PENERAPAN MULTISISTEM SILVIKULTUR PADA AREAL HUTAN PRODUKSI (IUPHHK) DI INDONESIA : TINJAUAN ASPEK TEKNIK SILVIKULTUR

Oleh :
Sri Wilarso Budi R.
Staf Pengajar Fakultas Kehutanan IPB

PENDAHULUAN

Kekayaan sumber daya hutan Indonesia telah memberikan sumbangan yang sangat besar bagi perkembangan pembangunan di Indonesia. Sejarah perjalanan pengelolaan hutan produksi secara intensif telah dimulai sejak tahun 1967 setelah dikeluarkannya Undang-Undang No. 1 tahun 1967 tentang Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) dan Undang-Undang No. 6 tahun 1968 tentang Penanaman Modal Asing (PMA). Berbagai sistem silvikultur telah diterapkan untuk mengelola hutan secara lestari melalui SK. Dirjen Kehutanan No. 35/Kpts-dd/1972 tentang Tebang Pilih Indonesia (TPI), dan Tebang Habis dengan Permudaan Buatan (THPB) serta Tebang Habis dengan Permudaan Alam (THPA) kemudian diperbaharui dengan SK Menteri Kehutanan No. 485/kpts-II/1989 tentang TPI, THPB dan THPA. Penerapan Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) dan THPB juga diatur melalui SK. Menteri Kehutanan No. 10172/kpts-II/2002, Disamping itu Uji Coba penerapan sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) juga tertuang dalam SK. Menhutbun No. 625/kpts-II/1998 serta saat ini juga sedang dilangsungkan uji coba Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia-Intensif (SILIN) di 25 IUPHHKA. Terakhir Permenhut No. P.30/Menhut-II/2005 dan PP. No. 6 tahun 2007 tentang pemilihan/penerapan Multisistem Silvikultur yang sampai saat ini belum ada kesepahaman penerapannya di lapangan.

Pada dasarnya secara teoritis, semua Sistem Silvikultur di atas dapat digunakan untuk mengelola hutan secara lestari pada suatu kawasan konsesi hak pengusahaan hutan sepanjang dalam kawasan hutan tersebut sesuai dengan karakteristik yang dipersyaratkan oleh suatu Sistem silvikultur dan tidak terjadi gangguan-gangguan yang luar biasa pada kawasan tersebut. Pada kenyataannya saat ini sumber daya hutan di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan produktivitas lahan, penurunan fungsi ekologis dan ekonomis sebagai akibat adanya penebangan kayu yang tidak berwawasan lingkungan, penebangan liar, perambahan hutan dan kebakaran hutan. Laju kerusakan hutan yang paling besar terjadi pada periode tahun 1997 sampai dengan tahun 2000 yaitu sebesar 2,8 juta ha per tahun kemudian pada periode 2000 sampai 2006 laju kerusakannya sebesar 1,2 sampai 1,7 juta ha per tahun (Departemen Kehutanan, 2006). Kerusakan hutan ini apabila tidak ditanggulangi akan menurunkan pendapatan devisa negara dari sektor kehutanan, selain itu tentu saja akan menyebabkan penurunan fungsi perlindungan dan hutannya sendiri. Akibat adanya gangguan-gangguan hutan yang terjadi, maka terjadi perubahan karakteristik struktur dan komposisi tegakan yang bervariasi dalam satu kawasan konsesi serta tentunya terdapat variasi yang cukup lebar dalam hal kondisi biofisik lapangan. Adanya variasi tersebut, maka memungkinkan dalam satu kawasan konsesi dapat diterapkan sistem silvikultur lebih dari satu (multisistem) dan karena dalam setiap sistem silvikultur mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dalam perlakuan silvikulturnya, maka teknik silvikultur yang digunakan pada setiap sistem silvikulturpun akan berbeda pula.

Dalam makalah ini akan dibahas mengenai pengertian Silvikultur, Sistem Silvikultur serta Teknik Silvikultur, Prospek Penerapan Multisistem Silvikultur dalam Peningkatan Produktivitas Hutan, Dasar-dasar Pemilihan Sistem Silvikultur serta Teknik Silvikultur dalam Penerapan Multisistem Silvikultur.

SILVIKULTUR, SISTEM SILVIKULTUR DAN TEKNIK SILVIKULTUR

Silvikultur

Kehutanan adalah pengelolaan hutan secara ilmiah untuk memproduksi barang dan jasa secara lestari (Daniel & Baker, 1979) dan berguna bagi manusia. Menurut Manan (1976) Kehutanan adalah suatu pengetahuan terpakai - *applied science*, dapat diumpamakan sebagai suatu bangunan yang terletak diatas suatu fondasi dari ilmu-ilmu dasar (*basic scince*). Silvikultur merupakan tiang bagi bangunan itu, dan bukan merupakan bagian yang paling penting, tetapi tanpa Silvikultur, tidak akan ada ilmu Kehutanan.

Menurut Society of American Foresters (1950) Silvikultur diartikan sebagai :

(1) The art of producing and tending a forest

(2) The application of knowledge of silvics in the treatment of forest

(3) The theory and practice of controlling forest establishment, composition and growth.

Silvikultur meliputi metode-metode untuk membangun dan memelihara komunitas pohon-pohon dan vegetasi lain yang mempunyai nilai bagi manusia. Nila-nilai tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung berasal dari pohon itu sendiri, tanaman lain, binatang liar, dan mineral yang ditemukan di areal hutan dan juga hutan merupakan sumber keuntungan yang tak ternilai dimana manusia dapat melakukan rekreasi dan kegiatan lain. Silvikultur juga dalam jangka panjang dapat secara terus menerus memelihara fungsi penting ekologi dan kesehatan serta produktivitas ekosistem hutan (Nyland, 1996).

Di dalam "The *Silvicultural Systems Guidebook"* (1995) *Silviculture is defined as managing forest vegetation by controlling stand establishment, growth, composition, quality and structure, for the full range of forest resource objectives.*

Silvikultur berkenaan dengan kontrol pembentukan, pertumbuhan, komposisi dan kualitas vegetasi hutan sesuai dengan tujuan pengelolaannya, dengan demikian maka Silvikultur didasarkan pada suatu ilmu dasar yang mempelajari interaksi tumbuhan dengan lingkungannya atau Silvika, seningga perlakuan-perlakuan yang diberikan dalam praktek silvikultur akan selalu mengikuti prinsip dasar yang bersifat universal, sedangkan perlakuan silvikulturnya sendiri dapat bersifat lokal.

Sistem Silvikultur

Matthews (1989) mendefinisikan sistem Silvikultur *"as the process by which the crops constituting a forest are tended, removed, and replaced by new crops, resulting in the production of stand of distinctive form"*.

Sistem Silvikultur terbangun oleh tiga ide utama (Matthews, 1989) :

a. Metoda regenerasi individu pohon dalam hutan
b. Bentuk tegakan yang dihasilkan
c. Susunan/komposisi tegakan di dalam hutan secara keseluruhan dengan melihat pertimbangan pada silvikulturnya, perlindungannya dan efisiensi pemanenannya.

Sedangkan Departemen Kehutanan (1989) mendefinisikan Sistem Silvikultur sebagai Rangkaian kegiatan berencana mengenai pengelolaan hutan yang meliputi; Penebangan, Peremajaan dan Pemeliharaan tegakan hutan guna menjamin kelestarian produksi kayu atau hasil hutan lainnya, kemudian melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 150/kpts-II/2003, definisi praktis Sistem Silvikultur adalah sistem Budidaya hutan atau teknik bercocok tanam hutan yang dimulai dari pemilihan bibit, pembuatan tanaman, sampai pada pemanenan atau penebangannya.

Di dalam *"The Silvicultural Systems Guidebook (1995)* "*Sistem Silvikultur*" didefinisikan sebagai berikut:
A silvicultural system is a planned program of treatments throughout the life of the stand to achieve stand structural objectives based on integrated resource management goals. A silvicultural system includes harvesting, regeneration and stand-tending methods or phases. It covers all activities for the entire length of a rotation or cutting cycle.

Dalam prakteknya, telah banyak Sistem Silvikultur yang digunakan di berbagai Negara. Matthews (1989) menyebutkan terdapat 15 Sistem Silvikultur yang telah digunakan yaitu; (1) *The clear cutting system,* (2) *Shelterwood systems,* (3). *The uniform system,* (4). *The group system,* (5). *The irregular shelterwood system,* (6) *Strip systems* (7) *The tropical shelterwood system* (8) *The selection system* (9) *The group selection system,* (10) *Accessory systems,* (11) *The coppices system,* (12) *The coppice selection system,* (13) *Coppice with standards,* (14). *Conversion* dan (15) *Agro-forestry systems.* Adapun TPI, TPTI, TPTJ, SILIN, pada dasarnya adalah modifikasi dari sistem yang telah ada.

