

DINAMIKA DAN PERTUMBUHAN HUTAN SEKUNDER

Oleh

IRWANTO

Yogyakarta, 2006

1. PENDAHULUAN.

Masyarakat hutan merupakan suatu sistem yang hidup dan tumbuh, juga merupakan masyarakat yang dinamis, yang terbentuk secara berangsur-angsur melalui beberapa tahap invasi oleh tumbuh-tumbuhan. Tahap tersebut antara lain adaptasi, agregasi, persaingan dan penguasaan serta reaksi terhadap tempat tumbuh serta stabilisasi. Proses inilah yang disebut suksesi. Suksesi ini merupakan hasil dari tumbuhan itu sendiri, dalam arti bahwa tumbuhan yang berada dalam daerah tersebut suatu saat mampu mengubah lingkungannya, seperti tanah, tumbuhan dan iklim mikro di atasnya. Hal ini akan membuat spesies lebih mudah menyesuaikan diri daripada tumbuhan itu sendiri. Suatu masyarakat hutan akan mengalami perkembangan dan proses penuaan yang terjadinya dipengaruhi faktor-faktor tempat tumbuh dan reaksi dari vegetasi terhadap tempat tumbuh tersebut. Proses perkembangan masyarakat hutan inilah dinamakan suksesi hutan.

Suksesi primer terjadi apabila masyarakat asal terganggu. Gangguan ini mengakibatkan hilangnya masyarakat asal tersebut secara total. Kemudian di tempat itu akan muncul atau terbentuk habitat baru, yang tidak mampu membentuk masyarakat asal lagi. Dengan demikian, yang dimaksud dengan suksesi primer adalah perkembangan vegetasi, mulai dari habitat yang tidak bervegetasi serta mampu melewati tahapannya tanpa gangguan dari luar, sampai pada masyarakat yang stabil atau klimaks. Suksesi primer ini terbagi lagi menjadi 2 jenis, yakni suksesi yang berawal dari habitat kering, yang disebut suksesi xerark, dan suksesi yang berawal dari daerah basah (air tergenang) yang disebut suksesi hidrark. Masing-masing jenis suksesi tersebut diawali dengan komunitas pioner yang mirip tanpa dibantu oleh adanya faktor iklim.

Suksesi sekunder terjadi apabila suatu suksesi normal atau ekosistem alami terganggu/dirusak. Kebakaran, perladangan, penebangan secara selektif, penggembalaan dan banjir adalah contoh kegiatan manusia yang menimbulkan gangguan tersebut. Gangguan ini tidak sampai merusak total tempat tumbuh, sehingga dalam ekosistem tersebut substrat lama dan kehidupan masih ada. Contoh: kondisi hutan yang terlantar atau tanah garapan yang dit inggalkan.

2. DEFINISI HUTAN SEKUNDER

Istilah 'Hutan Sekunder' telah digunakan didalam nomenklatur ilmiah paling tidak sejak tahun 1950-an (Richards 1955, Greigh-Smith 1952). Walaupun akhir-akhir ini istilah tersebut semakin sering digunakan, namun istilah ini masih belum biasa dipakai di banyak negara. Di negara-negara tersebut, hutan-hutan yang terdiri dari jenis-jenis pohon lokal biasanya didefinisikan sebagai hutan atau hutan alami, tanpa mempedulikan apakah hutan tersebut merupakan hutan primer, hutan bekas tebangan, atau hutan hasil regenerasi. Karena itu, istilah hutan sekunder dapat mempunyai arti yang sangat berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena istilah 'hutan sekunder', sebagai padanan dari istilah 'hutan primer', menimbulkan asosiasi-asosiasi langsung yang subyektif, yang sulit untuk dibuat sistematisnya.

FAO tidak menggunakan sama-sekali istilah 'hutan sekunder'. Sebagai gantinya, dalam publikasi-publikasi FAO digunakan terminologi-terminologi yang berbeda, yang lebih-kurang dapat dipandang sebagai sinonim untuk berbagai formasi hutan sekunder. Pada tahun 1996, FAO mendefinisikan 4 macam hutan berdasarkan kerapatan tajuknya (hutan tertutup / *closed forest* dan hutan terbuka / *open forest*), serta bentuk perusakannya melalui perladangan berpindah (*long fallow*) dan faktor-faktor lainnya yang tidak dirinci lebih lanjut (*fragmented forest*). Hanya hutan tertutup (*closed forest*) yang digambarkan sebagai hutan alam yang tidak terganggu secara ekologi, dan karenanya didalam studi ini dianggap sama dengan hutan primer.

Definisi-definisi yang diberikan mengenai "Hutan Sekunder" dilihat dari ciri dan berbagai faktor pembentukannya adalah sebagai berikut :

Lamprecht (1986)

Hutan sekunder adalah fase pertumbuhan hutan dari keadaan tapak gundul, karena alam ataupun antropogen, sampai menjadi klimaks kembali. Tidak benar bahwa hutan sekunder tidak alami lagi, yang benar istilahnya adalah "Hutan Alam Sekunder" untuk membedakannya dari hutan alam primer

Sifat-sifat hutan sekunder :

- Komposisi dan struktur tidak saja tergantung tapak namun juga tergantung pada umur.
- Tegakan muda berkomposisi dan struktur lebih seragam dibandingkan hutan aslinya.
- Tak berisi jenis niagawi. Jenis-jenis yang lunak dan ringan, tidak awet, kurus, tidak laku.
- Persaingan ruangan dan sinar yang intensif sering membuat batang bengkok. Jenis-jenis cepat gerowong.
- Riap awal besar, lambat laun mengecil.
- Karena struktur, komposisi dan riapnya tidak akan pernah stabil, sulit merencanakan pemasaran hasilnya.

Brown & Lugo (1990)

Hutan-hutan sekunder “terbentuk sebagai suatu konsekuensi dari dampak manusia terhadap kawasan-kawasan hutan” Hutan-hutan yang terbentuk sebagai suatu konsekuensi dari pengaruh manusia, biasanya setelah adanya kegiatan pertanian di areal-areal hutan yang ditebang-habis, tidak termasuk disini. Dalam konteks ini, hutan-hutan sekunder merupakan suatu komponen penting dari perladangan berpindah.

Catterson (1994)

Suatu bentuk hutan dalam proses suksesi yang mengkolonisasi areal-areal yang sebelumnya rusak akibat sebab-sebab alami atau manusia, dan yang suksesinya tidak dipengaruhi oleh vegetasi asli disekitarnya karena luasnya areal yang rusak. Bentuk-bentuk formasi vegetasi berikut ini dapat terbentuk: lahan kosong / padang-padang rumput buatan / areal areal bekas-tebangan baru / areal-areal bekas tebangan yang lebih tua.

Corlett (1994)

Ciri-ciri utama dari hutan-hutan sekunder adalah terjadinya interupsi dari penutupan hutan yang kontinyu, ketergantungan dari luar dalam pembentukan hutan kembali, dan kenyataan bahwa ciri-ciri ini dapat dikenali pada struktur dan/atau komposisi vegetasi

hutan. Pendefinisian hutan-hutan sekunder seperti biasanya adalah suatu masalah bagaimana menarik garis batas didalam suatu selang/skala.

Parlemen Jerman (1990)

Hutan-hutan sekunder mencakup semua tahapan suksesi yang terjadi pada areal-areal yang kosong akibat sebab-sebab alami atau kegiatan manusia.

FAO (1993)

Setelah adanya perubahan dari bentuk pemanfaatan lahan yang terkait dengan pengurangan penutupan pohon dibawah 10% (penggundulan hutan), hutan sekunder akan terbentuk apabila areal tersebut ditinggalkan tanpa gangguan.

Finegan (1992)

„...didefinisikan sebagai vegetasi berkayu yang berkembang/tumbuh diatas lahan yang ditinggalkan sebelumnya setelah vegetasi aslinya dirusak akibat kegiatan manusia.“

Greigh-Smith (1952)

Pertumbuhan kembali setelah tebang-habis.

Huss (1996)

Setelah hutan-hutan alam atau sisa-sisa hutan alam terdegradasi akibat kegiatan tebang pilih atau pembalakan kayu yang tak terkontrol, hutan-hutan sekunder berkembang dari benih pohon-pohon pionir, coppice dari sisa-sisa (tunggul) pohon, atau melalui regenerasi jenis-jenis pohon klimaks, selama proses tersebut tidak diganggu. Karena itu hutan-hutan yang terdegradasi dan hutan-hutan sekunder tidak dapat dibedakan secara jelas. Hutan-hutan sekunder seringkali membentuk mosaik mosaik kecil dari komunitas hutan serta fase-fase degradasi dan regenerasi yang sulit dipilah-pilah.

Kaffka (1990)

Hutan-hutan bekas tebangan yang kemudian dibiarkan tanpa gangguan-gangguan dapat berkembang menjadi hutan sekunder.

Lanly (1982)

Hutan-hutan sekunder yang berusia lebih dari 60-80 tahun diklasifikasikan sebagai hutan-hutan yang belum terjamah atau hutan-hutan primer. Hutan-hutan sekunder atau hutan bera adalah sebuah mosaik dari areal-areal yang digunakan untuk kegiatan pertanian, hutan-hutan yang belum terjamah dan hutan-hutan dengan umur yang berbeda-beda, yang terdiri dari komposisi vegetasi yang berkembang/tumbuh setelah adanya tebang-habis dari formasi-formasi hutan tertutup atau terbuka.

Sips et al. (1993)

„...bentuk dari hutan hujan tropik yang berada pada tahapan rekonstruksi yang suksesif setelah terjadinya penggundulan total akibat gangguan-gangguan alam dan/atau manusia, dan dimana intensitas, ukuran, dan lamanya gangguan yang terjadi meminimalkan bahwa pengaruh dari vegetasi disekelilingnya terhadap proses regenerasi.“ (.....regenerasi secara *autogen*“ oleh vegetasi hutan disekelilingnya diminimalkan).

UNESCO (1978)

Vegetasi yang mengkolonisasi areal-areal, dimana sebagian atau seluruh vegetasi asli telah menghilang akibat gangguan-gangguan alam atau manusia.

Weaver and Birdsey (1986)

Hutan-hutan yang merupakan hasil dari lahan pertanian atau penggembalaan/peternakan yang ditinggalkan, dan hutan-hutan yang merupakan hasil regenerasi dari kawasan hutan yang sebelumnya ditebang-habis atau terganggu.

WWF (1988)

Hutan-hutan yang diperbaharui secara substansial akibat intervensi manusia.

3. TAHAP-TAHAP PERKEMBANGAN SUKSESISEKUNDER

☞ • Fase Permulaan

Setelah penggundulan hutan, dengan sendirinya hampir tidak ada biomasa yang tersisa yang mampu beregenerasi. Tetapi, tumbuhan herba dan semak-semak muncul dengan cepat dan menempati tanah yang gundul.

☞ • Fase Awal/Muda

Kurang dari satu tahun, tumbuhan herba dan semak-semak digantikan oleh jenis-jenis pohon pionir awal yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: pertumbuhan tinggi yang cepat, kerapatan kayu yang rendah, pertumbuhan cabang sedikit, daun-daun berukuran besar yang sederhana, relatif muda/cepat mulai berbunga, memproduksi banyak benih-benih dorman ukuran kecil yang disebarkan oleh burung-burung, tikus atau angin, masa hidup yang pendek (7- 25 tahun), berkecambah pada intensitas cahaya tinggi, dan daerah penyebaran yang luas. Kebutuhan cahaya yang tinggi menyebabkan bahwa tingkat kematian pohon-pohon pionir awal pada fase ini sangat tinggi, dan pohon-pohon tumbuh dengan umur yang kurang lebih sama. Walaupun tegakan yang tumbuh didominasi oleh jenis-jenis pionir, namun pada tegakan tersebut juga dijumpai beberapa jenis pohon dari fase yang berikutnya, yang akan tetapi segera digantikan/ditutupi oleh pionir-pionir awal yang cepat tumbuh.

Siklus unsur hara berkembang dengan sangat cepat. Khususnya unsur-unsur hara mineral diserap dengan cepat oleh tanaman-tanaman, sebaliknya nitrogen tanah, fosfor dan belerang pada awalnya menumpuk di lapisan organik (Jordan 1985). Pertumbuhan tanaman dan penyerapan unsur hara yang cepat mengakibatkan terjadinya penumpukan biomasa yang sangat cepat. Dalam waktu kurang dari lima tahun, indeks permukaan daun dan tingkat produksi primer bersih yang dimiliki hutan-hutan primer sudah dapat dicapai. Biomasa daun, akar dan kayu terakumulasi secara berturut-turut. Begitu biomasa daun dan akar berkembang penuh, maka akumulasi biomasa kayu akan meningkat secara tajam. Hanya setelah 5-10 tahun biomasa daun dan akar halus akan meningkat mencapai nilai seperti di hutan-hutan primer. Selama 20 tahun pertama, produksi primer bersih

mencapai 12-15 t biomasa/ha/tahun, yang demikian melebihi yang yang dicapai oleh hutan primer yaitu 2-11 t/ha/tahun.

Proses-proses biologi akan berjalan lebih lambat setelah sekitar 20 tahun. Ciri-ciri ini adalah permulaan dari fase ketiga (fase dewasa).

☞ **Fase Dewasa**

Setelah pohon-pohon pionir awal mencapai tinggi maksimumnya, mereka akan mati satu per satu dan secara berangsur-angsur digantikan oleh pionir-pionir akhir yang juga akan membentuk lapisan pohon yang homogen (Finegan 1992). Secara garis besar, karakteristik-karakteristik pionir-pionir akhir yang relatif beragam dapat dirangkum sebagai berikut: Walaupun sewaktu muda mereka sangat menyerupai pionir-pionir awal, pionir-pionir akhir lebih tinggi, hidup lebih lama (50-100 tahun), dan sering mempunyai kayu yang lebih padat.

Pionir-pionir akhir menggururkan daun dan memiliki biji/benih yang disebarkan oleh angin, yang seringkali dorman di tanah dalam periode waktu yang sangat lama. Mereka bahkan dapat berkecambah pada tanah yang sangat miskin unsur hara bila terdapat intensitas cahaya yang cukup tinggi. Jenis-jenis pionir akhir yang termasuk kedalam genus yang sama biasanya dijumpai tersebar didalam sebuah daerah geografis yang luas.

Dalam akhir fase, akumulasi biomasa berangsur-angsur mengecil secara kontinyu. Dalam hutan-hutan yang lebih tua, biomasa yang diproduksi hanya 1- 4.5 t/ha/tahun. Setelah 50-80 tahun, produksi primer bersih mendekati nol. Sejalan dengan akumulasi biomasa yang semakin lambat, efisiensi penggunaan unsur-unsur hara akan meningkat, karena sebagian besar dari unsur-unsur hara tersebut sekarang diserap dan digunakan kembali. Sebagai hasil dari keadaan tersebut dan karena adanya peningkatan unsur hara-unsur hara yang non-fungsional pada lapisan organik dan horizon tanah bagian atas, maka konsentrasi unsur-unsur hara pada biomasa menurun (Brown & Lugo 1990). Perputaran kembali unsur hara pada daun-daunan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan fase sebelumnya.

☞ **Fase klimaks**

Pionir-pionir akhir mati satu per satu setelah sekitar 100 tahun (Liebermann & Liebermann 1987) dan berangsur-angsur digantikan oleh jenis-jenis tahan naungan yang telah tumbuh dibawah tajuk pionir-pionir akhir. Jenis-jenis ini adalah jenis-jenis pohon klimaks dari hutan primer, yang dapat menunjukkan ciri-ciri yang berbeda. Termasuk dalam jenis-jenis ini adalah jenis-jenis kayu tropik komersil yang bernilai tinggi dan banyak jenis lainnya yang tidak (belum) memiliki nilai komersil.

Perlahan-lahan suatu kondisi keseimbangan yang stabil (steady-state) mulai terbentuk, dimana tanaman-tanaman yang mati secara terus menerus digantikan oleh tanaman (permudaan) yang baru. Areal basal dan biomasa hutan primer semula dicapai setelah 50-100 tahun (Riswan et al. 1985) atau 150-250 tahun (Saldarriaga et. al. 1988). Setelah itu tidak ada biomasa tambahan yang terakumulasi lagi. Namun, permudaan lubang/celah tajuk yang khas terjadi pada hutan-hutan tropik basah biasanya memerlukan waktu selama 500 tahun (Riswan et al. 1985).

Suksesi standar yang dijelaskan di atas adalah suatu contoh gambaran yang sangat skematis dari proses-proses suksesi yang sangat kompleks dan beragam. Walaupun kebanyakan suksesi mengikuti pola seperti yang dijelaskan di atas, pada kenyataannya di alam beberapa tahap suksesi sering terlampaui, atau berbagai proses suksesi muncul secara bersamaan dalam susunan seperti mosaik. Suatu situasi khusus terjadi, bila permudaan dari jenis pohon klimaks tetap hidup atau terdapat di seluruh areal setelah atau walaupun terjadi gangguan yang menyebabkan penggundulan hutan tersebut. Dalam hal ini, seluruh fase suksesi akan dilalui oleh komunitas tumbuhan tersebut, dan sebagai akibatnya yang terjadi hanyalah perubahan struktur hutan.

4. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMBENTUKAN HUTAN SEKUNDER

4.1. FAKTOR-FAKTOR EKOLOGI

Sebagaimana halnya pada seluruh hutan lainnya, karakteristik-karakteristik dan perkembangan hutan-hutan sekunder juga tergantung pada kondisi-kondisi spesifik pertumbuhannya. Kondisi-kondisi spesifik tersebut mencakup tidak hanya perkembangan

dari pertumbuhan riap dan volume tegakan saja, melainkan juga struktur dan komposisi tegakan. Kondisi-kondisi pertumbuhan ini ditentukan oleh pengaruh-pengaruh iklim utama (zona iklim dan vegetasi) dan kondisi-kondisi regional, serta oleh karakteristik-karakteristik dan perkembangan hutan itu sendiri.

☞ **Kondisi-kondisi tapak**

Formasi hutan (vegetasi fase klimaks) yang dimasukkan dalam suatu zona iklim tertentu memberikan petunjuk mengenai ciri-ciri dari suatu hutan sekunder di masa yang akan datang, karena dalam jangka-waktu tertentu hutan sekunder ini akan berkembang kearah vegetasi klimaks -tentu saja apabila tidak ada sumberdaya genetik yang hilang. Setiap benua memperlihatkan adanya perbedaan-perbedaan didalam zona vegetasi yang sama, tergantung pada sejarah perkembangan mereka masing-masing.

Tetapi dimana kondisi tapaknya sama, kelompok-kelompok jenis yang serupa akan terbentuk. Di semua benua, contohnya, jenis-jenis vegetasi dari masing-masing fase suksesi menunjukkan karakteristik-karakteristik yang sama. Namun, proporsi jenis-jenis pohon komersil kadang-kadang sangat berbeda. Sebagai contoh, hutan-hutan dipterokarpa dataran rendah di pulau-pulau Asia Tenggara memiliki lebih banyak jenis-jenis pohon yang bernilai tinggi dibandingkan hutan-hutan tropik lainnya, dan oleh karena itu hutan-hutan tersebut dieksploitasi secara lebih intensif (Kartawinata 1994). Contoh ini menggambarkan bahwa perbedaan-perbedaan regional juga dapat sangat mempengaruhi perkembangan dan potensi dari hutan-hutan sekunder.

Perbedaan-perbedaan iklim dalam suatu jalur vegetasi (misalnya temperatur dan curah hujan) juga mempengaruhi jalannya suksesi. Di daerah tropik, contohnya, dalam proses penghutanan kembali dari suatu areal yang ditebang habis, *coppice* memainkan peranan yang semakin penting apabila iklimnya semakin kering dan semakin dingin. Pada sebagian besar hutan-hutan kering yang ditebang, regenerasi yang terjadi hanya melalui *coppice* dan tunas-tunas akar.

Pada daerah-daerah yang tinggi (pegunungan) di kawasan tropika, fase pionir sama-sekali tidak terjadi dan areal-areal tersebut langsung dikolonisasi dengan jenis-jenis pohon klimaks. Iklim mikro (cahaya, radiasi, angin, temperatur dan kelembaban)

didalam suatu zona vegetasi sangat dipengaruhi oleh vegetasi yang tersisa setelah terjadinya gangguan. Hal ini sangat mempengaruhi kondisi-kondisi permudaan. Sebagai contoh, intensitas cahaya yang tinggi serta fluktuasi radiasi dan kelembaban menguntungkan bagi permudaan jenis-jenis pionir awal, sedangkan intensitas cahaya yang rendah diperlukan untuk pertumbuhan jenis pohon klimaks yang tumbuh dibawah naungan tajuk.

Faktor ekologi lainnya yang penting untuk suksesi adalah kesuburan tanah (Finegan 1992). Suksesi berjalan jauh lebih lambat pada tanah-tanah yang miskin unsur hara daripada pada tanah yang kaya unsur hara. Pada tanah-tanah yang sangat miskin akan unsur hara, kolonisasi jenis-jenis pionir awal membutuhkan waktu puluhan tahun lamanya dan terjadi dengan sangat tidak teratur. Walaupun demikian, tanah-tanah yang kurang subur mempunyai potensi yang cukup untuk rekolonisasi, dengan syarat bahwa tidak terjadi degradasi tanah lebih lanjut (Uhl et al. 1988). Tanah-tanah semacam itu seringkali ditumbuhi oleh jenis-jenis pohon berkayu keras yang tumbuh sangat lambat, yang mencirikan jenis-jenis pohon klimaks yang khas pada tapak-tapak tersebut. Semakin miskin tanah, semakin besar pengaruh intervensi-intervensi (gangguan-gangguan) (Sanchez 1976).

Degradasi tanah yang terjadi dapat sedemikian beratnya akibat gangguan-gangguan manusia yang sangat kuat, sehingga proses penghutanan kembali secara alami dapat terhalangi selama beberapa dekade atau bahkan beberapa abad (Corlett 1995).

☞ **Sumberdaya-sumberdaya permudaan/regenerasi**

Disamping kondisi-kondisi abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan hutan sekunder juga tergantung pada komposisi dan kerapatan flora dan fauna yang berhubungan dengan regenerasi. Disini, hal-hal yang penting adalah vegetasi yang tersisa di areal hutan sekunder setelah adanya gangguan, seperti juga jarak dari hutan (misalnya hutan primer) yang (masih) ada.

Kemampuan regenerasi alam yang ada (dalam bentuk *coppice*, tunas-tunas akar dan biji-biji/benih-benih yang berada di tanah) sangat mempengaruhi jalannya suksesi. Bila potensi regenerasi yang ada habis atau rusak, maka permudaan alam menjadi sangat

penting. Dalam hal ini jarak, struktur dan keanekaragaman jenis dari hutan-hutan primer dan sekunder yang lebih tua yang letaknya berdekatan memainkan peranan yang sangat penting. Selain itu, fauna yang masih ada (sebagai media terpenting dalam penyebaran benih-benih dari jenis-jenis pohon klimaks) juga memiliki peranan yang sangat penting. (Corlett 1995). Jika biji/benih tidak dapat disebarkan melalui binatang-binatang, maka permudaan dari jenis-jenis klimaks yang memiliki biji-biji yang berat hanya dapat berlangsung disekitar pohon-pohon induk.

4.2. PENGARUH MANUSIA

☞ Pemanfaatan Kayu

Penebangan/pengambilan kayu memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap flora dan fauna, seperti juga halnya terhadap iklim mikro dan tanah. Fauna dipengaruhi secara tidak langsung dengan rusaknya habitat mereka dan secara langsung melalui perburuan. Besarnya pengaruh/akibat dari pembalakan tergantung pada intensitas dan frekwensinya.

Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin banyak pohon yang ditebang dan semakin luas areal yang diusahakan, maka semakin baik kondisi-kondisi untuk permudaan jenis-jenis pionir awal serta semakin kecil keragaman benih/bibit yang tersedia dan dengan demikian keragaman jenis yang ambil bagian dalam suksesi. Pada saat yang bersamaan, resiko degradasi tanah meningkat sejalan dengan intensitas gangguan. Berdasarkan keadaan tersebut, gradien dampak penebangan dapat ditentukan mulai dari penebangan secara selektif (tebang pilih) sampai ke tebang habis.

☞ Tebang Pilih

Pada kegiatan penebangan secara selektif (tebang-pilih) sebagian besar dari keanekaragaman jenis tidak menghilang. Gap-gap yang terjadi akibat penebangan biasanya ditutupi oleh pertumbuhan pohon-pohon disekitarnya. Meskipun demikian, tebang-pilih juga dapat mengakibatkan pemiskinan jenis sampai punahnya satu atau lebih jenis pohon di suatu wilayah. Hal ini terutama terjadi di daerah-daerah dimana jenis-jenis pohon klimaks dengan biji yang berat mempunyai kerapatan yang rendah, atau dimana

potensi rekolonisasi tidak ada akibat penggundulan daerah-daerah disekitarnya. Karena pada sistem tebang-pilih hampir semua jenis pohon komersil ditebang, maka potensi 'ekonomi' hutan menjadi sangat berkurang dengan semakin sedikitnya keanekaragaman jenis pohon yang masih tersisa.

Tebang-pilih juga sangat melindungi struktur tanah dan ketersediaan unsur hara, yang dengan demikian memungkinkan terjadinya rekolonisasi secara cepat (Corlett 1994). Tanah di dekat jalan-jalan logging dapat menjadi sangat rusak akibat pemadatan tanah yang lebih intensif dan erosi yang mungkin terjadi (Johns 1992). Karena itu, dampak-dampak tebang pilih hanya dapat dinilai sepenuhnya, apabila akibat-akibat tidak langsung dari penebangan juga diperhitungkan didalamnya. Contohnya, pembukaan wilayah hutan dalam rangka kegiatan tebang-pilih dan pengambilan kayu-kayu berdiameter besar akan sangat mempermudah pemanfaatan areal selanjutnya untuk tujuan-tujuan lain (misalnya untuk pertanian). Hal ini mengurangi kemungkinan-kemungkinan untuk mengkonservasikan hutan atau menghutankan kembali suatu areal.

Jika tebang-pilih dilakukan di sebuah hutan berulang-kali dalam jangka-waktu yang panjang, maka proporsi jenis-jenis pohon komersil akan berkurang, unsur-unsur hara akan menipis, dan tegakan tersebut akan semakin terbuka. Semua faktor-faktor ini menurunkan kemampuan/kualitas tapak untuk jangka waktu yang lama.

☞ **Tebang Habis**

Dalam sistem tebang-habis, seluruh jenis pohon yang ada ditebang. Struktur tanah dan unsur-unsur hara yang ada dirusak sedemikian rupa sehingga rekolonisasi areal tersebut didominasi oleh jenis-jenis yang berasal dari luar areal tersebut (Corlett 1994). Dalam keadaan seperti ini, ketersediaan, penyebaran dan frekwensi jenis-jenis potensial sangat menentukan proses suksesi yang terjadi.

Sebagai akibat dari eliminasi vegetasi secara total dalam skala besar melalui kegiatan tebang-habis, maka hutan-hutan sekunder yang tumbuh setelah itu pada umumnya miskin akan jenis dan seringkali tidak mempunyai jenis-jenis pohon yang berasal dari komunitas pohon klimaks. Biasanya hanya beberapa jenis pohon pionir yang akan mendominasi areal tersebut, yaitu jenis-jenis yang juga memulai rekolonisasi ga-gap

besar dalam hutan-hutan klimaks. Yang ikut menentukan kecepatan dan jalannya suksesi adalah ketersediaan dan jaraknya ke sumber-sumber dan penyebar benih/bibit serta adanya *coppice* dan benih-benih di tanah (tergantung dari jenis pohon, benih-benih tersebut dapat dibawa oleh angin yang kuat sampai beberapa ratus kilometre, atau tinggal di tanah dalam keadaan dorman untuk beberapa tahun lamanya).

Pemadatan tanah yang terjadi akibat penggunaan mesin-mesin berat secara intensif mempunyai dampak negatif dalam jangka-panjang terhadap akumulasi biomasa (Finegan 1992), yang terutama di tanah-tanah miskin memainkan peranan penting sebagai penyimpan unsur-unsur hara (Poels 1982). Pada tanah-tanah yang padat, rekolonisasi memakan waktu yang lebih lama. Areal-areal kosong dan jalan-jalan merupakan titik awal dari erosi, yang terutama pada daerah-daerah lereng dapat menimbulkan terjadinya pengangkutan tanah dalam skala besar. Meningkatnya intensitas pembalakan menyebabkan semakin beratnya degradasi yang terjadi. Pada gangguan-gangguan yang terjadi dalam skala besar, erosi tanah dan pencucian unsur-unsur hara memainkan peranan yang semakin penting.

Perbedaan antara tebang-pilih dan tebang-habis menjadi semakin tidak jelas apabila hutan-hutan tersebut semakin sering ditebang atau tidak ditebang seluruhnya dalam sistem tebang-habis. Setiap batang pohon yang ditinggalkan mempunyai efek yang positif terhadap kecepatan rekolonisasi dan komposisi jenis dari hutan yang baru (Fedlmeier 1996).

☞ **Kebakaran**

Kebakaran yang biasa terjadi di daerah-daerah dengan periode kering yang jelas memperbesar dampak-dampak dari tebang-habis seperti yang dipaparkan di atas. Api/kebakaran mengurangi lebih lanjut potensi permudaan yang ada dengan memusnahkan tanaman-tanaman muda yang masih hidup dan mengurangi kemampuan pohon-pohon untuk bertunas (*coppice*).

Kebakaran yang terjadi berulang-kali bahkan dapat menyebabkan degradasi secara permanen dengan memusnahkan kemampuan akar dan batang untuk bertunas serta kemampuan benih-benih jenis-jenis pohon pionir yang berada di tanah untuk

berkecambah. Di daerah-daerah tropik beriklim sedang, kebakaran yang terjadi berulang kali dapat menyebabkan terjadinya suksesi kearah pembentukan formasi vegetasi dengan jenis-jenis yang tahan api.

Peningkatan persediaan unsur-unsur hara yang terjadi setelah adanya kebakaran dapat berlangsung sampai 3 tahun lamanya. Persediaan total unsur hara selalu berkurang melalui proses-proses pencucian dan konversi. Selain itu, erosi dan dan pemadatan tanah juga memainkan peranan penting. Tingkat degradasi yang terjadi akibat kebakaran tergantung tidak hanya dari karakteristik-karakteristik tanah serta kondisi-kondisi mikro dan makro dari tapak (kelerengan, posisi pada lereng, curah hujan, temperatur), melainkan juga khususnya dari macam dan besarnya gangguan.

☞ **Pertanian**

Tebang pilih, tebang habis dan/atau kebakaran seringkali merupakan peristiwa-peristiwa yang terjadi sebelum dilakukannya pemanfaatan lahan untuk pertanian. Karena itu, seluruh dampak/efek yang telah dijelaskan di atas juga berlaku untuk pemanfaatan lahan untuk pertanian. Budidaya pertanian skala kecil saja sudah dapat sangat mengurangi potensi permudaan melalui pemusnahan tanaman-tanaman muda yang ada dan penurunan kemampuan untuk bertunas dari batang-batang yang ada (coppice) (Corlett 1995). Oleh sebab itu, rekolonisasi areal tersebut tergantung sepenuhnya dari vegetasi yang berada disekitarnya.

Apabila perkembangan hutan sekunder terjadi setelah adanya pemanfaatan wanatani (misalnya penanaman pohon untuk menaungi tanaman kopi atau untuk memenuhi kebutuhan subsisten pertanian, yang biasanya mempunyai bentuk batang yang jelek dan volume kayu yang kecil), maka pohon-pohon yang ditanam dalam rangka kegiatan wanatani seringkali menentukan komposisi jenis pada fase awal suksesi.

Didalam ruang-lingkup sistem-sistem tradisional perladangan berpindah, komposisi jenis dari hutan-hutan yang kemudian berkembang sangat dipengaruhi oleh tindakan-tindakan yang dilakukan, yaitu mulai dari penanaman pohon-pohon buah berumur panjang sampai pada pengmebangan komunitas-komunitas suksesi secara buatan.

Karena lahan-lahan yang produktif/subur biasanya digunakan untuk kegiatan pertanian, maka hutan-hutan biasanya tumbuh diatas lahan-lahan marjinal yang kurang menarik untuk pertanian. Lahan-lahan marjinal ini bahkan seringkali digunakan untuk pertanian, contohnya dalam sistem-sistem perladangan berpindah. Budidaya (pertanian) menyebabkan mobilitas unsur hara yang lebih tinggi. Namun, vegetasi yang ada tidak mampu menyerap dengan cepat unsur-unsur hara yang dilepaskan. Sebagai akibatnya terjadi pencucian unsur-unsur hara dan pengangkutan (erosi) tanah, yang khususnya terjadi pada intervensi (kegiatan pertanian) skala-besar dan pada kondisi-kondisi tapak yang sensibel.

Degradasi ini sangat memperlambat jalannya suksesi. Contohnya, areal-areal yang diteliti di Venezuela, yang tidak digunakan untuk kegiatan pertanian, mempunyai jenis-jenis kayu tiga kali lipat banyaknya, tutupan hutan yang lebih rapat, dan biomasa 30% lebih banyak dari areal-areal yang digunakan untuk kegiatan pertanian lima tahun sebelumnya. Tingkat degradasi yang terjadi tergantung dari intensitas dan lamanya pemanfaatan. Pemanfaatan pertanian yang lama tanpa menggunakan pupuk dapat memperburuk kondisi-kondisi tanah dengan sangat cepat. Contohnya, tanda-tanda defisiensi unsur-unsur hara pada tanah-tanah Oxisol dan Ultisol yang miskin serta pada beberapa tanah vulkanik (Mazzorino et al. 1988) sudah mulai kelihatan dalam waktu kurang dari 5 tahun. Setelah 8 tahun, tingkat pertukaran aluminium sampai 100% sudah dapat diukur (Sanchez et al. 1983). Berlawanan dengan tapak-tapak yang hanya sedikit dimanfaatkan, pada tanah-tanah/tapak-tapak tersebut tidak terdapat lagi P, K, Ca atau Mg dalam konsentrasi yang signifikan.

Di daerah-daerah tropik, pemanfaatan lahan untuk pertanian dalam jangka waktu lebih dari 5 tahun menyebabkan degradasi lahan yang berat. Permudaan dari banyak jenis pohon akan terhambat, karena potensi permudaan yang ada dirusak melalui pengolahan tanah, atau karena terjadinya perubahan radikal dari komposisi *mycorrhizae* yang sangat menentukan kemampuan pohon untuk berkompetisi. Budidaya pertanian yang lebih lama dan lebih sering serta degradasi yang diakibatkannya dapat menyebabkan terbentuknya fase semi-klimaks yang sangat berbeda dari hutan aslinya (Corlett 1995). Bambu (Whitemore 1984), rumput *Imperata* (Kartawinata 1994) atau padang alang-alang

(Amerika Tengah) dapat mencegah terbentuknya hutan kembali dalam jangka-waktu yang tidak terbatas. Dalam kasus-kasus yang ekstrim, perubahan-perubahan semacam ini dapat menyebabkan terbentuknya formasi semak-belukar yang permanen.

☞ **Peternakan/penggembalaan di padang rumput**

Padang rumput selalu ditinggalkan bila kondisi-kondisi yang ada tidak lagi menunjang kegiatan penggembalaan. Kedalam kondisi-kondisi ini termasuk pengambilan kembali hak-hak penggunaan lahan, masalah-masalah yang menyangkut kesehatan ternak, serta keterbatasan ekonomi yang menyebabkan peternakan tidak menguntungkan lagi dan menurunnya kesuburan tanah. Potensi permudaan yang masih ada (setelah tebang-habis) untuk berkecambah bertahan lebih lama apabila lahan tersebut digunakan untuk penggembalaan ternak dibandingkan dengan apabila lahan tersebut digunakan untuk budidaya tanaman pertanian.

Selain itu, setelah digunakan untuk penggembalaan lahan, tersebut memiliki lebih banyak bahan organik dibandingkan dengan, contohnya, setelah digunakan sebagai perkebunan kopi. Bahkan, lahan penggembalaan sering mempunyai bahan organik yang lebih banyak dibandingkan dengan hutan primer. Walaupun demikian, padang rumput dapat merupakan penghambat langsung atau tidak langsung untuk suksesi hutan, karena padang rumput menjadi habitat bagi hewan-hewan pemakan biji, menyaingi tanamantanaman kayu dalam pemanfaatan unsur-unsur hara, memperbesar defisit air pada musim kering, dan memperbesar risiko terjadinya kebakaran.

Dilain pihak, padang rumput di dataran-dataran rendah tropik basah dan tropik beriklim sedang kebanyakan akan menghilang, kecuali apabila terjadi kebakaran secara periodik (Goldammer 1995). Erosi dan pemadatan tanah pada lahan-lahan yang digunakan untuk kegiatan pertanian lebih tinggi dibandingkan pada lahan-lahan yang ditutupi/ditumbuhi oleh rumput secara permanen.

5. KONDISI HUTAN SEKUNDER DI INDONESIA

Pemanfaatan terus-menerus sumberdaya alam dari hutan-hutan primer dan sekunder dilakukan melalui :

- a) Pemanfaatan kayu: melalui pembukaan tajuk dan meningkatnya pertumbuhan semak belukar, kegiatan ini menyebabkan terbentuknya hutan sekunder yang lebih rendah daya tahannya terhadap api apabila dibandingkan dengan hutan-hutan primer.
- b) Perladangan berpindah: pembangunan jalan dan proyek transmigrasi menyebabkan meningkatnya kegiatan perladangan berpindah.
- c) Konversi lahan menjadi areal perkebunan meningkatkan bahaya kebakaran.

Berkembangnya hutan-hutan sekunder setelah kebakaran mempunyai berbagai konsekuensi terhadap fungsi-fungsi ekonomi dan perlindungan (hutan):

- ♣ menurunnya tingkat kesuburan tanah;
- ♣ meningkatnya erosi tanah;
- ♣ menurunnya kapasitas infiltrasi air;
- ♣ menurunnya hasil-hasil panen yang disebabkan oleh serangan / gangguan binatang (burung-burung, babi hutan, dan monyet), yang tidak mendapatkan makanannya lagi dalam jumlah yang cukup di hutan-hutan sekunder;
- ♣ membaiknya kondisi-kondisi untuk kegiatan perburuan pada tahun-tahun pertama setelah kebakaran hutan;
- ♣ berkurangnya kemungkinan-kemungkinan pengambilan produk-produk non-kayu (misalnya: rotan, damar);
- ♣ berkurangnya pemanfaatan jenis-jenis pohon komersil; Kegiatan pemanfaatan kayu dipusatkan pada daerah-daerah yang tidak atau mengalami kerusakan ringan akibat kebakaran hutan;

Seluruh tahapan suksesi dan tingkat kerusakan (dari yang ringan sampai yang berat) terdapat di hutan-hutan sekunder. Sebagai akibat dari kebakaran hutan, komposisi

jenis-jenis pohon berubah menjadi jenis hutan sekunder *Euphorbiaceae*. Hutan sekunder ini hanya terdiri dari satu strata dengan hanya sedikit jenis-jenis pohon komersil.

Waktu suksesi yang dibutuhkan hutan ini untuk mencapai tingkat klimaks diperkirakan memakan waktu 30-500 tahun. Terjadinya lagi kebakaran hutan secara berulang-ulang akan mengakibatkan terbentuknya padang rumput *Imperata cylindrica* (alang alang) dan menghalangi suksesi dari hutan sekunder.

Penelitian di dekat kota Samarinda, Kalimantan Timur (Kartawinata, *et al.*, 1983) menunjukkan bahwa pembentukan padang alang-alang hanya terjadi dalam kurun waktu 4 tahun setelah hutan primer atau hutan klimaks ditebang habis dan dibakar setiap tahunnya, untuk kemudian dijadikan ladang padi serta diberakan. Setelah satu tahun, sejak pembakaran pertama pada tahun 1977, telah tumbuh keanekaragaman jenis tumbuhan dan serangga yang masih cukup tinggi. Angka ini turun lagi setelah pembakaran tahun 1981, yang berarti tinggal 15 persen dari keanekaragaman tersebut. Hanya terdapat beberapa jenis yang tahan hidup, terutama alang-alang dan harendong. Dalam waktu 4 tahun, vegetasi ladang sudah hampir terkuasai. Jika pembakaran tidak dilakukan lagi, vegetasi tersebut akan membentuk belukar muda dan bila dibiarkan terus akan menjadi belukar tua atau hutan muda dengan keanekaragaman jenis yang lebih tinggi dan struktur hutan yang lebih kompleks.

Jenis pionir yang mula-mula tumbuh pada tempat terbuka bekas penebangan dan perladangan akan membentuk kalampoyan (*Anthecephalus ehinensis*), *Macaranga* sp., legundi (*Vitex* sp), seru (*Schima walichii*), tembesi (*Fragrea fragrans*) dan sungkai (*Peronema canescens*). Jenis jenis tersebut berumur pendek dan akan segera digantikan jenis lain yang lebih toleran dan tahan naungan. Pada akhirnya jenis klimaks inilah yang akan dominan seperti golongan *Dipterocarpaceae* (meranti) antara lain meranti (*Shorea*), kapur (*Dryobalanops*), dan keruing resak.

Pohon besar tumbang dan mati akan tercipta sebuah celah (*gaps*) atau bukaan dalam hutan. Ini adalah suatu permulaan terjadinya proses regenerasi atau permudaan alami. Batang tersebut akan mengalami pelapukan sebagai akibat dari bentukan dan penghancuran secara alami. Selang beberapa tahun kemudian pohon tersebut berkembang lebih cepat, terlebih-lebih bagi jenis memerlukan cahaya (intoleran). Akibat sering terkena cahaya matahari,

pohon tersebut akhirnya digantikan dengan yang lebih besar. Celah yang terjadi tampak lebih besar, yang tumbuh sebagai pohon pionir dan cepat tumbuh tetapi pendek umur adalah *Macaranga*, *Malotus*, *Trema*, *Anthocephalus*, *Duabanga*, dan lain-lain (Manan, 1980).

Suksesi sekunder yang terjadi pada daerah hutan hujan yang diusahakan lalu ditinggalkan, pertumbuhannya akan dimulai dengan vegetasi rumput dan semak kecil atau terna, seperti *Imperata Lylindrica* (alang-alang), *Amaranthus* (bayam), *Mimosa* (rebah bangun), *Ageratum* dan *Physalis* (ciplukan). Semak-semak seperti *Lantana camara* (tembelekan), *Salanum*, *Eupatorium* (kirinyu), *Piper aduncum*, *Tetracera* dan *Blumea sp* akan tumbuh sesudah itu. Disusul kemudian oleh pohon-pohon seperti *Macaranga*, *Vitex*, *Dillenia* dan *Ficus*. Akhirnya apabila keadaan lingkungan memungkinkan, seperti keadaan tanah yang tidak tererosi, sesudah 15-20 tahun akan terjadi hutan sekunder muda dan 50 tahun kemudian akan menjadi hutan sekunder tua yang berangsur-angsur akan mencapai klimaknya, yaitu hutan hujan dataran rendah. Hasil penelitian Soerianegara (1972) di daerah Gunung Honye Banten menunjukkan bahwa pada tanah-tanah yang baru sekitar 6 bulan sampai 12 bulan ditinggalkan untuk perladangan, hanya akan ditumbuhi rumput alang-alang, *Terna stachytarpheta* (jarong), *Amaranthus*, *Mimosa*, *Ageratum* dan semak-semak *Grewia*, *Melastoma* (senggani), *Lantana*, *Solanum*, *Blumea* (sembung), *Eupatorium* dan pohon-pohon *Dillenia* (sempur), *Ficus hispida* (leluwing), *Vitex* (laban). Sedangkan hutan sekunder yang lebih tua strukturnya akan lebih rapat dan ditumbuhi seperti jenis jenis pohon *Alstonia* (lame), *Radermachera* (padali), *Pomotia* (leungsir), *Artocarpus elasticus* (teureup) dan *Baccaurea javanica* (houcit).

