

**Riset Dalam Rangka Memperbaiki Ekosistem Hutan Tropis: Sebuah
Panduan Praktis**

**THE FOREST RESTORATION RESEARCH UNIT
BIOLOGY DEPARTMENT, SCIENCE FACULTY
CHIANG MAI UNIVERSITY**

Buku ini merupakan salah satu hasil utama proyek awal Darwin, “Memfasilitasi restorasi hutan untuk pemulihan keanekaragaman hayati di Indocina”. Proyek ini mentransfer konsep dan teknik pemulihan ekosistem hutan yang dikembangkan oleh Unit Riset Restorasi Hutan Universitas Chiang Mai (FORRU-CMU) ke Cina, Laos, dan Kamboja dan mengadaptasi konsep dan teknik tersebut ke kondisi sosial ekonomi dan ekologi lokal. Program pelatihan dilaksanakan di CMU dan lokasi-lokasi di negara-negara yang berpartisipasi dalam proyek restorasi hutan. Tempat untuk percobaan lapangan berada di Laos (kiri atas) dan Kamboja (kanan atas) dan di lahan penelitian pembibitan yang didirikan di Cina (kanan bawah) dengan tambahan dukungan dari World Agroforestry Centre (ICRAF). Rencana nasional untuk unit riset restorasi hutan (FORRU’s) dikembangkan dan ditampilkan ke penyandang dana pada lokakarya akhir proyek di Chiang Mai pada tahun 2008 (kiri bawah). Buku ini adalah panduan pelatihan yang dirancang untuk staf di FORRU Cina, Laos dan Kamboja agar mereka bisa mengembangkan kemampuan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk program riset yang berkaitan dengan restorasi ekosistem hutan khas yang ada di masing-masing negara. Buku ini tersedia dalam bahasa Inggris, Cina, Laos, Khmer dan Thailand.

MEMPERBAIKI HUTAN; PRINSIP DAN PRAKTEK RESTORASI HUTAN TROPIS

Mengubah lahan yang sangat gundul menjadi hutan tropis yang subur, yang mendukung kekayaan keanekaragaman hayati dalam waktu hanya beberapa tahun adalah hal yang mungkin untuk dilakukan. Berdasarkan hasil kerja Unit Riset Restorasi Hutan Universitas Chiang Mai (FORRU-CMU) sejak tahun 1994, buku “How to Plant a Forest” berisi tentang bagaimana metode spesies kerangka restorasi hutan telah sukses diadaptasi untuk memulihkan ekosistem hutan alam di Thailand utara. Buku ini berisi informasi dasar yang memungkinkan pembaca untuk memahami mekanisme alami regenerasi hutan, dan teknik praktis untuk memanfaatkan dan mempercepat mekanisme alami tersebut. Buku ini dilengkapi ilustrasi diagram yang mudah dipahami, saran yang telah diuji coba secara ilmiah tentang bagaimana memilih spesies pohon yang sesuai, bagaimana menanam pohon-pohon tersebut dilahan pembibitan dan bagaimana menanam dan merawat mereka dilahan yang telah gundul. Selain itu, terdapat juga penjelasan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek-proyek restorasi hutan dan yang paling penting adalah penjelasan mengenai cara memotivasi dan melibatkan masyarakat lokal. Buku ini tidak hanya berisi tentang Thailand Utara. Konsep dan teknik yang dijelaskan di dalam buku ini bisa diterapkan untuk berbagai jenis hutan yang berbeda di daerah lain, sehingga siapapun yang tertarik untuk memperbaiki ekosistem hutan untuk konservasi satwa liar dan perlindungan lingkungan akan merasakan manfaatnya. Buku ini tersedia dalam bahasa Inggris, Thailand, Cina, Khmer, Lao dan Vietnam. Silahkan menghubungi FORRU-CMU untuk informasi lebih lanjut.

Buku ini ditujukan untuk para peneliti dan supervisor mereka. Petunjuk teknis ini menjelaskan tentang bagaimana membentuk unit penelitian restorasi hutan (FORRU) dan melaksanakan program penelitian untuk menentukan cara terbaik untuk mengembalikan ekosistem hutan tropis ke lahan-lahan gundul. Berdasarkan pengalaman selama 15 tahun menjalankan FORRU di Universitas Chiang Mai (CMU), Thailand Utara, penulis menjelaskan secara rinci konsep fundamental restorasi hutan dan cara membuat dan menjalankan penelitian di lahan pembibitan pohon dan sistem plot percobaan lapangan. Teknik untuk studi fenologi, percobaan perkecambahan biji serta pemantauan daya tahan spesies pohon setelah penanaman dan pemulihan keanekaragaman hayati juga dijelaskan secara rinci, termasuk pengumpulan data, analisis dan interpretasi data. Pada bagian akhir buku ini dijelaskan secara komprehensif cara menggunakan hasil penelitian, melaksanakan program restorasi hutan yang efektif untuk konservasi keanekaragaman hayati dan perlindungan lingkungan.

**RISET DALAM RANGKA MEMPERBAIKI EKOSISTEM HUTAN TROPIS:
SEBUAH PANDUAN PRAKTIS**

**DISUSUN OLEH
STEPHEN ELLIOTT,
DAVID BLAKESLEY DAN
SUTTHATHORN CHAIRUANGSRI**

ILUSTRASI OLEH SURAT PLUKAM

**DISPONSORI OLEH THE UK'S DARWIN INITIATIVE
EDISI PERTAMA 2008**

Buku "Penelitian dalam Rangka Memperbaiki Ekosistem Hutan Tropis: Sebuah Panduan Praktis" tidak memiliki hak cipta. Buku ini telah dirancang tanpa hak cipta agar mudah diakses semua pihak secara gratis dan untuk memudahkan semua pihak yang berminat dalam melaksanakan riset penelitian agar hasil penelitiannya bisa digunakan untuk memperbaiki ekosistem hutan tropis dengan lebih efisien. Yang kami inginkan adalah bagi yang memanfaatkan buku ini agar tetap memasukkan sumber asli di tulisan atau di materi yang dibuat. **Silakan buat kutipan seperti di bawah ini:**

UNIT RISET DALAM RANGKA MEMPERBAIKI EKOSISTEM HUTAN TROPIS, 2008. Penelitian untuk Memperbaiki Ekosistem Hutan Tropis: Sebuah Panduan Praktis. Jurusan Biologi, Fakultas Sains, Universitas Chiang Mai, Thailand.

Buku ini tersedia dalam beberapa bahasa. Untuk memesan salinan dari edisi bahasa apa saja, silakan kirim email ke alamat berikut ini:

Bahasa Inggris Dr. Stephen Elliott (untuk Asia Tenggara)
stephen_elliott1@yahoo.com atau

Dr. David Blakesley (untuk Eropa)
david.blakesley@btinternet.com

Bahasa Thailand Dr. Sutthathorn Chairuang斯里
s.suwann@chiangmai.ac.th

Bahasa Laos Mr. Sounthone Ketphanh
sounthone53@yahoo.com

Bahasa China Mr. He Jun
h.jun@cgiar.org

Bahasa Khmer Mr. Nup Sothea
nupsothea67@yahoo.com



DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH	V	
KATA PENGANTAR	VI	
BAB 1 RESTORASI HUTAN- KONSEP DAN SARANA FUNDAMENTAL	1	
Bagian 1	Apa Yang Dimaksud Dengan Restorasi Hutan?	3
Bagian 2	Degradasi Hutan Dan Strategi Restorasi	
Bagian 3	Restorasi Kawasan Hutan	
BAB 2 MENDIRIKAN SEBUAH UNIT PENELITIAN RESTORASI HUTAN (FORRU)		
Bagian 1	Organisasi Dan Sumber Daya Manusia	
Bagian 2	Bekerja Pada Semua Tingkatan	
Bagian 3	Fasilitas Yang Dibutuhkan	
Bagian 4	Pendanaan	
BAB 3 MENGEMBANGBIAKKAN POHON DALAM RANGKA MEMPERBAIKI HUTAN		
Bagian 1	Menyeleksi Dan Mengidentifikasi Kerangka Spesies Pohon	
Bagian 2	Fenologi	
Bagian 3	Pengumpulan Benih	
Bagian 4	Pengujian Perkecambahan	
Bagian 5	Penyimpanan Benih	
Bagian 6	Eksperimen Daya Tahan Pohon	
Bagian 7	Eksperimen Dengan Menggunakan Bibit Pohon yang Tumbuh secara Alami di Hutan Asli.	
Bagian 8	Jadwal Produksi	
BAB 4 EKSPERIMEN LAPANGAN		
Bagian 1	Sistem Plot Percobaan Lapangan (FTPS)	
Bagian 2	Lokasi, Pendirian dan Rancangan FTPS	
Bagian 3	Pengumpulan Data	
Bagian 4	Analisis dan Interpretasi Data	
Bagian 5	Pembenihan Langsung	
BAB 5 MEMONITOR PEMULIHAN HUTAN		
Bagian 1	Menilai Produksi Sumberdaya Margasatwa	
Bagian 2	Pemantauan Margasatwa	
Bagian 3	Pemantauan Peremajaan Hutan	

BAB 6 DARI PENELITIAN MENUJU PEMULIHAN HUTAN

Bagian 1	Mengelola Informasi
Bagian 2	Pemilihan Spesies
Bagian 3	Memberi Informasi Kepada Stakeholder
Bagian 4	Perencanaan Strategi Komunikasi
Bagian 5	Melaksanakan Perbaikan Ekosistem Hutan

LAMPIRAN

Bagian 1	Rancangan Blok Lengkap Acak
Bagian 2	Analisis Varians
Bagian 3	Paired T-Tests

Daftar Istilah
Daftar Pustaka
Indeks

KONTAK FORRU-CMU

UCAPAN TERIMAKASIH

Buku panduan ini menyajikan konsep dan teknik penelitian untuk memperbaiki ekosistem hutan, yang dikembangkan oleh Unit Riset Pemulihan Hutan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains Universitas Chiang Mai (FORRU-CMU) sejak tahun 1994. Buku panduan ini merupakan salah satu hasil proyek "Memfasilitasi Restorasi Hutan untuk Pemulihan Keanekaragaman Hayati di Indocina", yang disponsori oleh The UK's Darwin Initiative. Kami mengucapkan terima kasih kepada Darwin Initiative yang telah menjadi lembaga donor untuk biaya produksi.

FORRU-CMU didirikan oleh Asosiasi Prof Dr Vilaiwan Anusarnsunthorn, Dr. Stephen Elliott and Dr. David Blakesley pada tahun 1994, yang bekerja sama dengan staf Kantor Pusat Taman Nasional Doi Suthep-Pui, tempat dimana unit penelitian pembibitan dibangun. Kami berterima kasih kepada semua kepala Taman nasional yang telah memberikan dukungan logistik untuk unit ini selama bertahun-tahun, termasuk Mr. Prawat Wohandee, Mr. Amporn Panmongkol, Mr. Wirote Rojanajinda, Mr. Suchai Omapinyan, Mr. Paiboon Sawatmelanon, Mr. Prasert Saentaam, Mr. Anan Sorngai dan Mr. Surachai Tuamsomboon.

Informasi dalam buku petunjuk ini adalah hasil dari dedikasi kerja tim riset FORRU-CMU, termasuk Mr. Cherdasak Kuaraksa, Dr. Greuk Pakkad, Ms. Panitnard Tunjai, Ms. Thonglaw Seethong dan Ms. Somkit Kungotha. Tim Pendidikan FORRU Darwin juga memberikan kontribusi yang signifikan, mereka adalah Mr. Kunakorn Boonsai, Ms. Sudarat Zangkum and Ms Tiderach Toktang. Kami juga berterima kasih kepada Ms Jenny Schabel atas bantuan grafis dan tata letak dan untuk kontribusinya di Bab 6, David Moore yang melakukan edit akhir, dan Ms Rungtiwa Bunyayod untuk desain tata letak pada edisi berbahasa Thailand.

Metode spesies kerangka restorasi hutan pertama kali dicetuskan di Queensland Australia dan untuk itu kami berhutang budi kepada Mr. Nigel Tucker dan Ms Tania Murphy yang telah memperkenalkan staf FORRU-CMU ke konsep metode ini di Danau Taman Nasional Eacham, Queensland, pada tahun 1997. Kerjasama dengan penduduk desa Ban Mae Sa Mai juga penting bagi keberhasilan unit ini, khususnya Mr NaengThanonworakun dan keluarganya, yang merawat lahan pembibitan pohon desa dan mengkoordinir pekerjaan kami dengan masyarakat.

FORRU-CMU didirikan dengan sponsor dari Riche Monde (Bangkok) Ltd dan kemudian didukung oleh Universitas Chiang Mai, Program Pelatihan dan riset Keanekaragaman Hayati Thailand dan Proyek UK's Eden dan Darwin Initiative, Shell International Renewables, Guinness PLC, World Wildlife Fund (sebuah program dari Thailand), King Power dan Yayasan Plant a Tree Today (Mari Menanam pohon hari ini). Kami berterima kasih kepada mereka semua.

Teks buku ini disusun oleh Dr Stephen Elliott dan Dr David Blakesley. Kami berterima kasih kepada Dr George Gale untuk komentarnya yang sangat membantu dalam penulisan naskah ini. Edisi Thailand diadaptasi dan diterjemahkan oleh Dr Sutthathorn Chairuang Sri. Semua karya seni dibuat oleh Mr Surat Plukam dan foto-foto diambil oleh staf FORRU-CMU. Pendapat-pendapat yang dikemukakan dalam buku ini bersumber dari para penulis buku dan bukan dari sponsor atau orang yang memberi ulasan terhadap buku ini. Para penulis berterima kasih kepada semua orang yang belum disebutkan namanya di sini, yang telah memberikan kontribusi terhadap kerja FORRU-CMU's atau produksi buku ini. Akhirnya, kami berterima kasih kepada

Jurusan Biologi, Fakultas Sains, Universitas Chiang Mai dan Lanskap Satwa Liar atas dukungan kelembagaan FORRU dan Riset Malling Timur yang bertindak sebagai mitra kerjasama Inggris untuk proyek-proyek Darwin Initiative dan dukungan kelembagaan dari kontribusi Dr David Blakesley terhadap kerja FORRU-CMU's.

KATA PENGANTAR

Di seluruh dunia, banyak usaha untuk "menciptakan kembali ekosistem hutan alam" di tanah gundul telah gagal. Hal ini sering terjadi karena buruknya teknik-teknik yang dikembangkan, serta manajemen yang buruk dan kegagalan dalam melibatkan masyarakat setempat. Namun, hal ini tidak perlu terjadi lagi. Buku ini (bersama-sama dengan buku pendamping yang berjudul 'How to Plant a Forest' (FORRU, 2006)) ditulis untuk menunjukkan bahwa strategi inovatif restorasi hutan telah berhasil dilakukan dan dapat disesuaikan dengan kondisi ekologi dan sosial-ekonomi yang ada di berbagai kawasan di seluruh Asia Tenggara.

Pada tahun 2002, Unit Riset Restorasi Hutan Universitas Chiang Mai (FORRU-CMU), dan mitranya dari Inggris, Riset Malling Timur (EMR), diberi dana oleh The UK's Darwin Initiative Inggris untuk proyek 3 tahun. Proyek tersebut berjudul "Pendidikan dan pelatihan dalam rangka memulihkan keanekaragaman hayati hutan tropis". Buku 'How to Plant a Forest: the Principles and Practice of Restoring Tropical Forest Ecosystems' (Bagaimana Memperbaiki Hutan: Prinsip dan Praktek Restorasi Ekosistem Hutan Tropis) adalah output utama proyek tersebut. Hal itu membuat semua yang berminat untuk memperbaiki ekosistem hutan di Thailand utara bisa mencoba dan menguji teknik yang dikembangkan tim riset FORRU-CMU selama satu dekade. Menggunakan format yang mudah diakses, buku tersebut menunjukkan bagaimana konsep spesies kerangka restorasi hutan telah berhasil diadaptasi untuk membangun kembali ekosistem hutan alam di daerah tropis kering musiman dan memberikan semua informasi praktis yang diperlukan untuk melaksanakan sebuah proyek restorasi hutan.

Meskipun buku tersebut telah didistribusikan, misalnya di seluruh Asia Tenggara dan diterjemahkan ke dalam enam bahasa (Thailand, Cina, Laos, Khmer, Vietnam dan Inggris), informasi yang disajikan di dalamnya utamanya berlaku untuk hutan tropis kering musiman di Thailand Utara. Banyak teknik dan spesies pohon kerangka yang direkomendasikan di dalamnya mungkin tidak cocok untuk berbagai kondisi ekologi dan keadaan sosial-ekonomi yang ada di bagian daerah tropis Asia Tenggara lainnya.

Judul buku yang sekarang, yaitu "Penelitian dalam Rangka Memperbaiki Ekosistem Hutan Tropis: Sebuah Panduan Praktis" mengambil langkah logis berikutnya. Buku ini menyajikan konsep umum dan protokol penelitian yang digunakan untuk mengembangkan kesuksesan restorasi hutan di Thailand Utara. Dengan mengadaptasi konsep dan protokol secara lokal untuk ekosistem hutan asli dan flora pohannya, maka dimungkinkan untuk mengembangkan metode yang telah berhasil diterapkan untuk mengembalikan ekosistem hutan di mana saja di daerah tropis Asia Tenggara.

Ini adalah buku untuk para peneliti. Buku ini bertujuan untuk membantu siapa saja yang terlibat dalam mendirikan dan menjalankan Unit Riset Restorasi Hutan untuk merancang pendekatan spesies kerangka yang sesuai dengan perbaikan ekosistem hutan untuk konservasi keanekaragaman hayati dan / atau perlindungan lingkungan. Buku ini adalah salah satu output utama dari proyek lain UK Darwin Initiative yang berjudul "Facilitating Forest Restoration for Biodiversity Recovery in Indochina" (Memfasilitasi Perbaikan Hutan dalam Rangka Memperbaiki Keanekaragaman Hayati di Indocina (2005-2008), yang dilakukan bersama-sama dengan Riset Malling Timur, Lanskap Margasatwa dan FORRU-CMU dan bekerjasama dengan Pusat Internasional untuk Penelitian Kehutanan-agro, Cina, Institut Riset Sains Hutan dan Margasatwa, Pusat Riset Kehutanan Kamboja, dan Laos.

Dr Stephen Elliott,
Dr David Blakesley &
Dr Sutthathorn Chairuengsr

BAB 1
RESTORASI HUTAN-
KONSEP DAN SARANA FUNDAMENTAL

BAGIAN 1 APA YANG DIMAKSUD DENGAN RESTORASI HUTAN?

BAGIAN 2 DEGRADASI HUTAN DAN STRATEGI RESTORASI

BAGIAN 3 RESTORASI KAWASAN HUTAN

SARANA DAN KONSEP



Pada kawasan hutan yang telah rusak, hilangnya hasil hutan dan layanan ekologi seperti perlindungan batas air mengancam kehidupan para penduduk yang tinggal di sekitar hutan dan keanekaragaman hayati. Masalah inilah yang menjadi pusat perhatian restorasi kawasan hutan (Bagian 3).



Perlindungan terhadap tunggul-tunggul kayu yang masih hidup merupakan salah satu cara yang bisa memberi kontribusi pada percepatan peremajaan hutan alam (Bagian 2).



Pada kawasan hutan yang rusaknya lebih parah penanaman spesies pohon kerangka (seperti gambar di samping ini) dan merawat pohon-pohon tersebut dengan memberi pupuk kompos dilakukan untuk menyempurnakan pengukuran ANR (percepatan regenerasi hutan alam).



Delapan tahun setelah ditanam dengan 29 jenis pohon kerangka, kegiatan yang dilakukan di alur-alur ini sekarang telah mendukung lebih dari 60 spesies dari regenerasi "calon" pohon secara alami. Sebagian besar dari pohon-pohon tersebut tumbuh dari benih yang disebar di kawasan ini oleh hewan-hewan yang dipikat oleh pohon-pohon yang telah ditanam. Lebih dari 80 jenis burung telah direkam di daerah tersebut. Jumlah tersebut mewakili sekitar 2/3 komunitas burung yang ditemukan di lokasi terdekat hutan.

RESTORASI HUTAN- SARANA DAN KONSEP FUNDAMENTAL

BAGIAN 1. APA YANG DIMAKSUD DENGAN RESTORASI HUTAN?

Masalah kerusakan hutan tropis

Dengan meningkatnya populasi manusia pada sebagian besar negara-negara tropis yang sedang berkembang, kerusakan hutan tropis sepertinya sangat sulit untuk dielakkan. Konsekwensi dari masalah ini akan menjadi bencana besar bagi manusia dan margasatwa. Hutan tropis dan sub-tropis hanya meliputi 16,8 persen dari wilayah darat bumi (FAO, 2001). Namun hutan-hutan tersebut merupakan tempat tinggal bagi lebih dari setengah spesies hewan dan tumbuhan yang ada di planet ini (Wilson, 1988). Oleh karena itu, kerusakan tersebut akan menyebabkan peristiwa kepunahan di sejarah planet kita. Kerusakan hutan tropis juga menyebabkan pemanasan global karena karbon yang sebelumnya tersimpan di pohon dilepas ke atmosfer. Dampak lingkungan lainnya adalah terjadinya banjir, kekeringan, erosi tanah, longsor, endapan aliran air dan hilangnya hasil-hasil hutan yang semuanya akan menyebabkan kemiskinan bagi masyarakat pedesaan (Schreckenbergs dan Hadley, 1991; Anderson dan Spencer, 1991).

Sekitar setengah dari hutan tropis primer bumi telah hilang atau rusak parah. Dan jika kita tidak melakukan apa-apa untuk mengembalikan kondisi ini ke kondisi aslinya, maka sebagian besar dari sisa hutan yang masih ada akan hilang dalam beberapa dekade mendatang.

Di seluruh dunia, wilayah hutan alam tropis (pohon yang ada lebih dari 10 %, tidak termasuk perkebunan) menurun dari 1945 juta hektar menjadi 1803 juta hektar antara tahun 1990 dan 2000 Masehi, dengan rata-rata 14,3 juta hektar per tahun (sekitar 0,7 persen). Rata-rata tersebut sama dengan penurunan jumlah hutan selama tahun 1980-1990 (FAO, 2001).

Kerusakan ini terjadi karena penebangan hutan dan pemberian izin membuka hutan untuk lahan pertanian. Perkembangan infrastruktur (seperti jalan dan dam) juga telah menyebabkan dibukanya lahan hutan untuk tempat tinggal dan akibatnya hutan-hutan tersebut menjadi tidak utuh sehingga banyak bagian lahan hutan yang tersisa tidak cukup lagi untuk menopang kehidupan populasi spesies margasatwa, khususnya mamalia-mamalia besar dan burung. Dengan hilangnya spesies tersebut, jaringan kompleks dari hubungan timbal-balik spesies-spesies tersebut, yang sangat penting bagi kelangsungan keanekaragaman hayati tropis akan terurai. Tumbuhan kehilangan agen pembantu penyerbukan dan / atau penyebar benih, herbivora kehilangan pemangsanya sehingga populasinya akan meningkat, dan pada akhirnya akan mengancam keragaman tumbuhan. Dengan punahnya spesies kunci, kepunahan yang terjadi secara terus menerus akan menyebabkan hilangnya kekeyaan keanekaragaman hayati yang ada di hutan tropis (Gilbert, 1980).

Beberapa perbaikan hutan tropis telah berlangsung melalui peremajaan alami hutan sekunder, yang kadang-kadang dibantu dengan intervensi manajemen atau melalui penanaman jenis pohon hutan asli. Tetapi sebuah pendekatan yang jauh lebih besar telah dilakukan untuk menggantikan hutan tropis yang telah rusak dengan perkebunan yang bernilai ekonomis, yang sering menanam jenis pohon eksotik seperti ekaliptus, karet, sawit, dll, atau spesies pohon asli seperti pohon jati, cemara, dll. Negara Asia menjadi

nomor satu di dunia yang melakukan penanaman hutan kembali jenis ini, menjelang tahun 2000, 62% dari perkebunan dunia berada di sana (Asia). Keseimbangan ini, antara kerusakan hutan tropis primer dan pemulihannya (melalui jenis-jenis vegetasi lain) sering mengakibatkan kerancuan statistik hutan. Misalnya, jumlah "tutupan hutan" sering gagal membedakan antara hutan primer (yang menyediakan habitat alami bagi margasatwa dan berbagai macam produk hutan dan layanan ekologi untuk masyarakat lokal) dan perkebunan komersial (yang tidak menyediakan habitat alami bagi margasatwa dan berbagai macam produk hutan dan layanan ekologi untuk masyarakat lokal). "Degradasi" hutan tropis primer dengan menebang pohon untuk kayu bakar, pakan ternak, membakar lahan, dll juga telah memberi dampak yang sangat besar terhadap keanekaragaman hayati. Pendefinisian dan pengukuran kerusakan hutan sekaligus tidaklah mudah. Oleh karena itu, statistik mengenai jumlah hutan yang hilang secara global dan nasional "yang berarti" sering tidak akurat atau tidak tersedia. Betapa pun kita mengabaikan ketidakpastian ini, perusakan hutan tropis bumi tidak diragukan lagi telah menjadi ancaman terbesar bagi keanekaragaman hayati yang ada di bumi ini. Keadaan ini hanya bisa dikembalikan dengan menemukan tehnik-tehnik yang efektif untuk merestorasi ekosistem hutan tropis yang telah rusak dan mengembangkan mekanisme sosial politik yang inovatif untuk memastikan tehnik-tehnik yang telah ditemukan benar-benar terlaksana dengan baik. Petunjuk praktis ini menyediakan tuntunan praktis bagi pengembangan metode-metode yang logis untuk merestorasi hutan tropis, yang tetap memperhatikan kondisi-kondisi lokal. Kita berharap bahwa pengembangan tehnik-tehnik tersebut akan menyediakan berbagai macam pilihan bagi ahli sosiologi dan politisi untuk mengajak masyarakat di semua level sosial berpartisipasi dalam membantu menyelamatkan hutan tropis bumi dan keanekaragaman hayati yang mereka dukung.

