam* SM Sitompul dan SR Utami (eds), Akar Pertanian Sehat. Konsep dan pemikiran. ISBN 979-508-217-5.

- Murdiyarso D, M van Noordwijk, UR Wasrin, TP Tomich and AN Gillison. 2002. Environmental benefits and sustainable land-use options in the Jambi transect, Sumatra, Indonesia. *Journal of Vegetation Science* 13: 429-438.
- Nadapdap, A, I Tjitradjaja, Mundardjito. 1995. Pengelolaan Hutan Berkelanjutan. Kasus Hutan Damar Rakyat Krui, Lampung Barat. *Ekonosia No.2, Maret 1995/h. 80-112*.
- Palm CA, PL Woomeer, J Alegre, L Arevalo, C Castilla, DG Cordeiro, B Feigl, K Hairiah, J Kotto-Same, A Mendes, A Moukam, D Murdiyarso, R Njomgang, WJ Parton, A Ricse, V Rodrigues, SM Sitompul and M van Noordwijk. 1999. Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land uses in the humid tropics. ASB Climate Change Working Group Final Report, Phase II. ICRAF, Nairobi. 36 pp.
- Palm CA, M van Noordwijk, PL Woomeer, J Alegre, L Arevalo, C Castilla, DG Cordeiro, K Hairiah, J Kotto-Same, A Moukam, WJ Parton, A Ricse, V Rodrigues and SM Sitompul. 2001. Carbon losses and sequestration following land use change in the humid tropics. ASA...(*in press*).
- Sardjono, MA. 1990. *Die Lembo-Kultur in Ostkalimantan. Ein Modell fuer die Entwicklung agroforstlicher Landnutzung in den Feuchttropen*. Dissertation. Universitaet Hamburg, Germany.
- Skole, DL, WA Salas and C Silapathong. 1998. Interannual variation in the terrestrial carbon cycle: significance of Asian tropical forest conversion to imbalances in the global carbon budget. Pp. 162-186 in J. N. Galloway and J. M. Melillo (Eds) *Asian Change in the Context of Global Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stork, NE. 1997. Measuring global biodiversity and its decline. Pp. 41-68 in M. L. Reaka-Kudla *et al.* (Eds) *Biodiversity II: Understanding and Protecting our Natural Resources*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press.
- Suharjito, D dan S Sarwoprasodjo. 1997. Organisasi Keluarga dan Status Wanita (Studi Kasus Peranan Wanita Pada Keluarga Penyadap Getah Pinus dan Keluarga Petani Hutan Rakyat). Penelitian OPF. Pusat Studi Wanita, Lembaga Penelitian IPB. Bogor.
- Tomich TP, M van Noordwijk, S Budidarsono, A Gillison, T Kusumanto, D Murdiyarso, F Stolle and AM Fagi. 1995. Alternatives to slash-and-burn in Indonesia. Summary Report and Synthesis of Phase II. ASB-Indonesia Report Nummer 8. Bogor, Indonesia.
- Williams SE, AN Gillison and M van Noordwijk. 2001. Biodiversity: issues relevant to integrated natural resource management in the humid tropics. ASB-LN 5. *In* Van Noordwijk M, SE Williams and B Verbist (Eds.), *Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns*. ASB-Lecture Notes 1-12. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- World Bank. 1997. *World Development Report*. World Bank: Washington D.C.