Kerusakan yang sering terjadi justru sangat parah, yakni keadaan tanah dan air yang terganggu sehingga klimaks asal tidak mungkin dapat dicapai lagi. Dengan demikian, terbentuklah apa yang dinamakan *disklimaks*. Suatu contoh yang relevan didapati pada vegetasi yang sering mengalami gangguan karena pembakaran terus-menerus untuk perladangan berpindah tempat, yang hasilnya akan didominasi oleh adanya pertumbuhan seperti alang-alang (*Imperata cylindrica*).

Seperti pada daerah hutan hujan tropika yang telah mengalami penebangan guna perladangan, maka pada tanah-tanah bekas perladangan yang ditinggalkan akan terjadi

juga suksesi sekunder, di mana suatu perubahan terhadap intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan air akan muncul.

Intensitas cahaya yang biasanya terjadi di atas pepohonan rapat akan menjadi intensitas cahaya penuh, mengakibatkan suhu meningkat dan kelembaban berkurang. Hal ini juga berpengaruh terhadap susunan tanah, yakni terkikisnya humus apabila terjadi hujan. Keadaan ini menyebabkan jenis-jenis rerumputan berumur pendek bermunculan, yang pada akhirnya apabila dibiarkan membelukar sendiri akan tumbuh jenis-jenis tanaman suku *Euphorbiaceae* seperti *Alchornea villosa* (latih merah), *Macaranga trichocarpa* (latih putih), *Croton argyratus* (kayu timah merah), *Mallow suppletatus* (kayu timah biru), *Alpinia gigantea* (sinar kubung). Suku *Zingibiraceae* seperti *Geenthus spec* (puar), *Alpinia javanica* (gaib) dan suku *Maranthaceae* berasal dari jenis-jenis nglih. Vegetasi-vegetasi ini akan berkurang dan bahkan habis jika tanah terpadatkan. Karena adanya penebangan secara mekanis, tanah yang terpapar akan tererosi oleh curah hujan yang menghantam permukaannya. Umumnya pepohonan ini mempunyai umur pendek dengan sifat cepat tumbuh dan pemencaran biji-bijiannya yang dibantu oleh angin dan hewan. Akan tetapi karena cepat tumbuh maka kecambah bijinya sendiri yang memerlukan cahaya tidak dapat tumbuh. Pertumbuhan pohon akan menjadi lebih lambat dan tahan naungan. Tetapi umurnya juga akan pendek (1 musim), sehingga pohon ini segera akan digantikan oleh spesies lain. Bertahun-tahun kemudian hutan berangsur-angsur menjadi lebih beragam dan mirip dengan klimaks wilayah tersebut. Namun begitu, segi komposisi dan jenisnya tidak mampu untuk menyamakan seperti aslinya. Suksesi sekunder yang berjalan kembali ke tahap sebelumnya ini disebut suatu perubahan *retrogresif*.

Berikut ini adalah beberapa alasan mengapa komposisi dan jenis spesies tidak bisa menyamai bentuk aslinya, seperti apa yang dikemukakan oleh Gradwohl dan Greenberg (1988):

- Penebangan dan pembakaran kemungkinan akan melepaskan zat hara ke dalam tanah tropik yang miskin, yang kemudian diluruhkan dengan adanya hujan tropik yang hangat.
- Rumitnya proses regenerasi, seperti pengaruh iklim mikro terhadap semaian pohon hutan asli, di mana suksesi awal dimulai dari spesies jenis pendatang.

- Biji hutan tropika sering disebarkan oleh hewan yang adakalanya sangat sedikit jumlahnya, sehingga sumber biji harus berada di dekat daerah terbang. Oleh karenanya, populasi penyebar harus mampu bertahan terhadap perubahan-perubahan habitat yang drastis. Di samping itu, sistem perkembangbiakan pohon yang disebarkan hewan tersebut mempunyai bunga jantan dan betina yang berada pada dua pohon atau rumah yang berbeda. Karena itu diperlukan suatu penyerbukan silang antarindividu, yang berarti bahwa pohon-pohon yang tumbuh harus berdekatan dengan penyerbuk di sekitarnya. Apabila pertumbuhan pohon sangat jarang atau berjauhan akibat keragaman yang umum dijumpai pada hutan tropik, dengan sejumlah kecil spesies, maka penyerbukan dan penyebaran sangat sulit terjadi.
- Pohon sangat memerlukan adanya hubungan simbiosis khusus dengan jamur yang dikenal sebagai *mikorhiza*.
- Terdapatnya kumpulan biji yang belum berkecambah di tanah tropik yang dikenal sebagai "*bank benih*". Selama ini belum dikenal berapa lama biji-biji tersebut dapat hidup karena sangat bervariasinya antarspesies dalam menghadapi serangan serangga dan jamur. Di samping itu, kondisi untuk hidup yang dijumpai pada daerah yang ditebang oleh manusia sering sangat tertekan.
- Rerumputan dan semak yang kaku, berduri dan tahan api, menjadi subur setelah proses pembakaran dan perumputan yang lama. Tumbuh-tumbuhan ini dapat menghambat pertumbuhan hutan

6. PENUTUP

Hutan sekunder dapat kembali mencapai klimaks tergantung seberapa besar pengaruh diterimanya dari faktor ekologi dan faktor manusia. Kerusakan dapat lebih parah, apabila keadaan tanah dan air yang terganggu sehingga klimaks asal tidak mungkin dapat dicapai lagi. Dengan demikian, terbentuklah apa yang dinamakan *disklimaks*. Vegetasi yang mengalami gangguan karena kebakaran terus-menerus akan didominasi oleh adanya pertumbuhan alang-alang (*Imperata cylindrica*).

DAFTAR PUSTAKA

Arief, Arifin, (1994), Hutan, Hakikat dan Pengaruhnya terhadap Lingkungan, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta

Daniel, Theodore. W, John. A. Helms, Frederick S. Baker, (1978), Prinsip-Prinsip Silviculture (Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Djoko Marsono, 1992), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Emrich Anette, Benno Pokorny, Dr, Cornelia Sepp. (2000) Relevansi Pengelolaan Hutan Sekunder Dalam Kebijakan Pembangunan (Penelitian Hutan Tropika). Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (Gtz) GmbH Postfach 5180 D-65726 Eschborn

Marsono, Dj (1991). Potensi dan Kondisi Hutan Hujan Tropika Basah di Indonesia. Buletin Instiper Volume.2. No.2. Institut Pertanian STIPER. Yogyakarta.

Schindele, W. (1989): Investigation of the steps needed to rehabilitate the areas of East Kalimantan seriously affected by fire.



<http://www.irwantoshut.com/>