Penggundulan hutan tropis- apa solusinya?

Jika penggundulan hutan (deforestasi) merupakan masalah besar, maka solusi yang paling nyata yang harus dilakukan adalah penanaman hutan kembali (reforestasi). Reforestasi terdiri dari berbagai macam jenis dan arti reforestasi itu sendiri memiliki arti yang berbeda bagi tiap orang.

"reforestasi" berarti membangun kembali jenis tutupan hutan jenis apa pun termasuk penanaman jenis pohon eksotik, kehutanan-agro, dll.

"reforestasi" merupakan bentuk khusus dari penanaman hutan kembali. Ini berarti membangun kembali ekosistem hutan asli, yang ada sebelum kerusakan hutan terjadi.

Dalam waktu singkat mungkin hal ini dianggap berlebihan (terlalu ambisius) jika kita berharap ekosistem hutan tropis yang kompleks, dengan keanekaragaman hayati yang sangat kaya, bisa dipulihkan persis seperti keadaan aslinya; khususnya karena komposisi pasti dari spesies yang ada di hutan asli mungkin tidak diketahui. Restorasi hutan sebenarnya berusaha membangun kembali level struktur ekosistem sebelumnya dan membangun kembali mekanisme regenerasi hutan alam dengan menanam jenis pohon kunci, yang telah dikenal telah berperan penting dalam ekologi hutan asli.

Mengapa FORRU's diperlukan?

Sejak awal adanya ilmu kehutanan, penelitian bidang kehutanan telah berkonsentrasi pada peningkatan hasil hutan dari berbagai macam bentuk kehutanan ekonomi. Makalah-makalah yang kebanyakan telah dipublikasikan menjelaskan mengenai bagaimana meningkatkan hasil hutan seperti kayu dari spesies yang berjumlah sedikit, dengan perlakuan silvikultur, kontrol penyakit, peningkatan genetik, dan lain sebagainya.

Begitu juga halnya dengan penelitian kehutanan-agro. Fokus utama penelitian ini cenderung mengarah pada usaha memaksimalkan hasil hutan yang bersifat ekonomis dari berbagai macam jenis hutan dan / atau memaksimalkan jumlah ternak dengan pakan yang berasal dari pepohonan. Meskipun kehutanan-agro dikembangkan sebagai bentuk yang ramah lingkungan terhadap kehutanan, dibandingkan dengan penanaman spesies tunggal, sangat sedikit perhatian yang diberikan kepada dampak kehutanan-agro bagi keanekaragaman hayati.

Pada dekade sekarang, para peneliti telah mengalihkan perhatian mereka pada komunitas kehutanan, yang bertujuan untuk memaksimalkan manfaat hutan bagi penduduk lokal. Akan tetapi, dengan bentuk orientasi sosial kehutanan seperti ini pun, penelitian tetap berkonsentrasi pada pencapaian ketahanan hasil hutan. Meskipun manfaat sosial komunitas kehutanan sekarang telah diterima, pengaruhnya terhadap keanekaragaman hayati belum diteliti secara memadai. Hal ini membutuhkan pengawasan keanekaragaman hayati baik sebelum maupun setelah penerapan komunitas kehutanan pada beberapa dekade di replika bidang tanah. Masing-masing dipasangkan dengan referensi hutan yang sama tetapi hutan tersebut tidak boleh diganggu. Ini merupakan rancangan eksperimen yang sulit untuk dibangun di lahan yang sudah sangat padat saat ini.

Perhatian di bidang kehutanan yang lebih menekankan aspek kebutuhan manusia mengakibatkan kurangnya perhatian kehutanan yang terfokus pada konservasi margasatwa. Rekonstruksi hutan tropis yang sangat kompleks membutuhkan dasar ilmu yang berbeda dari kebutuhan untuk menanam pohon yang bernilai ekonomis. Karena penelitian kehutanan ini didanai dengan baik, maka ia bisa menghasilkan metode-metode logis sejumlah kecil spesies pohon yang dianggap memiliki "nilai ekonomis". Sebaliknya, metode yang dibutuhkan untuk menanam ribuan spesies pohon tropis yang sangat penting bagi komponen ekologi habitat margasatwa tapi tidak dieksploitasi secara komersil belum ditemukan.

Unit penelitian restorasi hutan (FORRU's) diperlukan untuk menjembatani perbedaan ini. Mengintegrasikan penelitian ekologi dengan studi sosial ekonomi harus bisa membuat para praktisi restorasi hutan bisa menyeimbangkan kebutuhan margasatwa dan penduduk lokal. Hal ini penting jika inisiatif di bidang ini seperti Restorasi Lahan Hutan (Bagian 3) bisa berhasil.

Penelitian taksonomi pada pohon-pohon hutan tropis telah menghasilkan daftar spesies pohon bagi banyak lahan, meskipun penemuan berkelanjutan dari spesies baru tersebut mengindikasikan bahwa daftar-daftar tersebut tidak lengkap. Flora menyediakan deskripsi secara rinci informasi mengenai berbagai macam spesies, sedangkan informasi ekologi mengenai masing-masing spesies sering hanya bersifat sambil lalu (seadanya). Penjelasan mengenai penyerbukan dan mekanisme penyebaran benih; rata-rata

pertumbuhan dan kelangsungan hidup, dan pemanfaatan pohon untuk margasatwa belum dipublikasikan bagi sebagian besar spesies pohon tropis.

Informasi apa yang harus FORRU's hasilkan?

Tujuan FORRU's adalah mengembangkan metode yang bisa digunakan untuk memanfaatkan dan mempercepat proses alami regenerasi hutan sehingga ekosistem-ekosistem yang kaya akan keanekaragaman hayati, yang sama dengan hutan aslinya, bisa dibangun kembali. Hal ini meliputi pengumpulan data ekologi mengenai dinamika hutan dan ekologi reproduksi dari sebanyak mungkin spesies pohon hutan. Informasi tersebut selanjutnya diaplikasikan untuk merencanakan tehnik-tehnik yang efektif untuk menumbuhkan kembali spesies pohon yang paling cocok ditanam pada lahan yang paling pas untuk spesies pohon tersebut. Hal ini meliputi percobaan tehnik holtikultura di lahan pembibitan pohon dan menilai keefektifan praktek silvikultur di lahan-lahan percobaan.

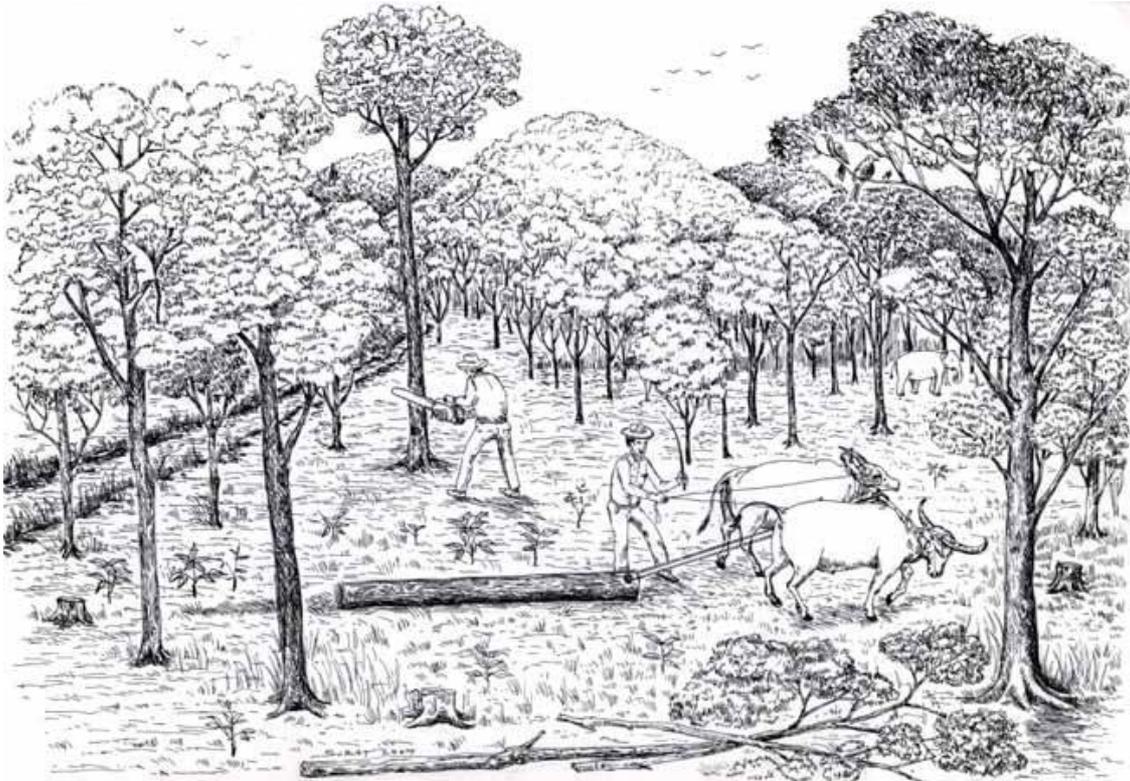
Program penelitian FORRU's harus meliputi hal-hal di bawah ini:

1. Studi tentang faktor-faktor yang membatasi regenerasi alami;
2. Penyeleksian spesies pohon yang mempercepat regenerasi;
3. Perhitungan musim produksi buah/ bibit yang dihasilkan pohon hutan;
4. Memanipulasi bibit-bibit yang terbengkalai;
5. Pengecambahan dan pertumbuhan bibit di lahan pembibitan;
6. Pengembangan perlakuan silvikultur untuk memaksimalkan daya guna pohon setelah proses penanaman dan monitoring pemulihan keanekaragaman hayati.

Penelitian yang berkaitan dengan isu-isu sosial seperti motivasi penduduk lokal untuk bisa terlibat dalam upaya merestorasi hutan dan pemanfaatan ilmu kehutanan yang telah lama dikenal oleh penduduk lokal harus dilakukan untuk menjamin hasil riset nantinya bisa digunakan.

DEGRADASI TINGKAT 1

FAKTOR TEMPAT		FAKTOR KAWASAN	
VEGETASI	POHON-POHON MENGUASAI RERUMPUTAN YANG MENJALAR	HUTAN	SISA-SISA TUMBUHAN YANG JUMLAHNYA MASIH BANYAK TETAP BERFUNGSI SEBAGAI SUMBER BENIH
TANAH	GANGGUAN LOKAL HANYA SEDIKIT; SEBAGIAN BESAR SISA TANAH MASIH SUBUR	PENYEBAR BENIH	BERSIFAT UMUM; BAIK SPESIES BESAR MAUPUN YANG KECIL
SUMBER REGENERASI	KETERSEDIAAN BENIH DI TANAH YANG SUBUR, BANK BIBIT YANG BANYAK, HUJAN BIBIT YANG PADAT DAN TUNGGUL KAYU YANG MASIH HIDUP MASIH BERLIMPAH	RESIKO KEBAKARAN	RENDAH



RESPON YANG SESUAI UNTUK KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI	MELINDUNGI HUTAN DARI GANGGUAN LEBIH LANJUT-MEMPERKENALKAN KEMBALI SPESIES TUMBUHAN ATAU HEWAN YANG HILANG AKIBAT PENEBAANGAN; KHUSUSNYA AGEN PENYERBUKAN KUNCI DAN PENYEBAR BENIH.
RESPON YANG SESUAI UNTUK HASIL EKONOMIS	MENGANTI TUMBUHAN YANG HILANG AKIBAT PENEBAANGAN DENGAN SPESIES POHON YANG MEMILIKI NILAI EKONOMIS. CADANGAN EKSTRAKTIF DENGAN HASIL PANEN YANG BISA MENJADI ANADALAN NTFP's. WISATA EKOSISTEM.

NTFP's (Non Timber Forest Products) = hasil hutan bukan kayu.

BAGIAN 2. DEGRADASI HUTAN DAN STRATEGI RESTORASI

Pendekatan Restorasi Hutan

Rangkaian alami suksesi ekosistem selalu ada di setiap daerah. Rangkaian ini tergantung pada jenis tanah, cuaca, dan ketersediaan sumber benih. Di wilayah tropis, bagian bumi yang kosong didominasi oleh jenis herba dan rerumputan yang perlahan-lahan ditutupi oleh semak belukar. Pohon-pohon perintis yang berusia pendek pada akhirnya menutupi semak belukar tersebut dan perlahan-lahan pohon-pohon tersebut

digantikan oleh pohon-pohon hutan yang puncaknya bisa bertoleransi dengan tanaman di bawahnya. Degradasi hutan membalikkan kondisi rangkaian ini. Sebaliknya, restorasi hutan berusaha untuk mempercepat proses rangkaian ini. Intensitas dan jenis strategi manajemen yang diperlukan untuk merestorasi ekosistem hutan klimaks tergantung pada sejauh mana kita mengembalikan rangkaian suksesi vegetasi yang sudah "didesak" oleh faktor-faktor degradasi. Ada enam titik kritis dan terbatas yang bisa digunakan untuk mencari rangkaian degradasi. Tiga diantaranya berkaitan dengan tempat yang direstorasi dan tiga lainnya berkaitan dengan kondisi yang ada di sekitar kawasan.

Titik kritis lokasi:

- Kepadatan pohon agak dikurangi agar rerumputan yang menjalar bisa mendominasi tempat yang direstorasi dan tidak berkompetisi dengan bibit-bibit pohon.
- Erosi tanah yang dihasilkan, yang menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah, membatasi pertumbuhan semai pohon.
- Di tempat restorasi, sumber-sumber regenerasi hutan (benih/ bank semai, tunggul-tunggul hidup, bibit-bibit pohon, dll) dikurangi di bawah level yang dibutuhkan untuk menjaga populasi pohon yang hidup dari spesies yang ada sebelumnya.

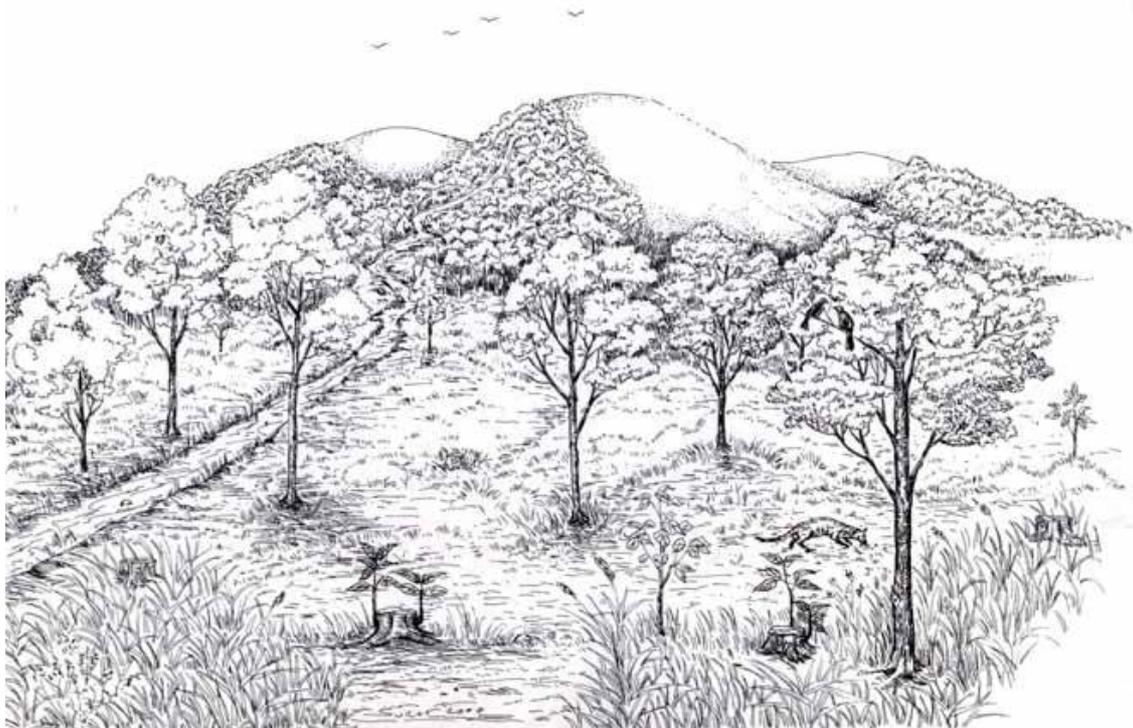
Titik kritis kawasan:

- Sisa-sisa hutan klimaks di kawasan tersebut berkurang di bawah level kritis sehingga keanekaragaman sisa spesies pohon dalam jarak yang tersebar di kawasan restorasi hutan berada di bawah perwakilan hutan klimaks.
- Populasi dari hewan penyebar benih berkurang ke titik yang menyebabkan mereka tidak bisa lagi mengangkut benih-benih tersebut ke areal restorasi hutan dengan jumlah yang cukup banyak untuk menumbuhkan kembali populasi pohon yang bisa hidup di hutan tersebut.
- Resiko kebakaran meningkat ke titik dimana pohon-pohon yang tumbuh secara alami tidak mungkin bisa bertahan.

Mengkombinasikan titik-titik kritis ini mengarahkan kita pada lima "tingkat" yang bisa dibedakan dari peningkatan kepelikan masalah degradasi. Masing-masing tingkatan membutuhkan strategi restorasi yang berbeda. Jika sisa-sisa hutan klimaks bertahan dekat areal restorasi dan hewan-hewan penyebar benih masih banyak (level 1-3), pendekatan-pendekatan yang masih mengandalkan penyebar benih alami masih mungkin untuk dilakukan (misalnya ANR dan metode spesies kerangka). Jika sisa-sisa hutan alam tidak ada di kawasan tersebut (level 4), maka spesies pohon dalam jumlah besar harus ditanam (misalnya dengan menggunakan metode perbedaan maksimum). Jika tanah dan iklim mikro telah memburuk secara signifikan (level 5), memperbaiki kondisi lahan dengan menanam 'hasil semai' yang mampu meningkatkan kualitas tanah sebelum menerapkan metode restorasi lainnya mungkin perlu dilakukan.

DEGRADASI TINGKAT 2

FAKTOR TEMPAT		FAKTOR KAWASAN	
VEGETASI	JENIS POHON YANG BERAGAM DAN RUMPUT-RUMPUT YANG MENJALAR	HUTAN	SISA-SISA TUMBUHAN MASIH BISA DIJADIKAN SEBAGAI SUMBER BIBIT
TANAH	SEBAGIAN BESAR TANAH MASIH SUBUR, TINGKAT EROSI RENDAH	PENYEBAR BENIH	JENIS SPESIS BESAR SUDAH JARANG TAPI JENIS YANG KECIL MASIH BANYAK
SUMBER REGENERASI	BANK BENIH DAN SEMAIAN HABIS, TUNGGUL KAYU YANG MASIH HIDUP MASIH BANYAK	RESIKO KEBAKARAN	SEDANG



RESPON YANG SESUAI UNTUK KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI	ANR-MELINDUNGI SISA-SISA HUTAN DAN MENCEGAH PERBURUAN HEWAN PENYEBAR BENIH; MENANAM KEMBALI JENIS POHON UTAMA JIKA JENIS TERSEBUT SUDAH HILANG.
---	---

RESPON YANG SESUAI UNTUK HASIL EKONOMIS	MEMPERBANYAK PENANAMAN JENIS POHON YANG BERSIFAT EKONOMIS, KHUSUSNYA YANG TELAH DITEBANG. CADANGAN EKSTRAKTIF DENGAN PANEN YG BISA DIANDALKAN DARI NTFP'S
---	---

Mengapa kita harus melindungi sisa hutan primer?

Yang sangat penting bagi semua strategi restorasi hutan adalah melindungi sisa setiap hutan primer yang ada di kawasan tersebut. Sisa-sisa hutan tersebut menyediakan tanda untuk menentukan tingginya letak suatu daerah ("hutan target"), yang mana peningkatan kemajuan restorasi hutan bisa dibandingkan. Sisa-sisa hutan tersebut juga bermanfaat bagi kita yang ingin meneliti proses regenerasi hutan alam (misalnya studi tentang Fenologi). Mereka juga bermanfaat sebagai sumber benih (yang secara genetik sudah cocok dengan kondisi lokal) untuk perkembangbiakan spesies pohon hutan asli yang ada di lahan pembibitan.

Sisa-sisa hutan alam juga digunakan sebagai tempat perlindungan bagi hewan yang bisa menjadi agen penyebar benih berbagai jenis pohon hutan ke areal restorasi. Oleh karena itu, mempertahankan sisa-sisa hutan primer, yang dekat dengan areal restorasi, akan mengurangi jumlah spesies pohon yang harus ditanam di hutan proyek restorasi, sehingga hal ini akan mengurangi biaya yang harus dikeluarkan.

Regenerasi alami yang dipercepat (ANR)

Tempat dimana terjadinya degradasi tidak terlalu parah, ekosistem hutan mempunyai potensi yang besar untuk pulih secara alami. Potensi ini bisa ditingkatkan dengan regenerasi alami yang dipercepat (ANR), yang meliputi setiap kegiatan yang mempercepat proses alami regenerasi hutan. Kegiatan-kegiatan ini fokus pada mendorong pertumbuhan secara alami dan pertumbuhan pohon-pohon hutan asli berikutnya, sambil mencegah faktor-faktor yang bisa mengancam kelangsungan hidup pohon-pohon tersebut seperti bersaing dengan rumput-rumput liar, dimakan hewan-hewan ternak, kebakaran, dll. Oleh karena itu, ANR mempunyai kegiatan yang meliputi penyiangan rumput liar, pemupukan, menyediakan jerami dan rerumputan setengah busuk di sekitar pohon-pohon yang telah ada, mengeluarkan hewan ternak dari areal tersebut dan mencegah kebakaran, memancing kedatangan agen penyebar benih (misalnya dengan membuat tempat yang bisa dijadikan sebagai tempat burung bertengger) dan pembibitan langsung (FORRU, 2006, dan Bab 4, Bagian 5).