Web Site

<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea>

DAFTAR BAHAN AJARAN AGROFORESTRI

1. Pengantar Agroforestri. *Penulis: Mustofa Agung Sardjono, Kurniatun Hairiah, Sambas Sabarnurdin.*
 2. Klasifikasi Agroforestri. *Penulis: Mustofa Agung Sardjono, Tony Djogo, Hadi Susilo Arifin, Nurheni Wijayanto.*
 3. Fungsi dan Peran Agroforestri. *Penulis: Widiyanto, Kurniatun Hairiah, Didik Suharjito, Mustofa Agung Sardjono.*
 4. Peran Agroforestri pada Skala Plot: Analisis komponen agroforestri sebagai kunci keberhasilan atau kegagalan pemanfaatan lahan. *Penulis: Didik Suprayogo, Kurniatun Hairiah, Sunaryo, Meine van Noordwijk.*
 5. Aspek Sosial Ekonomi dan Budaya Agroforestri. *Penulis: Didik Suharjito, Leti Sundawati, Sri Rahayu Utami, Suyanto.*
 6. Pengelolaan dan Pengembangan Agroforestri. *Penulis: Widiyanto, Nurheni Wijayanto, Didik Suprayogo, Meine van Noordwijk, Betha Lusiana.*
 7. Peranan Pengetahuan Ekologi Lokal dalam Sistem Agroforestri. *Penulis: Sunaryo, Laxman Joshi.*
 8. Kelembagaan dan Kebijakan dalam Pengembangan Agroforestri. *Penulis: Tony Djogo, Sunaryo, Didik Suharjito, Martua Sirait.*
 9. Prospek Penelitian dan Pengembangan Agroforestri. *Penulis: Kurniatun Hairiah, Sri Rahayu Utami, Bruno Verbist, Meine van Noordwijk, Mustofa Agung Sardjono.*
- Bahan Latihan. *Penulis: Hadi Susilo Arifin, Mustofa Agung Sardjono, Leti Sundawati, Tony Djogo.*

DAFTAR PENULIS dan PENYUMBANG NASKAH

Bruno Verbist
ICRAF-SEA, Jl. CIFOR, Situgede,
Bogor 16680; e-mail: B.Verbist@cgiar.org

Didik Suprayogo
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian,
Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 165145;
e-mail: Didiek.Suprayogo@telkom.net

Didik Suharjito
Fakultas Kehutanan, IPB, PO Box 69, Bogor 16001;
e-mail: sosekhut@indo.net.id

G. A. Wattimena
Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian,
IPB, Kampus Darmaga, PO Box 168, Bogor 16680

Hadi Susilo Arifin
Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian,
IPB, Kampus Darmaga, PO Box 168, Bogor 16680;
e-mail: hsarifin@indo.net.id

Kurniatun Hairiah
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas
Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 165145 ;
e-mail: di *Malang*: safods.unibraw@telkom.net;
di *Bogor*: K.Hairiah@cgiar.org

Laxman Joshi
ICRAF-SEA, Jl. CIFOR, Situgede, Bogor 16680;
e-mail: L.Joshi@cgiar.org

Leti Sundawati
Fahutan – IPB, PO Box 69, Bogor 16001;
e-mail: akecuina@cbn.net.id

Martua Sirait
ICRAF-SEA, Jl. CIFOR, Situgede, Bogor 16680;
e-mail: M.Sirait@cgiar.org

Meine van Noordwijk
ICRAF-SEA, Jl. CIFOR, Situgede, Bogor 16680;
e-mail: M.van-Noordwijk@cgiar.org

Mustofa Agung Sardjono
Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jl. M.
Yamin Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123,
Kalimantan Timur, PO Box 1013;
e-mail: gung@samarinda.wasantara.net.id;
MA_Sardjono@yahoo.com.au

Nurheni Wijayanto
Fahutan – IPB, PO Box 69, Bogor 16001;
e-mail: nurheniw@indo.net.id

Sambas Sabarnurdin
Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada,
Jl. Agro Bulaksumur Yogyakarta 55281;
e-mail: sambas@lycos.com

Sri Rahayu Utami
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya,
Jl. Veteran, Malang 165145;
e-mail: srutami@telkom.net

Sunaryo
Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 165145
e-mail: Soen.sunaryo@telkom.net

Suyanto
ICRAF-SEA, Jl. CIFOR, Situgede, Bogor 16680;
e-mail: Suyanto@cgiar.org

Tony Djogo
CIFOR, Jl. CIFOR, Situgede, Bogor 16680;
e-mail: T.Djogo@cgiar.org

Widiyanto
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya,
Jl. Veteran, Malang 165145;
e-mail: Wied.widiyanto@telkom.net




World Agroforestry Centre
 TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES



DSO



WORLD AGROFORESTRY CENTRE (ICRAF)
 Southeast Asian Regional Office
 Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang
 PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
 Tel: +62 251 625415, fax: +62 251 625416, email: icraf-indonesia@cgiar.org
 Web site: <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea>