

PENGGUNAAN TANAMAN ACTINORHIZAL  
*Casuarina equisetifolia* L  
PADA REHABILITASI LAHAN ALANG-  
ALANG DENGAN SISTEM AGROFORESTRI

Oleh

I R W A N T O

Yogyakarta, 2006



## 1. SISTEM AGROFORESTRI DI INDONESIA

Konsepsi “*agroforestry*” dirintis oleh suatu tim dari *Canadian International Development Centre*, yang bertugas untuk mengidentifikasi prioritas-prioritas pembangunan di bidang kehutanan di negara-negara berkembang dalam tahun 1970-an. Oleh tim ini dilaporkan bahwa hutan-hutan dinegara tersebut belum cukup dimanfaatkan. Penelitian yang dilakukan dibidang kehutanan pun sebagian besar hanya ditujukan kepada dua aspek produksi kayu, yaitu eksploitasi secara selektif di hutan alam dan tanaman hutan secara terbatas.

Menurut tim, kegiatan-kegiatan tersebut perlu dilanjutkan, namun perlu ada perhatian pula terhadap masalah-masalah yang selama ini diabaikan, yaitu sistem produksi kayu bersamaan dengan komoditi pertanian, dan /atau peternakan, serta merehabilitasi lahan-lahan kritis.

Di lain pihak ditemukan kegiatan-kegiatan yang mengarah kepada pengrusakan lingkungan, yang seakan-akan tidak dapat dikendalikan lagi. Kecenderungan pengrusakan lingkungan ini perlu dicegah dengan sungguh-sungguh, dengan cara pengelolaan lahan yang dapat mengawetkan lingkungan fisik secara efektif, tetapi sekaligus dapat memenuhi kebutuhan pangan, papan, dan sandang bagi manusia.

Agroforestri diharapkan bermanfaat selain untuk mencegah perluasan tanah terdegradasi, melestarikan sumberdaya hutan, meningkatkan mutu pertanian serta menyempurnakan intensifikasi dan diversifikasi silvikultur. Sistem ini telah dipraktekkan oleh petani di berbagai tempat di Indonesia selama berabad-abad (Michon dan de Foresta, 1995), misalnya sistem ladang berpindah, kebun campuran di lahan sekitar rumah (pekarangan) dan padang penggembalaan. Contoh lain yang umum dijumpai di Jawa adalah mosaik-mosaik padat dari hamparan persawahan dan tegalan produktif yang diselang-selingi oleh rerumpunan pohon.

Berdasarkan motivasi yang dimiliki petani, terdapat dua sistem terbentuknya agroforestri di lapangan yaitu sistem bercocok tanam "tradisional" dan sistem "modern". Sistem "tradisional" adalah sistem yang "dikembangkan dan diuji" sendiri oleh petani, sesuai dengan keadaan alam dan kebutuhan atau permintaan pasar, serta sejalan dengan perkembangan pengalamannya selama bertahun-tahun dari satu generasi ke generasi.

Dalam Bahasa Indonesia, kata *Agroforestry* dikenal dengan istilah wanatani atau agroforestri yang arti sederhananya adalah menanam pepohonan di lahan pertanian. Menurut De Foresta dan Michon (1997), agroforestri dapat dikelompokkan menjadi dua sistem, yaitu sistem *agroforestri sederhana* dan sistem *agroforestri kompleks*.

### **1.1. Sistem Agroforestri Sederhana**

Sistem *agroforestri sederhana* adalah suatu sistem pertanian dimana pepohonan ditanam secara *tumpang-sari* dengan satu atau lebih jenis tanaman semusim. Pepohonan bisa ditanam sebagai pagar mengelilingi petak lahan tanaman pangan, secara acak dalam petak lahan, atau dengan pola lain misalnya berbaris dalam larikan sehingga membentuk lorong/pagar.

Jenis-jenis pohon yang ditanam juga sangat beragam, bisa yang bernilai ekonomi tinggi misalnya kelapa, karet, cengkeh, kopi, kakao (coklat), nangka, belinjo, petai, jati dan mahoni atau yang bernilai ekonomi rendah seperti dadap, lamtoro dan kaliandra. Jenis tanaman semusim biasanya berkisar pada tanaman pangan yaitu padi (gogo), jagung, kedelai, kacang-kacangan, ubi kayu, sayur-mayur dan rerumputan atau jenis-jenis tanaman lainnya.

Bentuk agroforestri sederhana yang paling banyak dibahas di Jawa adalah *tumpangsari* (Bratamihardja, 1991). Sistem ini, dalam versi Indonesia, dikenal dengan “*taungya*” yang diwajibkan di areal hutan jati di Jawa dan dikembangkan dalam rangka program perhutanan sosial dari Perum Perhutani. Pada lahan tersebut petani diijinkan untuk menanam tanaman semusim di antara pohon-pohon jati muda. Hasil tanaman semusim diambil oleh petani, namun petani tidak diperbolehkan menebang atau merusak pohon jati dan semua pohon tetap menjadi milik Perum Perhutani. Bila pohon telah menjadi dewasa, tidak ada lagi pemaduan dengan tanaman semusim karena adanya masalah naungan dari pohon. Jenis pohon yang ditanam khusus untuk menghasilkan kayu bahan bangunan (timber) saja, sehingga akhirnya terjadi perubahan pola tanam dari sistem tumpangsari menjadi perkebunan jati monokultur. Sistem sederhana tersebut sering menjadi penciri umum pada pertanian komersial (Siregar, 1990).

Dalam perkembangannya, sistem agroforestri sederhana ini juga merupakan campuran dari beberapa jenis pepohonan tanpa adanya tanaman semusim. Sebagai

contoh, kebun kopi biasanya disisipi dengan tanaman dadap (*Erythrina*) atau kelorwono disebut juga gamal (*Gliricidia*) sebagai tanaman naungan dan penyubur tanah. Contoh tumpangsari lain yang umum dijumpai di daerah Ngantang, Malang adalah menanam kopi pada hutan pinus.



Gambar 1. Sistem agroforestri sederhana di Ngantang, Malang Jawa Timur. Kopi dan pisang ditanam oleh petani diantara pohon pinus milik Perum Perhutani (Gambar kiri). *Gliricidia* dan pisang ditanam sebagai naungan pohon kopi (Gambar kanan).

Perpaduan pohon dengan tanaman semusim ini juga banyak ditemui di daerah berpenduduk padat, seperti pohon-pohon randu yang ditanam pada pematang-pematang sawah di daerah Pandaan (Pasuruan, Jawa Timur), kelapa atau siwalan dengan tembakau di Sumenep–Madura (Gambar 2). Contoh lain, tanah-tanah yang dangkal dan berbatu seperti di Malang Selatan ditanami jagung dan ubikayu diantara gamal atau kelorwono (*Gliricidia sepium*).

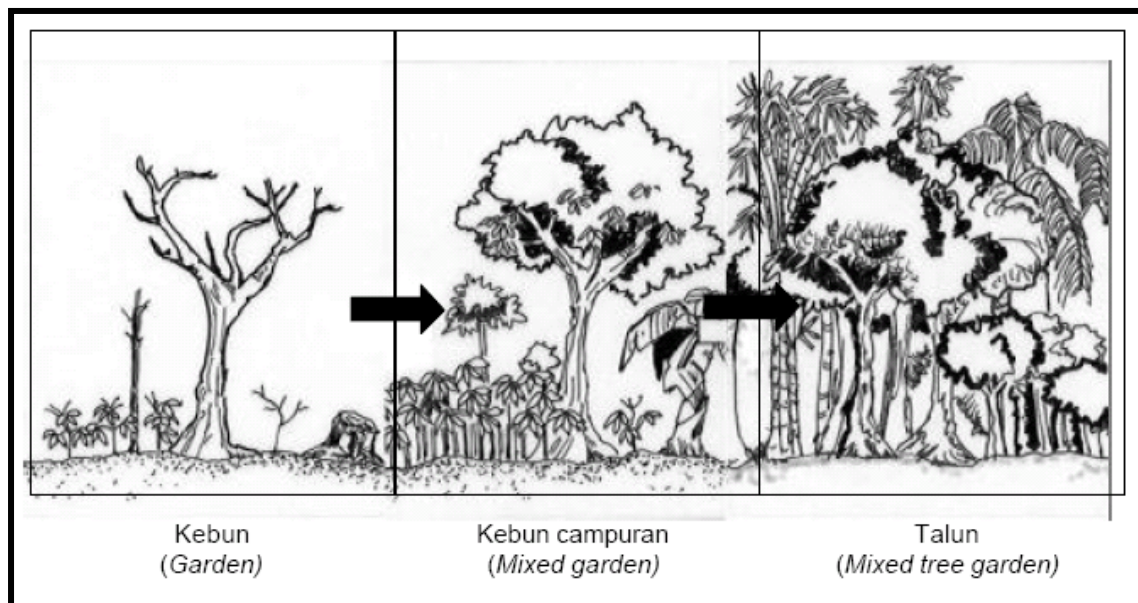


Gambar 2. Agroforestri Sederhana: Tembakau ditanam diantara barisan pohon siwalan di Sumenep, Madura.

## 1.2. Sistem Agroforestri Kompleks: Hutan dan Kebun

*Sistem agroforestri kompleks*, adalah suatu sistem pertanian menetap yang melibatkan banyak jenis tanaman pohon (*berbasis pohon*) baik sengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami pada sebidang lahan dan dikelola petani mengikuti pola tanam dan ekosistem menyerupai hutan. Di dalam sistem ini, selain terdapat beraneka jenis pohon, juga tanaman perdu, tanaman memanjat (liana), tanaman musiman dan rerumputan dalam jumlah banyak. Penciri utama dari sistem agroforestri kompleks ini adalah kenampakan fisik dan dinamika di dalamnya yang mirip dengan ekosistem hutan alam baik hutan primer maupun hutan sekunder, oleh karena itu sistem ini dapat pula disebut sebagai Agroforest (Icraf, 1996).

Berdasarkan jaraknya terhadap tempat tinggal, sistem agroforestri kompleks ini dibedakan menjadi dua, yaitu *kebun* atau *pekarangan berbasis pohon (home garden)* yang letaknya di sekitar tempat tinggal dan '*agroforest*', yang biasanya disebut '*hutan*' yang letaknya jauh dari tempat tinggal (De Foresta, 2000). Contohnya '*hutan damar*' di daerah Krui, Lampung Barat atau '*hutan karet*' di Jambi.



Gambar 3. Perkembangan sistem kebun talun (de Foresta *et al*, 2000).

### 1.3. Aneka Praktek Agroforest di Indonesia

Indonesia memiliki dua ratus juta penduduk dari berbagai kelompok etnis sehingga muncul aneka-ragam pilihan sistem usahatani. Selain itu, hubungan penduduk dengan dunia luar, diwakili oleh para pedagang Cina, Arab dan Eropa, telah berkembang sejak lama (Dunn, 1975) sehingga permintaan pasarpun juga beraneka ragam. Semua unsur ini menjadi pendorong proses pembangunan bermacam-macam agroforest.

Sekarang ini sistem agroforest sepertinya hanya diterapkan oleh petani-petani kecil. Usaha-usaha agroforest kebanyakan bisa ditemukan di sekitar pemukiman penduduk. Sekeliling rumah merupakan tempat yang cocok untuk melindungi dan membudidayakan tumbuhan hutan, karena memudahkan pengawasannya. Kebun-kebun pekarangan (*homegarden*) memadukan berbagai sumberdaya tanaman asal hutan dengan

jenis-jenis tanaman eksotis yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, seperti buah-buahan, sayuran dan tanaman untuk penyedia bumbu dapur (Bhs. Jawa : *empon-empon*), tanaman obat, serta jenis tanaman yang diyakini memiliki kegunaan gaib. Sebagai contoh, menurut kepercayaan di Jawa ranting pohon kelor (*Moringa pterygosperma* Gaerttn.) dapat digunakan untuk menghilangkan kekebalan seorang yang ber'ilmu', ranting bambu kuning dapat digunakan untuk mengusir ular, dan sebagainya.

Seperti telah disebutkan di atas, kebun pekarangan di Jawa memadukan tanaman bermanfaat asal hutan dengan tanaman khas pertanian. Semakin banyak campur tangan manusia membuat kebun itu menjadi semakin artifisial (sistem buatan yang tidak alami). Kekhasan vegetasi hutan seringkali masih bisa ditemukan, misalnya dapat dijumpai berbagai jenis tumbuhan bawah seperti berbagai macam pakis (fern), atau epiphyte (misalnya anggrek liar). Kekayaan jenisnya bervariasi, beberapa pekarangan yang tidak terlalu banyak campur tangan pemiliknya memiliki keanekaragaman yang cukup tinggi, yang dapat mencapai lebih dari 50 jenis tanaman pada lahan seluas 400 m<sup>2</sup> (Karyono, 1979 ; Michon, 1985). Bila diperhatikan dari struktur kanopi tajuknya, kebun-kebun itu memiliki lapisan/strata tajuk bertingkat (*multi-strata*) mirip dengan yang dijumpai di hutan. Kemiripan dengan kanopi hutan ini menyebabkan estimasi luasan hutan berdasarkan hasil foto udara menjadi kurang dapat dipercaya.

Sesuai dengan jenis kebunnya, tingkat lapisan tajuk vegetasi dapat dibedakan menjadi 3 sampai 5 tingkat, mulai dari lapisan semak (sayuran, cabai, umbi-umbian), perdu (pisang, pepaya, tanaman hias) hingga lapisan pohon tinggi (sampai lebih 35 m, misalnya damar, durian, duku). Proses reproduksi sistem yang menyerupai hutan ini lebih banyak mengikuti kaidah alam daripada teknik-teknik budidaya perkebunan. Sebagai contoh, kasus terbentuknya damar agroforest di Krui.

## 2. TANAMAN ACTINORHIZAL *Casuarina equisetifolia* L.

### 2.1. Taksonomi dan Tatanama

*Casuarina equisetifolia* L termasuk dalam famili Casuarinaceae, Sinonimnya adalah *Casuarina littoralis* Salisb., *C. Litorea* L., *C. littorea* Oken., *C. muricata* Roxb., *C. Sumatrana* Jungh. Nama local : beefwood, coast she-oak, horsetail casuarina, ironwood (Eng.); pin d'Australie (Fr.); pino australiano (Sp.). Dua subspecies yang sudah dikenal, *equisetifolia* and *incana*.

### 2.2. Distribusi dan habitat

Secara alami terdapat di daerah tropis dan subtropis sepanjang pantai mulai dari Australia utara sampai Malaysia, Myanmar Selatan, Kra Isthmus di Thailand, Melanesia dan Polynesia. Dikenal luas di daerah tropis dan subtropis. Ketinggian 0-1500 mdpl, curah hujan rata-rata 350-5000 mm, musim kering 6-8 bulan, suhu rata-rata 15-30° C, suhu bulan terpanas 20-47°C dan terdingin 7-20° C. Sesuai pada tanah ringan, berpasir; cepat tumbuh pada tanah kurus dan toleran terhadap tanah bergaram dan angin bergaram. Tumbuh baik pada tanah dengan pH 5.0-9.5. Tidak tahan terhadap pasang surut, tidak tahan naungan dan sensitif terhadap kebakaran. Menghasilkan nitrogen (*Frankia* symbiosis). Daur 40-50 tahun.

### 2.3. Kegunaan

Termasuk jenis serba guna, untuk industri dan rumah tangga. Disebut sebagai “kayu bakar terbaik di dunia” dan juga menghasilkan arang berkualitas tinggi. Kayu sangat sulit dikerjakan untuk kayu gergajian.

Karena tahan garam, pohon ini digunakan sebagai pengendali erosi di daerah pantai. Manfaat lainnya sebagai bahan pulp, kayu perkakas, naungan dan peneduh, tanaman hias, reklamasi lahan dan memperbaiki tanah. Karena kemampuannya untuk menghasilkan nitrogen, banyak digunakan pada agroforestri.

## 2.4. Diskripsi botani

Pohon selalu hijau tinggi 6-35 m, subsp. *Incana* lebih kecil. Tajuk ringan. Kulit batang abu-abu coklat terang, kasar, dan pohon tua beralur. Lingkaran lentisel tampak jelas pada kulit yang muda. Ranting-ranting terkulai, menyerupai jarum; kecil sekali, daun mengecil tersusun dalam 7-8 helai. Bunga berkelamin satu, bunga jantan dan betina bisa terdapat dalam satu pohon atau pohon yang berbeda. Bunga jantan terletak di ujung, bulir memanjang, bunga betina di cabang samping. Bunga betina berbentuk kerucut majemuk, bundar, panjang 10-24 mm, diameter 9-13 mm.

Buah abu-abu atau kuning coklat (samara), panjang 6-8 mm, berbiji tunggal. Satu kg kerucut menghasilkan 20-60 g benih. Terdapat 370.000-700-000 benih bersih per kg. Penyerbukan dengan angin. Di daerah yang musim dingin atau musim keringnya tidak nyata, berbunga dan berbuah secara teratur, satu atau dua kali setahun. Di area dengan musim hujan dan musim kering tidak nyata, pembungaan dan pembuahan cenderung tidak teratur dan bisa saja sepanjang tahun. Kerucut betina masak 18-20 minggu sesudah anthesis kemudian membuka sebentar, melepaskan buah-buah kecil. Buah tidak masak serempak dalam satu pohon, menyebabkan masalah saat pengumpulan buah.

## 2.5. Perbanyakan

Benih masak bila kerucut telah berwarna kuning dan sedikit membuka. Kulit benih sebagian coklat dan endosperm keras. Pengolahan, penanganan buah dan benih dengan buah dijemur sampai benihnya terlepas. Benihnya termasuk jenis orthodox. Viabilitas dapat dipertahankan sampai beberapa tahun apabila disimpan pada wadah kedap udara dengan suhu 3°C, kadar air 5-9 %. Tidak perlu perlakuan pendahuluan.

Perbanyakan dengan benih atau stek. Di persemaian, benih dapat dikecambahkan pada bedeng atau baki yang diisi media pasir atau campuran pasir dan lumut. Perkecambahan biasanya selesai dalam waktu 2 minggu.

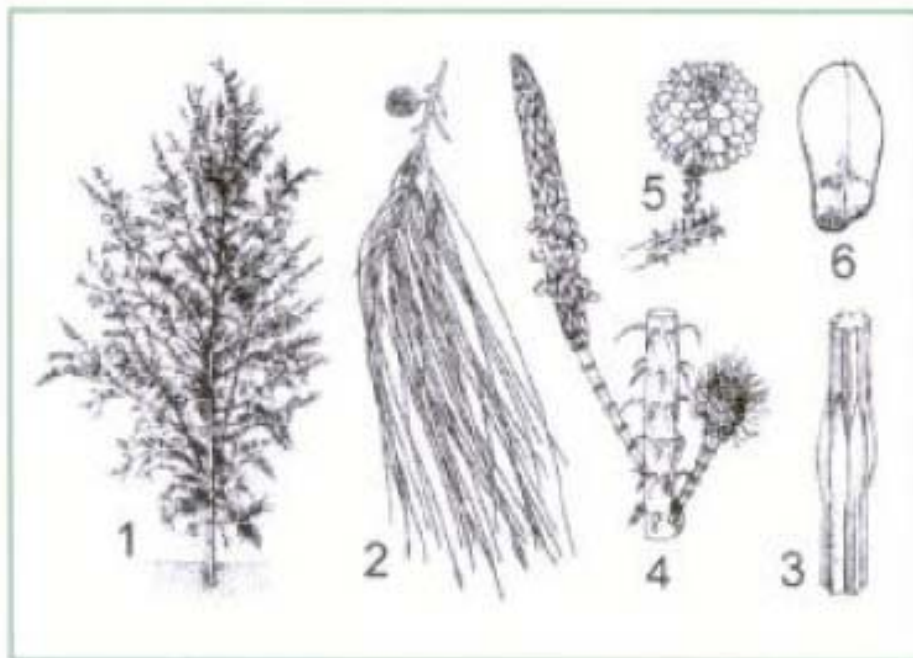
Anakan disapih setelah tingginya 10-15 cm dan siap tanam setelah tingginya mencapai 50-70 cm pada umur 5-8 bulan. Penyiraman yang berlebihan dapat menyebabkan lembab. Naungan 50% dibuat sampai bibit siap ditanam. Anakan dengan tinggi 10-15 cm dalam bedeng perkecambahan dapat juga disapih di bedeng terbuka dengan jarak 10 x 10 cm untuk merangsang pertumbuhan akar. Tanah mengandung

mycorrhiza dan *Frankia* (jamur penghasil nitrogen pada *Casuarina*) dari tegakan cemara dimasukkan dalam pot. Potensi produksi N<sub>2</sub> dapat ditingkatkan dengan menggunakan klon terpilih yang ditulari *Frankia*.

Di Thailand dan India, stek dibuat dari cabang-cabang kecil (diameter 2 mm dan panjang 10-15 cm ) dan perakaran dirangsang dengan hormon IBA atau IAA. Di China Selatan stek diambil dari cabang(diameter 1 mm dan panjang 5 cm) direndam dalam larutan NAA sebelum sebelum dimasukkan ke dalam kantong plastik.

Penanaman melalui anakan dalam kantong, cabutan atau stek akar. Biasanya kerapatan 2500 pohon/ha, tetapi sebagian petani menggunakan 10000 pohon/ha untuk tujuan produksi kayu bakar. Setelah tingginya lebih dari 2 meter perlu dipangkas.

Perbanyakan vegetatif dengan stek sangat mudah untuk jenis ini.



Gambar. 4. *Casuarina equisetifolia* L; 1. Pohon muda; 2. Ranting yang berbunga; 3. Bagian Dahan; 4. Bunga Jantan dan Betina; 5. infructescence; 6. buah

### 3. SIMBIOSIS TANAMAN *ACTINORHIZAL* DENGAN *FRANKIA*

Banyak penelitian sistem agroforestry memperhatikan peningkatan input nutrisi untuk pohon dan tanaman pertanian yang tumbuh secara bersama dengan menentukan jumlah nutrisi yang dapat tersedia. Pertukaran nutrisi di antara tumbuhan sistem agroforestry menghasilkan aktivitas jasad renik tanah yang tinggi. Asosiasi atau simbiosis jasad renik berperan dalam masuknya nitrogen dan ketersediaan mineral lain, terutama fosfor, dalam ekosistem itu. Bakteri menyediakan nutrisi dari tanaman yang membusuk dan mati untuk diambil oleh sistem perakaran jenis tanaman.

#### 3.1. Simbiosis Nitrogen Fiksasi *Actinorhizal* dengan *Frankia*

Simbiosis nitrogen fiksasi yang penting adalah (1) antara jenis pohon *legume* dan *Rhizobium* atau *Bradyrhizobium* dan (2) antara *Frankia* dan jenis pohon dalam delapan famili tanaman non-leguminous (disebut tanaman *Actinorhizal*, Dixon dan Wheeler 1986) yang membentuk nodul oleh *actinomycete* nitrogen fiksasi. Untuk kondisi daerah temperate dan temperate hangat, sangat penting asosiasi *Frankia* dengan *Alnus* (*Betulaceae*) atau *Elaeagnus* dan *Hippophae* (*Elaeagnaceae*), dan daerah tropis dan subtropis, dengan anggota *Casuarinaceae*. Family terakhir setelah revisi taxonomic terbaru dibagi menjadi empat genus - *Casuarina*, *Allocasuarina*, *Gymnostoma* dan *Ceuthostoma*. Jenis paling menjanjikan untuk agroforestry adalah dua jenis pertama. Beberapa jenis, sebagai contoh *Casuarina* dan *Legume* seperti sebagian *Acacias* dan jenis *Prosopis*, bersifat tahan pada kekeringan baik ditanam pada daerah air terbatas.

Tumbuhan *Actinorhizal* terkenal digunakan sebagai tumbuhan pioner regenerasi pada lahan kritis. Beberapa tumbuhan *actinorhizal* digunakan sebagai *windbreaks* (penahan angin), pulp, kayu gergajian dan kayu energi, yang lain mempunyai kegunaan dalam diet manusia dan makanan untuk ternak (*Ceanothus* dan *Purshia*). *Myrica Spp.* digunakan Orang India tradisional sistem medis untuk pencegahan dan perawatan influenza, masuk angin dan yang lain. Pohon *Actinorhizal* juga bernilai untuk landscaping, menyediakan keteduhan, dan keindahan taman dan kota besar.

Secara umum, suatu nodul merupakan suatu modifikasi akar lateral. *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* dan *Frankia* menyebar membentuk nodul dengan jalan berbeda. *Frankia* menginfeksi akar terutama pada infeksi rambut akar. Nodul yang dibentuk mempunyai

suatu anatomi internal serupa dengan akar lateral dengan suatu silinder jaringan vascular, suatu daerah cortical yang menginfeksi sel ditemukan dan suatu periderm lapisan luar yang khas. Jenis *Frankia* mempunyai spesifik inang yang lebih luas daripada *Rhizobium*.

Strain *Frankia* sering berubah-ubah dalam kemampuan untuk menginfeksi jenis tumbuhan *actinorhizal* dari jenis berbeda. Atas dasar studi inokulasi silang dengan mengisolasi dari kisaran jenis, Baker (1987) menyarankan untuk mengisolasi masuk sedikitnya empat golongan inokulasi silang: (1) strain yang nodulasi *Alnus* dan *Myrica*; (2) strain yang nodulasi *Casuarina* dan *Myrica*; (3) strain yang nodulasi *Elaeagnaceae* (*Elaeagnus*, *Hippophae* dan *Shepherdia*) dan *Myrica*; dan (4) strain yang nodulasi hanya *Elaeagnaceae*. Kelompok Strain *Frankia* dapat digambarkan sebagian dalam kaitan dengan metoda infeksinya.

Golongan 1 dan 2 menghadirkan strain yang nodulasi oleh mekanisme infeksi rambut akar yang tradisional. Dalam cara infeksi ini, *Frankia* menembus merubah bentuk rambut akar, dan hyphae tumbuh intracellularly menembus ke rambut akar dan ke dalam korteks akar. Strain di dalam kelompok 4 menginfeksi inang tumbuhan *Elaeagnaceous* dengan penetrasi intercellular (Miller dan Baker 1986). Rambut akar tidak terlibat dalam infeksi. Hyphae *Frankia* masuk jaringan akar dengan penetrasi melalui *lamella* pertengahan antara dua epidermal sel dan kemudian menempati ruang intercellular korteks akar. Golongan 3 menghadirkan sejumlah kecil yang disebut *strain fleksibel*. Strain ini menginfeksi *Myrica* dengan infeksi rambut akar dan *Elaeagnaceae* dengan penetrasi intercellular (Miller dan Baker 1986).

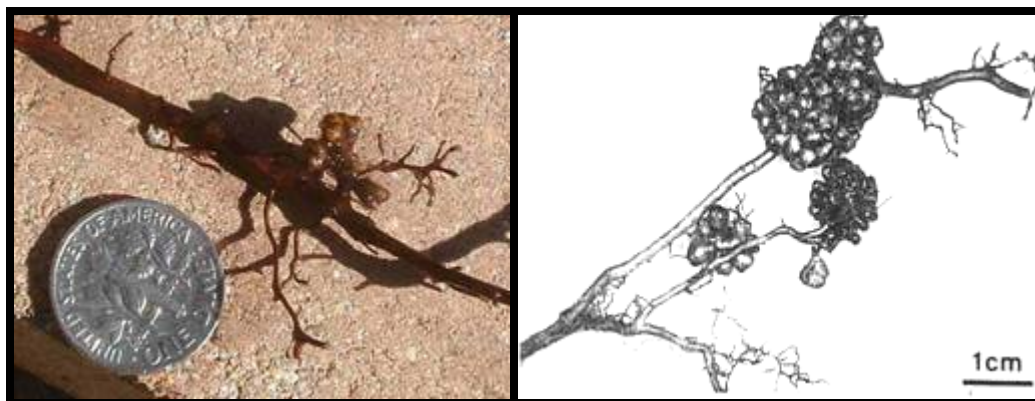
Pertumbuhan *Frankia* yang lambat menjadi permasalahan untuk isolasinya. Bagaimanapun, Isolasi dan kultur yang diisolasi dari banyak jenis, terutama sekali *alders*, sudah menjadi kebiasaan rutin setelah dekade isolasi pertama diperoleh (Callaham et al. 1978). Kebanyakan isolasi sekarang diperoleh dari perkembangan subkultur pada plates isolasi dari permukaan fragmen nodul steril atau dari fraksi *endophyte* yang terpisah dari permukaan nodul steril homogenitas, sebagai contoh, dengan *microfiltration* melalui 20 um lubang layar nilon (Hari et al. 1982, Benson 1982). Media yang berisi propionate dan Tween 80 seperti sumber karbon adalah paling cocok untuk kultur cakupan luas Strain *Frankia*, walaupun pyruvate atau glukosa dapat digunakan ( Burggraaf Dan Shipton 1983, Malcolm et al. 1985).

Kebanyakan permasalahan selama isolasi adalah zat-pencemar microbial lain yang lebih cepat masuk plate kultur sebelum koloni *Frankia* berkembang. Jamur zat pencemar dapat dikendalikan dengan pemasukan *cycloheximide* dalam media. Pertumbuhan dari banyak bakteri tertekan *propionate*, yang membuat campuran bermanfaat sebagai komponen media kultur. Sebab kebanyakan Strain *Frankia* yang diisolasi menyukai asam organik sebagai sumber karbon, penggunaannya dalam media isolasi direkomendasikan.

Haruslah dicatat bahwa angka-angka Strain *Frankia* yang diisolasi, terutama dari nodul *Casuarina*, tidak dapat terinfeksi kembali jenis inang mereka, walaupun mungkin dapat diinfeksi pada lain jenis. Alasannya belum diketahui.

Fiksasi Nitrogen merupakan proses yang memerlukan kebutuhan energi tinggi. Actinorhizae mempunyai simbiosis asosiasi, mikroba memperoleh keperluan energi melalui campuran karbon dari tanaman inang. Campuran alam yang tepat yang diperlengkapi oleh inang masih belum jelas. Sebagian dari Strain *Frankia* tidak mungkin mampu menggunakan gula sederhana di dalam kultur murni. Dipikirkan bahwa organisma kekurangan enzim glycolytic ini dan memperoleh karbon secara istimewa dari lipids. Penambahan long-chain zat asam lemak kepada medium pertumbuhan meningkatkan pertumbuhan beberapa kali lipat.

Sejauh *actinorhizal* memiliki tingkat fiksasi nitrogen baik, sedikitnya setara dengan Legum. Di kehutanan, penggunaan komersil dan bersifat percobaan dibuat dari jenis actinorhizal sebagai "nurses" dan sebagai sumber nitrogen untuk asosiasi jenis pohon.



Gambar. 5. Nodul pada tanaman Actinorhizal yang dibentuk Frankia

### 3.2. Toleransi dan Kemampuan Beradaptasi Microsymbiont

Selama infeksi, Sel *Frankia* diketahui menimbulkan faktor protein sebagai perantara pemilihan inang untuk infeksi. Meskipun demikian, beberapa strain *Frankia* dapat menginfeksi secara serempak, hanya sedikit diketahui pembentukan nodul seperti ini, beberapa hasil nodul efektif.

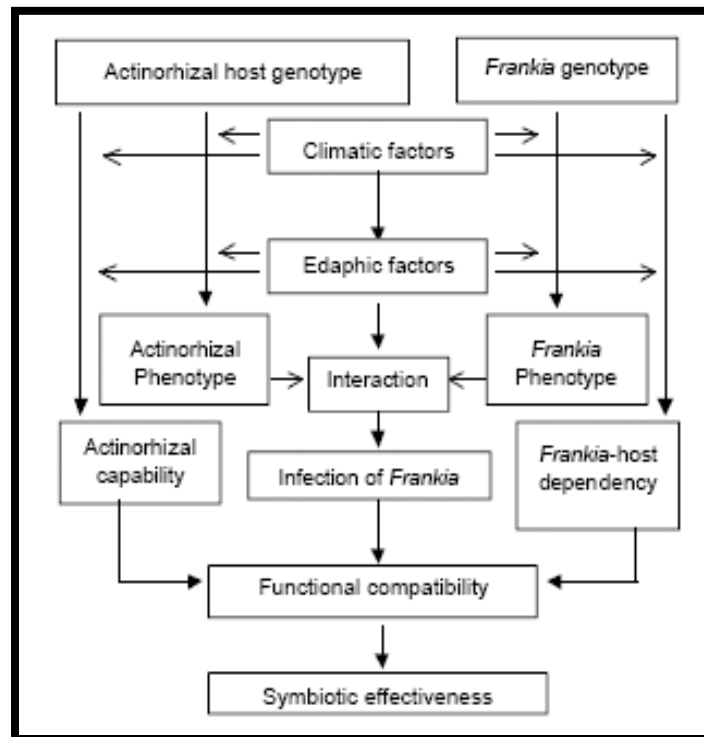
Selama proses simbiosis, saling mempengaruhi berlanjut antara faktor penentu *frankia* dan phytohormon inang yang terjadi. Inang dan mikroba juga meningkatkan hubungan menguntungkan satu sama lain. Faktor eksternal berpotensi untuk menyempurnakan suatu ketidakseimbangan hubungan simbiosis. Peran pH, tanah, fosfor terlarut, tingkat calsium, nitrogen tersedia, daya konduksi air, iklim, cahaya, penutupan kanopi, dan lain faktor penting. Faktor lain yang mempengaruhi hasil simbiosis adalah umur pohon, umur nodul dan kehadiran microbial tumbuhan lain disekitar nodul.

Sesungguhnya, strain yang mempunyai suatu sistem efisien nitrogenase akan menghasilkan lebih banyak nitrogen fiksasi dibandingkan yang lain ketika faktor lain konstan. Peran microsymbiont sangat penting dalam fiksasi nitrogen. Penyaringan sejumlah besar pada isolasi dan penggunaan lingkungan genotif inang berbeda, dapat membantu identifikasi strain *Frankia* nitrogen fiksasi superior.

Strain berubah-ubah dalam toleransinya pada kisaran lingkungan yang luas dan faktor tanah, demikian juga temperatur, pH, tekanan air, nutrisi mineral dan sanilitas. Kondisi-kondisi ekstrim tanah akan mengurangi nodulasi dan fiksasi nitrogen dalam kaitan dengan efek microsymbiont dan tumbuhan inang. Sering kali tumbuhan inang lebih sensitif dibanding microsymbiont .

Strain *Frankia* juga berubah-ubah secara luas di dalam kemampuan menyediakan simbiosis nitrogen. (Normande dan Lalonde 1982). Perbedaan dihasilkan dari pengaruh microsymbiont pada spesifik aktivitas nitrogen fiksasi (penyediaan nitrogen berat per unit nodul) dan pada nodulasi (berat nodul per tanaman) (Hooker and Wheeler, 1987). Kejadian infeksi *Frankia* untuk jenis tanaman inang tertentu di dalam tanah berubah-ubah. Strain *Frankia* toleran pada kondisi kurang baik seperti pH, tekanan kelembaban, atau kadar garam dapat dipilih untuk digabungkan dalam inokulum (Shipton dan Burggraaf 1983, Faure-Raynaud et al. 1986). Ada kebutuhan besar untuk penelitian lebih

luas di daerah tropis, terutama *Frankia* yang menodulasi *Casuarinaceae* ( Dawson Dan Gibson 1987).



Gambar. 6. Kompleksitas pada interaksi Tanaman Actinorhizal – Frankia dan Efektivitas Simbiosis

### 3.3. Manfaat Inokulasi *Frankia*

Penggunaan strain *Frankia* untuk nodulasi kebun stock menunjukkan efektivitas simbiosis superior dapat memperbaiki awal pertumbuhan semai (Wheeler et al. 1986). Inokulasi dapat dicapai dengan pencampuran *Frankia* dalam alginat 'gel' (Sougoufara et al. 1989). Skala luas Teknik inokulasi untuk kultur greenhouse pada semai *actinorhizal* dikembangkan dengan suatu percikan greenhouse ( Perinet et al. 1985).

Pohon-pohon Actinorhizal dapat meningkatkan produktifitas dari tumbuhan-tumbuhan rendah, seperti yang terdapat pada data yang menunjukkan adanya 40% hingga 60% kenaikan hasil dari *herba* atau jenis vegetasi yang tumbuh di ladang atau padang rumput di bawah *Alnus glutinosa* dan *Alnus rubra*, yang ditanam pada padang rumput liar, tempat dimana banyak nitrogen tambahan dari akar *alder* dan pembusukan seresah

bergabung dalam permukaan rumput (Wheeler et al. 1986). Manfaat-manfaat seperti ini dapat diandalkan untuk nutrisi bagi jenis tumbuhan yang sengaja ditanam secara tumpang sari dengan *Casuarina*.

Genotype Inang mengendalikan morfologi nodul. Strain hasil bakteri yang sama dapat menodulasi inang berbeda dan dapat menghuni nodul dari morfologi berbeda. Berbagai strain *Frankia* dikenal menghasilkan tanggapan berbeda di dalam suatu clone *Casuarina equisetifolia* dan *Alnus*. Di laboratorium suatu Strain *Frankia* ditemukan menjadi sangat aktif dalam kondisi simbiosis dibandingkan yang lain.

Strain ini mempunyai aktivitas rendah dalam kultur tetapi ketika inang berbeda genotypes dinodulasi, aktivitas nitrogenase di tempat asal menjadi tinggi. Ketika suatu kombinasi tinggi dan rendah fiksasi nitrogen Strain *Frankia* terpilih dan diuji pada tiga clone inang *Casuarina*, ditemukan bahwa suatu clone inang tertentu selalu memproduksi maksimum nodul fiksasi nitrogen tanpa tergantung dengan strain yang digunakan.

Nodul sejumlah tumbuhan *actinorhizal* berisi haemoglobin, tetapi yang lain tidak. Haemoglobin ditemukan pada tingkat yang lebih tinggi pada *Casuarina* dan *Myrica* dan pada tingkat yang lebih rendah *Alnus* dan *Elaeagnus*.

Ketidakhadiran atau rendahnya haemoglobin mungkin berhubungan dengan pembatasan akses O<sub>2</sub>. Sebagai contoh, Nodul *Casuarina* berisi realtif tingkat tinggi haemoglobin. Dinding Sel Inang melingkupi mikroba adalah suberized dan mungkin membatasi difusi O<sub>2</sub> kepada Sel *Frankia*.

Variasi yang besar kehadiran atau ketidakhadiran haemoglobin pada tanaman *actinorhizal*, dalam terjadinya vesikel dan suberisasi dinding sel, menunjukkan bahwa berbagai strategi telah dikembangkan simbiosis *Frankia* tanaman untuk mengalahkan kerusakan pada enzim nitrogenase yang dibebaskan O<sub>2</sub>. Kemampuan angiosperms untuk membentuk suatu asosiasi dengan *Frankia* tersebar luas di antara tumbuhan yang tidak berhubungan famili dan jenis.

#### 4. KONDISI LAHAN ALANG-ALANG

Alang-alang adalah jenis rumput tahunan yang menyukai cahaya matahari, dengan bagian yang mudah terbakar di atas tanah dan akar rimpang (*rhizome*) yang menyebar luas di bawah permukaan tanah. Alang-alang dapat berkembang biak melalui biji dan akar rimpang, namun pertumbuhannya terhambat bila ternaungi. Oleh karena itu salah satu mengatasinya adalah dengan jalan menanam tanaman lain yang tumbuh lebih cepat dan dapat menaungi.

Hasil percobaan lapang dan survey pada lahan petani di daerah Lampung Utara menunjukkan bahwa untuk membasmi alang-alang secara biologi diperlukan penaungan yang dapat mengurangi sinar matahari yang masuk minimal 80% dari jumlah total sinar pada tempat-tempat terbuka, dan waktu yang diperlukan minimal 2 bulan (Purnomosidhi dkk, 2000).

##### 4.1. Perkembangan Lahan Alang-alang

Di seluruh kawasan Asia Tenggara, hutan merupakan vegetasi klimaks yang asli dan alami, tetapi alang-alang pada saat ini sudah menyebar di mana-mana. Ketika hutan dirusak karena adanya penebangan kayu, perladangan berpindah, atau kebakaran, seringkali alang-alang menggantikannya. Biji alang-alang mudah tersebar pada wilayah yang sangat luas karena ditiup angin, dan mampu tumbuh pada tempat yang basah maupun kering, pada tanah yang subur atau tandus sekalipun. Ketika sudah berkembang, maka alang-alang merupakan bahan bakar yang sangat mudah terbakar. Hanya dalam waktu tiga hari tanpa hujan sudah mampu menyebabkan terbakarnya alang-alang dan hutan di sekitarnya. Kebakaran ini mempercepat pembungaan dan pembentukan tunas akar rimpang. Pada saat yang sama, api merusak bahkan mematikan vegetasi hutan.

Apabila sering terjadi kebakaran, maka secara bertahap alang-alang menjadi lebih dominan menutupi lahan. Seringkali yang terjadi adalah monokultur alang-alang, kecuali apabila ada pohon-pohon dan semak yang tahan api yang masih bertahan hidup tersebar diantara alang-alang, atau terjadi campuran antara alang-alang dan rerumputan yang tahan api. Inilah yang dinamakan vegetasi klimaks api (*fire climax*).

Lahan alang-alang juga memiliki ketahanan tinggi, tanaman lain mengalami kesulitan ketika harus bersaing dengannya dalam memperoleh air, unsur hara dan cahaya. Beberapa jenis tanaman terganggu pertumbuhannya karena adanya zat beracun (*allelopati*) yang dikeluarkan oleh akar dan rimpang alang-alang.

Bila lahan alang-alang tidak terbakar, lama-kelamaan secara berangsur akan kembali menjadi hutan (suksesi hutan). Lambat laun, tunas-tunas pohon dan semak pioner tumbuh dari biji, dan beberapa akan berkembang menaungi alang-alang serta mampu mendapatkan cahaya dan juga air.

Tatkala pertumbuhan alang-alang tertekan, maka jenis-jenis tumbuhan lainnya akan lebih mudah tumbuh. Agroforestri mempercepat konversi lahan alang-alang melalui mekanisme:

- ☞ melindungi seluruh wilayah dari bahaya kebakaran,
- ☞ menanam pepohonan,
- ☞ menekan alang-alang sehingga tidak mampu bersaing dengan tanaman lain akan cahaya dan air, dan/atau
- ☞ mempercepat pertumbuhan pepohonan dengan memberi tambahan pupuk, kapur, atau bahan organik.

Seringkali terdapat anggapan bahwa lahan alang-alang merupakan kondisi akhir, dari suatu proses yang searah (tidak dapat balik) dari penggundulan hutan atau penelantaran lahan pertanian, dan oleh sebab itu keberadaan lahan alang-alang selalu bertambah luas. Kenyataan memang terjadi bahwa pertambahan luas lahan alang-alang terjadi di mana-mana, dan alang-alang menjadi klimaks, hanya apabila sering terjadi kebakaran atau gangguan-gangguan lain. Namun banyak juga lahan alang-alang yang sudah dijadikan lahan pertanian dan agroforestri sepanjang abad ini. Di beberapa wilayah atau negara, jumlah luas lahan alang-alang telah berkurang akibat bertambahnya populasi penduduk dan kebutuhan akan lahan.

#### **4.2. Karakteristik Lahan Alang-alang**

Karakteristik utama dari lahan alang-alang adalah seringnya terjadi kebakaran. Selain itu, alang-alang bisa ditemukan pada berbagai keadaan lingkungan. Seringkali generalisasi lahan alang-alang tidak tepat, sehingga para penyuluh harus memperoleh

informasi yang benar untuk setiap lokasi. Namun demikian, ada beberapa ciri lahan alang-alang yang umum dijumpai, penyuluh juga harus memahaminya.

Alang-alang cenderung lebih mudah berkembang dan bertahan pada lahan berbukit dibandingkan lahan datar, karena api kebakaran pada lahan miring lebih panas dan lebih mudah menjalar.

Lahan alang-alang di lahan miring lebih mudah tererosi karena adanya kebakaran secara periodik menyebabkan permukaan tanah menjadi terbuka terhadap pukulan air hujan. Di pihak lain, alang-alang menutupi tanah hampir sepanjang tahun dan akar-akarnya mengikat tanah walaupun sesudah terjadi kebakaran. Alang-alang sebagai penutup tanah masih lebih baik daripada tanpa penutup sama-sekali, dan mungkin bisa melindungi tanah lebih baik dibanding sistem pertanian dengan melibatkan pengolahan pembongkaran tanah..

Setiap sistem agroforestri yang diterapkan dalam rehabilitasi lahan alang-alang harus mampu melindungi tanah dari erosi. Jangan sekali-kali mempunyai anggapan bahwa

Alang-alang bisa ditemukan diberbagai tempat yang memiliki tipe iklim berbeda-beda. Kebanyakan lahan alang-alang berkembang di daerah yang memiliki musim penghujan cukup panjang, tetapi masih memiliki bulan kering yang cukup sering sehingga memungkinkan terjadinya kebakaran.

Alang-alang bukan merupakan tanaman yang rakus hara dan bahkan seringkali dijumpai pada tanah yang tidak subur dan tanah masam. Kandungan bahan organik tanah semakin berkurang pada lahan alang-alang yang pernah terbakar. Alang-alang juga dijumpai pada tanah yang mempunyai tingkat kesuburan sedang sampai tinggi.

Anggapan bahwa tanah yang ditumbuhi alang-alang adalah tidak subur adalah tidak selalu benar. Pemeriksaan terhadap adanya batuan yang muncul di permukaan, potongan jalan atau lahan yang diolah harus dilakukan untuk mengetahui kedalaman tanah dan tekstur tanah. Demikian pula hasil-hasil survei tanah bisa dipelajari.

Semua informasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk memilih jenis jenis tanaman semusim dan tanaman tahunan dan taksirlah kebutuhan kapur dan pupuk

### 4.3. Ukuran Luas Lahan Alang-Alang

Pilihan atau alternatif rehabilitasi lahan alang-alang tergantung dari ukuran luasnya. Semakin luas lahan alang-alang, maka semakin sulit untuk merehabilitasinya.

Tabel.1. Beberapa Pengaruh Ukuran Padang Alang-Alang.

<b>Padang alang-alang yang luas: “padang alang-alang”</b>	
<i>Definisi &amp; Deskripsi</i>	<i>Implikasi Pengelolaan</i>
Padang alang-alang yang sangat luas, wilayahnya bisa melintasi batas desa, kecamatan, kabupaten dan bahkan propinsi. Kebakaran yang dimulai dari suatu titik yang terpencil bisa merambat ke tempat lain yang sangat jauh jaraknya.	Pengawasan terhadap kebakaran sulit dilaksanakan apabila mulai terjadi di lokasi yang terpencil, jauh dan sering. Sulit melakukan pendidikan, pembinaan dan koordinasi kepada masyarakat secara bersamaan. Konversi padang alang-alang menjadi lahan pertanian atau agroforestri paling mudah dilaksanakan di kawasan pinggiran. Walaupun demikian, peluang untuk berhasil sangat kecil.
Padang alang-alang yang luas umumnya terdapat pada wilayah yang tidak subur, topografinya berombak dan sering terjadi kekeringan.	Wilayah yang demikian ini seringkali tidak sesuai atau kurang produktif untuk hutan dan agroforestri .
Seringkali sudah merupakan padang alang-alang sejak lama dan pohon-pohon asli sudah musnah. Pusat wilayah ini terlalu jauh dari sumber benih. Tidak menarik untuk didatangi burung-burung dan hewan lain yang bisa membawa benih.	Pemeliharaan permudaan alami kemungkinan bisa dilaksanakan di daerah pinggiran saja.
<b>Padang alang-alang berukuran sedang: “padang alang-alang desa”</b>	
<i>Definisi &amp; Deskripsi</i>	<i>Implikasi Pengelolaan</i>
Padang alang-alang berukuran sedang berada dalam wilayah satu desa saja.	Pencegahan kebakaran umumnya bisa dilaksanakan dengan organisasi pada tingkat desa.
Padang alang-alang berukuran sedang pada umumnya relatif masih baru berkembang dan masih memiliki sisasisa vegetasi hutan. Pusat wilayah ini jaraknya cukup dekat dengan sumber benih.	Wilayah ini pada umumnya sesuai untuk pemeliharaan permudaan alami.
<b>Padang alang-alang sempit: “petak alang-alang”</b>	
<i>Definisi &amp; Deskripsi</i>	<i>Implikasi Pengelolaan</i>
Petak alang-alang terdapat dalam lahan pertanian milik perorangan, biasanya tersembunyi di-antara pohon-pohonan.	Pengelolaan api sangat sederhana apabila berada di bawah kendali satu orang petani. Alang-alang dapat diperlakukan sebagai gulma, memakai teknik pemberantasan manual.

Penyebaran kebakaran lahan alang-alang seringkali terhalang dan terhambat oleh adanya sungai, batuan di permukaan (lahan berbatu), jalan raya atau setapak, hutan yang lembab, atau areal yang tidak ada alang-alang atau kayu-kayuan yang mudah terbakar. Rehabilitasi alang-alang sebaiknya dimulai dari daerah yang menghalangi rambatan api ini, sehingga dapat terlindungi dari bahaya kebakaran yang timbul dari satu sisi.

## 5. PEMILIHAN TANAMAN REHABILITASI LAHAN ALANG-ALANG

Kebakaran merupakan salah satu penyebab gagalnya perkebunan pohon-pohonan pada lahan alang-alang. Masyarakat setempat sering menjadi penyebab timbulnya kebakaran, tetapi mereka juga merupakan mitra terbaik dalam mencegah kebakaran. Masyarakat setempat akan lebih tertarik untuk mereklamasi lahan alang-alang bila mereka memiliki pohon dan tanaman semusim yang ditanam untuk mereklamasi lahan alang-alang. Bila lahan baru yang terbentuk bernilai semakin tinggi bagi masyarakat, maka mereka akan bekerja lebih keras baik dalam pemeliharaan maupun dalam pencegahan kebakaran.

Praktek agroforestri yang dikenal di lingkungan masyarakat, biasanya berhubungan erat dengan komponen pohon, semak, tanaman semusim, ternak dan padang penggembalaan. Kombinasi penanaman beberapa spesies pada lahan yang sama biasanya membentuk sebaran kanopi yang lebih rapat bila dibandingkan dengan yang dijumpai pada perkebunan.

Dengan demikian akan mengurangi cahaya yang masuk dan menekan pertumbuhan alang-alang atau gulma lainnya, dapat melaksanakan dengan mudah sistem agroforestri baik yang intensif maupun yang kompleks.

Pemilihan jenis yang tepat harus mempertimbangkan berbagai faktor. Sifat-sifat spesies yang baik adalah sebagai berikut :

- ☞ Tahan terhadap kebakaran
- ☞ Memiliki kanopi yang luas & rapat, sehingga dapat menutupi bidang olah selama bera
- ☞ Tahan pemangkasan yang sering
- ☞ Mengikat nitrogen atau daunnya kaya N dan P

- ☞ Menghasilkan banyak seresah
- ☞ Memiliki perakaran yang dalam
- ☞ Dapat ditanam dari biji
- ☞ Bisa adaptasi dengan iklim dan tanah setempat
- ☞ Tersedia bahan tanam
- ☞ Menghasilkan pakan dan kayu bakar

Untuk menghambat alang-alang sebelum tanaman ataupun pohon ditanam, sebaiknya dipilih spesies tanaman yang agresif. Jika tanaman pangan segera akan ditanam, maka bisa dipilih varietas tanaman penutup tanah yang berumur pendek sekitar 3-4 bulan (misalnya *Mucuna pruriens* var. *utilis* atau bhs. Jawa. koro benguk). Jika diperlukan penutupan tanah dalam jangka waktu lebih lama, selain jenis yang berumur pendek tersebut, dicampur pula dengan beberapa spesies yang berumur lebih panjang (contoh: *Centrosema* atau *Pueraria*). Jika terdapat musim kemarau yang jelas, sebaiknya digunakan campuran jenis yang tahan kekeringan. Benih yang digunakan harus berkualitas tinggi.

Penanaman tanaman kacang-kacangan penutup tanah (LCCs = *leguminous cover crops*) dapat berfungsi sebagai mulsa hidup, untuk mengendalikan erosi dan mencegah tumbuhnya gulma. Banyak jenis tanaman ini merupakan pakan ternak yang bernilai gizi tinggi. Bila tanaman ini ditanam, akan menyumbang sejumlah besar bahan organik, nitrogen dan fosfor yang tersedia kedalam tanah.

Tanaman kacang-kacangan penutup tanah dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan alang-alang yang ada. Tanaman ini umumnya sangat bermanfaat untuk mencegah alang-alang tumbuh kembali setelah dapat dikendalikan. Tanaman kacang-kacangan ini sering ditanam sebagai tanaman sela, tanaman tumpang gilir (*a relay crop*), maupun sebagai tanaman bera.

Sifat-sifat spesies yang baik dapat dipertimbangkan sebagai penutup tanah untuk menghambat alang-alang adalah sebagai berikut :

- ☞ Penambat nitrogen
- ☞ Beradaptasi pada kondisi tanah dan iklim setempat
- ☞ Toleran terhadap pengaruh alelopati alang-alang

- ☞ Mudah dan cepat tumbuh secara alami
- ☞ Tahan terhadap hama dan penyakit
- ☞ Merambat dan mampu menghambat pertumbuhan alang-alang
- ☞ Penghasil pakan ternak dan kayu bakar
- ☞ Benihnya mudah tersedia

Spesies yang dapat digunakan:

- ☞ *Calopogonium mucunoides* (kacang asu)
- ☞ *Centrosema pubescens* (Ki besin)
- ☞ *Mucuna pruriens* (koro benguk)
- ☞ *Phaseolus carcaratus* (kacang oci)
- ☞ *Pueraria* spp. (kacang ruji)
- ☞ *Stylosanthes guyanensis*
- ☞ Campuran spesies

Tanaman penutup tanah paling bermanfaat sebagai tanaman sela atau sebagai tanaman tumpang gilir. Tanaman ini akan menaungi tanah diantara barisan tanaman dan melindungi tanah pada periode antar musim tanam (bera), sehingga mampu menghambat tumbuhnya alang-alang.

## **6. STRATEGI PENGGUNAAN TANAMAN ACTINORHIZAL *Casuarina equisetifolia* L PADA REHABILITASI LAHAN ALANG-ALANG**

### **6.1. Analisis Penggunaan Tanaman Actinorhizal *Casuarina Equisetifolia* L**

Untuk penanaman *Casuarina equisetifolia* L pada lahan alang-alang dengan menggunakan sistem agroforestri perlu dianalisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Tantangan yang dihadapi.

#### **♣ Kekuatan :**

Tanaman Actinorhizal *Casuarina equisetifolia* L

- ☞ Penambat nitrogen bersimbiosis dengan Frankia
- ☞ Membentuk mycorrhiza
- ☞ Beradaptasi pada kondisi tanah dan iklim setempat

- ☞ Mudah dan cepat tumbuh secara alami
- ☞ Dapat tumbuh pada daerah kritis
- ☞ Toleran terhadap kadar garam tinggi
- ☞ Penahan angin (Windbreaks)
- ☞ Landscaping
- ☞ Menyediakan keteduhan
- ☞ Sebagai Kayu industri, Pulp
- ☞ Memperindah taman dan kota
- ☞ Kayu bakar terbaik di dunia
- ☞ Arang berkualitas tinggi
- ☞ Perbanyak dapat dengan stek
- ☞ Viabilitas benih dapat ditahan sampai beberapa tahun
- ☞ Sebagai obat-obatan

♣ **Kelemahan :**

Tanaman Actinorhizal *Casuarina equisetifolia* L

- ☞ Bersimbiosis dengan Frankia merupakan bakteri “Slow Growing”
- ☞ Menghasilkan sedikit seresah
- ☞ Tajuk ringan
- ☞ Seresah kurang cepat terdekomposisi
- ☞ Sensitif terhadap kebakaran

♣ **Peluang :**

- ☞ Adanya lahan alang-alang yang perlu direhabilitasi
- ☞ Telah dikenal dalam sistem agroforestri

♣ **Tantangan :**

- ☞ Terdapat jenis lain yang cepat tumbuh dan penambat nitrogen
- ☞ Terdapat jenis lain yang bernilai komersil tinggi
- ☞ Terbatasnya penelitian tentang simbiosis antara jenis *Casuarina equisetifolia* L dengan bakteri Frankia di daerah tropis.

- ☞ Terbatasnya informasi tentang manfaat dan kelebihan jenis *Casuarina equisetifolia* L dalam masyarakat

## 6.2. Strategi Penggunaan Tanaman Actinorhizal *Casuarina Equisetifolia* L

Dari hasil analisis diatas dapat dibuat strategi untuk rehabilitasi lahan Alang-alang dengan sistem Agroforestri.

- ☞ Sebelum penanaman di lapangan pada tingkat semai *Casuarina equisetifolia* L perlu diinokulasikan dengan mycorrhiza dan bakteri Frankia. *Casuarina equisetifolia* L merupakan jenis yang bersimbiosis dengan jamur dan bakteri Frankia yang bermanfaat bagi pertumbuhannya. Semai-semai yang akan ditanam perlu dilakukan inokulasi jamur dan bakteri agar sebelum dipindahkan ke lapangan mycorrhiza dan nodul akar sudah terbentuk sehingga penyerapan unsur hara dapat berlangsung sempurna.
- ☞ *Casuarina equisetifolia* L perlu dikombinasikan dengan jenis tanaman yang menghasilkan banyak seresah. Seresah yang jatuh di permukaan tanah dapat melindungi permukaan tanah dari pukulan air hujan dan mengurangi penguapan. Tinggi rendahnya peranan seresah ini ditentukan oleh ‘kualitas’ bahan organik tersebut. Semakin rendah ‘kualitas’ bahan (bila nisbah C/N, lignin/N dan polifenol/N tinggi), maka semakin lama pula bahan tersebut dilapuk, sehingga terjadi akumulasi seresah yang cukup tebal pada permukaan tanah hutan.
- ☞ *Casuarina equisetifolia* L perlu dikombinasikan dengan jenis tanaman yang menghambat dan mencegah kembalinya pertumbuhan alang-alang. Tanaman kacang-kacangan penutup tanah dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan alang-alang yang ada. Tanaman ini umumnya sangat bermanfaat untuk mencegah alang-alang tumbuh kembali setelah dapat dikendalikan.
- ☞ Jarak tanam harus lebih rapat karena *Casuarina equisetifolia* L mempunyai tajuk yang ringan. Pepohonan yang ditanam cukup rapat dapat menjaga kestabilan iklim mikro, mengurangi kecepatan angin, meningkatkan kelembaban tanah dan memberikan naungan parsial, Naungan pohon dapat menekan pertumbuhan gulma terutama alang-alang dan menjaga kelembaban tanah sehingga mengurangi risiko kebakaran pada musim kemarau. Alang-alang adalah jenis rumput tahunan yang

menyukai cahaya matahari, dengan bagian yang mudah terbakar di atas tanah dan akar rimpang (*rhizome*) yang menyebar luas di bawah permukaan tanah. Alang-alang dapat berkembang biak melalui biji dan akar rimpang, namun pertumbuhannya terhambat bila ternaungi. Oleh karena itu salah satu cara mengatasinya adalah dengan jalan menanam tanaman lain yang tumbuh lebih cepat dan dapat menaungi.

- ☞ Bila penanaman sudah dilaksanakan perlu dibuat sekat bakar. Sekat bakar (*Firebreaks*) merupakan perintang / penghalang / sekat yang berupa pepohonan atau jalur tanpa tumbuh-tumbuhan yang dibersihkan dan dirancang untuk mencegah menjalarnya api bila terjadi kebakaran hutan.
- ☞ Perlu diadakan penyuluhan usaha rehabilitasi lahan alang-alang untuk meningkatkan produktivitasnya. Peningkatan pemahaman masyarakat terhadap dampak negatif dari alang-alang agar tindakan rehabilitasi segera dilakukan.
- ☞ Perlu dilakukan penelitian-penelitian lebih komprehensif hubungan antara *Casuarina equisetifolia L* dan bakteri frankia di daerah tropis. Penelitian hubungan jenis *Casuarina equisetifolia L* dan bakteri frankia masih kurang, pada umumnya hasil-hasil penelitian berasal dari daerah temperate yang perlu dibuktikan kembali efisiensi dan efektivitasnya di daerah tropis.
- ☞ Penanaman jenis *Casuarina equisetifolia L* sangat dianjurkan untuk penahan angin (*windbreaks*). Perakaran yang dalam membuat *Casuarina equisetifolia L* dapat berdiri kokoh walaupun tumbuh di daerah dengan kekuatan angin lebih besar.
- ☞ *Casuarina equisetifolia L* lebih disarankan untuk lahan yang berkadar garam tinggi. Lahan alang-alang yang berada dekat pesisir pantai, lebih diutamakan pemakaian jenis *Casuarina equisetifolia L* karena dapat hidup dengan baik pada salinitas tinggi.

## 7. KESIMPULAN

- ☞ Sistem agroforestri sudah dipraktekan lama sebelum definisi agroforestri dibuat. Dalam Bahasa Indonesia, kata "Agroforestry" dikenal dengan istilah wanatani atau agroforestri yang arti sederhananya adalah menanam pepohonan di lahan pertanian. Menurut De Foresta dan Michon (1997), agroforestri dapat dikelompokkan menjadi dua sistem, yaitu sistem agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks.
- ☞ *Casuarina equisetifolia* L merupakan jenis yang bersimbiosis dengan mycorrhiza dan bakteri penambat nitrogen Frankia, dapat tumbuh pada lahan kritis dan mempunyai banyak manfaat dan kegunaan.
- ☞ Tanaman actinorhizal merupakan jenis pohon non-legum yang dapat membentuk nodul akar penghasil nitrogen karena bersimbiosis dengan bakteri Frankia. Family Actinorhizal terakhir setelah revisi taxonomic terbaru dibagi menjadi empat genus - *Casuarina*, *Allocasuarina*, *Gymnostoma* dan *Ceuthostoma*.
- ☞ Frankia adalah bakteri gram positif yang termasuk dalam "slow growing" bakteri.
- ☞ Alang-alang adalah jenis rumput tahunan yang menyukai cahaya matahari, dengan bagian yang mudah terbakar di atas tanah dan akar rimpang (*rhizome*) yang menyebar luas di bawah permukaan tanah.
- ☞ Tanaman *Casuarina equisetifolia* L dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan alang-alang dikombinasikan dengan jenis tanaman yang menghasilkan banyak seresah dan jenis penghambat pertumbuhan alang-alang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2001) Abstrak Hutan Dan Kehutanan- Agroforestry – 3 PUSDOKINFO & MUSEUM Taman Hutan Manggala Wanabakti (Manggala Wanabakti Documentation And Information Center & Museum Forest Park) Jakarta.
- Arifin H. S, M. A Sardjono, L. Sundawati, T. Djogo, G. A. Wattimena dan Widiyanto (2003) Agroforestri di Indonesia. Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia
- De Foresta, H. and G. Michon. (1997). The agroforest alternative to Imperata grasslands: when smallholder agriculture and forestry reach sustainability. Agroforestry Systems. Published by ICRAF, ORSTOM, CIRAD-CP and the Ford Foundation.
- Dorthe J, Dfsc (2001) Informasi Singkat Benih Casuarina Equisetifolia Balai Perbenihan Tanaman Bandung Indonesia
- Hairiah, K, M. A. Sardjono, S. Sabarnurdin (2003) . Pengantar Agroforestri. Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia
- Hairiah, K, M Noordwijk and P Purnomosidhi (2000) Reclamation of Imperata Grassland using Agroforestry. International Centre for Research in Agroforestry Southeast Asian Regional Research Programme PO Box 161, Bogor, Indonesia
- Kathleen S. Friday, M. Elmo Drilling dan Dennis P. Garrity (2000) Rehabilitasi Padang Alang-alang menggunakan Agroforestri dan Pemeliharaan Permudaan Alam. International Centre for Research in Agroforestry. Bogor 16680
- Michon, G dan H. de Foresta (1993), Peranan Agroforest. Peranan Sistem Agroforest Bagi Dunia Kehutanan dan Pertanian ICRAF and BIOTROP, Bogor,
- Sardjono, M.A, T. Djogo, H. Susilo Arifin dan N. Wijayanto (2003). Klasifikasi dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri, Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia
- Suprayogo. D, K Hairiah, N Wijayanto, Sunaryo dan M Noordwijk (2003), Peran Agroforestri pada Skala Plot: Analisis Komponen Agroforestri sebagai Kunci Keberhasilan atau Kegagalan Pemanfaatan Lahan Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia

- Sabarnudin S, Budiadi dan Suryanto. P. (2005). Bahan Ajar Matakuliah Agroforestry. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sardjono, M.A, Tony Djogo, Hadi Susilo Arifin dan Nurheni Wijayanto (2003) Klasifikasi dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri, Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia
- Suprayogo, D, K. Hairiah, N. Wijayanto, Sunaryo dan M Noordwijk (2003) Analisis Komponen Agroforestri sebagai Kunci Keberhasilan atau Kegagalan Pemanfaatan Lahan
- Widianto, K. Hairiah, D. Suharjo, dan M A.Sardjono (2003), Fungsi dan Peran Agroforestri Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia
- Wheeler, C.T. I.M. Miller, R. Narayanan, D.Purushothaman (2003) Soil Microorganisms In Agroforestry Systems. Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. PO Box 161 Bogor, Indonesia

[www.irwantoshut.co.cc](http://www.irwantoshut.co.cc)

<http://irwantoshut.blogspot.com>

<http://irwantoforester.wordpress.com>

<http://sig-kehutanan.blogspot.com>

<http://ekologi-hutan.blogspot.com>

<http://pengertian-definisi.blogspot.com>

[www.irthebest.com](http://www.irthebest.com)

email : [irwantoshut@gmail.com](mailto:irwantoshut@gmail.com)

email : [irwantoshut@yahoo.com](mailto:irwantoshut@yahoo.com)