Teknik Silvikultur

Smith (1962) dalam bukunya *The Practice of Silviculture,* menjelaskan bahwa bidang dari "The Silviculture Practice" meliputi penggunaan berbagai macam perlakuan (*treatment*) terhadap tegakan hutan untuk dapat mempertahankan dan bahkan meningkatkan produktivitasnya. Setiap perlakuan yang diberikan mempunyai cara-cara atau teknik yang berbeda tergantung pada level mana perlakuan itu diberikan. Dengan demikian pengertian dari Teknik Silvikultur sebenarnya lebih mengarah kepada suatu metode atau cara dalam memberikan perlakuan terhadap tegakan hutan sesui dengan tujuan yang telah ditetapkan oleh pengelola hutannya. Perlakuan yang diberikan dapat pada fase Permudaan, Pemeliharaan maupun Pemanenan.

Dari uraian mengenai Silvikultur, Sistem Silvikultur dan Teknik Silvikultur, maka dapat dibuat suatu kesimpulan bahwa Silvikultur merupakan suatu ilmu untuk mengelola tegakan hutan melalui pengontrolan pembangunan tegakan, pertumbuhan dan komposisinya serta kualitas dari tegakan yang dihasilkan sesuai dengan tujuan pengelolannya yang telah ditetapkan sejak awal. Agar tujuan pengelolaan tersebut dapat tercapai, maka diperlukan perlakuan yang terencana dan terprogram untuk seluruh siklus tebangnya mulai dari regenerasinya, pemeliharaan, monitoring pertumbuhan dan pemanenannya, yang terwadahi dalam satu sistem yaitu Sistem Silvikultur. Di dalam setiap perlakuan, terdapat teknik-teknik yang digunakan dan bersifat spesifik untuk setiap fase kegiatan yang terwadahi dalam Teknik Silvikultur.

DASAR-DASAR PEMILIHAN SISTEM SILVIKULTUR

Di dalam ITTO Policy Development Series 1,Principle 16 dijelaskan bahwa *The choice of silvicultural concept should be aimed at sustained yield at minimum cost, enabling harvesting now and in the future, while respecting recognized secondary objectives*

Untuk mencapai tujuan tersebut telah diarahkan kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan yaitu: *To gather information which provides the basis for rational choice of silvicultural practices, such as inventories and measurements from growth and yield plots, as well as data on market demand for various end uses of timber products. A true progressive silvicultural system should be developed by gradually improving on these practices as better information becomes available. The harvesting intensity and the design of harvesting pattern should be integral parts of the silvicultural concept.*

Di dalam The Silvicultural Systems Guidebook (1995) dijelaskan bahwa ketika menentukan sistem silvikultur pada suatu areal, maka :

1. Pastikan bahwa sistem silvikultur yang digunakan konsisten dengan tujuan pengelolaan hutan
2. Pastikan bahwa sistem silvikultur tersebut secara ekologis sesuai dengan jenis-jenis yang akan dikelola di daerah tersebut
3. Pastikan bahwa sistem silvikultur tersebut dapat meningkatkan dan menjaga kesehatan dan produktivitas hutannya
4. System silvikultur tersebut di disain untuk mencapai struktur dan komposisi tegakan yang telah mempertimbangkan tujuan keanekaragaman biologi yang tercantum dalam Rencana Pengelolaan Hutan.

Pemilihan sistem silvikultur yang akan diterapkan dalam pengelolaan hutan tidaklah mudah. Berbagai faktor harus dipertimbangkan diantaranya adalah ; tujuan pengelolaan hutan, iklim dan kondisi tapak, tegakan dan karakteristik jenis serta jenis yang diinginkan, (Anonimous, 1999).

Tujuan pengelolaan

Apakah hutan yang dikelola hanya akan diambil kayunya atau juga non kayu? Bila tujuannya adalah multipurpouse, maka kemungkinan dapat menerapkan lebih dari satu sistem silvikultur dalam satu areal IUPHHK.

Iklim dan Kondisi Tapak

Banyak jenis dapat tumbuh dalam kisaran ekologis yang cukup luas, namun demikian, pertumbuhan dan tingkat daya tahan hidupnya sangat bervariasi tergantung kondisi iklimnya dan karakteristik tapaknya. Perlu diidentifikasi jenis apakah yang tumbuhnya paling baik pada kondisi iklim dan tapak tersebut. Selanjutnya perlu juga diidentifikasi dampak dari penebangan kayu terhadap erosi dan penurunan produktivitasnya.

Karakteristik Tegakan dan Jenis Pohon

Penghitungan densitas pohon, kesehatan tegakan dan komposisi jenis di dalam hutan akan membantu kita dalam menentukan volume dan nilai pohon dari hutan tersebut dan berapa yang dapat diambil dalam rotasi tertentu sesuai dengan tujuan yang telah diiinginkan. Beberapa pertanyaan yang dapat membantu dalam hal ini adalah sebagai berikut :

- Seberapa luas tegakan yang ada?
- Berapa jumlah pohon dalam tegakan?
- Jenis apa saja yang terdapat dalam tegakan tersebut?
- Berapa umur dan berapa ukuran dari setiap jenis yang ada dalam tegakan tersebut?
- Berapa jenis pohon yang menghasilkan buah untuk binatang liar?
- Apakah ada jenis pohon yang secara khusus sebagai habitat burung dan mamalia?
- Apakah ada lapisan bahan organik di lantai hutan dan kayu yang membusuk untuk memperkaya nutrisi tanah hutan?

Jenis Pohon yang diinginkan

Jenis pohon yang diinginkan terkait dengan tujuan pengelolaan hutannya sendiri. Dengan mengidentifikasi jenis-jenis yang akan diregenerasikan, maka akan membantu pemilihan sistem silvikultur yang akan diterapkan. Bila menginginkan jenis-jenis intoleran, maka sistem THPB lebih tapat, bila menginginkan jenis-jenis semi toleran, maka sistem Shelterwood, TPTI lebih tepat dan bila menginginkan jenis-jenis toleran maka sistem TPTI lebih tepat.

Pertimbangan lain yang harus dilakukan adalah biaya tenaga kerja dan biaya lain untuk meregenerasikan hutan. Berikut beberapa pertanyaan yang dapat membantu untuk memutuskan pihak pengelola :

- Jenis apakah yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan pengelolannya?
- Metode terbaik manakah yang akan digunakan untuk meregenerasikan jenis yang diinginkan?
- Apakah ada sumber benih untuk regenerasi alami di hutan yang dikelola sekarang?
- Apakah ada sumber benih terdekat untuk regenerasi alaminya?
- Apakah dapat meregenerasikan jenis yang diinginkan dengan cara trubusan?
- Apakah akan menggunakan mulsa, api atau herbisida untuk mengendalikan gulma.

PROSPEK PENERAPAN MULTISISTEM SILVIKULTUR DALAM PENINGKATAN PRODUKTIVITAS

Pada bagian diatas telah dijelaskan bahwa pemilihan suatu sistem silvikultur pada suatu areal memerlukan berbagai macam pertimbangan, salah satu pertimbangan utama adalah Tujuan pengelolaan hutannya. Oleh karena tujuan pengelolaan hutan terkait dengan kebijakan pada level Makro yang ditetapkan oleh Departemen Kehutanan, maka pengelola IUPHHK juga tidak akan terlepas dari kebijakan makro yang telah ditetapkan oleh Departemen Kehutanan.

Penerapan multisistem Silvikultur akan mempunyai prospektif yang cukup baik dalam hal peningkatan produktivitas kawasan hutan apabila ditunjang oleh kebijakan makro yang mendukung terlaksananya penerapan sistem tersebut di lapangan, tidak hanya menyangkut aspek teknisnya saja tetapi juga pemanfaatan hasil yang tercermin juga dari adanya multi tujuan pengeloaan hutan. Dalam kontek ini maka perlu adanya aturan yang memperbolehkan pemegang IUPHHK memanfaatkan kayu hasil tanamannya sendiri yang ditanam pada areal-areal kosong.

Dengan diterapkannya multisistem silvikultur dalam satu areal IUPHHK, maka peluang peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan tetap mempertahankan biodiversitas secara keseluruhan di areal tersebut, hal ini mudah difahami sebagai berikut :

1. Dengan sistem silvikultur TPTI, maka dapat dipertahankan komposisi dan struktur hutan alam beserta flora dan fauna lainnya yang ada di areal tersebut, dan kondisi ini dapat dipertahankan secara terus menerus.
2. Sistem Silvikultur TPTJ memungkinkan peningkatan produktivitas pada tegakan yang ditanam di dalam jalur, dengan pemilihan bibit yang unggul dan pemeliharaan yang intensif, maka produktivitas akan meningkat, sedangkan pada jalur yang tidak dibuka akan tetap mempertahankan kondisi alamiahnya.
3. Pada areal-areal yang tidak produktif dapat dilakukan sistem THPB, dengan sistem ini maka teknik silvikultur intensif dapat diterapkan, mulai dari pemilihan jenis unggul, penyiapan lahan, pemeliharaan secara intensif yang kesemuanya akan mengarah kepada peningkatan produktivitas lahan.

4. Sistem Agroforestry juga dapat diterapkan di areal-areal yang kurang produktif.

TEKNIK SILVIKULTUR DALAM PENERAPAN MULTISISTEM SILVIKULTUR

Pada setiap sistem silvikultur terdapat teknik silvikultur yang kemungkinan bisa sama atau berbeda tergantung dari sistem silvikultur yang digunakan. Persamaan maupun perbedaan yang terjadi bisa dilihat dari tingkat intensifitasnya maupun teknik silvikulturnya sendiri.

Secara umum teknik silvikultur yang harus diperhatikan dalam penerapan Multisistem Silvikultur meliputi: Pemilihan jenis tanaman, Perbenihan dan Persemaian, Seleksi dan Pengangkutan bibit, Penyiapan Lahan dan Penanaman termasuk penentuan jarak tanam, dan pemeliharaan tanaman yang meliputi penyulaman tanaman, pemberantasan gulma, pemupukan, pemangkasan, penjarangan dan pengendalian hama dan penyakit.

Pemilihan Jenis Tanaman

Pemilihan jenis tanaman merupakan kegiatan yang sangat penting yang biasanya dikaitkan dengan tujuan penanaman. Dalam sistem silvikultur apapun, kegiatan penanaman bertujuan untuk meningkatkan produktivitas sumberdaya hutan sehingga dapat memberikan manfaat ekologi dan ekonomi bagi pengelola maupun masyarakat sekitarnya. Jika tujuan penanaman telah ditetapkan, maka tahapan pemilihan jenis selanjutnya adalah mempertimbangkan beberapa aspek penting lainnya seperti kondisi lingkungan tempat tumbuh dan keberadaan jenis-jenis potensial, baik jenis pohon maupun tanaman pertanian tergantung sistem silvikultur yang dipilih. Faktor lingkungan biofisik yang dipertimbangkan diantaranya adalah tanah, topografi, dan iklim, sedangkan faktor budidaya jenis mencakup keberadaan dan pertumbuhan jenis di lokasi target, ketersediaan benih, mutu benih, ketahanan hama-penyakit, interaksi asal benih dan tempat tumbuh, pertumbuhan, kemudahan integrasi dengan tata guna lahan. Pertimbangan konseptual pemilihan jenis tanaman dalam rangka peningkatan produktivitas hutan disajikan pada Gambar 1. Pemilihan jenis tanaman sebagaimana pada Gambar 1 berlaku untuk semua sistem silvikultur yang dipilih, sehingga bersifat universal.

Perbenihan dan Persemaian

1. Perbenihan

   Benih yang akan digunakan untuk kegiatan penanaman dianjurkan berasal dari sumber benih yang diketahui asal usulnya, sedapat mungkin dari Kebun Benih. Namun karena keterbatasan sumber benih dari Kebun Benih, maka paling tidak benih dapat diusahakan dari Tegakan Benih teridentifikasi, dimana sumber benih ini cukup tersedia untuk berbagai jenis baik kelompok Dipterocarpaceae yang pada umumnya menggunakan sistem Silvikultur TPTI maupun TPTJ maupun non Dipterocarpaceae yang pada umumnya menggunakan sistem sislvikultur THPB. Bila sumber benih dari biji sulit diperoleh, maka alternatif lain dapat memanfaatkan pembiakan vegetatif yang sudah cukup tersedia teknologinya baik untuk Dipterocarpaceae maupun non Dipterocarpaceae.

2. Persemaian

   Pembangunan persemaian dapat dibuat permanen maupun sementara tergantung dari jumlah bibit yang diproduksi per tahunnya dan lokasi penanaman dengan tempat persemaiannya. Oleh karena itu keputusan membuat persemaian permanen maupun sementara juga dapat dilihat sistem silvikultur apa yang akan diterapkan pada areal IUPHHK-nya.

   Dalam Sistem silvikultur TPTI pada umumnya lokasi kegiatan penanamannya terpencar-pencar dan hanya bersifat pengayaan, karena itu persemaian yang dibuat sebaiknya persemaian sementara, sedangkan untuk TPTJ dan THPB, sebaiknya membuat persemaian permanen, sekaligus sebagai tempat penelitian pembibitan di lapangan. Namun demikian, bila jarak seluruh areal tidak melebihi 100 km, keseluruhan pembibitan untuk berbagai Sistem Silvikultur sebaiknya dibangun persemaian permanen.

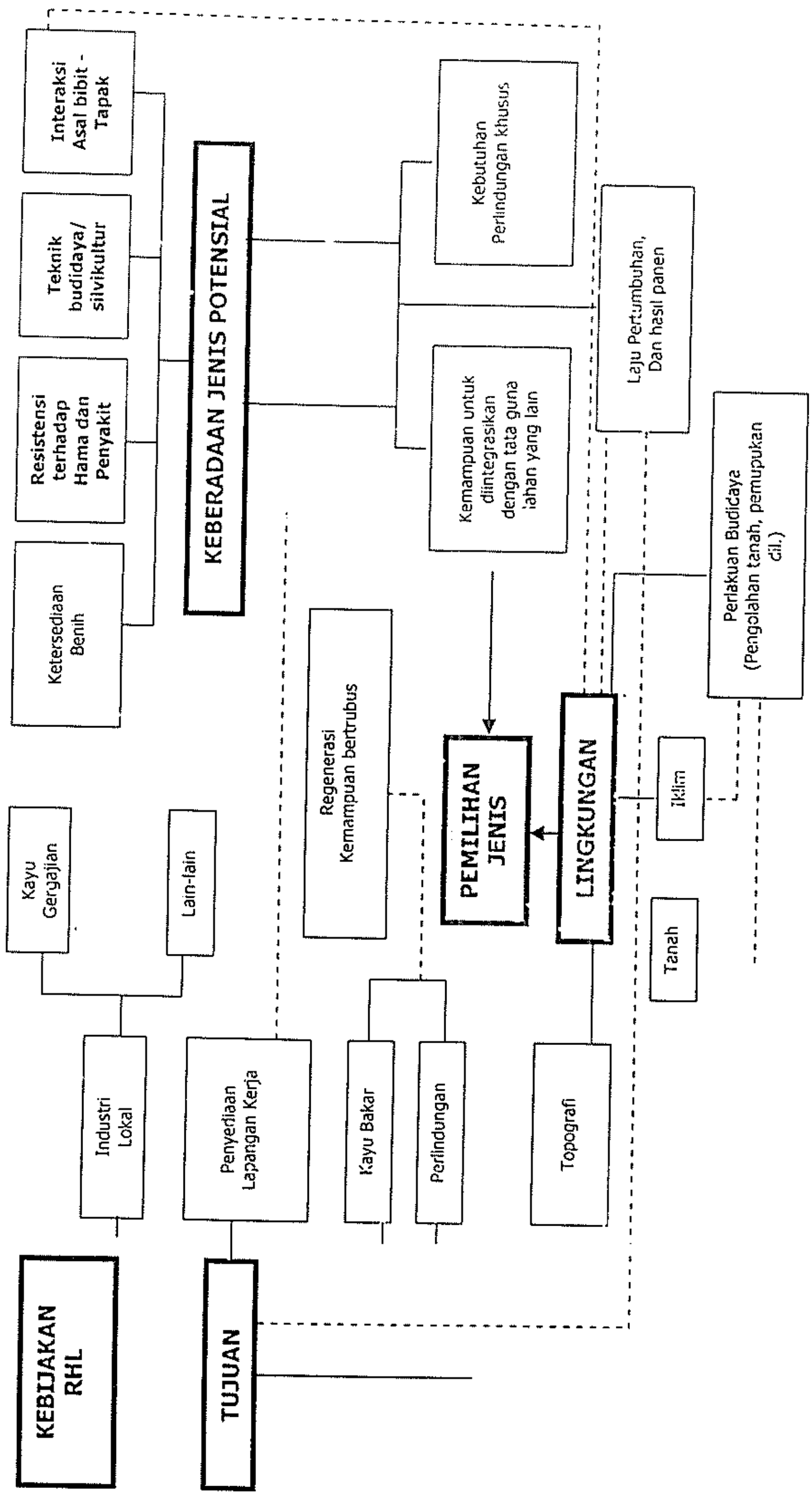
Penyiapan Lahan dan Penanaman

1. Penyiapan lahan

   Setiap kegiatan penanaman selalu didahului dengan penyiapan lahan, namun terdapat perbedaan penyiapan lahan pada sistem silvikultur TPTI, TPTJ, THPB maupun sistem silvikultur lainnya. Namun demikian, penyiapan lahan untuk kegiatan penanaman hendaknya mengikuti prinsip-prinsip yang sudah digariskan dalam ITTO *Policy Development Series* 1 dan 4. Beberapa prinsip yang harus diperhatikan dalam penyiapan lahan diantaranya adalah : Prinsip No 40 ITTO *Policy Development Series 4*, yaitu Penyiapan Lapangan harus dilakukan secara tepat untuk memperbaiki kondisi fisik tanah dan tidak merusak lingkungan. Karena itu dalam penyiapan lahan baik secara manual, mekanis maupun penggunaan bahan kimia harus dilakukan secara hati-hati. Di dalam sistem silvikultur TPTI, penyiapan lahannya tidak dilakukan seintensif sistem silvikultur THPB maupun TPTJ.