Karena ANR mengandalkan proses-proses alami, maka ia membutuhkan lebih sedikit tenaga kerja dibandingkan dengan penanaman pohon, sehingga bisa menekan biaya yang harus dikeluarkan untuk merestorasi ekosistem hutan. Akan tetapi, ANR dan penanaman pohon tidak boleh dianggap sebagai dua alternatif eksklusif bagi restorasi hutan. Restorasi hutan sering melibatkan kombinasi dari penanaman pohon dan tehnik-tehnik ANR. Pada kondisi-kondisi tertentu, kegiatan ANR saja sudah cukup untuk merestorasi ekosistem hutan (lihat diagram di FORRU, 2006), tetapi sebaiknya

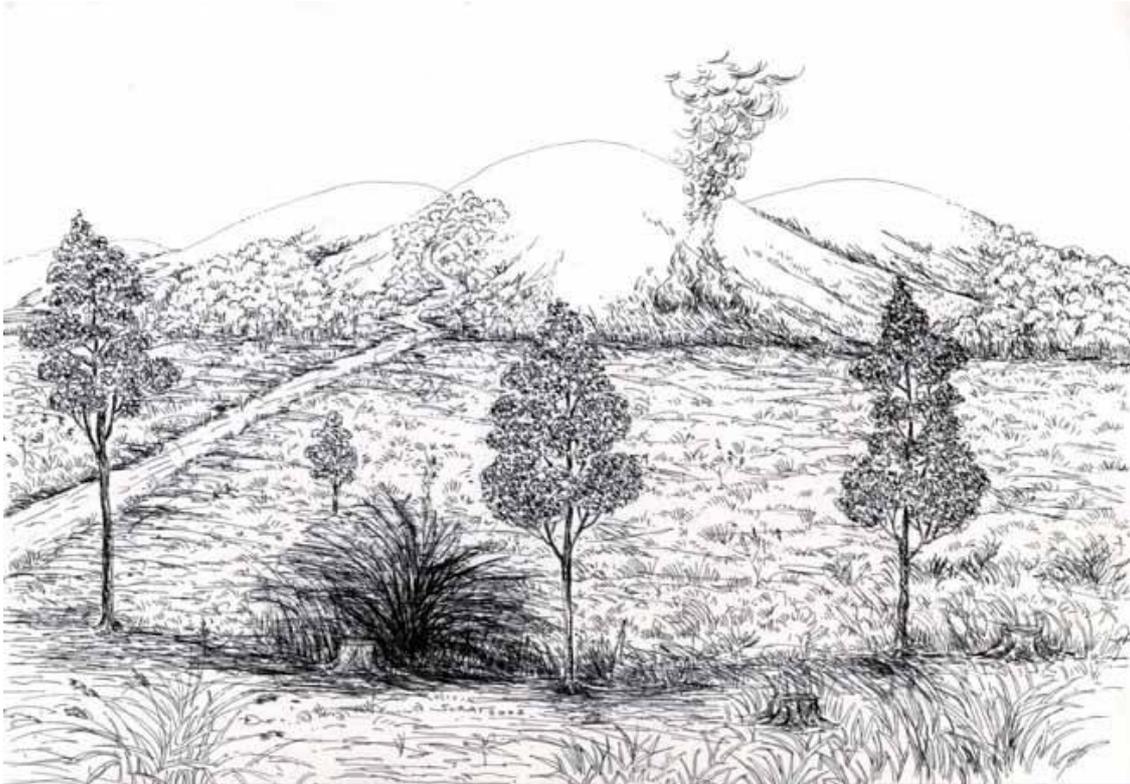
penanaman pohon harus selalu diterapkan dengan kombinasi tehnik ANR apa saja yang cocok dengan penanaman pohon tersebut.

Dimana ANR cocok untuk diterapkan?

ANR bisa dilakukan dimana pun proses alami regenerasi hutan telah berlangsung di beberapa bagian, atau dimana telah ada kondisi-kondisi yang memperlihatkan adanya regenerasi hutan. Misalnya beberapa benih pohon harus sudah ada di dekat areal restorasi dan jumlah hewan-hewan penyebar benih harus tetap memadai di sekitar areal hutan yang akan direstorasi. Lokasi-lokasi yang telah mendukung pertumbuhan anak-anak pohon yang jumlahnya sangat banyak atau tunggul-tunggul kayu yang mulai tumbuh sangat cocok untuk ANR. Kepadatan semaian-semaian pohon yang terjadi secara alami, pohon-pohon muda atau tunggul-tunggul kayu (jumlah cabang per hektar) mungkin menyediakan prediksi terbaik apakah ANR itu sendiri cukup untuk merestorasi hutan di lokasi-lokasi tertentu. Akan tetapi, penting juga bagi kita untuk memperhatikan ukuran-ukuran semaian, pohon-pohon muda, dan tunggul pohon yang kita observasi. Dibandingkan dengan anak-anak pohon yang pendek, anak-anak pohon yang tinggi lebih bisa bertahan hidup. Kemungkinan anak pohon tumbuh menjadi pohon dewasa meningkat signifikan manakala ia sudah bisa melewati rumput-rumput liar di sekitarnya. Karena pola regenerasi hutan alam sangat bervariasi di berbagai tempat, maka standar untuk menentukan apakah ANR itu sendiri cocok untuk restorasi hutan harus dikembangkan secara lokal, dengan mengkombinasikan survei lapangan dan pengetahuan lokal.

DEGRADASI TINGKAT 3

FAKTOR TEMPAT		FAKTOR KAWASAN	
VEGETASI	RUMPUT-RUMPUT YANG MENJALAR MENDOMINASI	HUTAN	SISA-SISA TUMBUHAN MASIH BISA DIJADIKAN SEBAGAI SUMBER BIBIT
TANAH	SEBAGIAN BESAR TANAH MASIH SUBUR, TINGKAT EROSI RENDAH	PENYEBAR BENIH	SEBAGIAN BESAR JENIS SPESIES KECIL MENYEBAR BENIH-BENIH KECIL
SUMBER REGENERASI	SEBAGIAN BESAR BERASAL DARI HUJAN BENIH YANG DATANG; SEDIKIT POHON-POHON MUDA DAN TUNGGUL POHON MASIH ADA	RESIKO KEBAKARAN	TINGGI



<p>RESPON YANG SESUAI UNTUK KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI</p>	<p>ANR + MENANAM 20-30 SPESIES POHON KERANGKA; MELINDUNGI SISA-SISA HUTAN YANG MASIH ADA DAN MENCEGAH PERBURUAN HEWAN PENYEBAR BENIH</p>
<p>RESPON YANG SESUAI UNTUK HASIL EKONOMIS</p>	<p>MENYERTAKAN JENIS POHON YANG BERASIFAT EKONOMIS DIANTARA POHON-POHON KERANGKA YANG DITANAM. MENJAMIN MASYARAKAT LOKAL YANG IKUT MENANAM POHON DAN MERAWATNYA BISA DIGAJI DENGAN BAIK; KEHUTANAN ANALOG; KEHUTANAN-AGRO.</p>

Apa saja keterbatasan ANR?

Sebagian besar ANR diterapkan pada pohon-pohon yang telah ada di hutan yang telah rusak. Sayangnya sebagian besar dari spesies pohon tersebut, yang bisa mengkoloni areal-areal tersebut merupakan jenis pohon perintis yang membutuhkan banyak cahaya dengan benih yang disebar oleh angin atau burung-burung kecil. Mereka hanya mewakili sedikit dari jumlah spesies pohon yang sangat kaya di hutan klimaks. Oleh karena itu, meskipun ANR mungkin cukup untuk merestorasi tutupan hutan dan sebagian struktur

hutan, pemulihan yang sangat signifikan bagi keanekaragaman hayati masih membutuhkan pengukuran tambahan. Ketika spesies hewan penyebar benih telah punah, menanam jenis pohon hutan klimaks yang memiliki benih banyak mungkin satu-satunya cara untuk mengkonversi hutan sekunder, yang diciptakan oleh ANR, menuju hutan klimaks. Dalam kondisi demikian ANR bisa digabungkan dengan penanaman pengayaan atau kerangka kehutanan (framework forestry).

Apa itu penanaman pengayaan?

Secara sederhana penanaman pengayaan berarti menanam pohon untuk i) meningkatkan kepadatan populasi spesies pohon yang sudah ada atau ii) meningkatkan kekayaan spesies dengan menambahkan spesies pohon ke hutan yang terdegradasi. Secara tradisional hal ini sudah diasosiasikan dengan penambahan spesies pohon yang bermanfaat secara komersial bagi hutan yang diolah untuk meningkatkan hasil secara ekonomis. Kerangka kehutanan menerapkan konsep ini satu tingkat lebih jauh yang di dalamnya juga mencari hal-hal yang menjamin bahwa pohon-pohon yang ditanam bisa menambah pemanfaatan ekologi secara maksimum terhadap ekosistem hutan yang direstorasi.

Apa itu kerangka kehutanan?

Metode spesies kerangka restorasi hutan meliputi penanaman spesies pohon yang berjumlah sedikit yang dibutuhkan untuk membangun kembali proses alami regenerasi hutan dan memulihkan keanekaragaman hayati. Metode ini mengkombinasikan penanaman 20-30 spesies pohon utama dengan berbagai macam teknik ANR untuk meningkatkan regenerasi alami yang menghasilkan ekosistem hutan yang bisa mandiri dari kegiatan penanaman tunggal. Diperkenalkan pertama kali di Queensland utara untuk memperbaiki hutan hujan tropis yang telah rusak (Goosem dan Tucker, 1995), metode spesies kerangka telah dengan sukses dimodifikasi untuk merestorasi hutan tropis kering musiman ke lokasi-lokasi hutan yang sudah rusak di areal konservasi Thailand utara. Saat ini, metode ini juga sedang disesuaikan untuk lokasi-lokasi di China, Laos, Kamboja dan Vietnam.*

Apa itu spesies pohon kerangka?

Spesies pohon kerangka adalah spesies pohon asli dan liar yang jika ditanam di lokasi-lokasi yang telah rusak, secara cepat membangun kembali struktur pohon dan fungsi ekologi pada saat menarik margasatwa penyebar benih. Oleh karena itu spesies pohon kerangka meningkatkan penyebaran benih dari hutan terdekat dan menciptakan kondisi yang kondusif bagi pengecambahannya, yang menghasilkan perekrutan spesies pohon di alur-alur yang ditanam.

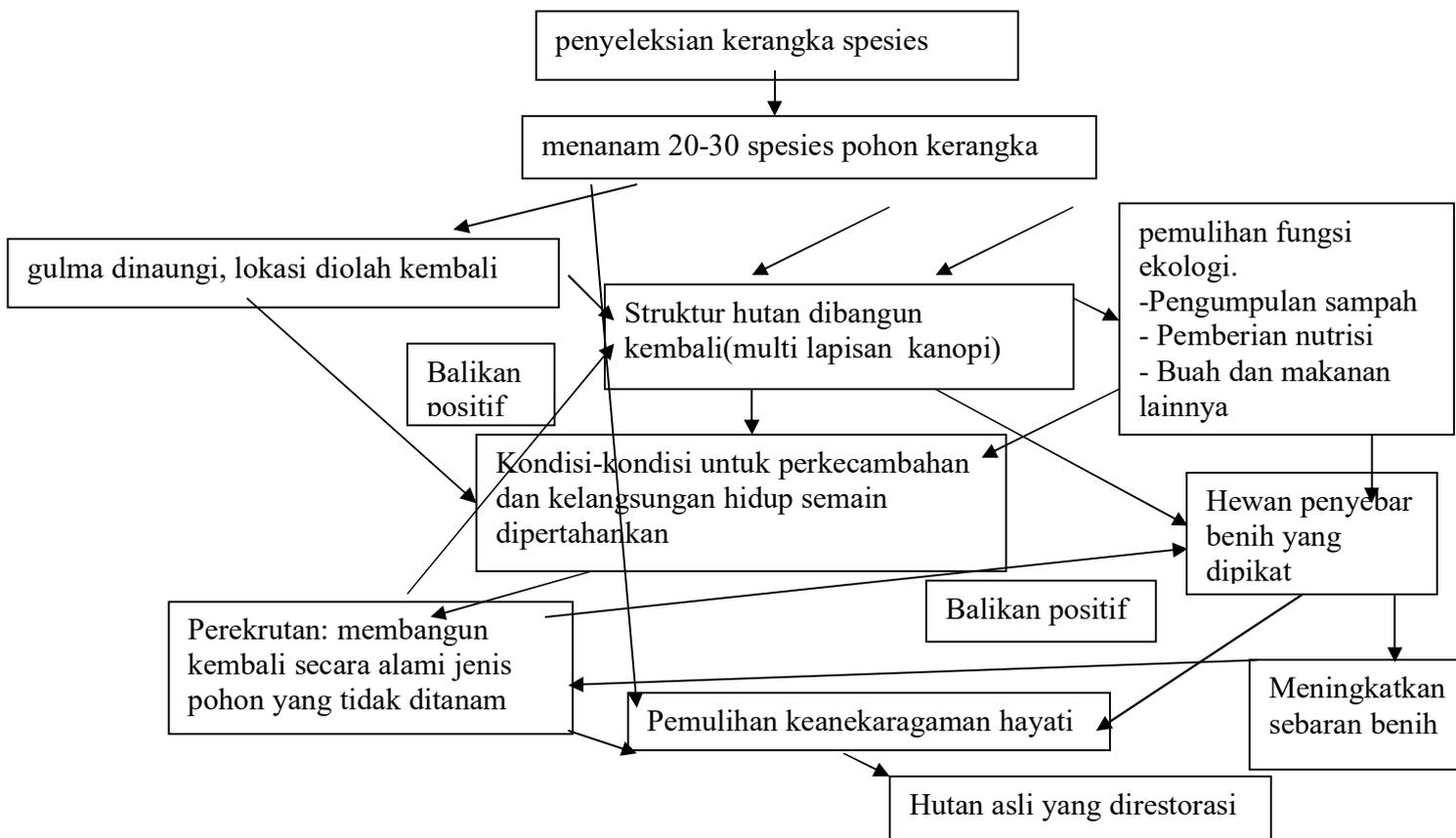
*Buku ini dan "how to plant a forest" tersedia dalam bahasa-bahasa dari semua negara ini. Untuk informasi lebih lanjut untuk tiap negara tersedia di belakang halaman isi.

Apa karakteristik dari spesies pohon kerangka?

Karakteristik ekologi yang esensial bagi spesies pohon kerangka adalah sebagai berikut:

- Mempunyai daya tahan yang tinggi ketika ditanam di lokasi-lokasi yang telah rusak;
- Memiliki pertumbuhan yang cepat;
- Memiliki pucuk yang padat dan menyebar yang bisa menaungi rumput-rumput liar yang menjalar.
- Berbunga dan berbuah, atau sebagai syarat bagi sumber-sumber lain, pada usia muda, yang menarik margasatwa penyebar benih.

Selain itu, ciri-ciri lainnya adalah mereka harus mudah untuk diperbanyak dan idealnya benih-benih harus berkecambah secara cepat dan sikronis, dengan pertumbuhan berikutnya dari pohon-pohon mudah yang tumbuh dengan cepat ke ukuran yang bisa ditanam kurang dari satu tahun. Pada musim kering tropis, dimana kebakaran besar pada musim panas menjadi resiko tahunan, karakteristik penting lainnya dari spesies pohon kerangka adalah bisa tumbuh lagi setelah terbakar. Ketika pengukuran pencegahan kebakaran gagal dilakukan, kesuksesan penanaman restorasi hutan bisa bergantung pada kemampuan pohon-pohon yang ditanam untuk berkecambah lagi dari akar yang tersisa setelah kebakaran menghanguskan sistem tunas mereka (misalnya semak belukar).



Kerangka pohon perintis atau spesies klimaks?

Gabungan spesies pohon kerangka yang ditanam harus terdiri dari jenis pohon perintis dan klimaks. Goosem dan Tucker (1995) menyarankan setidaknya 30 persen pohon yang ditanam harus merupakan jenis pohon perintis. Dengan menanam jenis pohon perintis dan klimaks sekaligus, suksesi hutan bisa berjalan dengan lebih cepat. Spesies pohon hutan klimaks banyak yang bisa bertahan dengan baik pada kondisi terbuka dan bercahaya di areal-areal hutan yang telah rusak. Tetapi, mereka tidak bisa berkoloni di areal-areal tersebut karena mereka kekurangan agen penyebar benih atau tidak mempunyai kemampuan untuk berkompetisi dengan gulma-gulma yang tumbuh dengan cepat. Pohon-pohon yang membutuhkan hewan besar penyebar benih menghadapi ancaman dari mamalia-mamalia besar. Dengan menyertakan beberapa spesies pohon hutan klimaks diantara pohon-pohon perintis yang ditanam akan memungkinkan untuk mengatasi hambatan ini dan mempercepat pemulihan hutan klimaks.

Pohon-pohon perintis yang tumbuh dengan cepat akan cepat mendekati kanopi dan menaungi gulma, sedangkan spesies pohon hutan klimaks yang pertumbuhannya lambat membentuk sebuah tingkatan di bawah puncak pohon perintis, yang akan menambah perbedaan struktur hutan dan meningkatkan varietas sumber-sumber yang ada di kehidupan margasatwa. Pohon-pohon perintis mulai mati pada usia 15-20 tahun. Akan tetapi, menjelang pohon-pohon tersebut mati, pohon-pohon hutan klimaks yang telah ditanam akan siap menggantikan mereka, bersamaan dengan banyaknya pohon-pohon yang tumbuh secara alami, yang berasal dari benih yang dibawa oleh margasatwa.

Jenis hewan apa yang harus dipikat oleh spesies pohon kerangka?

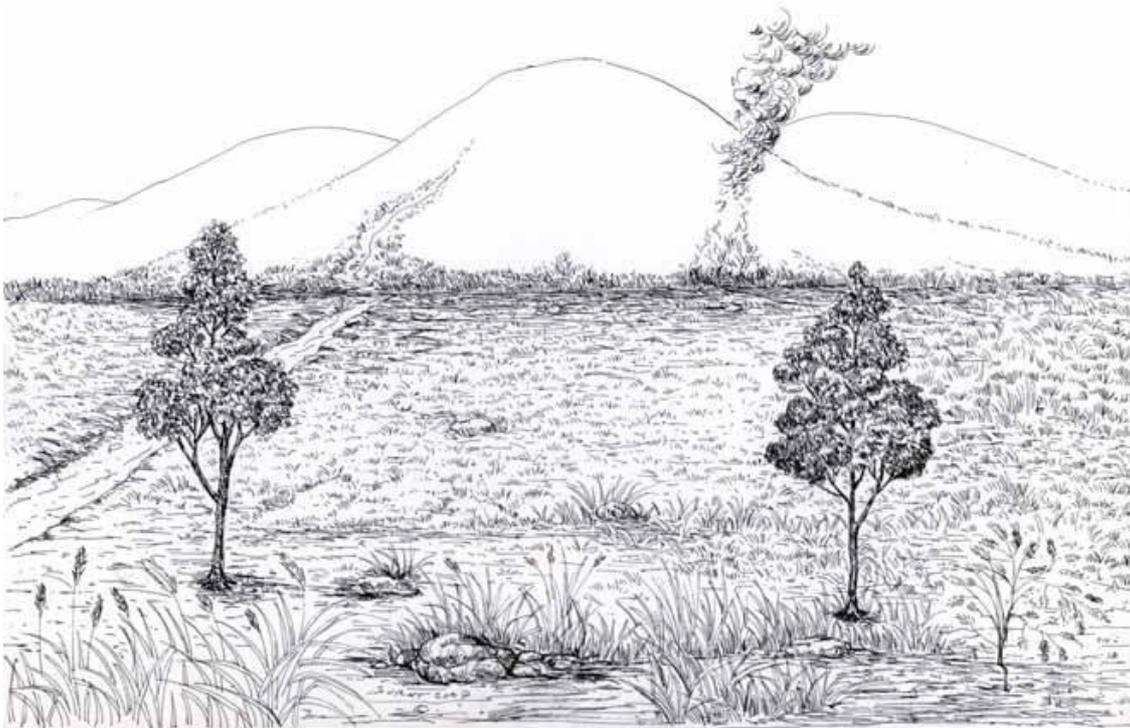
Pohon-pohon yang bisa menyediakan makanan atau sarang bagi hewan bisa menarik perhatian hewan penyebar benih dalam jangka waktu yang lama, yang mana pada waktu itu hewan-hewan tersebut bisa menyimpan benih yang memulai proses restorasi komposisi spesies pohon asli hutan. Oleh karena itu, pohon kerangka yang ditanam bertindak sebagai "umpan" bagi hewan-hewan penyebar benih. Penyebaran benih antara hutan yang masih utuh dan alur-alur yang ditanam dilakukan oleh spesies hewan pemakan buah. Jumlahnya relatif sedikit dan bukan merupakan hewan langka yang hidup di hutan utuh dan di areal-areal hutan yang sudah rusak. Hewan-hewan tersebut diantaranya burung-burung yang berukuran sedang, khususnya burung bulbul (*Pycnonotus spp*), kelelawar buah (misalnya *Cynopterus spp*), dan beberapa jenis mamalia yang berukuran sedang seperti musang, pulusan (*Arctonyx collaris*), babi liar (*Sus scrofa*), kijang (*Muntiacus muntjak*) dll. Jenis-jenis pohon yang paling sering menarik perhatian hewan-hewan tersebut menghasilkan buah berukuran sedang dan bunga yang kaya akan nektar (yang lebih disukai saat pohon tersebut berbunga di usia 3 tahun). Peningkatan jumlah serangga di alur-alur yang ditanam akan menarik perhatian burung pemakan serangga, dan hewan-hewan penyebar benih (Toktang, 2005), dan juga mamalia dengan pola makan yang berbeda. Akan tetapi, hal-hal yang berkaitan dengan serangga-serangga yang berhubungan dengan spesies pohon kerangka sangat sedikit yang diketahui.

Bagaimana metode pohon kerangka bekerja?

Spesies pohon kerangka yang ditanam sangat cepat membangun kembali struktur dan fungsi ekosistem, sedangkan hewan-hewan yang tertarik dengan mereka membantu pemulihan keanekaragaman hayati melalui penyebaran benih secara alami. Pohon-pohon yang ditanam tersebut merestorasi struktur hutan, dengan menghasilkan lapisan-lapisan kanopi yang lebat, yang menaungi rumput-rumput liar. Mereka juga merestorasi proses ekosistem, seperti perputaran nutrisi dan meningkatkan kondisi bagi pengecambahan benih dan pembentukan semai dari spesies pohon tambahan (yang tumbuh secara alami), dengan menaungi gulma yang suka cahaya matahari dan menciptakan iklim mikro yang lebih dingin dan lembab di permukaan lahan hutan. Pemulihan keanekaragaman hayati diawali ketika burung-burung penyebar benih, kelelawar, dan mamalia kecil lainnya tertarik kepada pohon-pohon yang ditanam. Jumlah 20-30 spesies pohon yang ditanam hanya mewakili sedikit dari jumlah spesies pohon yang tumbuh di sebagian besar hutan tropis. Oleh karena itu, pemulihan akan kekayaan spesies pohon sangat tergantung pada penyebaran benih secara alami. Pada saat pohon-pohon yang ditanam telah menciptakan kondisi yang kondusif bagi perekrutan semai pohon, mereka harus menghasilkan sumber makanan seperti buah atau bunga yang kaya akan nektar, yang bisa menarik perhatian hewan-hewan penyebar benih. Hewan-hewan ini mengangkut benih dari banyak pohon yang tumbuh secara alami dari kawasan sisa hutan ke lokasi yang direstorasi. Hal ini merupakan generasi lanjutan dari pohon-pohon yang tumbuh secara alami, yang merestorasi komposisi spesies pohon yang ada di hutan asli.

DEGRADASI TINGKAT 4

FAKTOR TEMPAT		FAKTOR KAWASAN	
VEGETASI	RUMPUT-RUMPUT YANG MENJALAR MENDOMINASI	HUTAN	TIDAK ADA PADA JARAK PENYEBARAN BENIH DI LOKASI
TANAH	RESIKO EROSI MENINGKAT	PENYEBAR BENIH	SEBAGIAN BESAR HILANG
SUMBER REGENERASI	SEDIKIT	RESIKO KEBAKARAN	TINGGI



RESPON YANG SESUAI UNTUK KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI	PENANAMAN KERAGAMAN MAKSIMUM
RESPON YANG SESUAI UNTUK HASIL EKONOMIS	KEHUTANAN-AGRO; PERKEBUNAN DENGAN SPESIES BERAGAM. PERKEBUNAN KONVENSIONAL

Manajemen seperti apa yang dibutuhkan?

Antara 20-30 spesies pohon kerangka yang ditanam berjarak sekitar 1,8 meter (sekitar 3.086 per hektar). Pemberian jerami dan rumput setengah busuk dan penyiangan rumput liar secara rutin penting dilakukan selama paling tidak 2 tahun setelah penanaman untuk mencegah banyaknya gulma yang tumbuh di sekitar pohon yang ditanam. Pemberian pupuk akan mempercepat pertumbuhan pohon, yang pada akhirnya akan menghasilkan kanopi yang tumbuh dengan lebat, yang menaungi gulma. Pada iklim yang memiliki musim kering, pencegahan kebakaran juga penting. Pohon yang tumbuh secara alami dipelihara dan dilindungi dari kebakaran dengan cara yang sama. Pencegahan perburuan juga penting untuk mengkonservasi populasi margasatwa penyebar benih.

Apakah metode spesies kerangka memiliki keterbatasan?

Untuk pemulihan kekayaan spesies pohon, metode pohon kerangka tergantung pada sisa hutan terdekat untuk menyediakan sumber benih yang beragam, dan habitat

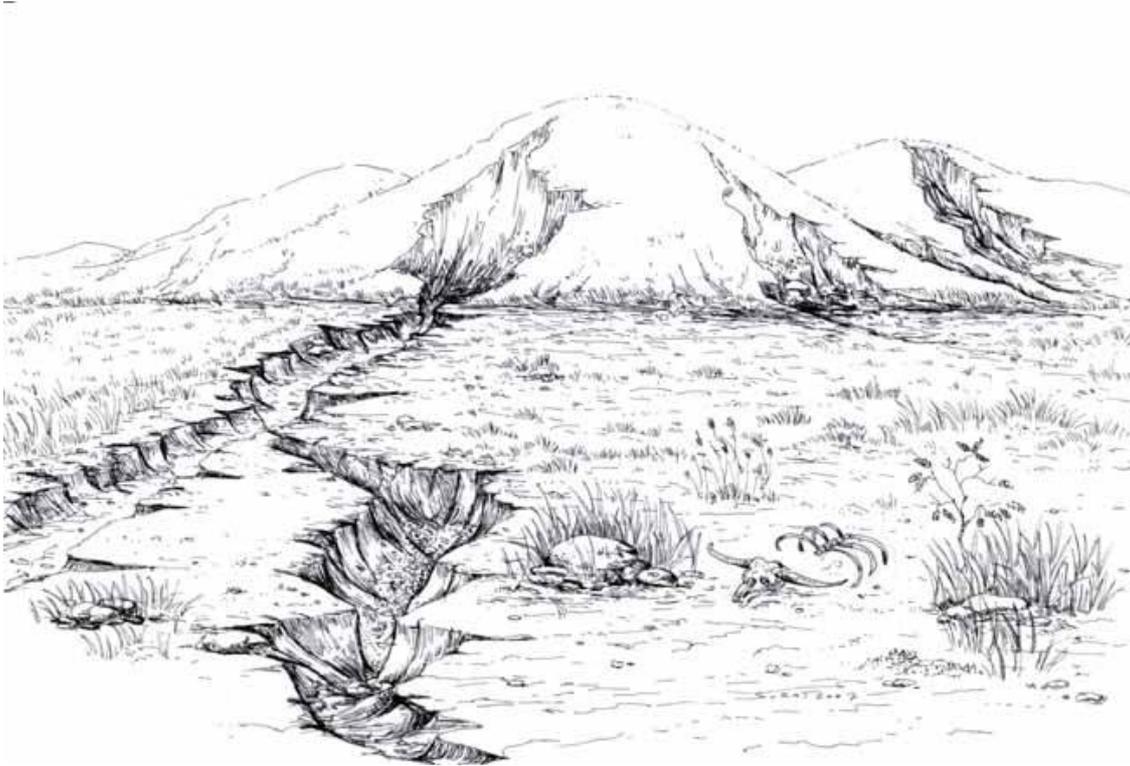
bagi hewan-hewan penyebar benih. Pada hutan hijau dataran tinggi yang terfragmentasi yang berada di Thailand utara, mamalia berukuran sedang seperti musang bisa menyebar benih dari beberapa spesies pohon hutan sampai 10 kilometer. Jadi, tehnik ini memiliki potensi untuk bisa bekerja dengan baik di kawasan yang berada beberapa kilometer dari sisa hutan. Pohon-pohon yang tersebar juga bisa menyediakan sumber benih bagi pemulihan beberapa spesies pohon. Jika sumber benih atau penyebar benih hilang dari kawasan, pemulihan kekayaan spesies pohon tidak bisa terjadi, kecuali semua spesies pohon yang hampir sama dengan yang ada di hutan asli ditanam kembali, baik melalui benih maupun pohon-pohon muda yang dikembangbiakkan di lahan persemaian. Ini merupakan pendekatan "keragaman maksimum" bagi restorasi hutan.

Penanaman keragaman maksimum

Beberapa metode telah dikembangkan untuk merestorasi sebanyak mungkin spesies pohon hutan asli, tanpa mengandalkan penyebaran benih secara alami. Yang termasuk dalam metode ini adalah metode keragaman maksimum yang dikembangkan oleh Goosem dan Tucker (1995), dan metode Miyawaki (Miyawaki, 1993). Kedua tehnik tersebut melibatkan persiapan lokasi secara matang, yang diikuti dengan penanaman sejumlah besar spesies pohon dan perawatan secara intensif selama beberapa tahun. Penanaman beragam spesies pohon secara cepat akan meningkatkan kekayaan spesies pohon. Seiring dengan tumbuhnya pohon-pohon tersebut, keragaman struktur pohon direstorasi dan habitat margasatwa yang beragam tercipta, meskipun jika lokasi restorasi jauh dari hutan sisa, pemulihan keanekaragaman hayati secara keseluruhan akan terbatas. Metode ini sangat memakan biaya karena "layanan gratis" dari penyebar benih alami digantikan oleh penanaman pohon yang mahal. Pengumpulan benih dan pengembangbiakan berbagai macam spesies pohon yang ada di hutan tropis secara teknis sulit untuk dilakukan dan biayanya juga mahal. Selain itu, hal ini juga membutuhkan penelitian yang intensif untuk menghasilkan rancangan penanaman yang efektif.

DEGRADASI TINGKAT 5

FAKTOR		FAKTOR KAWASAN	
TEMPAT			
VEGETASI	RUMPUT-RUMPUT YANG MENJALAR JARANG	HUTAN	TIDAK ADA PADA JARAK PENYEBARAN BENIH DI LOKASI
TANAH	EROSI TANAH TERJADI SECARA SIGNIFIKAN	PENYEBAR BENIH	SEBAGIAN BESAR HILANG
SUMBER REGENERASI	SANGAT SEDIKIT	RESIKO KEBAKARAN	SANGAT TINGGI



<p>RESPON YANG SESUAI UNTUK KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI</p>	<p>MENINGKATKAN KONDISI TANAH DENGAN MENANAM "POHON-POHON PERAWAT" SEPERTI TUMBUHAN POLONG PERINTIS-YANG SETELAH BEBERAPA TAHUN DIIKUTI OLEH PENJARANGAN DAN PENANAMAN KERAGAMAN MAKSIMUM</p>
<p>RESPON YANG SESUAI UNTUK HASIL EKONOMIS</p>	<p>MENJAMIN POHON-POHON PERAWAT TERSEBUT BISA MENGHASILKAN PENDAPATAN YANG MEMADAI BAGI MASYARAKAT LOKAL KETIKA POHON-POHON TERSEBUT DIJARANGKAN; MENYELEKSI SPESIES POHON YANG PRODUKNYA BERNILAI EKONOMIS ATAU MEMBANGUN PERKEBUNAN KONVENSIONAL YANG MENANAM SPESIES POHON YANG MEMILIKI NILAI TINGGI YANG MAMPU BERTAHAN DI KONDISI TANAH YANG SUDAH RUSAK.</p>

Merawat pohon atau memelihara ekosistem

Tempat dimana degradasi telah mengalami peningkatan ke titik hilangnya permukaan tanah, pengukuran yang ekstrim mungkin diperlukan sebelum semua tehnik yang dijelaskan di atas diaplikasikan. Biasanya ini termasuk menanam pohon jenis keras, yang bisa tumbuh dengan subur di keadaan yang tidak mendukung dari lokasi-lokasi yang telah kena erosi. Pohon-pohon "perawat" meningkatkan kondisi lokasi dengan menaungi gulma dan menghasilkan sampah daun. Ini akan meningkatkan zat organik tanah dan kapasitas embun yang dihasilkan. Pohon-pohon perawat perlahan-lahan kemudian tergantikan oleh spesies pohon kerangka yang ditanam (tempat dimana sisa-sisa hutan bertahan di kawasan tersebut) atau penanaman keragaman maksimum yang dilakukan (tempat dimana sisa-sisa hutan sudah tidak ada). Spesies pohon perawat adalah pohon perintis yang tumbuh dengan cepat, dengan puncak yang lebat dan mempunyai kemampuan tahan api. Jenis tumbuhan polong ideal karena mereka bisa menambah unsur nitrogen ke tanah melalui sampah daun yang dihasilkannya. Spesies pohon yang dipilih juga harus mendatangkan keuntungan ekonomis bagi penduduk lokal. Karena jenis pohon perawat tidak bertahan pada akhir ekosistem hutan, jenis-jenis pohon eksotik bisa digunakan karena mereka bersifat invasif. Pertimbangan penting bagi restorasi hutan jenis ini adalah bagaimana memanen hasil dari pohon perawat tanpa merusak regenerasi alam di yang ada di bawahnya.

Bagaimana dengan kehutanan yang bernilai ekonomi?

Tujuan utama dari buku ini adalah menstimulasi penelitian untuk mengembangkan tehnik restorasi hutan untuk pemulihan keanekaragaman hayati dan perlindungan lingkungan. Akan tetapi, ketika ada penduduk yang tinggal di sekitar hutan, maka pertimbangan ekonomi harus menjadi prioritas yang lebih utama dari pada konservasi keanekaragaman hayati. Untuk kasus-kasus seperti itu bentuk produktif kehutanan mungkin lebih dibutuhkan. Akan tetapi sebenarnya sistem hutan intensif juga bisa dibuat lebih menguntungkan bagi keanekaragaman hayati jika mereka bisa diatur dengan baik.

Table 1.1. Ringkasan pendekatan utama restorasi hutan dan penggunaannya.

	Karakteristik	Cocok untuk	Keuntungan	Kerugian
ANR	Pencegahan kebakaran, penyiangan, pembibitan langsung, pemindahan hewan ternak, dll untuk memaksimalkan performa pohon-	Lokasi-lokasi yang dekat dengan hutan alam, yang memiliki tunggul-tunggul kayu yang sangat banyak dan yang secara	Input finansial dan tehnik rendah, bisa diterapkan di areal-areal yang luas	Hasil ini hanya ada di hutan sekunder yang sebagian besar memiliki spesies perintis. Rekolonisasi spesies pohon hutan terhambat.

	pohon yang masih bertahan hidup dan untuk meningkatkan perekrutan spesies pohon	alami bisa menumbuhkan semaian pohon dan pohon-pohon muda dimana degradasi lebih lanjut bisa dicegah		
Metode spesies kerangka	Teknik ANR diaplikasikan untuk vegetasi tumbuhan berkayu yang masih hidup serta penanaman spesies pohon hutan asli yang diseleksi secara cermat, yang bisa dengan cepat menaungi gulma, dekat dengan kanopi dan bisa menarik perhatian hewan penyebar benih.	Lokasi-lokasi yang didominasi oleh rumput liar dengan jumlah pohon yang sedikit tapi mempunyai fragmen hutan alam dan hewan penyebar benih yang bertahan di kawasan tersebut.	Lokasi dikuasai kembali dan pemulihan fungsi dan struktur hutan; pemulihan keanekaragaman hayati melalui usaha menarik perhatian margasatwa dan penyebar benih alami.	Membutuhkan riset, teknik, dan input finansial yang tinggi untuk meningkatkan suatu sistem yang efisien. Pemulihan keanekaragaman hayati bisa berjalan lambat dimana hutan alam dan/ atau burung-burung dan mamalia penyebar benih tidak ada.
Penanaman keragaman maksimum	Sukses hutan diperpendek dengan menanam sebagian besar pohon hutan sekaligus	Tempat dimana penyebar benih alami terbatas melalui sumber benih yang terbatas dan /atau hewan penyebar benih.	Keragaman spesies pohon pulih dengan cepat; struktur dan fungsi hutan pulih dengan cepat.	Sangat mahal, input teknik yang dibutuhkan sangat tinggi. Mendapatkan bibit dan menumbuhkan berbagai macam spesies pohon secara logistik sulit dilakukan.
Perawatan hasil atau perlindungan ekosistem	Satu atau sedikit spesies pohon yang bisa tumbuh dengan cepat ditanam untuk memperbaiki kondisi lokasi	Tempat dimana lokasi yang terdegradasi telah menghasilkan kondisi tanah	Banyak lokasi yang bisa dikuasai. Pencegahan erosi lebih lanjut dan secara perlahan terjadi	Pada awalnya memiliki nilai keanekaragaman hayati yang rendah tapi ini sesuatu yang tidak bisa

	yang akan digunakan untuk penanaman lebih lanjut spesies pohon yang beragam, jumlahnya lebih banyak.	yang buruk dan kondisi iklim mikro yang akan mengurangi performa sebagian besar spesies pohon yang ditanam.	peningkatan kondisi lahan.	dihindari karena lokasi yang terdegradasi telah rusak parah. Memanen hasil pohon perawat mendatangkan pendapatan ekonomis.
--	--	---	----------------------------	--

Perkebunan sebagai katalis

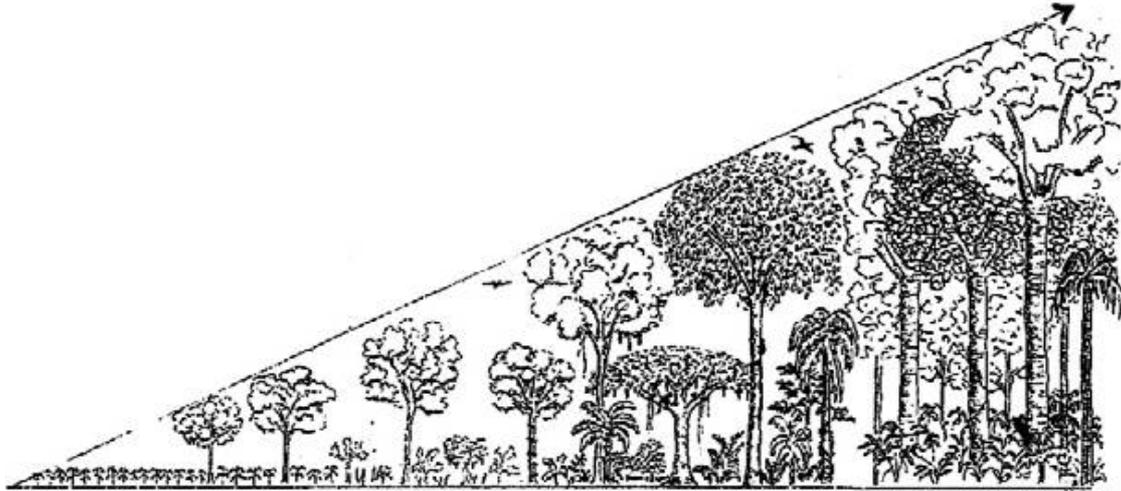
Dalam beberapa hal, perkebunan komersil konvensional yang menanam satu atau beberapa spesies pohon bahkan bisa meningkatkan pemulihan keanekaragaman hayati. Dibandingkan dengan tanah yang telah rusak, yang didominasi oleh tanaman herba, perkebunan pohon secara signifikan bisa mempercepat suskesi hutan dengan menaungi gulma dan menarik hewan penyebar benih (Parrota, 2000). Bagian yang bisa perkebunan konvensional lakukan lebih kecil dari apa yang bisa dilakukan oleh penanaman spesies pohon kerangka, tapi nilai ekonomis yang dihasilkan oleh perkebunan jenis ini lebih besar.

Pemulihan keanekaragaman hayati di perkebunan bisa tetap dilakukan jika penerapan silvikultur dilakukan secara cermat. Penyiangan, penjarakan, dan pembuangan hasil tebang harus dilakukan tanpa merusak regenerasi alam yang telah perkebunan bantu untuk merawatnya. Ada banyak contoh di dunia dimana perkebunan yang menanam tanaman komersil telah dibangun dan pada proses selanjutnya terabaikan karena perubahan kondisi ekonomi. Jika spesies yang ditanam merupakan tanaman perintis yang berusia pendek, mereka bisa dipanen, atau secara perlahan mati secara alami, yang menjadi jalan bagi hutan sekunder yang kaya akan bunga (Parrota, 2000). Akan tetapi, jika perkebunan-perkebunan baru bisa dikelola dengan intensif, kecil kemungkinan mereka bisa berperan penting dalam restorasi hutan.

Seri klimaks perintis yang terakselerasi (APCS)

Perkebunan bisa lebih ramah terhadap keanekaragaman hayati dengan menanam beberapa jenis tanaman dan dengan tetap memperhatikan suskesi ekologi. Inilah pendekatan yang sedang dikembangkan di Vietnam dengan seri klimaks perintis yang terakselerasi (Van So, 2000). APCS mengikuti prinsip-prinsip suskesi alam dengan menanam beberapa jenis tanaman perintis yang kemudian diikuti oleh penanaman yang diselingi dengan spesies tanaman klimaks. Hal ini akan memulihkan produktifitas tanah dan keseimbangan ekologi. Tumbuhan perintis dipilih karena mereka memiliki angka pertumbuhan yang cepat dan dalam waktu singkat hasil-hasil kayunya bisa menjadi cadangan bagi para petani sehingga secara perlahan mereka beralih sebagai pendewasaan sistem. (system matures). Oleh karenanya, mereka bisa memasukkan spesies eksotik maupun spesies asli (Van So, 2000).

Keanekaragaman hayati meningkat dengan meningkatnya kompleksitas struktural dari sistem hutan produksi tetapi pendapatan tunai yang didapat bisa menurun (After Millet, 1997).



Pertanian > kehutanan- agro > kehutanan analog > merestorasi ekosistem hutan.

Kehutanan-agro

Kehutanan agro meningkatkan dan memperbanyak jenis keuntungan ekonomis dari kehutanan dengan menambahkan hasil panen dan hewan ternak pada sistemnya. Karena pohon tetap dominan, beberapa habitat margasatwa tetap dipelihara. Pohon-pohon yang mempunyai fungsi ganda biasanya ditanam. Contohnya pohon yang bisa meningkatkan kualitas tanah, menghasilkan makanan bagi hewan ternak dan/ atau buah yang bisa dikonsumsi manusia. Penyeleksian spesies pohon hutan asli bisa meningkatkan keuntungan kehutanan agro bagi keanekaragaman hayati. Akan tetapi, burung-burung dan mamalia liar tidak diizinkan memasuki sistem kehutanan agro karena mereka dianggap sebagai hama yang bisa mengancam produktivitas hasil panen.

Kehutanan analog

Kehutanan analog memiliki tujuan yang sama dengan kehutanan agro tetapi memelihara keseluruhan struktur hutan tropis yang sudah tua, mengganti spesies yang bernilai ekonomis bagi setiap tanaman yang memberi kontribusi pada struktur hutan. Kehutanan analog merestorasi lahan hutan yang rusak dengan hutan agro yang produktif dan memiliki keanekaragaman hayati yang bisa mengakomodir kebutuhan penduduk lokal (misalnya kayu bakar, kayu, makanan, obat-obatan, dll) pada saat yang sama juga mempertahankan integritas ekologi. Pohon-pohon kanopi dipelihara untuk naungan dan produksi damar. Naungan bisa bertoleransi dengan tanaman yang bernilai ekonomis seperti kopi dan bambu, yang membentuk lapisan semak, sementara tanaman yang merambat mungkin digantikan oleh lada dan tanaman rambat yang berkayu digantikan oleh rotan. Lapisan tanah dapat digantikan dengan bumbu kuliner atau herba seperti jahe. Kehutanan analog mengakui bahwa keanekaragaman hayati yang tinggi sangat penting bagi stabilitas dan produktivitas sistem. Oleh karena itu, proporsi yang signifikan dari spesies yang ada bisa tidak bermanfaat secara langsung bagi manusia, tetapi mereka

ditanam atau dipertahankan untuk nilai ekologi. Salah satu kelemahan ekonomis dari hutan analog adalah sulitnya memasarkan beragam produk-produk yang jumlahnya sangat banyak dalam jumlah yang sedikit.

Table 1.2 Ringkasan metode restorasi hutan dengan keuntungan ekonomis yang tinggi

	Karakteristik	Manfaat bagi keanekaragaman hayati	Keuntungan	Kerugian
Perkebunan sebagai katalis	Perkebunan spesies tunggal konvensional dengan spesies pohon yang bernilai tinggi; yang eksotik dan asli.	Perkebunan bisa memelihara regenerasi alam yang terbatas dan pemulihan keanekaragaman hayati di kawasannya. Fragmen hutan dan penyebar benihnya tetap ada.	Pendapatan ekonomi tinggi dari spesies pohon komersial yang bernilai tinggi.	Ketidakpastian harga di pasaran bisa mempengaruhi keuntungan. Pengelolaan perkebunan yang dilakukan dengan cermat untuk memelihara keanekaragaman hayati bisa mengurangi keuntungan.
Rangkaian tumbuhan klimaks perintis yang diakselerasi	Menanam rangkaian pohon perintis yang kemudian diselingi dengan spesies pohon klimaks	Struktur hutan lebih kompleks dibandingkan dengan perkebunan konvensional. Lebih memungkinkan untuk peningkatan pemulihan keanekaragaman hayati	Meniru regenerasi hutan alam sambil menyediakan pendapatan bagi penduduk. Varietas spesies yang lebih besar membantu menyebarkan resiko ekonomi dalam keadaan pasar yang berubah	Pengelolaan perkebunan yang dilakukan dengan cermat untuk memelihara keanekaragaman hayati bisa mengurangi keuntungan
Kehutanan agro	Penanaman spesies pohon yang bernilai ekonomis rendah sangat banyak ditanam, disertai dengan penanaman	Beberapa keuntungan didapat melalui lebih banyak varietas spesies tanaman yang ditanam.	Banyaknya hasil panen dan produk-produk pohon serta kemampuan sistem untuk bisa beradaptasi mengurangi	Prosedur pemeliharaan yang rumit bagi spesies yang memiliki nilai ekonomis menambah biaya dan

	tanaman yang bisa dipanen dan bisa sebagai sumber makanan bagi hewan ternak		resiko ekonomi.	mengganggu margasatwa
Kehutanan analog	Meningkatkan keanekaragaman hayati merupakan tujuan utama.	Melibatkan sampai 20 persen spesies yang ditanam untuk nilai ekologi	Keuntungan bagi petani melalui pemanfaatan spesies yang bisa menyediakan produk-produk yang bisa dijual, merestorasi keanekaragaman hayati dan mendorong pengembangan ekosistem yang lebih alami.	Sangat tergantung pada input eksternal; riset, pelatihan, dan dana. Pemasaran sejumlah produk dalam jumlah sedikit mengalami masalah.

BAGIAN 3- RESTORASI KAWASAN HUTAN

Apa yang dimaksud dengan restorasi kawasan hutan?

Dalam sebuah kawasan beberapa jenis kehutanan yang dijelaskan di atas bisa diterapkan pada lokasi yang berbeda untuk mencapai keseimbangan antara konservasi keanekaragaman hayati, jasa lingkungan dan produktivitas ekonomi. Inilah dasar bagi "Restorasi Kawasan Hutan (FLR)" yang sedang dipromosikan oleh banyak organisasi internasional. Tujuannya adalah mengembalikan integritas ekologi dan meningkatkan kesejahteraan manusia yang berada di kawasan hutan yang telah rusak atau gundul (Mansourian dkk, 2005).

Untuk melestarikan keanekaragaman hayati, FLR menyadari bahwa yang dibutuhkan adalah tidak hanya melindungi dan mengelola hutan yang tersisa, tapi juga merestorasinya. Hal ini akan menyeimbangkan antara kebutuhan manusia dan kebutuhan margasatwa dengan mengembalikan fungsi hutan ke kawasan tersebut. Menanam pohon merupakan komponen yang penting, namun itu hanyalah satu diantara banyak kegiatan yang berkontribusi terhadap FLR. Masyarakat lokal berperan penting dalam membentuk kawasan dan mendapatkan manfaat yang signifikan dari sumber daya hutan masa depan. Oleh karena itu partisipasi mereka sangat penting.

Kawasan meliputi geologi, bentuk lahan, vegetasi, ekologi, pengaruh manusia, karakteristik sosial-ekonomi, iklim dan sejarah, yang digabungkan untuk menyediakan

sebuah areal yang mempunyai identitas lokal yang unik. Tempat dimana komunitas lokal telah memanfaatkan hutan sebagai sumber penghasilan atau membersihkan areal tersebut untuk pertanian, kawasan hutan bisa menjadi sebuah mosaik bagi beberapa jenis vegetasi yang meliputi tanah pertanian, perkebunan, komunitas hutan, sisa hutan utama dan regenerasi hutan sekunder. Kawasan yang telah rusak merupakan kawasan yang tidak bisa lagi menjaga ketersediaan hasil hutan atau memberikan layanan ekologi bagi manusia, fungsi hutan dan konservasi keanekaragaman hayati secara memadai. Untuk mengkonservasi keanekaragaman hayati, FLR menyadari kebutuhan untuk melindungi dan menjaga sisa hutan yang ada dan merestorasi hutan ke lahan-lahan yang telah rusak. Pada tingkat kawasan, prioritas konservasi harus diseimbangkan dengan kebutuhan masyarakat lokal. Usaha mencapai keseimbangan tersebut membutuhkan banyak kompromi dan hal itu bukan merupakan hal yang mudah.

Apa yang bisa dicapai FLR?

Dengan menjalin kerjasama yang erat dengan penduduk lokal, melalui konsultasi, pelatihan dan pertukaran informasi, FLR bisa:

- Merestorasi fungsi lingkungan dengan menanam pohon asli, ANR atau regenerasi alami.
- Memberikan keuntungan bagi komunitas lokal seperti obat-obatan dan makanan, air bersih dan perlindungan terhadap banjir dan longsor.
- Mendorong penduduk lokal untuk terlibat aktif dalam kegiatan restorasi hutan karena hal tersebut akan bermanfaat bagi sosial ekonomi dan ekologi.
- Memberikan perhatian pada masalah mendasar degradasi hutan seperti pemanfaatan hasil hutan secara berlebihan.
- Meningkatkan kualitas fragmen hutan bagi masyarakat
- Menyeimbangkan penjualan penggunaan tanah (land-use trade offs) yang bisa diterima oleh semua stakeholder.
- Mencegah ancaman perusakan hutan berikutnya.

BAB 2. MENDIRIKAN UNIT PENELITIAN RESTORASI HUTAN (FORRU)

BAGIAN 1 ORGANISASI DAN SUMBER DAYA MANUSIA

BAGIAN 2 BEKERJA PADA SEMUA TINGKATAN

BAGIAN 3 FASILITAS YANG DIBUTUHKAN

BAGIAN 4 PENDANAAN



Gambar atas: Penelitian pembibitan pertama FORRU CMU dibuka pada tahun 1994, yang disponsori oleh Riche Monde Bangkok, Ltd. Untuk saat ini, lebih dari 400 spesies pohon asli telah tumbuh di sana. Lahan pembibitan ini terletak di hutan alam pada ketinggian 1000 meter di Taman Nasional Doi Suthep-Pui, Thailand Utara.

Gambar bawah: lokasi yang tertutup atap memiliki bangku-bangku untuk eksperimen perkecambahan. Tempat tersebut juga digunakan untuk semaian yang sudah di pot, dan tempat kegiatan pendidikan. Kantor (Bagian kiri pada gambar) menyimpan komputer dan fasilitas penyimpanan data. Di bagian depan, lokasi-lokasi yang tanahnya miring mempunyai tiang-tiang untuk menyokong jaringan naungan yang berpindah-pindah (Bagian 3).



Gambar samping: Melibatkan mahasiswa dengan magang di unit ini menciptakan jaringan kerja akademis yang bernilai. Mereka bisa membantu pekerjaan dan pada akhirnya bisa menjadi karyawan masa depan di unit ini (Bagian 1).



Gambar sebelah kiri: sebuah herbarium sangat penting untuk menjamin semua spesies pohon teridentifikasi dengan cermat.



Gambar atas: FORRU-CMU menjalin kerjasama yang erat dengan penduduk local untuk merencanakan alur-alur eksperimen pertama dari unit ini (Bagian 2)

Membangun sebuah FORRU

MEMBANGUN UNIT PENELITIAN RESTORASI HUTAN (FORRU)

FORRU-CMU dimulai dengan hanya mengkoordinasikan beberapa mahasiswa yang tertarik untuk melakukan riset yang berkaitan dengan topik kehutanan untuk skripsi mereka dan mendirikan sebuah tempat pembibitan di sebuah sudut yang tak terpakai yang ada di kampus mereka. Seiring dengan meningkatnya ketertarikan mahasiswa akan pekerjaan ini, kami kemudian membangun fasilitas yang dibangun sesuai pesanan, bekerja sama dengan Taman Nasional Doi Suthep-Pui, dengan dana yang didapat dari lembaga internasional dan memperkerjakan tenaga kerja penuh waktu. FORRU's bisa berdiri dengan baik di institusi-institusi lainnya dan dengan cara beragam; namun, dengan tidak memperhatikan dimana dan bagaimana FORRU didirikan, sumber daya manusia selalu jadi komponen yang paling penting. Pelatihan dan menjaga motivasi serta komitmen agar tetap tinggi dari semua pihak yang terlibat di unit ini merupakan kunci utama bagi kesuksesan unit.

BAGIAN 1 - ORGANISASI DAN SUMBER DAYA MANUSIA

Siapa yang harus mengorganisir FORRU?

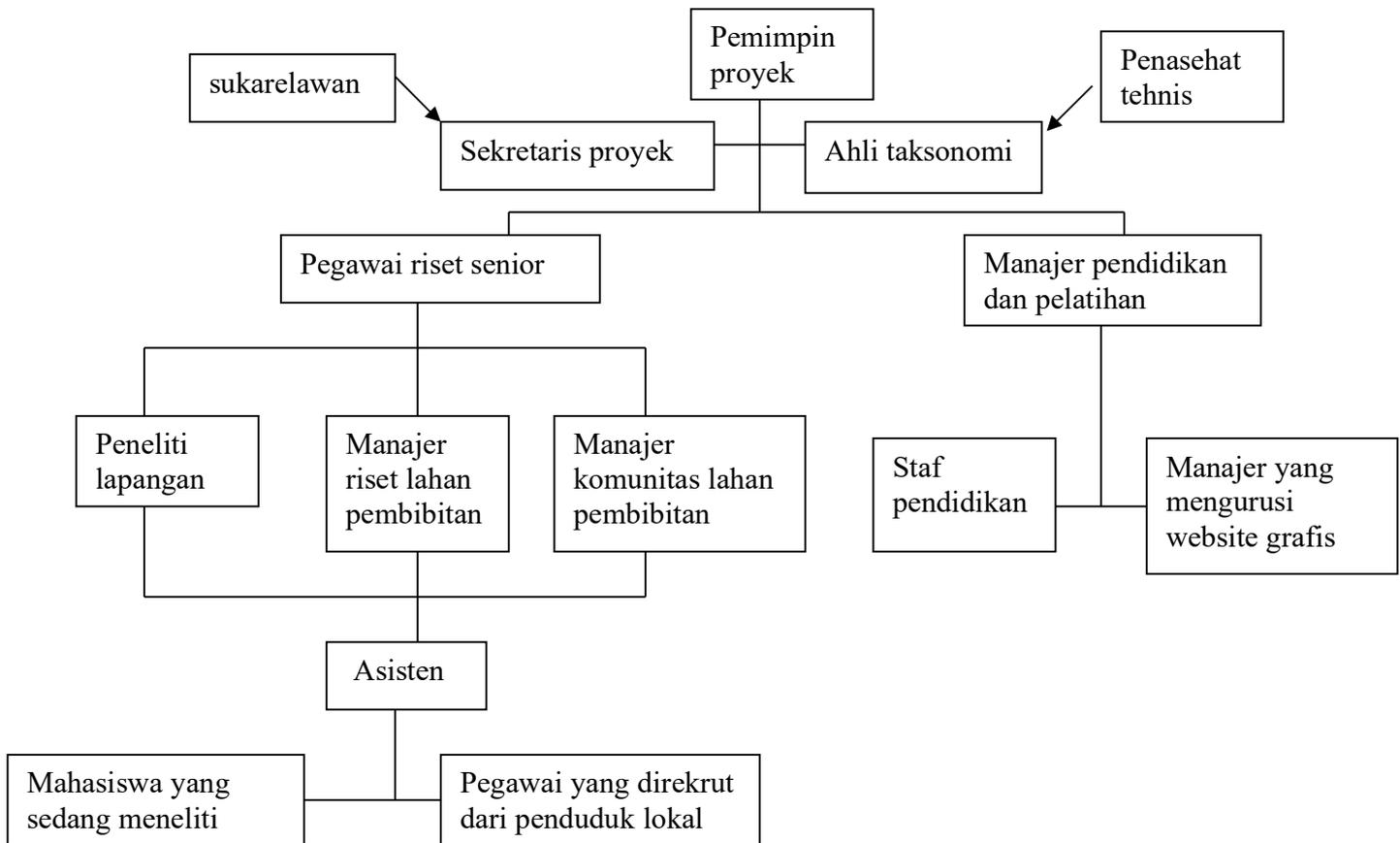
Dukungan dari lembaga yang berkompeten sangat penting bagi keberhasilan dari sebuah FORRU. Dana dan dukungan masyarakat untuk berpartisipasi dalam merestorasi hutan akan sulit untuk dilakukan jika tidak ada dukungan lembaga yang kuat. Yang terbaik adalah FORRU didirikan oleh sebuah lembaga yang terpercaya yang sudah memiliki prosedur administrasi yang telah terbangun dengan baik, misalnya fakultas atau jurusan yang ada di universitas, pusat penelitian pemerintah, atau LSM yang telah mapan. Dukungan lembaga-lembaga tersebut penting untuk membangun dan menjaga hubungan baik organisasi-organisasi yang terlibat (selaku pengambil kebijakan) seperti kelompok masyarakat, departemen pemerintah, LSM, lembaga donor, organisasi internasional, penasehat teknis, dan lembaga-lembaga pendidikan. Peraturan-peraturan yang jelas dan diterima dengan baik, pembangunan manajemen proyek yang ditetapkan oleh institusi tersebut bisa menjamin kelancaran kerja dan akan membantu terhindarnya sengketa antar pengambil kebijakan.

Staff seperti apa yang dibutuhkan?

Seorang pemimpin inspirasional dibutuhkan untuk menjalankan FORRU, seorang konservasionis yang berkomitmen dan memiliki pengalaman mengenai hutan tropis. Selain memiliki kemampuan ilmiah yang sangat bagus, dia juga harus memiliki kecakapan yang bagus dalam hal administrasi proyek, manajemen personalia, dan humas. Jika sebuah FORRU berada di sebuah universitas, pemimpin unit bisa berasal dari ilmuwan senior yang bekerja di fakultas tersebut. Di pusat penelitian kehutanan pemerintah, pegawai kehutanan senior bisa menjalankan peran ini. Dukungan kesekretariatan juga

penting. Pada awalnya seorang sekretaris mungkin cukup tetapi seiring dengan berkembangnya unit, dukungan sekretaris yang bekerja penuh waktu akan sangat dibutuhkan. Ketika memulai sebuah FORRU, identifikasi akurat mengenai spesies hutan merupakan hal yang sangat penting. Oleh karena itu, keterlibatan ahli taksonomi yang profesional, yang mempunyai akses ke fasilitas herbarium, sangat penting. Hal ini biasanya dilakukan dengan konsultasi terlebih dahulu.

Dua pos permanen penting lainnya adalah manajer lahan pembibitan dan manajer lapangan. Manajer lahan pembibitan bertanggung jawab terhadap staff dan kegiatan sehari-hari yang ada di lahan pembibitan, serta bertanggung jawab untuk memastikan jumlah produksi pohon yang berkualitas baik yang akan ditanam di lahan-lahan percobaan cukup memadai. Ketika lahan-lahan percobaan telah berdiri, seorang manager lapangan dibutuhkan untuk mengurus perlindungan, perawatan dan monitoring pohon-pohon yang ditanam serta memproses data monitoring. Untuk tahap awal, manajer lahan pembibitan dan manajer lapangan bisa dipekerjakan paruh waktu, tetapi seiring dengan berkembangnya lahan pembibitan dan sistem lahan percobaan, staf yang bekerja penuh waktu akan sangat dibutuhkan, termasuk asisten yang bisa membantu menangani beban kerja yang semakin banyak. Jika memungkinkan, asisten-asisten tersebut bisa direkrut dari penduduk lokal. -Hal ini akan menjamin pertukaran informasi yang efisien antara penduduk lokal dengan pegawai FORRU. Unit akan lebih mudah diterima oleh penduduk lokal jika beberapa di antara mereka dipekerjakan secara langsung dalam kegiatan sehari-hari FORRU. Kwalifikasi pendidikan minimal dibutuhkan bagi asisten, karena pelatihan untuk mereka akan bisa diselenggarakan oleh manajer lahan pembibitan dan manajer lapangan jika mereka telah mempunyai dasar pendidikan. Dengan berkembangnya proyek, pendidikan dan pelatihan akan menjadi sangat penting untuk menginformasikan hasil penelitian secara langsung kepada pihak-pihak yang bertanggung jawab terhadap restorasi hutan. Materi pendidikan harus diproduksi, workshop dan seminar serta seorang staff harus tersedia untuk menghadapi banyaknya orang-orang yang tertarik dengan kegiatan di unit tersebut. Untuk tahap awal, tim riset mungkin bisa menangani beberapa pekerjaan yang terkait dengan pendidikan, tapi pada akhirnya seorang manajer pendidikan, yang bertanggung jawab untuk merancang dan mengimplementasikan program pelatihan dan pendidikan yang komprehensif harus direkrut. Jika hal tersebut tidak dilakukan, hasil-hasil riset dari unit akan menurun karena staf riset tidak bisa fokus menangani pekerjaan utama mereka.



Bagan di atas adalah bagan organisasi yang disarankan untuk sebuah FORRU. Bagan ini menunjukkan dua cabang utama dari unit tersebut, yaitu penelitian dan pendidikan. Penasehat teknis dan sukarelawan bisa memberi input pada semua tingkatan.

Siapa lagi yang harus terlibat?

Selain riset rutin yang terkait dengan penanaman dan pertumbuhan pohon yang dilakukan oleh pegawai tetap, FORRU's juga menyediakan kesempatan yang sangat bagus untuk riset yang lebih detail pada hal-hal yang lebih spesifik seperti pengaruh micorrhizae pada pertumbuhan pohon, bagaimana mengontrol hama di lahan pembibitan, atau mendorong pembentukan sebagian besar spesies semaian pohon dan lain sebagainya. Ini adalah topik yang ideal untuk proyek penelitian tesis mahasiswa. Penting untuk diketahui bahwa FORRU sangat terbuka dan bisa dimanfaatkan oleh mahasiswa dan para peneliti dari institusi lain. Dengan cara ini, daftar publikasi yang mengesankan akan lebih mudah terbit, yang kemudian bisa mendatangkan dukungan institusional dan dana lebih lanjut.

Pegawai tidak tetap akan diperlukan ketika unit sangat sibuk, seperti saat menyiapkan kegiatan-kegiatan penanaman dan memelihara pohon-pohon yang ditanam. Pegawai tidak tetap harus direkrut dari komunitas lokal agar bisa memberi kontribusi pada ekonomi lokal dan membangun dukungan bagi unit tersebut. Melibatkan penduduk lokal dalam memonitor pohon-pohon yang ditanam juga penting sehingga mereka bisa ikut merasakan kesuksesan proyek.

Pelatihan seperti apa yang dibutuhkan?

Pada awalnya, tidak mungkin bagi semua staf yang direkrut FORRU bisa menguasai semua keahlian yang dibutuhkan untuk mengerjakan semua tugas yang ada di unit tersebut. Setidaknya pelatihan pada beberapa topik di bawah ini mutlak diperlukan:-

- Administrasi dan manajemen proyek, menulis proposal, melaporkan dan melakukan kegiatan akunting
- Rancangan eksperimen dan statistik
- Ekologi hutan tropis
- Taksonomi tumbuhan
- Penanganan pembibitan
- Manajemen lahan pembibitan dan tehnik pengembangbiakan pohon
- Mengelola lahan-lahan percobaan dan silvikultur
- Tehnik survei keanekaragaman hayati
- Keterampilan pendidikan lingkungan
- Keterampilan yang diperlukan untuk bekerja dengan penduduk lokal.

Untuk tahap awal, pemimpin proyek harus menyediakan pelatihan bagi semua staf FORRU. Tetapi, karena tingkat keterampilan staf-staf tersebut mengalami peningkatan, manajer pembibitan lahan dan lapangan bisa mulai melatih para asisten dan pegawai tidak tetapnya. Harapan kami buku ini dan buku yang menyertai buku ini yang berjudul "How to Plant a Forest" bisa menyediakan teks-teks yang memadai yang bisa digunakan saat diadakannya pelatihan yang diorganisir oleh unit yang bersangkutan. Akan tetapi teks ini tidak terbatas hanya yang ada di buku ini, sumber lain juga bisa dimanfaatkan. Kami merekomendasikan tulisan karangan Jaenicke (1999) (<http://www.cgiar.org/icraf>), dan buku yang terdiri dari 6 seri yaitu "Tropical trees: Propagation and Planting Manuals" yang dipublikasikan oleh Commonwealth Science Council, London. Simpanlah buku pedoman di kantor lahan pembibitan sebagai sumber referensi yang tetap. Selain itu, bab-bab penting tentang tehnik praktis harus difotokopi dan dibagikan kepada para pegawai. Organisasi-organisasi luar juga bisa memberikan saran penting atau menyelenggarakan kursus pelatihan bagi pegawai FORRU. Keuntungan yang bisa diperoleh jika kita melibatkan penasehat asing adalah kita bisa membangun jaringan kerjasama yang nantinya akan bisa menghasilkan proyek kerjasama yang didukung oleh agen donor internasional. Kesempatan juga bisa muncul bagi pegawai FORRU untuk menghadiri kursus dan pelatihan di institusi lain, baik lokal maupun manca negara.

BAGIAN 2 – BEKERJA PADA SEMUA TINGKATAN

Mendirikan sebuah FORRU membutuhkan kerjasama dengan semua level masyarakat, mulai dari pemerintah sampai penduduk lokal.

Bagaimana FORRU memberi kontribusi pada kebijakan hutan nasional?

Agar tidak mengecewakan lembaga donor dan pengurus lembaga dimana FORRU didirikan, hal penting yang harus dilakukan adalah dengan membuat kebijakan-kebijakan yang akan memberikan kontribusi dalam hal:

- Mengimplementasikan kebijakan nasional tentang kehutanan dan konservasi keanekaragaman hayati.
- Memenuhi kewajiban terhadap pemerintah di bawah persetujuan pihak internasional

Empat dokumen bisa membantu Anda untuk membenarkan pendirian sebuah FORRU pada tingkat nasional:

- Konvensi keanekaragaman hayati (CBD)
- Strategi keanekaragaman hayati di negara Anda
- "ITTO- Panduan untuk Merestorasi, manajemen dan rehabilitasi hutan-hutan tropis sekunder yang telah rusak.
- Pernyataan kebijakan hutan nasional di negara Anda.

Jika pemerintah Anda merupakan pihak yang juga terlibat dalam konvensi keragaman hayati, maka wajib baginya mengimplementasikan kebijakan dan program-program yang memenuhi ketentuan konvensi seperti:

- Pasal 8 (f) - "Merehabilitasi dan memulihkan ekosistem yang rusak dan mempromosikan pemulihan spesies-spesies yang terancam punah..."
- Pasal 10 (d) – " Mendukung penduduk lokal mengembangkan dan mengimplementasikan tindakan perbaikan areal-areal yang rusak dimana keanekaragaman hayati telah berkurang..."
- Pasal 12 (b) – " Mempromosikan dan mendorong penelitian yang bisa memberi kontribusi pada konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan..."

Kesepakatan dan konvensi internasional bisa digunakan untuk menggalang dana bagi kegiatan FORRU. Saat ini apapun yang Anda butuhkan telah tersedia di web.



<http://www.biodiv.org/convention/articles.asp>



<http://www.itto.or.jp/live/PageDisplayHandler?pageId=201>

Selanjutnya, berdasarkan ketentuan konvensi, setiap negara anggota harus menyiapkan sebuah strategi keanekaragaman hayati nasional. Dokumen-dokumen tersebut biasanya mencakup ketentuan-ketentuan bagi restorasi ekosistem hutan untuk konservasi keanekaragaman hayati, yang bisa digunakan untuk membangun sebuah FORRU. Teks lengkap mengenai CBD bisa didownload dari <http://www.biodiv.org/convention/articles.asp>. Jika negara Anda anggota dari organisasi International Tropical Timber, Anda sebaiknya berkonsultasi dengan “ITTO-Guideline for the Restoration, Management and Restoration of Degraded Secondary Tropical Forests”. Meskipun dokumen ini tidak memiliki kekuatan hukum dari konvensi internasional, dokumen ini telah benar-benar mewakili pendapat konsensus internasional yang dihormati oleh organisasi-organisasi internasional. Di dalamnya terdapat 158 tindakan yang direkomendasikan, yang mana banyak diantaranya bisa didukung oleh informasi yang didapat dari FORRU. Silahkan mendownload panduannya di <http://www.itto.or.jp/live/PageDisplayHandler?pageId=201> atau silahkan berkirim surat ke INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, International

Organizations Center, 5th Floor, Pacifico-Yokohama, 1-1-1, Minato-Mira, Nishi-Ku, Yokohama, 220-0012, Japan.

Sebagian besar negara telah mengeluarkan kebijakan hutan nasional yang menetapkan program-program dan proyek-proyek kehutanan selama kurun waktu 5-10 tahun. Kebanyakan pernyataan kebijakan ini memuat rekomendasi tentang rehabilitasi lahan-lahan yang telah rusak, yang bisa dikutip untuk membenarkan pendirian sebuah FORRU.

Bekerja dengan staf yang berada di kawasan lindung

Karena restorasi hutan sebagian besar cocok untuk konservasi keanekaragaman hayati, maka riset lahan pembibitan FORRU sangat baik jika didirikan di kawasan-kawasan lindung seperti cagar alam dan taman nasional, dimana konservasi keanekaragaman hayati menjadi prioritas utama, meskipun sebenarnya lokasi-lokasi lain juga bisa digunakan. Dukungan dari kepala dan staf kawasan lindung akan lebih mudah didapat pada saat pihak pemerintah lokal dan nasional telah memahami nilai dan fungsi dari sebuah FORRU. Hubungan kerja yang baik dengan staf yang bekerja di kawasan lindung harus dikembangkan untuk mendapatkan izin kerja di wilayah-wilayah tersebut dan untuk mendapatkan dukungan dari manajer kawasan tersebut beserta stafnya untuk mendirikan dan menjalankan fasilitas FORRU.

Mendapatkan izin merupakan hal penting agar kita bisa menggunakan lokasi-lokasi yang kita butuhkan untuk pendirian lahan pembibitan dan lahan percobaan tanpa bertentangan dengan rencana pengelolaan lahan yang sebelumnya telah dirancang di kawasan tersebut. Selain isu penggunaan lahan, kantor pusat kawasan lindung mungkin bisa menyediakan staf atau karyawan tidak tetap untuk membantu kegiatan-kegiatan di unit FORRU. Pada saat penyusunan kerangka anggaran, jangan lupa memasukkan anggaran untuk gaji satu atau beberapa karyawan yang bekerja di kawasan lindung, yang diperbantukan di kegiatan FORRU. Jika lahan-lahan percobaan memberi kontribusi pada peningkatan tutupan hutan dalam kawasan lindung, karyawan di kawasan lindung bisa jadi tertarik untuk terlibat dalam kegiatan penanaman pohon dan ikut merawat pohon-pohon yang telah ditanam. Kantor pusat kawasan lindung biasanya mempunyai kendaraan yang mungkin tersedia untuk mengangkut pohon, logistik lahan pembibitan, dan bahan tanam lainnya di sekitar areal tersebut. Kadang-kadang kawasan lindung tersebut bisa mengganti seluruh biaya yang dikeluarkan untuk membantu anggaran FORRU, tetapi beberapa kawasan lindung lainnya lebih memilih memasukkan biaya yang dikeluarkan ke dalam anggaran utama mereka. Pada kasus-kasus seperti itu, akan lebih cocok jika kita memasukkan anggaran tambahan di aplikasi pendanaan, yang bisa dibayarkan ke kantor-kantor pusat kawasan lindung, untuk berkontribusi terhadap biaya dari dukungan logistic *ad hoc*.

Dukungan dari karyawan kawasan hutan lindung bisa dipertahankan dengan mengundang mereka untuk hadir pada kegiatan lokakarya bersama dan pelatihan pada lahan pembibitan FORRU dan alur-alur lapangan. Pastikan kepala dan karyawan kantor pusat juga diundang untuk menghadiri seminar dan konferensi yang membahas mengenai capaian-capaian FORRU serta memasukkan kawasan lindung di semua publikasi yang dihasilkan oleh unit riset. Kesimpulannya, berikan selalu laporan kemajuan kegiatan FORRU secara teratur ke kepala kawasan lindung meskipun mereka tidak meminta. Hal

ini bisa membantu mempertahankan kelangsungan kerjasama dengan staf kawasan lindung meskipun terjadi pergantian staf di kantor pusat kawasan lindung tersebut.

Mengapa kerjasama dengan penduduk lokal penting?

Sebagian besar kawasan lindung sangat dekat dengan populasi penduduk, sehingga mengembangkan kerjasama yang erat dengan penduduk lokal sangat penting untuk menghindari kesalahfahaman mengenai tujuan kerja dan mencegah setiap potensi konflik yang mungkin terjadi mengenai lokasi alur-alur restorasi hutan. Hubungan yang baik dengan penduduk lokal akan menguntungkan FORRU dari segi:

- Pengetahuan adat
- Sumber tenaga kerja
- Kesempatan untuk menguji kepraktisan hasil penelitian

Pengetahuan tradisional (adat) yang dimiliki penduduk lokal akan membantu penyeleksian calon spesies kerangka yang akan ditanam. Para penduduk setempat biasanya mengetahui spesies pohon apa yang cocok ditanam dan mereka biasanya juga mengetahui spesies pohon apa yang bisa menarik margasatwa serta dimana benih pohon sebaiknya ditanam.

Pembentukan alur-alur lapangan, pemeliharaan, pengawasan pohon-pohon yang ditanam serta pencegahan kebakaran merupakan kegiatan yang membutuhkan banyak tenaga kerja. Penduduk lokal harus menjadi yang pertama yang ditawarkan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tersebut sehingga mereka juga mendapatkan keuntungan dari kegiatan-kegiatan tersebut. Hal ini akan membantu kita membangun kesadaran penduduk lokal akan alur-alur restorasi hutan, yang akan meningkatkan dukungan kerja penduduk lokal di tingkat komunitas mereka. Oleh karena itu, pohon-pohon yang ditanam akan dijaga. Dengan kata lain, mereka akan membantu kita untuk tidak merusak apa yang telah kita kerjakan.

Tidak ada pengembangan metode yang baik yang hanya bisa dikembangkan oleh para ilmuwan, sehingga kepraktisan dan penerimaan semua tehnik dan pilihan spesies yang dikembangkan oleh FORRU harus diuji coba terlebih dahulu oleh pihak-pihak yang akan menggunakan metode tersebut. Membangun komunitas pembibitan pohon, dimana masyarakat lokal bisa menguji-cobakan tehnik-tehnik yang dikembangkan oleh penelitian akan sangat menguntungkan dan memberikan kesempatan lain bagi masyarakat lokal untuk mendapatkan penghasilan dari proyek tersebut. Selain itu, lahan pembibitan masyarakat bisa menghasilkan pohon yang dekat dengan lokasi penanaman, yang akan mengurangi biaya transportasi yang digunakan untuk penanaman pohon.

Membangun kerjasama yang erat dengan masyarakat lokal bukanlah hal yang mudah, terutama jika mereka merasa kehilangan haknya dengan adanya pembentukan kawasan lindung tersebut. Namun sebenarnya masyarakat lokal adalah komunitas pertama yang sering pertama kali bisa merasakan manfaat restorasi di lingkungan mereka, terutama dengan tersedianya kembali hasil-hasil hutan dan peningkatan persediaan air. Sebuah FORRU bisa mendorong masyarakat lokal dan karyawan kawasan lindung untuk bekerja sama membangun alur-alur lapangan dan lahan pembibitan yang bisa membantu membangun kerjasama yang kuat di antara mereka. Hal ini akan menguntungkan masyarakat lokal dan manajemen kawasan lindung. Dengan menjelaskan manfaat

tersebut, masyarakat lokal akan lebih tertarik untuk berpartisipasi dalam kegiatan yang dilaksanakan oleh FORRU.

Adakan pertemuan rutin dengan komite desa untuk meyakinkan bahwa masyarakat lokal dilibatkan dalam setiap tahapan program FORRU, terutama yang berkaitan dengan posisi eksperimen lapangan agar tidak bertentangan dengan penggunaan lahan yang telah ada. Mintalah seseorang dari masyarakat lokal tersebut untuk menjadi sumber informasi utama yang bisa menjadi penghubung informasi antara FORRU dan masyarakat desa tersebut. Dalam aplikasi pendanaan, buatlah anggaran untuk mempekerjakan masyarakat lokal, baik untuk menjalankan komite lahan pembibitan pohon dan tenaga kerja tidak tetap untuk menanam pohon-pohon, merawat dan memonitor alur, maupun untuk pencegahan kebakaran dan masalah lainnya. Undanglah masyarakat lokal untuk menemui para tamu yang datang ke proyek tersebut agar mereka mengetahui seberapa besar ketertarikan orang luar terhadap hasil kerja mereka serta libatkan juga mereka dalam liputan media proyek sehingga mereka juga mendapatkan keuntungan berupa citra positif publik.

Bekerja dengan institusi dan penasehat asing

Keahlian dan saran dari lembaga asing dapat sangat mempercepat pembentukan FORRU dan mencegah mereplikasi pekerjaan yang telah dilakukan di tempat lain. FORRU bisa mendapatkan manfaat yang besar dari pengalaman-pengalaman penasehat asing yang telah bekerja di proyek-proyek restorasi hutan di negara-negara lain serta bisa menghindari kesalahan-kesalahan yang pernah mereka lakukan saat bekerja di proyek restorasi hutan tersebut. Tenaga ahli lainnya bisa juga diminta untuk mengajarkan keahlian mereka pada disiplin ilmu tertentu, seperti taksonomi tumbuhan atau tehnik produksi di lahan pembibitan.

Sebuah FORRU tidak mungkin memiliki dana untuk membiayai semua ini. Oleh karena itu, penting bagi FORRU untuk bisa menjalin kerjasama dengan institusi asing sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk penasehat-penasehat asing tersebut bisa ditutupi oleh institusi mereka sendiri, dengan dana yang didapat dari lembaga internasional atau dari hibah proyek kerjasama.

Manfaat lain yang bisa didapat jika kita melibatkan institusi asing dan karyawannya adalah mereka mempunyai akses ke sumber-sumber pendanaan nasional yang tidak secara langsung tersedia untuk proyek asing, kecuali melalui proyek kemitraan dengan lembaga-lembaga di negara donor. Jadi, melakukan kerjasama dengan penasehat asing yang memahami etos FORRU, dan tidak mencoba mengubah arah kerja untuk menyesuaikan ide-ide yang tidak sesuai dengan ekologi atau kondisi sosial ekonomi yang sedang FORRU lakukan adalah sangat penting.



Tahun 2000 penduduk desa Ban Mae Sa Mai memenangi penghargaan nasional karena telah merawat plot-plot percobaan yang dibangun oleh FORRU-MCU. Penghargaan seperti ini akan membantu meningkatkan semangat masyarakat untuk ikut mengurus hutan-hutan yang telah ditanami, bahkan dalam kawasan lindung.

BAGIAN 3 – FASILITAS YANG DIBUTUHKAN

Jejak Fenologi

Akses menuju hutan yang tidak terganggu penting bagi program riset FORRU. Program riset harus dilakukan sedekat mungkin dengan lokasi yang diusulkan bagi percobaan penanaman yang dilakukan FORRU. Hutan yang aman dari gangguan tersebut merupakan perwakilan dari “target” untuk restorasi hutan. Jadi, tugas utamanya adalah merekam dan mengidentifikasi spesies pohon asli yang ada di hutan tersebut serta mengumpulkan data ekologi yang mendasar tentang mereka.

Pohon-pohon yang diberi label di sepanjang jejak yang ada di hutan tersebut biasanya cukup untuk dijadikan dasar studi tentang musim bunga dan buah (fenologi) dan untuk mengobservasi mekanisme yang berpotensi terhadap penyerbukan dan penyebaran benih, serta daya tarik relatif yang dimiliki masing-masing spesies pohon dalam menarik perhatian margasatwa. Jejak fenologi dengan pohon-pohon berlabel juga bermanfaat bagi sumber pendidikan.

Herbarium

Herbarium adalah tempat penyimpanan koleksi spesimen tanaman dan jamur yang diawetkan dan telah diberi label. Referensi spesimen dari semua spesies pohon yang dibuat oleh FORRU (berupa bunga dan buah, serta semaian pada berbagai macam tingkat perkembangan) harus disimpan di herbarium. Memiliki sebuah herbarium kecil di lahan pembibitan atau kantor FORRU sudah cukup, tetapi keadaan yang sesuai (misalnya benar-benar kering dan bebas hama), yang diperlukan untuk mencegah kerusakan spesimen, mungkin sulit untuk didapat, terutama di bawah kondisi lapangan. Oleh karena itu, duplikat spesimen juga harus disimpan di herbarium pusat yang dijaga oleh lembaga botani yang terpercaya. Herbarium unit harus memiliki sebuah mikroskop bedah, alat penekan tanaman, pengering spesimen, pengawet dan buku identifikasi tanaman. Untuk informasi lebih rinci tentang cara membangun sebuah herbarium proyek kecil, silahkan baca buku “The Herbarium Handbook” yang dipublikasikan oleh Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. (www.kewbooks.com)



Pelabelan pohon yang akurat di sepanjang jejak fenologi dapat mengubah alat riset yang penting menjadi sumber pendidikan yang berharga.

Lahan pembibitan dan fasilitas kantor

Lahan pembibitan untuk riset merupakan fasilitas inti bagi sebuah FORRU. Selain sebagai tempat penelitian perkembangbiakan pohon, sebuah lahan pembibitan harus mempunyai kapasitas untuk memproduksi cukup pohon bagi unit lahan percobaan lapangan.

Tempat yang ideal untuk sebuah riset di lahan pembibitan sebuah FORRU adalah di perbatasan hutan target (tempat sumber pengumpulan benih) dan sedekat mungkin dengan lokasi yang direncanakan sebagai tempat uji coba penanaman. Jika tempat uji coba penanaman jauh dari lokasi hutan target, maka sebaiknya lahan pembibitan dibangun dekat dengan hutan target, karena kegiatan monitoring fenologi dan pengumpulan benih lebih sering dilakukan dibandingkan dengan pengangkutan pohon ke lokasi tanam. Di samping itu, hutan target juga menyediakan sumber spora jamur *mycorrhizal* yang disebar oleh angin, yang penting bagi pertumbuhan spesies pohon hutan asli di lahan pembibitan. Seleksilah sebuah lokasi yang memungkinkan ekspansi untuk masa yang akan datang karena seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan akan lahan bagi semaian akan terus meningkat.

Seiring dengan berjalannya proyek, penting juga untuk membangun komunitas lahan pembibitan tambahan yang berfungsi untuk:

- Uji teknik perkembangbiakan yang dikembangkan di riset lahan pembibitan yang dilakukan oleh para *stakeholder* lokal;
- Meningkatkan kapasitas produksi pohon;
- Mengurangi biaya transportasi dan meminimalisir kerusakan pohon saat pengangkutan;
- Mendemonstrasikan bagaimana pohon bisa dikembangkanbiakkan dengan teknologi yang tidak begitu canggih, yang bisa lebih murah dan bisa dibuat dengan sederhana.

Komunitas lahan pembibitan juga memberikan kesempatan bagi masyarakat lokal untuk terlibat secara langsung dalam proyek restorasi hutan dan menyediakan fasilitas pendidikan dan sosial yang sangat baik, khususnya bagi partisipasi anak-anak sekolah lokal dan kelompok lingkungan desa.

Lahan pembibitan dengan menggunakan satelit mungkin diperlukan bagi riset pada jenis hutan yang berbeda. Misalnya, riset pertama FORRU-CMU's berada di

kawasan hutan cemara pada ketinggian 1.000 meter, sebuah tempat yang tidak sesuai jika kita ingin meneliti jenis pohon dataran rendah. Oleh karena itu, lahan pembibitan dataran rendah dibangun untuk mempelajari perkembangbiakan spesies pohon hutan dataran rendah.

Bagaimana seharusnya riset lahan pembibitan dirancang?

Fasilitas mendasar yang yang dibutuhkan untuk penelitian di lahan pembibitan sebuah FORRU adalah sebagai berikut:

- Jalan atau jalur menuju lahan pembibitan sehingga bisa diakses oleh kendaraan.
- Areal kerja yang teduh untuk perkembangbiakan pohon, penyebaran benih, dll.
- Areal yang teduh untuk bangku-bangku bagi percobaan pengcambahan, yang terhindar dari hewan pemakan benih.
- Areal yang diberi pagar untuk menghindari dari hewan yang nyasar ke lahan pembibitan dengan naungan yang bisa dipindahkan dimana semaian yang ada dalam pot bisa tumbuh dan nantinya siap untuk ditanam.
- Cadangan air yang memadai.
- Sistem irigasi (tidak wajib).
- Tempat tinggal dan toilet untuk karyawan dan pengunjung.
- Tempat aman yang bisa dikunci sebagai tempat penyimpanan alat dan bahan-bahan yang diperlukan di lahan pembibitan.
- Kotak kering yang dibutuhkan untuk persiapan spesimen herbarium.
- Kantor untuk pengelolaan dan penyimpanan data.
- Areal yang dibangun di samping lahan pembibitan untuk kegiatan pendidikan dan pelatihan.

Kantor tersebut harus ditata dengan baik dan dilengkapi dengan lemari, meja besar, dan komputer. Seiring dengan berkembangnya proyek, kantor tersebut bisa menjadi kantor yang berbasis lahan pembibitan sehingga ketentuan harus dibuat bagi kantor-kantor proyek lainnya yang ada di institusi induk.

Beberapa tempat di lahan pembibitan harus kosong (tidak ditanami bibit) agar bisa mengakomodasi kegiatan pendidikan, termasuk praktek demonstrasi latihan di lahan pembibitan seperti meletakkan semaian di pot dan mecabut semaian. Tempat ini bisa dilengkapi dengan papan tulis putih, poster-poster tentang cara melakukan sesuatu, dan kursi lipat buat para pengunjung. Perhatikan jumlah kelompok maksimum yang bisa ditampung agar tidak membuat lahan pembibitan menjadi terlalu ramai.

Ukuran tempat semaian siap angkut (*standing down*) yang dibutuhkan akan tergantung dari rancangan dan replika yang dibutuhkan oleh percobaan perkecambahan benih dan eksperimen pertumbuhan semaian, serta jumlah semaian yang dibutuhkan untuk lahan percobaan.

Sebagai aturan praktis, areal yang dibutuhkan untuk sebuah lahan pembibitan pohon tropis bisa diestimasi dengan menambahkan secara bersamaan areal untuk pengembangbiakan, pemindahan semaian, dan pengerasan; dikalikan dengan faktor kontingensi 1,2; ditambah areal yang sama bagi jalan-jalan kecil, tempat tanaman yang dimasukkan dalam pot, penyimpanan, dll. Areal tambahan harus dialokasikan untuk tempat pengajaran dan kantor.

RISET PEMBIBITAN POHON

Riset di lahan pembibitan jenis ini dekat dengan hutan alam, mudah diakses dan memiliki cadangan air yang permanen. Areal yang beratap digunakan untuk eksperimen perkecambahan dan pencabutan hasil perkecambahan. Areal tambahan yang dipagar digunakan untuk melindungi beberapa eksperimen perkecambahan dari hewan pemakan benih. Kantor, gudang (untuk alat dan media) dan toilet dibangun dengan baik dan diletakkan ditengah-tengah, dengan areal kosong di depannya yang bisa digunakan untuk kegiatan pelatihan. Selain itu juga ada areal yang digunakan untuk menurunkan benih dengan naungan yang terbuat dari jaring, yang dipindahakan ke lahan tempat anakan pohon sebelum ditanam. Pagar dibuat untuk menghindari hewan-hewan yang nyasar ke lahan pembibitan. Sebuah tanda di pintu masuk memberi informasi ke masyarakat lokal tentang fungsi lahan pembibitan.

Sebuah rancangan yang dipikirkan secara matang akan bisa meningkatkan efisiensi produksi pohon secara besar-besaran. Pikirkan mengenai berbagai macam kegiatan yang bisa diselenggarakan dan pemindahan tanaman dan material lainnya yang ada di sekitar lahan pembibitan. Misalnya, posisi petak kontainer dekat dengan pintu masuk utama, atau dimana pada akhirnya pohon-pohon akan diangkut ke kendaraan menuju lokasi tanam. Sediakan ruang tambahan di areal pot sebagai tempat penurunan sementara pada saat tanaman dimasukkan ke dalam pot, atau tempat memberikan penyuluhan saat ada lokakarya. Yakinkan bahwa tempat tersebut terlindungi dari sinar matahari langsung dengan membuat naungan dari jaring, baik untuk tanaman maupun untuk manusia. Akhirnya, terlepas dari seberapa akurat perhitungan lahan yang mungkin diperlukan, jika unit tersebut berhasil, tambahan lahan akan tetap dibutuhkan untuk masa yang akan datang. Oleh karena itu, pilihlah lahan yang bisa mengakomodasi perluasan unit di masa yang akan datang.

System alur uji coba lapangan (FTPS)

Alur-alur lapangan untuk melakukan uji coba spesies pohon kerangka dan mendemonstrasikan metode spesies kerangka (lihat Bab 4, Bagian 2) harus didirikan pada lahan yang cocok untuk ditanami pohon, dalam areal yang telah rusak, yang sebelumnya mendukung jenis hutan “target”. Penggunaan lahan tersebut harus disetujui oleh semua pemegang kebijakan dan lahan tersebut harus bisa diakses oleh kendaraan.

Alur-alur tersebut harus tidak lebih jauh dari 10 km dari sisa ekosistem hutan target, agar tersedia sumber benih dalam penyebaran berbagai hewan pemakan buah dan untuk menyediakan perlindungan bagi mereka. Pemulihan keanekaragaman hayati bisa berjalan lambat atau terbatas di alur-alur yang jauh dari hutan sisa.

Selain itu, cobalah memposisikan alur di tempat dimana restorasi hutan akan menghasilkan manfaat maksimal bagi integritas ekologi, konservasi keanekaragaman hayati, dan perlindungan lingkungan pada tingkat kawasan. Lokasi-lokasi tersebut meliputi jalan bagi margasatwa untuk mengembalikan fragmentasi hutan; lokasi-lokasi di sekitar mata air dan di sepanjang aliran sungai; dan lokasi-lokasi yang memiliki resiko erosi dan longsor. Jika hal ini bisa dicapai, maka alur-alur lapangan akan menghasilkan dampak maksimal sebagai demonstrasi metode restorasi hutan, yang tidak hanya menunjukkan pertumbuhan pohon itu sendiri, tapi juga bagaimana tingkat struktur dan fungsi ekosistem sebelumnya bisa direstorasi.

Pengelolaan informasi

Penyeleksian akhir dari spesies pohon kerangka dan rancangan eksperimen restorasi hutan tergantung pada penyimpanan yang efisien, integritas dan analisis dari semua sumber informasi yang beragam yang dihasilkan dari sebuah FORRU (taksonomi, fenologi, lahan pembibitan, eksperimen lapangan, dan pengetahuan adat). Lembaran data asli tentang masing-masing spesies pohon yang diteliti bisa di simpan di lemari arsip yang ada di kantor pembibitan (dengan salinan yang di lembaga induk); tapi pada akhirnya database yang terkomputerisasi akan dibutuhkan. Rancangan database ini, termasuk perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk itu harus dipertimbangkan secara serius pada awal proyek, dengan berkonsultasi dengan seorang ahli IT yang profesional. Hal ini harus dilakukan karena perubahan data dan sistem manajemen pada saat sebuah proyek sedang berjalan bisa menghasilkan pekerjaan dan biaya yang sia-sia. Beberapa tips mengenai rancangan database dan manajemennya tersedia di Bab 6.

Unit pendidikan

Keberhasilan kegiatan FORRU akan menghasilkan banyak pengetahuan asli yang harus disebarluaskan ke berbagai pihak yang berkepentingan, termasuk pemerintah, komunitas kelompok, dan LSM. Permintaan akan kegiatan pendidikan akan banyak datang kepada staf peneliti. Oleh karena itu, penting sekali membuat tim ahli yang didedikasikan untuk memberikan pendidikan dan program pelatihan-pelatihan. Kegiatan pendidikan dan materi yang beragam harus dirancang sesuai dengan

kebutuhan masing-masing kelompok. Tim pendidikan juga harus mengembangkan dan mengimplementasikan strategi komunikasi yang efektif bagi penyebaran hasil proyek secara umum, untuk membangun hubungan publik yang baik dan yang berkaitan dengan media berita dan publikasi. Tips untuk merancang dan mengelola sebuah program pendidikan dan strategi komunikasi tersedia di Bab 6, Bagian 3 dan 4.

Publikasi

Secara tradisional para ahli biasanya menyebarluaskan hasil penelitiannya melalui tulisan *peer-review* di jurnal-jurnal ilmiah. Meskipun tulisan ini penting, tulisan ini sering gagal menjangkau pihak-pihak yang sebenarnya terlibat dalam penerapan restorasi hutan. Oleh karena itu staf FORRU juga harus bisa menghasilkan dan menyebarkan bahan tulisan yang inovatif serta sumber pendidikan yang mudah digunakan (seperti presentasi audio visual, handout, website, dll) yang mudah diakses oleh pihak pemerintah, penduduk desa, anak-anak sekolah, orang-orang yang ikut pelatihan dan para peneliti. Hal ini dijelaskan lebih lanjut di Bab 6, Bagian 3.



Restorasi hutan adalah kegiatan lintas generasi. Orang-orang tua mempunyai pengalaman mengenai kerusakan hutan serta akibatnya dan memiliki kebijaksanaan yang besar untuk melengkapi hasil penelitian. Anak-anak memiliki kesempatan paling besar untuk mendapatkan manfaat dari restorasi hutan dan terbuka dengan ide-ide baru. Materi dan program pendidikan FORRU harus dirancang sebaik mungkin agar bisa melibatkan semua generasi.



BAGIAN 4- PENDANAAN

Bagaimana sumber dana diperoleh?

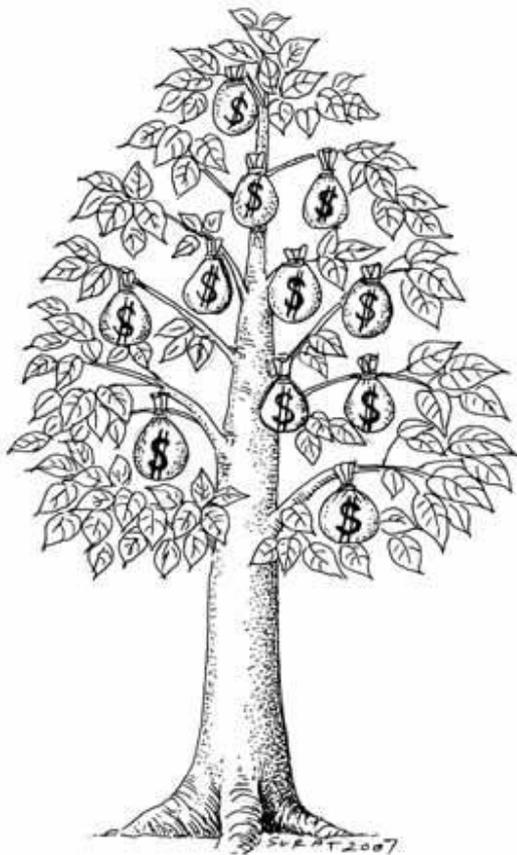
Sebagai permulaan, jika sebuah FORRU dibentuk di pusat penelitian atau lembaga pendidikan yang telah ada dan dibiayai oleh pusat, maka akan memungkinkan baginya untuk memanfaatkan fasilitas dan staf yang telah ada untuk memulai program riset restorasi hutan. Akan tetapi, seiring dengan berkembangnya program tersebut, dana mandiri harus bisa diperoleh. Untuk kestabilan dana, yang terbaik yang harus dilakukan adalah menyimpan beragam “portofolio” dari berbagai macam sumber dana dengan membagi kerja unit ke dalam proyek-proyek yang diatur secara jelas, yang masing-masing didukung oleh mekanisme pembiayaan dengan tanggal awal yang berbeda. Dengan cara ini, akhir dari periode hibah tunggal tidak akan mengakibatkan adanya jumlah staf yang tumpang tindih, dan hancurnya unit tersebut.

Sejak tahun 1994, dukungan keuangan untuk FORRU-CMU berasal dari sumber yang berbeda, termasuk dari lembaga hibah internasional (misalnya dari organisasi kayu tropis internasional), dana dari pemerintah, baik itu dari luar negeri (misalnya the U.K.’s Darwin Initiative) dan dari Thailand (misalnya dari Thailand’s Biodiversity Research and Training Program), dan dari sektor-sektor swasta, keduanya juga dari luar negeri (misalnya Shell International Renewable) dan dari Thailand (misalnya Riche monde (Bangkok) Ltd.). Yayasan-yayasan amal, terutama yang sangat peduli akan lingkungan (misalnya Yayasan Plant a Tree Today, The U.K.’s Eden Project and World Wildlife Fund- Thailand Program) juga memberikan kontribusi yang sangat besar bagi kegiatan FORRU. Masing-masing badan penyandang dana mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Badan penyandang dana multinasional dan internasional biasanya memaksa kita untuk mengikuti prosedur laporan dan aplikasi yang rumit dan memakan waktu. Tujuan mereka melakukan hal tersebut adalah untuk menjaga akuntabilitas dan transparansi ke pemerintah penyandang dana mereka. Keuntungan dari mendapatkan dana dari badan internasional adalah dana yang mereka sediakan biasanya besar, akan

tetapi mereka biasanya hanya cocok untuk organisasi yang telah memiliki staf administrasi yang terlatih, yang mampu menangani prosedur birokrasi yang berbelit-belit.

Hibah yang diberikan oleh pemerintah asing yang bersifat individu, yang diberikan kepada negara tujuan juga akan bisa sangat banyak. Dana-dana tersebut biasanya dikelola melalui lembaga-lembaga di negara donor, yang mungkin juga menerima dukungan dari dana tersebut. Bantuan yang diberikan juga bisa berupa penyediaan penasehat asing, yang bisa memberikan saran yang bermanfaat untuk sebuah program penelitian. Ini merupakan pilihan yang sesuai dimana hubungan kerja yang baik dengan sebuah lembaga di negara donor tersebut telah dikembangkan dan kebutuhan akan keterlibatan tenaga ahli dari luar negeri telah diidentifikasi secara jelas.



Sayangnya uang tidak tumbuh dari pohon, sehingga seorang kepala FORRU harus menghabiskan banyak waktu untuk mendapatkan hibah, mengelola dana dan akutansi untuk negara donor.

Bantuan dari organisasi pemerintah dalam negeri, khususnya yang terlibat dalam penerapan kewajiban negara di bawah konvensi keanekaragaman hayati, biasanya lebih mudah diperoleh dan tidak membutuhkan birokrasi yang berbelit-belit. Tetapi dana yang diperoleh biasanya lebih sedikit.

Akhir-akhir ini, ketertarikan sektor swasta akan penelitian kehutanan telah meningkat, terutama karena adanya peningkatan kesadaran akan pemanasan global, sehingga mereka tertarik dengan penyimpanan karbon. Perusahaan-perusahaan

komersial juga sering sangat berminat untuk mensponsori kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan hutan untuk meningkatkan citra publik mereka. Prosedur aplikasi dan administrasi untuk mendapatkan dana dari sektor swasta biasanya tidak rumit. Akan tetapi, sebelum menerima sponsor dari sektor swasta, ada beberapa kode etik yang harus dipertimbangkan. Kesan dari FORRU Anda mungkin akan digunakan untuk mengiklankan produk perusahaan tersebut atau untuk mempromosikan kesan ramah lingkungan dari perusahaan yang sebenarnya melakukan kegiatan pengrusakan lingkungan. Perusahaan-perusahaan bisa saja mengklaim pohon yang telah ditanam dengan sponsor dari mereka sebagai kredit karbon yang bisa diperjual-belikan, yang bisa mencabut hak masyarakat setempat. Untuk menghindari dilema seperti ini, pastikan proyek penelitian didukung oleh dana dari perusahaan-perusahaan yang mempunyai tanggung jawab sosial, dimana dana yang diberikan tidak berasal dari anggaran iklan dan promosi mereka. Selain itu pelajari kontrak secara seksama. Cobalah lakukan pendekatan ke perusahaan-perusahaan yang terkait dengan industri energi (misalnya perusahaan minyak), perusahaan-perusahaan yang menggunakan banyak energi (misalnya perusahaan penerbangan, agen pengiriman barang atau produsen mobil) dan perusahaan yang menggunakan satwa liar sebagai logo mereka.

Yayasan amal dan yang lainnya biasanya menyediakan dana yang terbatas tetapi mereka biasanya hanya membutuhkan prosedur administrasi yang sederhana. Mereka memiliki tujuan yang sangat terfokus dan banyak diantara mereka yang mendukung penelitian lingkungan dengan terlibat didalamnya. Untuk informasi lebih lanjut mengenai sumber yang komprehensif untuk mencari lembaga donor yang potensial anda bisa mengakses buku "CPF Sourcebook on Funding for Sustainable Forest Management" di website <http://www.fao.org/forestry/site/8015/en/>. Website ini sangat bagus, di dalamnya juga memuat database yang bisa didownload tentang sumber dana bagi pengelolaan hutan, sebuah forum diskusi dan *newsletter*, serta tips-tips yang bermanfaat tentang bagaimana menyiapkan aplikasi untuk mendapatkan dana.



www.fao.org/forestry/site/8015/en/

BAB 3 MENGEMBANG-BIAKKAN POHON DALAM RANGKA MEMPERBAIKI HUTAN

BAGIAN 1 MENYELEKSI DAN MENGIDENTIFIKASI SPESIES POHON KERANGKA

BAGIAN 2 FENOLOGI

BAGIAN 3 PENGUMPULAN BENIH

BAGIAN 4 PENGUJIAN PERKECAMBAHAN

BAGIAN 5 PENYIMPANAN BENIH

BAGIAN 6 EKSPERIMEN PERFORMA POHON

BAGIAN 7 EKSPERIMEN DENGAN MENGGUNAKAN BIBIT POHON YANG TUMBUH SECARA ALAMI DI HUTAN ASLI (WILDLING)

BAGIAN 8 JADWAL PRODUKSI



Gambar atas: Spesimen bukti "voucher spesimen" dari semua fenologi dan benih pohon harus disimpan di FORRU dengan duplikat yang sudah dipilih untuk dikirim ke herbarium yang lebih besar (Bagian 1).



Benih dalam berbagai bentuk dan ukuran. Struktur benih yang bisa difahami akan membantu menentukan perlakuan seperti apa yang sesuai untuk diterapkan agar benih tidak terbungkalai.



Gambar kiri: eksperimen perkecambahan (Bagian 4) dilakukan dalam baki plastik modular.



Eksperimen penyimpanan benih (Bagian 5) di sebuah FORRU yang berada di Tengchong District, Yunnan, China.



Mengukur performa pohon yang sedang tumbuh di lahan pembibitan (Bagian 6) untuk memformulasikan jadwal produksi spesies (Bagian 8).

PERKEMBANGBIAKAN POHON DALAM RANGKA MEMPERBAIKI HUTAN

Tujuan utama penelitian yang dilakukan di pusat pembibitan pohon FORRU adalah untuk menemukan cara memproduksi spesies bibit-bibit pohon perintis yang kuat, bebas penyakit dan cukup besar untuk penanaman (tinggi 30-60 cm) dengan waktu penanaman optimal (misal, awal musim hujan). Penelitian harus bertujuan untuk mengembangkan teknik-teknik yang bisa menumbuhkan bibit-bibit berkualitas tinggi secepat mungkin dan dengan biaya seefektif mungkin, dengan menggunakan waktu, tenaga kerja dan material yang minim di lahan pembibitan. Ini bisa terlaksana dengan melakukan percobaan terkontrol untuk menguji perlakuan yang dapat mempercepat atau malah memperlambat pembedahan tunas dan/atau pertumbuhan bibit. Kemungkinan lainnya adalah saat kendala-kendala untuk penumbuhan pohon dari bibit tidak dapat diatasi, percobaan-percobaan dapat dirancang untuk menguji kemungkinan penggunaan tanaman liar sebagai stok penanaman (Bagian 7). Namun, sebelum penelitian ini dimulai, keputusan harus dibuat tentang spesies pohon mana yang akan dipelajari dan bagaimana memperoleh benih (atau tanaman liar) tersebut.

BAB 1 – PEMILIHAN DAN PENGIDENTIFIKASIAN CALON SPESIES POHON KERANGKA

Ekosistem hutan tropis terkenal dengan kekayaan spesies kelompok tanamannya. Kebanyakan hutannya adalah habitat dari beberapa ratus spesies pohon. Tidak semuanya dapat dipelajari sekaligus dan tidak semuanya cocok untuk proyek pemulihan hutan. Maka, saat memulai FORRU, kita boleh mengutamakan spesies berdasarkan kemungkinan potensinya menjadi spesies pohon kerangka (berdasarkan karakteristik yang terdapat di Bab 1, Bagian 2) lalu berkonsentrasi di kegiatan-kegiatan penelitian pada spesies-spesies tersebut, setidaknya di kegiatan awal FORRU.

Bagaimana memilih calon spesies pohon kerangka?

Calon spesies kerangka haruslah merupakan spesies pohon liar (kecuali jika itu juga merupakan bagian dari tumbuhan asli); yang sebelumnya ada di jenis hutan target* dan cocok untuk ketinggian daerah penanaman. Informasi ini dapat ditemukan pada floranya.

Data tingkat pertumbuhan pohon lebih sulit ditemukan, namun, untuk Asia Tenggara, silahkan baca buku pedoman PROSEA (Plant Resources of South East Asia - Sumber Daya Tanaman Asia Tenggara) tentang pohon-pohon berkayu (Soerianegara dkk., 1994; Lemmens dkk, 1995 dan Sosef dkk., 1998). Pemantauan pertumbuhan awal bibit di sebuah lahan pembibitan juga dapat mengindikasikan sejauh mana bibit tersebut bisa tumbuh dengan baik di lapangan. Pada banyak kasus, spesies yang bertahan dengan baik di lahan pembibitan layak diuji di lapangan (lahan alam).

Kemungkinan daya tarik terhadap satwa liar dapat ditentukan dengan mencari spesies pohon dengan buah yang dapat dimakan dan berdaging banyak; yang kaya akan bunga dan nektar atau yang disukai kelelawar dan burung sebagai tempat bertengger atau bersarang. Meskipun sebagian informasi ini dapat diperoleh dari deskripsi bunga dan buah pada tumbuhan, tetap penting untuk menyempurnakannya dengan mengamati kegiatan binatang di pohon-pohon yang ada di hutan selama studi fenologi dilakukan (lihat Bagian 3). Pengkajian lapangan seperti ini juga memberikan kesempatan untuk mengamati struktur tajuk pohon dan alhasil dapat menilai keefektifan tiap spesies pohon untuk bebas dari rumput liar.

Studi mengenai pengetahuan botani pada masyarakat lokal (ethno-botany) dapat memberikan wawasan mengenai potensi beberapa pohon yang bisa dijadikan sebagai spesies kerangka. Saat melaksanakan studi tersebut, kita harus bekerja sama dengan komunitas yang mempunyai sejarah hidup yang panjang dengan hutan dan area-area penebangan hutan, khususnya anggota masyarakat yang melakukan *swidden agriculture* (menebas dan membakar hutan untuk area pertanian). Para petani dari komunitas tersebut umumnya mengetahui spesies pohon mana yang berkoloni di lahan kosong dan tumbuh cepat. Namun, hasil pengkajian tersebut haruslah dicermati dengan kritis. Masyarakat lokal terkadang memberikan informasi yang mereka pikir akan menyenangkan para peneliti, ketimbang berdasarkan pengalaman sebenarnya. Tahayul dan kepercayaan tertentu juga dapat mengubah penilaian objektif terhadap sifat-sifat spesies pohon. Alhasil, informasi *ethno-botanical* hanya dapat dipercaya jika diberikan secara independen oleh anggota dari beberapa komunitas berbeda, dengan latar belakang budaya yang berbeda pula. Untuk merancang survei *ethno-botanical*, Anda dapat menggunakan referensi Martin (1995).

* “Jenis hutan target” = jenis hutan asli pada area sebelum penggundulan hutan terjadi. Umumnya, ini berarti jenis hutan klimaks, tapi juga bisa berarti semacam hutan sekunder, dimana hutan jenis ini bernilai konservasi tinggi.

Tabel 3.1 – Ringkasan sumber-sumber informasi untuk menetapkan spesies mana yang cocok untuk pengujian sebagai ‘kandidat’ spesies pohon kerangka.

Karakteristik spesies pohon kerangka	Literatur	Penelitian di lahan pembibitan	Pengamatan lapangan	Ethnobotani
Tumbuhan asli dan cocok untuk kondisi setempat	Informasi pendistribusian spesies pada tumbuhan dan literatur mengenai botani lainnya		Survei spesies pohon di hutan kecil yang masih lengkap	Tidak dapat diandalkan: penduduk desa sering salah membedakan antara spesies asli dengan spesies eksotis.
Tingkat Ketahanan dan pertumbuhan yang tinggi pada lahan gundul yang keras	Literatur FORRU-CMU; Buku pedoman PROSEA	Menilai daya tahan dan pertumbuhan semaian di lahan pembibitan	Kesempatan kecil sebelum percobaan, tapi menilai daya tahan dan pertumbuhan semua pohon yang terbentuk secara alami di lahan kosong	Bertanya pada penduduk setempat mengenai spesies pohon mana yang bertahan dengan baik dan cepat tumbuh di lahan-lahan kosong
Tajuk yang lebat dan menaungi rumput liar	Beberapa teks yang membahas struktur tajuk pohon, khususnya tunas muda		Pengamatan struktur tajuk pepohonan di hutan (dan lahan kosong) dan rumput yang tumbuh dibawahnya.	
Menarik satwa liar	Speies dengan buah yang banyak dagingnya atau bunga yang kaya akan madu pada deskripsi taksonomi		Mengamati jenis buah dan satwa pemakan buah atau bunga di hutan	Penduduk desa umumnya mengetahui spesies pohon mana yang menarik mamalia dan burung.

Ketahanan pasca kebakaran	Tidak ada informasi untuk sebagian besar spesies		Survey ketahanan pohon pada area yang kebetulan terbakar	Penduduk desa umumnya mengetahui spesies pohon mana yang dapat pulih setelah kebakaran
Mudah dikembangkan	Tidak ada informasi untuk sebagian besar spesies	Percobaan penyemaian dan pengawasan tunas muda	Kepadatan tumbuhan liar dapat mengindikasikan kelangsungan hidup bibit dari beberapa pohon induk	

Mengenali dan mengidentifikasi pepohonan

Semua spesies pohon yang sedang diteliti harus dibuat nama ilmiahnya. Nama-nama lokal boleh dicatat, namun hal itu tidak dapat diandalkan. Penduduk lokal umumnya salah menamai pohon. Mereka mengelompokkan spesies yang mirip dan menamainya dengan satu nama atau sebaliknya, menggunakan nama-nama berbeda untuk spesies pohon yang sama.

Pada awal sebuah program penelitian, nama-nama ilmiah semua spesies tidak akan diketahui, maka akan bermanfaat jika kita menetapkan sebuah nomor spesies pada semua spesies pohon yang dipelajari. Staf lokal mungkin mendapati nomor-nomor spesies lebih mudah diingat ketimbang nama-nama ilmiah dan, dengan sedikit pengalaman, nomor-nomor tersebut akan sering digunakan terus menerus dibanding nama-nama lokal.

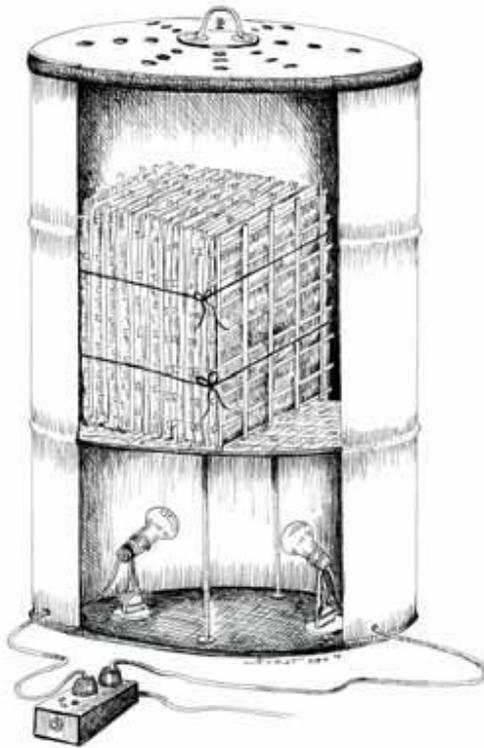
Untuk tiap spesies yang dipelajari, kumpulkan semua spesimen pohon dari benih yang dikumpulkan, dan semuanya diseleksi untuk kajian fenologi. Spesimen ini disebut 'voucher' (penjamin). Tujuannya untuk memungkinkan nama ilmiah dari semua pohon di kajian ini diuji. Jika setelahnya ada keraguan mengenai identifikasi semaian yang tumbuh di lahan pembibitan atau pohon-pohon yang ditanam di lahan percobaan, spesimen voucher dapat diuji lagi sebagai konfirmasi. Perubahan nama spesies sering terjadi pada taksonomi botani, maka menggunakan spesimen voucher, dengan satu nomor spesies terlampir, dapat mengurangi kekeliruan.

Gunakan sebuah alat potong (cutter) yang dipasang pada sebuah tonggak untuk mendapatkan sampel dedaunan dan buah dan/atau bunga. Gunting sedikit sampel tersebut, tanpa menghilangkan bagian-bagian pentingnya (misal, susunan daun, pencabangan buah dan lain sebagainya), hingga cukup muat dalam penekan tanaman berukuran standar. Di lahan pembibitan, buat sebuah kotak pengering sederhana dengan bola lampu sebagai penghangat untuk mengeringkan spesimen. Tulis label untuk setiap spesimen, yang termasuk juga nomor spesies, nomor kumpulan bibit (jika relevan) dan

nama lokal, juga informasi rinci mengenai lokasi dan deskripsi kulit pohon dan semua bagian yang dapat berubah dengan pengeringan, khususnya warna. Sebuah contoh label spesimen voucher diilustrasikan pada Bagian 3.

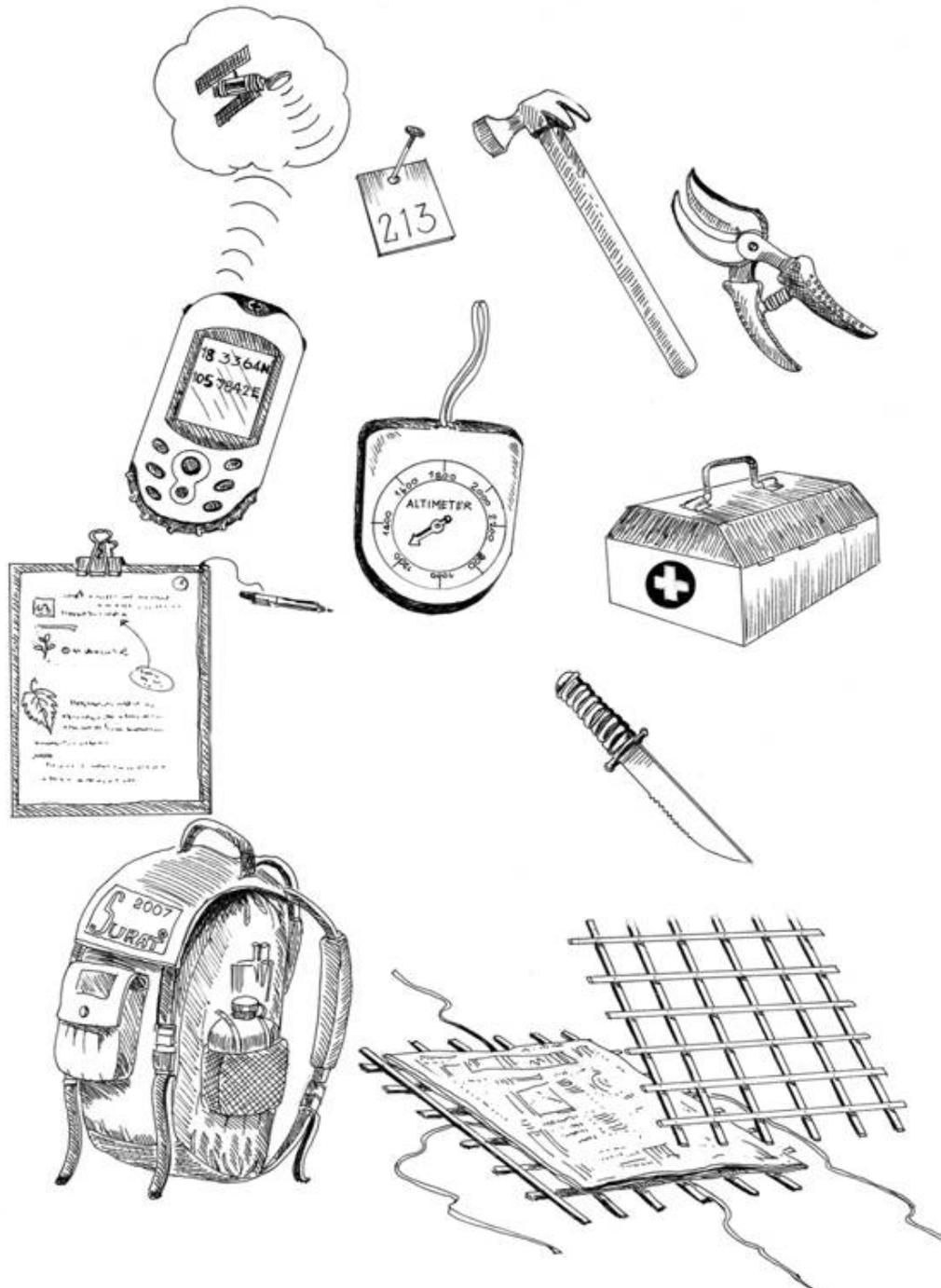
Tumpuk spesimen di atas kertas keras dengan menggunakan teknik herbarium standar. Jika sudah ada cukup ruang dan staf yang layak serta fasilitas di lembaga pusat FORRU, mulailah herbarium Anda sendiri. Simpan tumpukan spesimen di lemari yang sesuai dan masukkan informasi dari label-label spesimen kedalam sebuah database. Lakukan pencegahan terhadap serangga dan jamur yang dapat mengganggu spesimen. Sebagai tambahan pengamanan, buatlah beberapa lembaran herbarium untuk tiap spesimen dan simpan sisanya di herbarium lain yang sudah Anda ketahui. Mintalah seorang ahli taksonomi botani profesional untuk memeriksa dan mengidentifikasi spesimennya.

Untuk info lebih lanjut mengenai teknik-teknik herbarium lihat 'The Herbarium Handbook' yang diterbitkan oleh Royal Botanic Gardens, Kew, UK (www.kewbooks.com)



Sebuah drum minyak dan sepasang bola lampu menjadi sebuah 'oven' yang bisa mengeringkan spesimen tumbuhan di kantor pembibitan FORRU.

ALAT-ALAT PENTING UNTUK STUDI FENOLOGI DAN PENGUMPULAN BENIH



Anda tidak pernah tahu kapan anda melewati pohon yang sedang berbuah atau spesies pohon baru yang bisa ditambahkan ke sirkuit fenologi. Oleh karena itu, simpan peralatan seperti yang ada pada gambar di atas di dalam sebuah tas ransel dan bawalah selalu saat Anda pergi ke hutan. Buat label nomor pohon dari logam. Ukur lingkaran pohon pada ketinggian dada dengan pita ukur dan catat lokasinya dengan sebuah GPS dan ukur tingkat ketinggian lokasi dengan menggunakan sebuah altimeter. Gunakan gunting untuk memangkas spesimen voucer dan letakkan spesimen tersebut di alat penekan tanaman. Bawalah selalu lembar data kosong dan label herbarium yang banyak. Bawa juga kotak obat P3K untuk mengobati luka dan gigitan serangga.

BAGIAN 2 – FENOLOGI

Pengertian Fenologi

Fenologi adalah ilmu yang mengkaji respon organisme hidup terhadap siklus-siklus musiman pada kondisi lingkungan. Pada hutan-hutan tropis musim kering, perbedaan antara panasnya musim kemarau dan dinginnya musim penghujan sangat kentara. Siklus musiman ketersediaan air dan temperatur sangat mempengaruhi baik pertumbuhan maupun reproduksi tanaman, termasuk pepohonan.

Mengapa Mengkaji Fenologi pohon?

Kajian fenologi pohon sangat penting untuk program penelitian dalam rangka memperbaiki hutan, untuk menentukan kapan buah dan benih berkembang, matang dan tersebar. Kajian ini dapat digunakan untuk menentukan upaya yang diperlukan untuk pengumpulan benih sepanjang tahun dan waktu optimal pengumpulan benih untuk individu spesies pohon. Selain itu, kajian ini juga dapat digunakan untuk memprediksi lamanya dormansi benih dan perlakuan pra-menabur benih yang mana yang kemungkinan besar akan berhasil melewati masa dormansi dengan lebih cepat atau memperpanjang masa dormansi.

Sepanjang kajian fenologi, pengamatan terhadap mekanisme penyerbukan dan penyebaran benih juga dapat dilakukan. Selain itu, kajian fenologi memungkinkan pengidentifikasian spesies pohon 'keystone' (dasar); yakni yang bunga atau buahnya berbuah sesekali saat pasokan sumber makanan lain untuk para hewan dalam keadaan menipis (Gilbert, 1980). Spesies pohon keystone seperti pohon ara (*Ficus* spp) membantu seluruh kelompok hewan penyerbuk dan penyebar benih, dimana spesies pohon lainnya bergantung pada mereka untuk reproduksinya. Spesies keystone adalah kandidat yang bisa digunakan untuk pengujian sebagai spesies pohon kerangka. Data tambahan pada fenologi dedaunan pohon biasanya dikumpulkan pada saat yang sama. Ini dapat membantu memprediksi areal penanaman optimal untuk spesies tanaman secara individu. Singkatnya, kajian fenologi merupakan cara yang tepat untuk mempelajari bagaimana fungsi ekosistem hutan dan bagaimana mereproduksi fungsi tersebut pada proyek dalam rangka pemulihan hutan.

Dimana sebaiknya kajian fenologi hutan berlokasi?

Gunakanlah jejak yang sudah ada untuk kajian fenologi (yang berbentuk melingkar cukup ideal) pada sebuah areal jenis hutan target yang bebas gangguan; sedekat mungkin dengan daerah pemulihan hutan yang telah direncanakan. Ketinggian, topografi dan aspek jejak fenologi juga sebaiknya semirip mungkin dengan areal penanaman yang telah diajukan.

Bagaimana sebaiknya kajian fenologi ditetapkan?

Jika anda memulai sebuah program penelitian pemulihan hutan di sebuah lahan baru, Anda tidak akan tahu spesies pohon mana yang akan diuji sebagai kandidat spesies pohon kerangka dan anda kemungkinan tidak bisa mengidentifikasi pepohonannya.