2. Penanaman

   Waktu tanam tidak ada perbedaan diantara berbagai sistem silvikultur, yang berbeda adalah penentuan jarak tanam. Pada sistem silvikultur TPTI, jarak tanam tidak teratur secara rapih karena penanamannya tergantung dari ketersediaan permudaan alam yang ada setelah penebangan, sedangkan pada sistem THPB, TPTJ, jarak tanamnya telah ditentukan secara tepat di awal perencanaan pembuatan tanaman.



Gambar 1. Pertimbangan konseptual pemilihan jenis tanaman dalam kegiatan penanaman (Evan, 1990)

3. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman yang berlaku secara umum disemua sistem silvikultur adalah penyulaman, pembersihan gulma, dan pemupukan. Beberapa pemeliharaan yang bersifat khusus dan mempunyai teknik yang berbeda misalnya penjarangan. Pada sistem THPB pada umumnya ditanam jenis-jenis cepat tumbuh yang sudah ada tabel volumenya, sehingga pada saat dilakukan penjarangan akan digunakan Metode Penjarangan Jumlah Pohon, sedangkan pada sistem TPTI, karena jenisnya campuran dan belum tersedia Tabel Volume dan Jumlah Pohon optimal, maka Metode Penjarangannya menggunakan metode lain seperti Metode Tajuk maupun Metode Mekanik. Pengendalian hama dan penyakit juga akan lebih intensif pada hutan yang dikelola dengan sistem Silvikultur THPB maupun TPTJ.

PENUTUP

Adanya variasi kondisi biofisik dan gangguan yang hebat yang mengarah ke fragmentasi dalam suatu unit IUPHHK, maka sangat mungkin untuk diterapkan lebih dari satu sistem silvikultur dalam pengelolaan hutannya. Pemilihan suatu sistem silvikultur harus mempertimbangkan terlebih dahulu tujuan pengelolaan hutannya baru kemudian melihat sifat-sifat yang lebih mikro seperti kondisi spesifik site, struktur dan komposisi tegakan, iklim, teknik pemanenan, dan teknik regenerasinya. Penerapan lebih dari satu sistem silvikultur memberikan peluang yang lebih besar untuk meningkatkan produktivitas tegakan secara keseluruhan dengan tetap memperhatikan tujuan awal dari pengelolaan hutannya. Teknik Silvikultur yang digunakan dalam penerapan lebih dari satu sistem silvikultur dalam satu IUPHHK pada dasarnya dapat dibagi dua yaitu, teknik silvikultur yang bersifat universal dalam pengelolaan hutan dan teknik silvikultur yang bersifat khusus.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. 1995. The Silvicultural Systems Guidebook. Forest Practices Code of British Columbia Act.

__________. 1999. Choosing a Silviculture System. Extension Notes. Land Owner Resource Centre, Ontario, Canada.

Departemen Kehutanan. 1972. Surat Keputusan Dirjen Kehutanan No. 35/DD/II/1972, tentang : Pedoman Tebang Pilih Indonesia, Tebang Habis dengan Penanaman, Tebang Habis dengan Permudaan Alam dan Pedoman-Pedoman Pengawasannya, Departemen Kehutanan Jakarta.

Departemen Kehutanan. 1989. Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 485/kpts-II/989, tentang: Sistem Silvikultur Pengelolaan Hutan Alam Produksi di Indonesia. Departemen Kehutanan. Jakarta.

Departemen Kehutanan. 1993. Surat Keputusan Dirjen Pengusahaan Hutan No. 151/kpts-IV-BPHH/1993, tentang: Pedoman Tebang Pilih Tanam Indonesia. Departemen Kehutanan, Jakarta.

Departemen Kehutanan. 1998. Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 625/kpts-II/1998 tentang: Sistem Silvikultur tebang pilih dan tanam Jalur (TPTJ) dalam pengelolaan Hutan Produksi Alam. Departemen Kehutanan, Jakarta.

Departemen Kehutanan. 1993. Pedoman dan Petunjuk Teknis Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) Pada Hutan Alam Daratan. Departemen Kehutanan, Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan. Jakarta.

Departemen Kehutanan. 2006. Eksekutif Data Strategis Kehutanan. Bidang Statistik Kehutanan-Departemen Kehutanan. Jakarta.

Daniels, T.W., J.A. Helms dan F.S. Baker. 1979. Principles of Silviculture. John Wiley & Sons, New York.

Evans, J. 1992. Plantation Forestry in the Tropics. Clarendon Press. Oxford.

ITTO. 1992. Guidelines For The Sustainable Management of Natural Tropical Forests. ITTO Policy Development Series 1. International Tropical Timber Organization (ITTO) International Organization Center, 5th FloorPacifico-Yokohama, 1-1-1, Minato-MiraiNishi-ku, Yokohama 220-0012 Japan.

ITTO, 1993. Guidelines For The Establishment and Sustainable Management of Planted Tropical Forests. ITTO Policy Development 4. International Tropical Timber Organization (ITTO) International Organization Center, 5th FloorPacifico-Yokohama, 1-1-1, Minato-MiraiNishi-ku, Yokohama 220-0012 Japan.

Manan, S. 1976. Silvikultur. Proyek Pengembangan/Peningkatan Perguruan Tinggi. IPB. Bogor.

Matthews, J.D. 1989. Silvicultural Systems. Clarendon Press, Oxford.

Nyland, R.D. 1996. Silviculture. Concepts and Application.McGraww-Hill, Singapore.

Smith, 1962. The Practice of Silviculture. John Wiley & Sons, New York.

TINJAUAN ASPEK EKOLOGI PENERAPAN MULTISISTEM SILVIKULTUR PADA UNIT PENGELOLAAN HUTAN PRODUKSI

Oleh:
Cecep Kusmana
Guru Besar Departemen Silvikultur
Fakultas Kehutanan IPB

FILOSOFI EKOLOGIS PENGELOLAAN HUTAN SEBAGAI *RENEWABLE RESOURCE*

Hutan merupakan salah satu sumberdaya yang bersifat dapat dipulihkan (*renewable* atau *funding resource*). Oleh karena itu pengelolaannya harus berdasarkan pada prinsip-prinsip *sustainable* (*sustainable – based principle*) dari semua manfaat yang bisa diperoleh dari hutan sebagai sumberdaya sekaligus sebagai ekosistem.

Berhubung di alam ini antara ekosistem yang satu berinteraksi dengan ekosistem yang lain, maka konteks pengelolaan hutan harus berdasarkan pada anggapan bahwa hutan merupakan salah satu bagian integral dari ekosistem yang lebih besar dimana hutan tersebut berada, yaitu suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai satu kesatuan bentang darat.

Dalam rangka mencapai azas kelestarian (*sustainable*), laju ekstraksi sumbedaya hutan tidak boleh melebihi laju daya pemulihan dari ekosistem hutan tersebut. Dalam konteks penebangan kayu, besar volume kayu yang ditebang tidak boleh melebihi riap volume tegakan hutan, sedangkan dalam konteks pemanfaatan secara umum, pemanfaatan hutan sebagai ekosistem tidak boleh melebihi daya dukung maksimum dari ekosistem tersebut.

Secara ideal, derajat pemanfaatan hutan harus diupayakan pada tingkat daya dukung optimalnya atau paling tinggi berada pada kisaran nilai antara daya dukung optimal dengan daya dukung maksimumnya. Hal ini dimaksudkan agar pemanfaatan hutan tidak menimbulkan derajat gangguan lingkungan yang melebihi daya asimilatif dari ekosistem hutan tersebut.

Hutan dapat menghasilkan berbagai macam barang (kayu dan hasil hutan bukan kayu) dan jasa lingkungan (air, oksigen, keindahan alam, penyerap berbagai polutan, dan lain-lain), sehingga hutan bersifat multimanfaat. Sehubungan dengan ini pengelolaan hutan seyogyanya tidak boleh memaksimumkan perolehan dari satu macam manfaat saja (misal kayu) dengan mengorbankan manfaat-manfaat lainnya, karena berbagai macam manfaat hutan tersebut merupakan satu kesatuan yang utuh. Hutan dapat secara berkelanjutan memberikan manfaatnya bila proses ekologis internal dalam ekosistem hutan tersebut tidak terganggu atau terganggu tetapi tidak menimbulkan *stress* ekologis yang bersifat *irreversible*. Oleh karenanya, ekosistem hutan harus dibuat tahan terhadap gangguan dengan cara mempertahankan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) hutan yang tetap tinggi. Dengan demikian, pengelolaan hutan harus dilakukan secara tepat agar ragam dan derajat pemanfaatan hutan, yang tidak lain adalah berupa "tindakan gangguan" terhadap hutan, harus dilakukan sedemikian rupa agar tidak melampaui daya *recovery* dari ekosistem hutan yang bersangkutan sebagai respons terhadap gangguan tersebut.

URGENSI EKOLOGIS PENERAPAN MULTISISTEM SILVIKULTUR PADA UNIT PENGELOLAAN HUTAN PRODUKSI DI INDONESIA

Menurut Departemen Kehutanan (2005), kawasan hutan Indonesia saat ini seluas 120,35 juta ha dimana telah ditunjuk oleh Menteri Kehutanan seluas 109,9 juta ha. Kawasan hutan tersebut terdiri atas hutan konservasi seluas 23,24 juta ha, hutan lindung seluas 29,1 juta ha, hutan produksi terbatas seluas 16,21 juta ha, hutan produksi seluas 27,74 juta ha dan hutan produksi yang dapat dikonversi seluas 13,67 juta ha. Selanjutnya dilaporkan bahwa sampai dengan tahun 2002 luas kawasan hutan yang terdegradasi tercatat seluas 59,7 juta ha, dengan laju deforestasi berkisar antara 1,6 juta hinga 2,5 juta ha per tahun (Baplan, 2002 dalam Nawir *et al.*, 2008).

Kartodihardjo dan Supriono (2000) melaporkan bahwa pada tahun 2001 terdapat 361 perusahaan HPH yang masih aktif dengan luas areal operasi sekitar 36,42 juta ha. Jumlah perusahaan HPH tersebut hanya sekitar 55% dari jumlah perusahaan HPH (sebanyak 652) pada tahun 1998. Pengelolaan hutan oleh para pengusaha HPH tersebut telah menciptakan areal hutan bekas tebangan dengan kualitas tegakan yang sangat beragam. Pada beberapa lokasi areal hutan bekas tebangan ini menjadi sangat terdegradasi sehingga menjadi lahan kritis karena areal-areal tersebut telah mengalami intensitas penebangan yang tinggi yang diperparah oleh adanya praktek penebangan liar oleh pihak lain dan/atau kebakaran hutan atau diakibatkan oleh faktor alamiah seperti longsor dan banjir bandang. Kondisi semacam ini telah menciptakan suatu situasi dimana areal-areal hutan bekas tebangan HPH berupa kawasan hutan yang secara lanskap tersusun oleh mosaik-mosaik dengan kualitas lahan dan tegakan yang beragam, yang umumnya secara keseluruhan berubah menjadi lahan yang rendah produktivitasnya.

Mosaik-mosaik yang terbentuk pada kawasan hutan tersebut secara alamiah ada yang bisa pulih seperti semula, baik dalam waktu yang relatif cepat maupun dalam waktu yang relatif lambat, ada yang mengalami suksesi menjadi masyarakat tumbuhan yang secara fisiognomi berbeda dengan masyarakat tumbuhan seperti semula, ada yang bersifat disklimaks, bahkan mungkin ada mosaik yang berupa tanah kosong yang tandus. Oleh karena itu, pengelolaan kawasan hutan produksi yang sudah berupa mosaik tersebut sangat rasional kalau menggunakan lebih dari satu sistem silvikultur atau menggunakan multisistem silvikultur sesuai dengan heterogenitas kualitas lahan/tegakan dari mosaik tersebut.

PERSYARATAN EKOLOGIS PENERAPAN MULTISISTEM SILVIKULTUR

Berhubung Indonesia termasuk kedalam wilayah tropis, maka sedikitnya ada tiga prinsip persyaratan ekologis pengelolaan ekosistem hutan dengan multisistem silvikultur, yaitu:

a. Meminimasi gangguan terhadap tanah.

Kondisi iklim daerah tropis yang kondusif untuk pertumbuhan dan perkembangan berbagai jenis mikroorganisme tanah menyebabkan proses pelapukan serasah berjalan secara terus-menerus dengan laju yang cukup tinggi untuk menghasilkan bahan organik tanah yang selanjutnya berubah menjadi unsur hara bagi tumbuhan melalui proses mineralisasi. Kondisi tanah tersebut bersifat fragil terhadap gangguan pengurangan/ penghilangan tutupan vegetasi, karena kalau tutupan vegetasi berkurang signifikan atau hilang sama sekali (misal karena *deforestasi* atau kebakaran) maka bahan organik tanah, terutama humus, akan cepat hilang terbawa *surface run-off* air hujan, sehingga secara perlahan-lahan tanah menjadi miskin hara. Oleh karena itu, dalam upaya pengolahan lahan, gangguan terhadap struktur tanah harus diusahakan seminimal mungkin untuk menghindari kehilangan unsur hara (*nutrient*) akibat *surface run-off*. Upaya pengolahan lahan dengan cara *minimum tillage*, *manual clearing* dan penggunaan herbisida dalam persiapan lahan menyebabkan sedikitnya kehilangan unsur hara dari tanah, sehingga menunjang upaya konservasi unsur hara pada tanah hutan yang bersangkutan (Jordan, 1985; Vitousek dan Matson, 1984; Lal, 1981 b).

b. Memelihara ketersediaan bahan organik tanah.

Semua upaya peningkatan produktivitas lahan pada prinsipnya merupakan upaya meningkatkan jumlah persediaan bahan organik tanah. Bahan Organik Tanah (BOT) merupakan *natural slow-release fertilizer* yang berperan sebagai *reservoir* penyimpan *nutrient* dan beragam komunitas mikroba aktif. Mikroorganisme tersebut sangat penting dalam mencegah kehilangan *nutrient* dan memasok *nutrient* terhadap tanaman, karena aktivitas mikroba menghasilkan *nutrient* secara perlahan (sedikit demi sedikit) tapi kontinyu dalam bentuk yang dapat diserap tanaman (*soluble form*). Dengan demikian metoda pengolahan lahan yang harus diterapkan adalah metoda yang membiarkan ekosistem di bawah tanah tidak terganggu atau metoda yang memungkinkan cepat pulihnya ekosistem di bawah tanah dari gangguan. Sehubungan dengan ini, Wade dan Sanched (1983) menyarankan penggunaan mulsa (*mulching*) dan pupuk hijau (*green manure*) sebagai pengganti penggunaan pupuk inorganik dalam budidaya pertanian intensif di daerah tropis sebagai upaya mengkonservasi *nutrient*.

c. Mempertahankan Keanekaragaman.

Suatu komunitas tumbuhan yang secara struktural mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi atau suatu komunitas yang bersifat *polyculture* akan memperlihatkan fenomena "*overyielding*" bila dibandingkan dengan komunitas *monoculture*. Beberapa kelebihan *polyculture* tersebut adalah sebagai berikut:

a). Secara struktural komunitas tumbuhan dengan jenis beragam atau *polyculture* dapat memanfaatkan energi cahaya matahari lebih besar daripada komunitas *monoculture* karena kompleksnya susunan jarak dan tata daun dari masyarakat tumbuhan yang menyusun komunitas tersebut.

b). Keanekaragaman jenis membatasi pertumbuhan secara eksponensial dari populasi serangga herbivora karena secara spasial tanaman inang terpisah satu sama lain dan habitat yang beragam mendukung populasi predator yang beragam dalam jumlah yang relatif lebih besar. Selain itu dalam suatu *polyculture* umumnya hadir jenis-jenis tumbuhan yang bersifat alelophatik yang mengeluarkan zat-zat allelokimia yang bersifat racun bagi beberapa jenis serangga herbivora dan gulma.

c). Keberadaan banyak jenis tumbuhan dalam suatu komunitas akan menjamin permukaan tanah tertutup vegetasi sepanjang waktu.

d). Suatu komunitas *polyculture* akan mempunyai produksi primer yang relatif besar karena adanya interaksi mutualistik diantara species yang ada.

e). Kehadiran beragam jenis pohon pada komunitas *polyculture* akan memperkaya unsur hara *topsoil* dengan unsur-unsur hara yang dibebaskan oleh pelapukan batuan induk dan bahan organik yang terpendam di tanah yang cukup dalam melalui penyerapan unsur hara tersebut oleh akar-akar tunjang yang menembus kedalam tanah tersebut. Proses pengayaan unsur hara dari *topsoil* tersebut terjadi melalui guguran serasah pohon yang bersangkutan ke permukaan tanah.

f). Beragam jenis tumbuhan pada komunitas *polyculture* akan mempunyai sistem perakaran yang kompleks yang berkembang baik di dalam tanah dengan kedalaman yang berbeda-beda. Sistem perakaran tersebut umumnya mengandung proporsi akar halus (yang berperan menyerap unsur hara) yang relatif besar dan akar tanaman dari berbagai kelas ukuran yang efektif untuk mencegah terjadinya longsor dan erosi. Selain itu, sistem perakaran tersebut memungkinkan penyerapan unsur hara dari seluruh horizon tanah yang ada.

d. Ukuran dan bentuk areal yang diganggu.

Di daerah tropika, pembersihan lahan atau pemanenan hutan dalam ukuran yang relatif kecil yang tersebar didalam suatu hamparan hutan atau hamparan kanopi vegetasi yang padat atau pemanenan hutan dalam bentuk strip (jalur) menyebabkan berkurangnya erosi dan kehilangan unsur hara, akibat *surface run-off*. Selain itu, vegetasi pada jalur yang tidak ditebang akan menangkap unsur hara yang tercuci, sehingga secara keseluruhan kehilangan unsur hara dari ekosistem tersebut menjadi relatif kecil (Jordan, 1985). Apabila pada daerah hulu sungai dilakukan penebangan hutan atau bentuk pemanfaatan lahan lainnya, maka pembangunan hutan sepanjang sungai atau saluran air yang ada merupakan suatu keharusan untuk upaya konservasi unsur hara. Adapun keharusan relatif kecilnya areal hutan yang diganggu (ditebang), baik oleh praktek penebangan maupun pemanfaatan lain, akan memberikan peluang pada komunitas tumbuhan untuk cepat pulih dari gangguan dan memungkinkan penyebaran benih (biji) dan propagul mikoriza oleh burung dan mamalia ke areal yang terganggu (Jonson, 1983).

PEMBANGUNAN HUTAN DAN PENINGKATAN KUALITAS LINGKUNGAN

Hutan Dan Keseimbangan Air

Pembangunan hutan dapat menjaga keseimbangan air jika pembangunan hutan dilaksanakan secara bijaksana dengan memperhatikan :

1. Jenis pohon yang ditanam disesuaikan antara tingkat transpirasi jenis tersebut dengan jumlah curah hujan areal penanaman. Misalnya jika jenis yang ditanam mempunyai evapotranspirasi sebesar 3000 mm/th, maka jenis tersebut hanya dapat ditanam pada daerah dengan curah hujan > 3000 mm/th, karena jika ditanam pada daerah dengan curah hujan < 3000 mm/th, maka daerah tersebut akan mengalami defisit air.

2. Penanaman hutan sebaiknya menciptakan strata tajuk, paling tidak ada dua strata, yaitu strata kanopi pohon dan strata tumbuhan penutup tanah. Dengan kombinasi bentuk daun yang runcing dan sempit serta dengan adanya strata tajuk tersebut dapat memperkecil massa dan kecepatan butir air hujan yang jatuh ke lantai hutan. Jika lantai hutan penuh dengan tumbuhan penutup tanah, serasah dan humus, maka pembangunan hutan tersebut dapat mengurangi aliran permukaan (air larian) dan dapat meningkatkan infiltrasi air (suplesi air). Dengan berkurangnya air larian dan meningkatnya suplesi air maka pembangunan hutan dapat mengurangi bahaya banjir dan erosi serta meningkatkan air simpanan (air tanah).

Pada lahan kritis atau tanah kosong (tidak bervegetasi) air menguap dari permukaan tanah dan diganti oleh air dari bawahnya, laju penguapan lebih tinggi daripada laju naiknya air, sehingga tanah cepat kering dan laju penguapan menurun. Tanah kosong yang ditutupi serasah, laju penguapannya lebih kecil karena serasah menghalangi penguapan air. Namun pada tanah berhutan, lengas tanah diserap oleh perakaran dibawa ke daun, karena permukaan daun yang luas dan perakaran yang ekstensif sehingga laju penyerapan dan penguapan air lebih besar dibandingkan dengan tanah kosong dan tanah kosong yang ditutupi serasah.

Hutan juga menahan air hujan yang jatuh, air hujan yang jatuh tertahan oleh tajuk (intersepsi), air intersepsi menguap kembali ke udara. Pada hujan yang tidak lebat seluruh air hujan dapat diintersepsi, makin besar tajuk dan biomassa makin banyak air hujan yang diintersepsi. Banyaknya hujan yang dintersepsi bervariasi 10-40 % (Soemarwoto, 1991). Setelah tajuk hutan jenuh air, baru air hujan jatuh atau menetes dari tajuk sebagai air lolosan.

Sebagian hujan mengalir melalui batang (aliran batang) dan selanjutnya mengalir ke tanah. Aliran batang dan air lolosan akhirnya sampai lantai hutan sebagai curahan atau presipitasi. Air di lantai hutan diserap serasah dan humus (intersepsi serasah). Setelah serasah jenuh dengan air, sebagian air akan mengalir di atas permukaan tanah sebagai air larian. Sebagian air meresap ke tanah mengisi lengas tanah menjadi air simpanan, pengisian air simpanan disebut suplesi. Suplesi diperbesar/dipermudah kalau ada serasah (ada intersepsi oleh serasah) karena tanah menjadi gembur akibat aktivitas makhluk hidup tanah. Makin besar suplesi, maka makin kecil, baik air larian maupun aliran air sungai. Pembuangan serasah dapat meningkatkan air larian sebesar 4 % (Soemarwoto, 1991).

Air simpanan adalah sumber untuk aliran air dalam jangka panjang, sebagian keluar melalui mata air dan menambah aliran air. Hutan dapat pula mengurangi air simpanan melalui evapotranspirasi, sehingga hutan mempunyai dua pengaruh yang berlawanan terhadap besarnya aliran dasar. Hutan dapat meningkatkan suplesi air, tetapi hutan juga mengurangi air simpanan karena evapotranspirasi, hal ini sangat terasa pada musim kemarau

Di AS, konversi hutan campuran berdaun lebar menjadi hutan Pinus telah menyebabkan penurunan aliran air, yaitu pada umur 23 tahun hutan tersebut menurunkan aliran air 20 - 25 cm atau 20 % aliran air sebelum konversi (Soemarwoto, 1991). Umumnya pembangunan hutan menambah aliran air pada waktu hutan masih muda, setelah dewasa pengaruh tersebut menurun. Konversi hutan untuk pemukiman dan industri serta jalan mengakibatkan peresapan (suplesi) air menurun, sehingga air larian dan aliran air meningkat, sehingga volume air simpanan menurun, kapasitas mata air menurun dan aliran dasar akan menurun (bahkan mengering) akibatnya sungai dari parennial (mengalir tahunan) menjadi sungai periodik (musiman). Sumur pun tidak dapat diandalkan terutama musim kemarau

Pada reboisasi dan penghijauan lahan kritis menjadi hutan yang berhasil, maka laju evapotranspirasi dan suplesi air simpanan akan meningkat. Reboisasi dan penghijauan yang berhasil akan menaikkan peresapan air, sehingga air simpanan naik untuk memasok mata air dan sumur, walaupun sebenarnya aliran air total berkurang karena naiknya laju intersepsi dan evapotranspirasi. Jika pembangunan hutan menggunakan dengan jenis yang mempunyai evapotranspirasi yang tidak cocok tidak akan meningkatkan air simpanan karena air simpanan habis terpakai oleh evapotranspirasi. Transpirasi selain tergantung pada jenis tumbuhan juga tergantung pada tingkat kesuburan tanah, semakin subur tanah semakin tinggi laju transpirasi.

Dalam suatu DAS, indikasi DAS yang rusak adalah jika aliran maksimumnya (Qmaks) besar dan aliran minimumnya (Qmin) kecil, sehingga nisbah Qmaks/Qmin besar. Sebagai contoh Soemarwoto (1991) melaporkan DAS Citanduy mempunyai nisbah Qmaks/Qmin dari 813:1 tahun 1968 menjadi 27:1 tahun 1983, jadi reboisasi berhasil, tetapi aliran air tahunan turun drastis dari 9.300 juta m^3 tahun 1968 menjadi 3.500 m^3 tahun 1983. DAS Citarum tahun

1919-1923 rata-rata 47% curah hujannya menjadi aliran air dan pada 1970-1975 meningkat menjadi 52%, aliran air naik karena luas hutan menurun sekitar 33 % tahun 1960.

Hutan dan Pengendalian Banjir serta Erosi

Pembangunan hutan dapat mengendalikan bajir dan erosi jika dilaksanakan secara bijaksana dengan memperhatikan :

a. Pembangunan hutan mengikuti strata tajuk dan pohon yang ditanam mempunyai bentuk daun kecil dan ujung meruncing, maka dapat memperkecil massa dan kecepatan butir air hujan yang jatuh ke lantai hutan yang dapat menyebabkan erosi percikan.

b. Pembangunan hutan dengan menjaga keberadaan tumbuhan penutup tanah, serasah dan humus yang dapat mengurangi aliran permukaan (air larian) dan dapat meningkatkan infiltrasi air (suplesi air). Dengan berkurangnya air larian dan meningkatnya suplesi air, maka pembangunan hutan dapat mengurangi bahaya banjir dan erosi serta meningkatkan air simpanan (air tanah).

c. Pembangunan hutan tidak dilakukan pada tanah yang tidak stabil (karena kemiringan dan topografi tinggi) serta mempunyai sifat erosivitas tinggi (jenis dan sifat tanah yang mudah tererosi), maka pembangunan hutan tidak akan meningkatkan bahaya erosi, banjir dan tanah longsor.

Pembangunan hutan dapat menurunkan koefisien air larian. Koefisien air larian 0, jika semua curah hujan meresap kedalam tanah, sedangkan koefisien air larian 1 jika semua curah hujan mengalir sebagai air larian. Pengelolaan hutan yang baik dapat memperkecil koefisien air larian sehingga dapat mengurangi bahaya banjir, erosi dan tanah longsor. Karenanya jika hutan dikonversi menjadi penggunaan non kehutanan apalagi yang berada di wilayah hulu, maka dapat menimbulkan banjir bandang. Resiko banjir tersebut akan menjadi lebih besar oleh faktor topografi yang curam dan curah hujan yang tinggi.

Dengan demikian hutan dapat mengurangi resiko banjir melalui :

a. Intersepsi hujan oleh tajuk dan serasah yang akibatnya dapat mengurangi jumlah air hujan sampai tanah (presipitasi efektif)
b. Peresapan air kedalam tanah diperbesar sehingga air larian menjadi kecil, namun jika hujan deras berlangsung dalam waktu yang lama banjirpun akan terjadi, tetapi naiknya banjir pelan-pelan bukan banjir Bandung
c. Pada tanah gundul yang padat resiko terjadinya banjir bandang menjadi besar

Erosi air disebabkan oleh energi dalam benda yang bergerak yaitu energi kinetik. Besarnya energi kinetik tergantung pada massa benda yang bergerak dan kecepatan gerak, makin besar ukuran benda yang bergerak dan semakin cepat kecepatan benda bergerak maka makin tinggi energi kinetik yang terjadi. Butir air hujan yang jatuh dari awan atau tajuk pohon (air lolosan) mempunyai massa dan kecepatan, massa butir air ditentukan oleh Berat Jenis dan Volume. Butir air lolosan mempunyai volume lebih besar daripada air hujan, sehingga energi kinetiknya lebih besar pula. Besarnya volume air lolosan ditentukan oleh lebar dan bentuk ujung daun penetes, makin lebar ujung daun penetes makin besar volume air lolosan, Air lolosan yang jatuh dari daun bambu mempunyai volume lebih kecil dibandingkan air lolosan pada jambu biji (karena daun bambu sempit dan runcing, sedangkan daun jambu biji bulat dan tumpul). Makin tinggi intensitas hujan makin besar pula diameter air hujan. Makin tinggi intensitas hujan, makin besar erositas hujan, karena volume dan kecepatan terminal butir air hujan yang makin besar. Oleh karena itu dengan pemilihan jenis pohon yang mempunyai daun sempit dan runcing serta adanya strata tajuk dapat mengurangi massa dan kecepatan air lolosan yang jatuh. Dikombinasikan dengan adanya tumbuhan penutup tanah, serasah dan humus, maka dapat memperkecil erosi percikan, lebih lanjut dapat mengurangi peluang timbulnya erosi tanah.

Hasil penelitian Irsyamudana (2004) di Sumberjaya, Lampung, yang merupakan salah satu contoh kasus dari perubahan fungsi hutan menjadi lahan pertanian menunjukkan bahwa laju infiltrasi tertinggi pada hutan sebesar 5,2 mm/detik dan terendah pada sistem kopi monokultur sebesar 2 mm/detik. Limpasan permukaan dan erosi tertinggi terdapat pada kopi monokultur yaitu 141,9 mm dan 272,8 g/m2. Sedangkan limpasan dan erosi terendah terdapat pada sistem hutan yaitu 36,9 mm dan 208.8 g/m2. Jadi fungsi hutan sebagai lahan konservasi belum dapal digantikan oleh sistem lain. Widianto *el al.* (2004) melakukan penelitian untuk memahami secara kuantitatif perubahan perilaku limpasan permukaan dan erosi akibat alih guna lahan hutan menjadi sistem kopi monokultur. Hasil penelitian menunjukkan penebangan hutan alam mengakibatkan limpasan dan erosi meningkat luar biasa. Limpasan permukaan kumulatif di hutan alam hanya 27 mm, hanya sepertiga dari hutan yang baru ditebang (75 mm). Limpasan permukaan terbesar terjadi pada tanaman kopi berumur 3 tahun (124 mm) dan kehilangan tanah terbesar terjadi pada tanaman kopi berumur 1 tahun. Selain itu, penelitian Rajati (2006) di hutan Cipadayungan, Sumedang. areal Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dalam rangka optimalisasi pemanfaatan lahan kehutanan pada aspek kemiringan lereng dan besarnya erosi menunjukkan bahwa erosi yang terjadi pada kelas kemiringan lereng 0-15 % dan 15-30 % adalah erosi yang masih dapat ditolerir, sedangkan erosi pada kemiringan lereng > 30 % lebih besar dari erosi yang dapat ditolerir.

Hutan dan Pemanasan Global

Masalah hangat dunia yang terkait dengan issu lingkungan saat ini adalah masalah pemanasan global dan perubahan iklim dunia dimana pada tanggal 3 - 14 Desember 2007 Indonesia menjadi tuan rumah KTT dunia tentang Pemanasan Global dan Perubahan Iklim yang diselenggarakan oleh PBB. Serentak pula masyarakat Indonesia menyambutnya dengan gerakan penanaman 10 juta pohon. Pembangunan hutan mempunyai peran yang penting dalam kaitannya dengan issu ini.

Pemanasan global adalah meningkatnya suhu permukaan bumi yang disebabkan oleh kenaikan intesitas efek rumah kaca (ERK). Efek rumah kaca terjadi karena meningkatnya gas-gas rumah kaca (GRK); seperti uap air CO_2 Ozon, *NfO, CFC* dan dengan meningkatnya GRK radiasi sinar inframerah dan radiasi lain dari bumi yang semula lepas ke angkasa luar terperangkap oleh GRK yang menyebabkan peningkatan suhu permukaan bumi. Sekitar 50 % pemanasan global disebabkan oleh CO_2, dimana emisi CO_2 disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil dan kerusakan/pembakaran hutan.

Proses di alam yang dapat mengubah CO_2 menjadi bahan organik dan O_2 hanya tumbuhan melalui proses fotosintesis, sehingga penanaman dan pertumbuhan pohon merupakan salah satu harapan untuk mengurangi pemanasan global dengan memperbanyak penanaman pohon terutama tanaman pohon cepat tumbuh. Adanya O_2 di atmosfer benar-benar karena adanya tumbuhan, sementara O_2 adalah lambang kehidupan.

Disamping itu pohon dan hutan menyimpan CO_2 dalam bentuk biomassa, serasah dan humus. Hampir 50 % biomassa hutan adalah berupa C, jika rata-rata hutan tropika kita mempunyai biomassa 400 ton/ha, maka dia menyimpan 200 ton C/ha. Jadi disamping menyimpan C, pohon yang sedang tumbuh juga menyerap CO_2 dan sebagian besar disimpan dalam bentuk biomassa. Oleh karena itu dalam Kyoto Protokol salah satu cara mengurangan emisi CO_2 di atmosfer dengan mekanisme fleksibel yaitu negara maju emitor C dapat memberikan kompensasi kepada negara berkembang yang mau menanam dan menjaga hutannya (perdagangan karbon).

Penanaman pohon dalam pembangunan hutan jelas merupakan salah satu usaha penyerapan CO_2 yang dapat mengurangi ERK. Penanaman dengan jenis cepat tumbuh dan dalam daur tertentu dipanen dan ditanami kembali, apalagi jika produk hasil kayu yang diperoleh digunakan untuk barang awet (plywood, kayu konstruksi dan kayu serpih) maka penyerapan dan penyimpanan CO_2 akan berlipat lebih tinggi dibandingkan hutan alam, karena hutan alam yang sudah klimaks tidak banyak menyerap CO_2 lagi. Mekanisme ini hendaknya juga dapat menjadi salah satu mekanisme fleksibel dalam perdagangan karbon.

Jika pembangunan hutan dengan menanam jenis cepat tumbuh *Acacia mangium,* dengan riap pada umur 10 tahun sebesar 43,9 m^3/ha/tahun (Alrasyid, 1984) atau riap diameter batang *A. mangium* diperkirakan 2 cm/th/pohon, pada umur 10 tahun setiap ha terdapat 500 pohon dengan diameter mencapai 20 cm dan tinggi dapat mencapai 10m, dengan angka bentuk pohon 0,7, maka volume per pohon mencapai sekitar 0,94 m^3/pohon atau untuk 500 pohon/ha mencapai 469 m^3/ha. Jika massa jenis *A. mangium* rata-rata 600 kg/ m^3, maka biomassa *A. mangium* tersebut mencapai 281.400 kg atau 281,4 ton. Jika kadar C dalam biomassa sebesar 50 % maka kadar C yang tersimpan dalam biomassa tersebut sebanyak 140,7 ton atau 516,4 ton CO_2/ha. Jika tiap tahun hutan tersebut dapat menanam 1000 ha saja maka selama 10 tahun CO_2 yang disimpan dalam bentuk biomassa sebanyak 0,52 juta ton CO_2.

Saat ini telah banyak penelitian kandungan biomassa di hutan tanaman di Jawa dan di Luar Jawa, baik dengan pengukuran langsung (panen) maupun dengan cara allometrik. Rusolono (2006) mendapatkan data biomassa hutan sengon murni sebesar 162,4 ton/ha, dan hutan sengon campuran sebesar 147,6 ton/ha

Di P. Jawa, Ismail (2005) untuk hutan Acacia di PT. MHP (pada diameter pohon 5,6-13,1) diperoleh data biomassa sebesar 14,86 ton/ha. Langi (2007) untuk tegakan cempaka dan wasian *(Elmerrillia sp.)* di Sulawesi Utara melaporkan nilai biomassa masing-masing sebesar 299,85 ton/ha dan 254,83 ton/ha.

Sebagai ilustrasi, Soemarwoto (1991) melaporkan bahwa untuk menyerap kembali CO_2 yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar fosil batubara dalam pembangkit tenaga listrik PLTU 100 MW diperlukan hutan tanaman Eucalyptus seluas 14.000 ha.

Da Silva *et al.* (1999) telah melakukan pengukuran biomassa dan akumulasi hara di hutan *Eucalyptus grandis* (untuk tujuan pulp dan kertas) di Brazil pada 45 contoh kayu berumur 3, 5 dan 7 tahun yang mempunyai jarak tanam 3 x 2 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi hara lebih banyak terjadi pada umur antara 3-5 tahun yaitu sebesar 223 %. sedangkan umur 5-7 tahun kenaikan akumulasi hara hanya 20 %. Persaingan antara pohon kemungkinan menjadi alasan penurunan tersebut. Jumlah hara Ca, K dan P naik dari tahun ketiga ke tahun ketujuh, sementara N dan Mg turun setelah tahun kelima. Laju akumulasi biomassa pada kulit lebih rendah dibandingkan dengan laju akumulasi pada kayu untuk semua umur. Data akumulasi hara dan biomassa pada kayu di hutan *Eucalyptus grandis* pada umur 3, 5 dan 7 tahun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Akumulasi hara dan biomassa kayu pada tegakan hutan *Eucalyptus grandis* pada umur 3, 5 dan 7 tahun.

Umur (tahun)	Akumulasi hara (g)					Biomassa (kg)
	N	P	K	Ca	Mg	
3	44.5	5.5	43.9	44.9	11.7	38.8
5	78.5	10.6	56.0	87.0	28.5	88.8
7	78.1	18.4	67.1	107.9	23.2	106.8

Lasco *et al.* (2004) melaporkan bahwa riap biomassa dan karbon pada tegakan hutan tanaman yang cepat tumbuh (*Paraserianthes falcataria* dan *Gmelina arborea*) semakin kecil dengan semakin meningkatnya umur dan relatif lebih besar daripada hutan alam (Tabel 2).

Tabel 2. Riap rata-rata tahunan (MAI) biomassa dan karbon di hutan tanaman di Mindanao, Filipina.

Jenis	Umur (tahun)	Biomassa MAI (ton/ha/thn)	Karbon MAI (ton C/ha/th)
Paraserianthes falcataria 1	4	20.20	7.82
P. falcataria 2	5	11,20	6.80
P falcataria 3	7	8,40	6.20
	7	2,20	0.52
P falcataria 4	9	5,30	5,41
	9	3,70	1,44
Gmelina arborea 1	7	11,30	5,51
G. arborea 2	9	10,50	4,37
G. arborea 3	9	9,60	4,32
Swietenia macrophylla	16	19,60	7,33
Hutan alam	100	4,90	1.19

Catatan : %C = 45%

Sementara biomassa di atas tanah dan kerapatan karbon hutan di Filipina dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Biomassa di atas tanah dan kerapatan karbon hutan di Filipina

Tipe Hutan	Umur (th)	Kadar C (%)	Kerapatan biomassa (ton/ha)	Kerapatan karbon (ton/ha)	Lokasi
Hutan Alam:					
Hutan Lindung Primer		50	370-520	165-260	Makiling
Hutan Sekunder		44,6	465,9	207,9	Makiling
Semak Belukar		45,4	63,8	29,0	Makiling
Hutan Tanaman :					
Gmelina arborea	9	45,0	120,7	54,3	Mindanao
Paraserianthes falcataria	9	45,0	108,2	48,7	Mindanao
Acacia auriculiformis	9	45,0	42,5	19,1	N. Ecija
Tectona grandis	13	45,0	22,3	10,0	N. Ecija
Pinus kesiya	13	45,0	107,8	48,5	N. Ecija
Eucalyptus pellita	4	45,0	34,0	15,3	N. Ecija
Dipterocarpaceae	80	45,0	132,3	59,0	Makiling
Alang-alang		44,5	20,1	8,9	
Agroforestry :					
Kelapa + Kopi		44,0	99,2	43,6	Makiling
Coklat + Narra		44,0	191,6	84,3	Makiling

PUSTAKA

Alrasyid, H. 1984. Aspek - aspek pembangunan HTI. Proceeding Lokakarya Pembangunan Timber Estates, Kini Menanam Esok Memanen, 29 -31 Maret 1984, Fakultas Kehutanan IPB.

Da Silva, H.D, C.A. Ferreria and A.F.J. Beloote. 1999. Quantification of the biomass and nurients in the trunk of *Eucalyptus grandis* at different ages. Workshop Proceedings : Rehabilitation of Degraded Tropical Forest Ecosystems. V, Kobayashi, S. *et. al.* (Ed.). Bogor, 2-4 November 1999. Indonesia.

Departemen Kehutanan. 2005. Rencana strategis Departemen Kehutanan Tahun 2005-2009. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.

Irsyamudana, E. 2004. Dampak kepadatan penutupan tanah dan ketebalan serasah terhadap limpasan permukaan dan erosi di Sumberjaya, Lampung. Jurusan tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kompilasi Abstrak Agroforestri di Indonesia. Arifin et al. (editor). IPB-INAFE-SEANAFE-ICRAF.

Janson, C.H. 1983. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. Science, 219: 187-189.

Jordan, C.F. 1985. Nutrient cycling in tropical forest ecosystem. John Wiley & Sons, New York.

Kartodihardjo, H. dan Supriono, A. 2000. The impacts of sectoral development on natural forest conversion and degradation: the case of timber and tree crop plantations in Indonesia. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.

Lal, R. 1981b. Deforestation of tropical rainforest and hydrological problems. In R. Lal an E. W. Russell (eds), Tropical agricultural hydrology: watershed management and land use, pp. 131-140. Wiley, New York.

Langi, Y.A.R. 2007. Model penduga biomassa karbon dan potensi serapan karbon pada tegakan hutan rakyat cempaka dan wasian. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB. Tidak diterbitkan.

Lasco, R.D., F.B. Pulhin, J.M. Roshetko and M.R.N. Banaticia. 2004. LULUCF Climate Change Mitigation Projects in the Philippines : A Primer. World Agroforestry Centre.

Mangundikoro, A. 1984. Rencana Umum Pembangunan Timber Estates. Proceeding Lokakarya Pembangunan Timber Estates, Kini Menanam Esok Memanen, 29 - 31 Maret 1984, Fakultas Kehutanan IPB.

Nawir, A.A., Murniati dan L. Rumboko, 2008. Rehabilitasi hutan di Indonesia : Akan kemanakah arahnya setelah lebih dari tiga dasawarsa?. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.

Rajati, T. 2006. Optimalisasi pemanfaatan lahan kehutanan dalam rangka peningkatan kualitas lingkungan dan kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat desa sekitar hutan (Studi kasus di Kabupaten Sumedang). Disertasi Doktor Sekolah Pascasarjana IPB.

Rusolono, T. 2006. Model pendugaan persediaan karbon tegakan agroforestri untuk pengelolaan hutan milik melalui skema perdagangan karbon. Disertasi Sekolah Pascasarjana Fakultas Kehutanan IPB. Tidak diterbitkan.

Soemarwoto, O. 1991. Indonesia Dalam Kancah Isu Lingkungan Global. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Vitousek, P.M. and P.A. Matson 1984. Mechanisms of nitrogen retention in forest ecosystems: a field experiment. Science, 225: 51-52.

Wade, M.K., and P.A. Sanchez. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the Amazon Basin. Agronomy Journal, 75: 39-45.

Widianto, D. Suprayono, H. Noveras, R.H. Widodo, P. Purnomosidhi dan M. van Noordwijk. 2004. Konversi hutan menjadi lahan pertanian : apakah fungsi hidrologis hutan dapat digantikan sistem kopi monokultur. Kompilasi Abstrak Agroforestri di Indonesia. Arifin *et al.* (editor). IPB-INAFE-SEANAFE-ICRAF.