Pilihlah setidaknya 5 individu dari tiap spesies pohon yang berbeda dan tempatkan satu nomor spesies di tiap-tiap spesiesnya. Kumpulkan spesimen-spesimen voucher seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dari tiap pohon dan mintalah seorang ahli botani untuk mengidentifikasinya.

Pada tiap pohon, pasang sebuah label logam dengan sebuah nomor indentifikasi unik untuk setiap individunya. Persiapkan label-label yang dicap dengan nomor-nomor yang berurutan dan pakukan tiap label setinggi dada pada batang tiap pohon yang tercantum di kajian fenologi. Gunakan paku anti karat, setidaknya sepanjang 5 cm, dan pakukan dengan tidak terlalu dalam pada batang pohon agar ada ruang untuk pohon untuk tetap bisa tumbuh. Paku dan label harus tahan beberapa tahun. Pastikan ada tempat yang pas buat masing-masing pohon yang telah dipilih sebagai tempat buat Anda memindai seluruh tajuk pohon. Ukur lingkaran batang setinggi dada dan tulis catatan singkat, yang menggambarkan dimana pohon berlokasi dalam hubungannya dengan jejak-jejak tersebut (misal, “10 meter ke kiri”; “20 meter ke kanan dari serambi berbatu” dan lain sebagainya). Saat anda mengulangi pengamatan dari bulan ke bulan, anda akan segera dapat mengingat dimana tiap pohon-pohon tersebut berada.

LEMBAR CATATAN DATA FENOLOGI

Keterangan untuk lembar data fenologi:

Date = Tanggal observasi

Order = susunan pohon yang ditemukan di sepanjang jejak fenologi

Spesies= nama ilmiah

Skor buah/ bunga:- FB= bunga menguncup, FL= bunga mekar, FT= buah-buahan (angka skor ini tidak boleh melebihi 4 tapi boleh < 4).

Location: catatan lokasi masing-masing pohon. R12= 12 meter di sebelah kanan jejak. L2= 2 meter di sebelah kiri jejak, dan seterusnya.

ORDER	LABEL	DATE	S. No.	SPECIES	GBH	FB	FL	FT	BA	YL	ML	SL	LOCATION
1	1667.1	04/01/95	34	DUABANGA GRANDIFLO	102	3.5	0.5		0.5		3	0.5	R 12. LARGE PINNATE LEAVES.
2	1667.2	04/01/95	54	ALSTONIA SCHOLARIS	54		1	3			4		R 18. JUST BEFORE 1667
3	1667	04/01/95	23	SCHIMA WALLICHII	230			4			4		R 1
4	1667.3	04/01/95	34	CASTANOPSIS TRIBULO	24					3	1		R 20. 3 BIG STEMS
5	1668	04/01/95	54	ALSTONIA SCHOLARIS	100				4				R 5 BRANCH NEAR BASE
6	1669	04/01/95	34	DUABANGA GRANDIFLO	288				1		2	0.5	L 4. BRANCHING V. NEAR BASE
7	1670	04/01/95	56	EURYA NITIDA	54						3.5	0.5	R 4
8	1671	04/01/95	67	CINNAMOMUM INERS	85						3.5	0.5	L 0
9	1672	04/01/95	34	DUABANGA GRANDIFLO	150			4			4		JUST BEHIND 1671
10	1673	04/01/95	54	DIOSPYROS GLANDULO	70				0.5		3.5		R 2
11	1674	04/01/95	56	EURYA NITIDA	53					0.5	3	0.5	L 2. FORWARD 35M
12	1675	04/01/95	43	WENDLANDIA PANICULA	95				1	1.5	1	0.5	L 0
13	1676	04/01/95	32	SAPIUM BACCATUM	168								L 6
14	1677	04/01/95	21	PHYLLANTHUS KERRII	25				0.5	1	2.5		L 0
15	1678	04/01/95	98	STEREOSPERMUM COL	160				1		2	1	R 2
16	1679	04/01/95	23	SCHIMA WALLICHII	150			4			3.5	0.5	R 2
17	1680	04/01/95	97	CASTANOPSIS DIVERSIF	65			0.5			2.5	1.5	R 2. 3 STEMS
18	1681	04/01/95	23	SCHIMA WALLICHII	77					1	2.5	0.5	L 0
19	1682	04/01/95	56	EURYA NITIDA	43				0.5	0.5			R 3. 2 STEMS
20	1682.1	04/01/95	23	SCHIMA WALLICHII	24				1				R 20

Nomor identifikasi label
Yang dilekatkan pada
Masing-masing pohon

nomor spesies

Lingkar pohon
pada ketinggian
sebatas dada (cm)

skor daun:- BA= tidak berdaun
YL= daun muda
ML= daun tua
SL= daun sangat tua
Jumlah total skor ini harus selalu
sama dengan 4.

Seberapa sering sebaiknya pengumpulan data dilakukan?

Sebaiknya data dikumpulkan setidaknya sebulan sekali. Meskipun dengan pengamatan data tiap bulan, beberapa peristiwa pohon berbunga mungkin terlewatkan, karena beberapa pohon memproduksi dan menggugurkan bunganya dalam sebulan. Biasanya dari peristiwa pergantian bunga yang cepat seperti itu dapat disimpulkan, ketika yang diamati selanjutnya adalah buah dari pohon tersebut. Dalam kasus seperti ini, kumpulan datanya dapat diatur selama proses tersebut untuk menambah sebuah peristiwa pembungaan. Jika banyak peristiwa pembungaan terlewatkan, mulailah mengumpulkan data dua kali sebulan.

Sebuah sistem penilaian semi-kuantitatif untuk pengawasan fenologi pohon

Untuk pencatatan fenologi pohon kami merekomendasikan metode 'kelebatan tajuk', yang aslinya disusun oleh Koelmeyer (1959) dan banyak dimodifikasi oleh banyak

penulis sejak itu. Metode semi-kuantitatif ini menggunakan skala linear dari 0-4. Angka 4 merepresentasikan intensitas maksimum struktur reproduksi (bunga menguncup (FB), bunga mekar (FL) dan berbuah (FR) pada tajuk sebuah pohon). Nilai 3, 2, 1 merepresentasikan sekitar tiga per empat, setengah dan seperempat dari intensitas maksimum masing-masing struktur reproduksi tersebut. Peristiwa “intensitas maksimum” berbunga/berbuah bervariasi diantara spesies dan penilaian terhadapnya pasti subjektif pada awalnya, namun akan meningkat hasilnya dengan bertambahnya pengalaman.

Pendekatan yang sama dapat digunakan untuk menilai dedaunan. Untuk tajuk masing-masing pohon, perkiraan nilainya antara 0 sampai 4 untuk i) cabang gundul ii) tunas dedaunan iii) dedaunan tua iv) dedaunan lansia (ini disebut ‘phytophases’ –fase nabati-). Jumlah dari keempat nilai ini sebaiknya selalu sama dengan 4 (yang mewakili keseluruhan tajuk pohon). Nilai untuk bunga + buah selalu kurang dari 4, kecuali peristiwa berbunga/berbuah terjadi di saat intensitas maksimal merupakan ciri dari spesies tersebut.

Metode kelebatan tajuk adalah sebuah kompromi antara penghitungan mutlak bunga dan buah yang sangat memakan waktu (atau perkiraan biomassa mereka yang menggunakan perangkap sampah-jatuh) dan metode kualitatif yang sangat cepat untuk mencatat kehadiran atau kealpaan sederhana. Hal ini membutuhkan waktu yang singkat dan memungkinkan teknik analisis kuantitatif diterapkan pada data. Namun, di permulaan sebuah studi, penting untuk mengajarkan semua pengumpul data untuk konsisten dengan penilaiannya untuk meminimalisir subjektifitas teknik yang digunakan.



Yakinkan bahwa semua spesimen pohon di sepanjang jejak fenologi diwakili oleh spesimen voucher yang memadai di herbarium.

DATA FENOLOGI YANG TELAH DIPILAH

Pisahkan data fenologi berdasarkan spesies (kolom 5), label identifikasi pohon (kolom 2) dan tanggal (kolom 3). Hal ini akan menghasilkan sejarah fenologi secara kronologis bagi masing-masing pohon dari tiap spesies mulai dari baris atas sampai bawah.

ORDER	LABEL	DATE	S. No.	SPECIES	GBH	FB	FL	FT	BA	YL	ML	SL	LOCATION
272	296	05/01/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	3	0	0	1.5		1.5	1	L 4, OPP.297
272	296	26/01/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	4	0	3	1			L 4, OPP.297
272	296	15/02/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	1	3	1.5	2.5			L 4, OPP.297
272	296	08/03/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0.5	3			4		L 4, OPP.297
272	296	30/03/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	3			4		L 4, OPP.297
272	296	20/04/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	3			4		L 4, OPP.297
272	296	12/05/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	3.5			4		L 4, OPP.297
272	296	01/06/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	3.5			4		L 4, OPP.297
272	296	23/06/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	3.5			4		L 4, OPP.297
272	296	14/07/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	1			4		L 4, OPP.297
272	296	06/08/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
272	296	30/08/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
272	296	21/09/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
272	296	13/10/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
272	296	02/11/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
272	296	25/11/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
272	296	16/12/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	222	0	0	0			4		L 4, OPP.297
329	464	05/01/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575						4		EG 10/5
329	464	26/01/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575	3	0	0	2.5		1.5		EG 10/5
329	464	15/02/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575	3.5	0.5	0	3.5	0.5			EG 10/5
329	464	08/03/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575	0	0	2	1.5	2	0.5		EG 10/5
329	464	30/03/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575	0	0	0.5		3	1		EG 10/5
329	464	20/04/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575	0	0	0			4		EG 10/5
329	464	12/05/95	34	ACROCARPUS FRAXINIF	575	0	0	0			4		EG 10/5

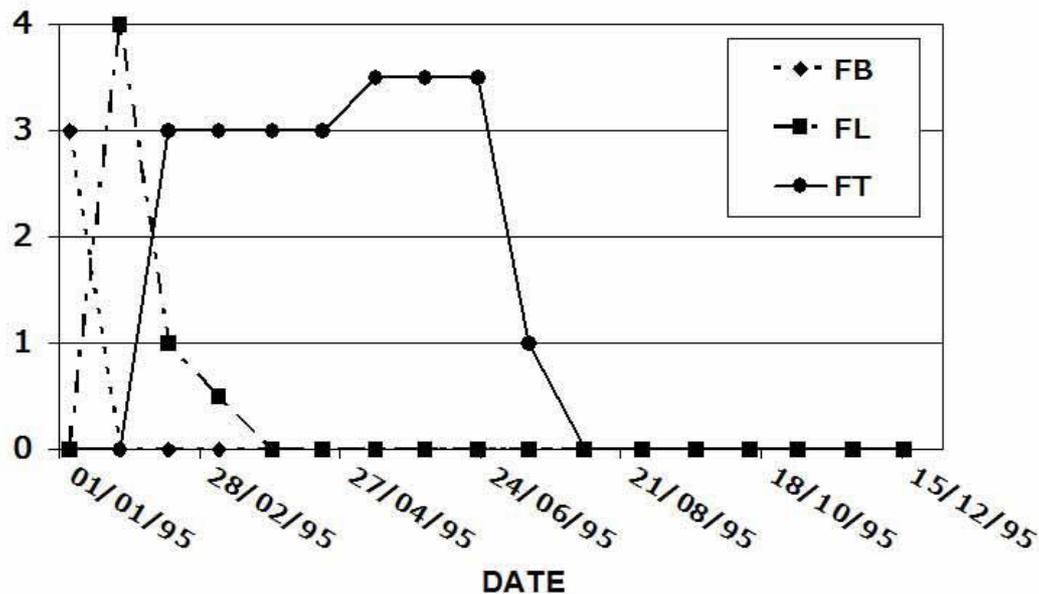
Lalu gunakan graph wizard MS Excel untuk membuat profil visual fenologi seperti yang terlihat di bawah ini. Mulailah dengan membuat sebuah profil masing-masing pohon dari tiap spesies. Hal ini bisa menjadi inspirasi bagi Anda mengenai ketidak tetapan tingkah laku fenologi pada masing-masing populasi spesies dan akan membuat Anda bisa mengakses kesingkronisan peristiwa-peristiwa fenologi dan menghitung beberapa indeks yang telah didefinisikan di atas. Setelah itu Anda baru bisa menghitung nilai skor rata-rata semua individu (pohon) untuk setiap spesies dan membuat sebuah profil 'rata-rata' bagi tiap spesies.

FB= Bunga menguncup

FL= Bunga mekar

FT= Buah-buahan

Grafik di bawah ini menunjukkan bahwa waktu pengumpulan benih maksimum untuk *Acrocarpus fraxinifolius* adalah dari akhir bulan Juni sampai awal bulan Juli, ketika penyebaran benih maksimal terjadi. Periode pematangan buah/ biji adalah dari bulan Februari sampai Juni.



Bagaimana sebaiknya data fenologi dipresentasikan dan dianalisa?

Spreadsheet Microsoft Excel cukup ideal untuk menyimpan dan memanipulasi data fenologi. Saat pohon yang dikaji diseleksi dan dilabeli, siapkan sebuah lembar data, seperti yang ditunjukkan pada halaman 44. Buat daftar pohon dengan urutan dimana pohon-pohon tersebut ditemukan di sepanjang jejak fenologi. Saat pergi ke lapangan, bawa serta lembar data bulan sebelumnya dan lembar data kosong untuk mencatat data bulan ini.

Dari bulan ke bulan, akumulasikan semua data ke dalam satu lembar Spreadsheet. Jangan menyimpan data tiap bulan pada spreadsheet terpisah. Selalu masukkan data terbaru di baris bawah spreadsheet (jangan ke sebelah kanan). Di akhir tiap sesi pengumpulan data, buat satu salinan lembaran catatan data kosong di baris bawah spreadsheet. Lalu, masukkan kumpulan data terbaru.

Untuk menganalisa data tersebut, pertama pilihlah seluruh spreadsheet (dengan meng-klik bujur sangkar kosong berwarna abu-abu yang berada di antara kolom judul dan row numbers di ujung kiri atas spreadsheet). Selanjutnya, klik 'Data' di menu bar atas dan pilih 'Sort'. Pada kotak dialog, sortir dulu 'SPECIES', lalu 'LABEL' dan terakhir 'DATE'. Ini akan mengatur data dengan susunan yang kronologis bagi tiap pohon dari tiap spesies. Graph wizard-nya dapat dengan mudah digunakan untuk menciptakan profil fenologi grafis untuk setiap pohon. Saat menganalisa data bunga/buah, poin yang paling penting untuk dicari adalah periode penurunan skor buah untuk setiap jenis. Ini mengindikasikan bulan optimal pengumpulan bibit saat penyerbukan benih alami terjadi.

Setelah kajian dilanjutkan selama beberapa tahun, berbagai indeks produksi yang berguna dapat dikalkulasi dengan mengompres data dari spreadsheets (Elliott etc 1994).

- Durasi – rata-rata lamanya masa berbunga/berbuah (hitungan minggu atau bulan) untuk tiap pohon dan semua pohon dan rata-rata di semua pohon dalam satu contoh spesies.
- Frekuensi – jumlah total episode berbunga/berbuah (dalam hitungan minggu atau bulan) yang tercatat untuk tiap individu dibagi dengan jumlah tahun masa kajian yang telah berlangsung, dan dirata-ratakan ke semua individu dari spesies yang sama.
- intensitas – rata-rata skor bunga/buah maksimum (untuk tiap episode berbuah/berbunga) yang dicatat untuk tiap pohon: lalu dirata-ratakan ke semua pohon dalam suatu contoh spesies.
- Pemerataan – jumlah individu pohon yang dibungai/dibuahi di tiap tahunnya, ditunjukkan sebagai sebuah persen dari total jumlah individu pohon di tiap contoh spesies, rata-rata per total masa penelitian.

Indeks kumpulan buah – untuk tiap episode berbunga/berbuah, nilai maksimal buah yang telah diamati ditunjukkan sebagai persentase nilai maksimal bunga: rata-rata untuk semua episode berbunga/berbuah untuk semua individu pada contoh spesies.



Untuk *Acrocarpus fraxinifolius*, penyebaran benih terjadi sangat cepat setelah beberapa bulan periode pematangan. Tanpa sebuah kajian fenologi, staf FORRU dapat dengan mudah kehilangan kesempatan untuk mengumpulkan bibit-bibit spesies ini.

LEMBAR DATA PENGUMPULAN BENIH

Date collected: (วันที่เก็บ) / / Species no. Batch no.

SEED COLLECTION DATA SHEET

(แผ่นข้อมูลการเก็บเมล็ด)

Family: (วงศ์) Botanical name: (ชื่อวิทยาศาสตร์)
Common name: (ชื่อสามัญ)
Location: (สถานที่) Altitude: (ความสูงจากระดับน้ำทะเล)
Forest type: (ประเภทป่า)
Collected from: (วิธีการเก็บ) ground (พื้น) tree (บนต้น)
Tree label no.: (หมายเลขต้นไม้) Tree girth: (เส้นรอบวง) Tree height: (ความสูง)
Collector: (ผู้เก็บ) Date seeds sown (วันที่ปลูก) / /

Notes: (หมายเหตุ).....

Voucher collected? (เก็บตัวอย่างกิ่ง ใบ และผล)

Notes for herbarium label (บันทึกสำหรับป้ายตัวอย่างแห้ง)

FLORA OF THAILAND
HERBARIUM, BIOLOGY DEPARTMENT, CHIANG MAI UNIVERSITY
FOREST RESTORATION RESEARCH UNIT, VOUCHER
NOTE: all dates are day/month/year
FAMILY:
BOTANICAL NAME:
PROVINCE: DATE: / /
DISTRICT: ELEVATION: m
LOCATION:
HABITAT:
NOTE: Height m; dbh cm
Bark
Fruit
Seed
Leaf
COLLECTED BY: NUMBER: DUPLICATES:

BAGIAN 3 – PENGUMPULAN BENIH

Untuk sebuah perhitungan menyeluruh mengenai pengumpulan bibit dan penanganannya, teks referensi “A Guide to Handling Tropical and Subtropical Forest Seed”, oleh Lars Schmidt (diterbitkan oleh DANIDA Pusat Pembibitan Hutan, Denmark, 2000) sangat direkomendasikan.

Kapan bibit sebaiknya dikumpulkan?

Kajian Fenologi memberikan kesempatan ideal untuk pengumpulan bibit pada waktu-waktu optimal, namun bibit dapat dikumpulkan dari buah yang telah matang dari pohon apa saja, bahkan jika itu tidak termasuk dalam kajian fenologi. Kumpulkan buahnya saat benar-benar matang tapi sebelum buah tersebut pecah atau dimakan binatang.

Di kebanyakan ekosistem hutan tropis, banyak pohon berbuah di tiap bulan tiap tahunnya, jadi setidaknya satu perjalanan pengumpulan bibit memerlukan waktu sebulan. Pada iklim tropis, musim berbuah umumnya berpuncak pada penghujung musim kemarau dan penghujung musim hujan, sebaliknya sedikit spesies yang berbuah di awal musim hujan, maka sedikit kunjungan pengumpulan bibit yang mungkin diperlukan.

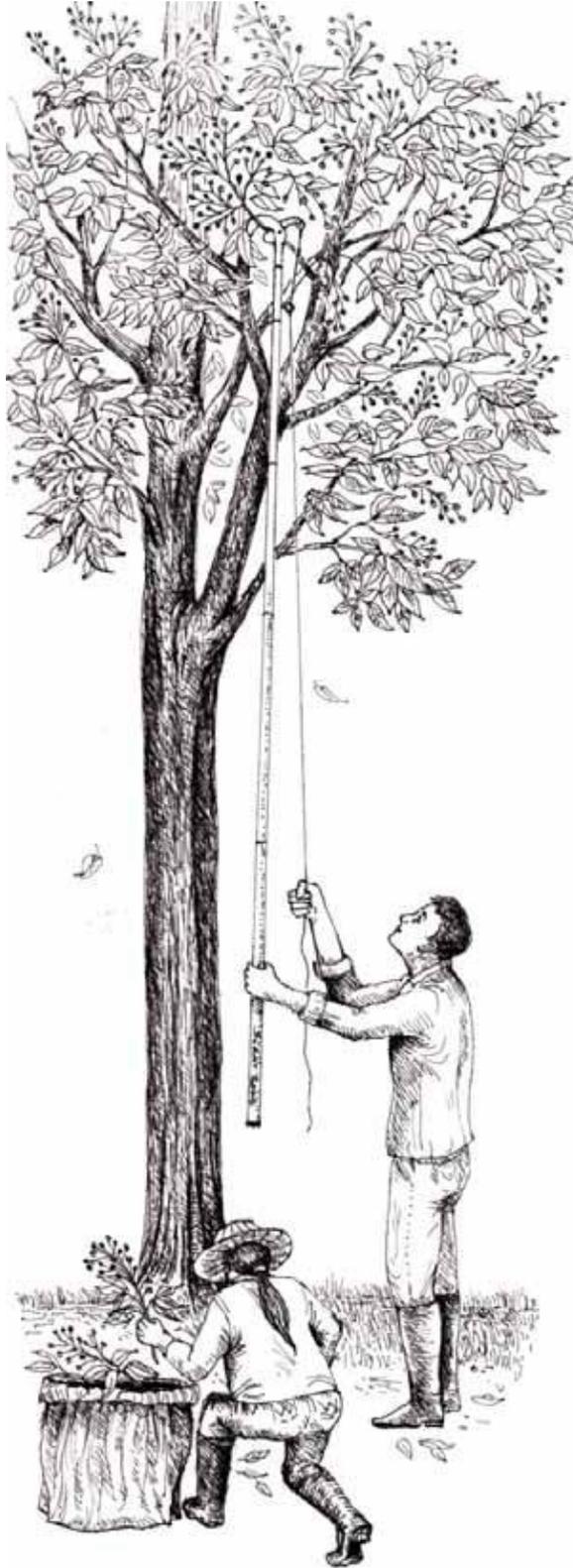
Bagaimana sebaiknya bibit dikumpulkan?

Beri label tiap pohon dengan nomor berbeda dan isi lembar data pengumpulan bibit. Jika tersedia GPS, catatlah lokasi tiap bibit pohon.

Jika memungkinkan, potonglah buah dari dahan pohonnya ketimbang memetikinya dari bawah. Jika buah sudah dalam jangkauan, gunakan pisau cutter yang dipasang di ujung tongkat yang panjang untuk menebang dahan yang berbuah. Untuk meraih buah yang lebih tinggi, gunakan tali pengaman untuk memanjat pohonnya, namun jangan pernah lakukan ini sendiri.

Untuk pohon-pohon yang sangat tinggi, mengumpulkan buahnya yang jatuh di tanah sekitar hutan mungkin menjadi satu-satunya pilihan. Jika demikian, pastikan bibit tidak busuk, dengan memotongnya hingga terbuka dan carilah benih yang masih bagus dan/atau endosperma yang masih keras (jika ada). Jangan mengumpulkan buah atau bibit apapun yang terdapat tanda-tanda infeksi jamur, bekas gigitan binatang atau berlubang akibat serangga.

Bawalah buah yang telah dikumpulkan dalam kantung kain (bukan kantung plastik), hingga diproses di lahan pembibitan. Proses pengumpulan bibit memerlukan perencanaan dan hubungan dengan orang yang bertanggung jawab untuk merawat dan menanam bibitnya, karena benih mudah menjadi kering dan/atau mudah terkena jamur, jika tidak diproses dengan cepat. Tanam benih sesegera mungkin setelah pengumpulan. Jangan tinggalkan di bawah sinar matahari, karena benih bisa mengering dan jangan letakkan di dekat tempat sampah karena benih dapat membusuk dan bertunas sebelum waktunya.



pengumpulan biji dari semua pohon kecuali dari pohon yang tertinggi biasanya bisa dilakukan dengan menggunakan sebuah pisau cutter yang diletakkan pada ujung galah yang terbuat dari logam. Bagian ujung tersebut dihubungkan dengan tali dari kawat kecil.

Dari berapa banyak pohon?

Variabilitas genetik sangat penting untuk memudahkan spesies bertahan di lingkungan yang berubah-ubah. Menjaga keragaman genetik ini menjadi salah satu pertimbangan penting untuk semua program penanaman pohon bagi konservasi keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, pohon yang ditanam harus berasal dari spesies yang beragam dan keragaman genetiknya dipertahankan. Cara terbaik untuk mencegah hal ini adalah dengan mengumpulkan benih dari banyak pohon induk karena ini lebih praktis (sebaiknya 25-50), disituasikan sedekat mungkin dengan lahan penanaman. Jumlah benih yang sama dari tiap pohon pembibitan dicampur bersama (disebut bulking) sebelum ditanam, untuk memastikan representasi yang sama dari semua pohon bibit. Jika benih dikumpulkan hanya dari satu atau sedikit pohon, pohon-pohon yang ditanam dari benih tersebut bisa saling dikawinkan dengan pohon sejenis di alur yang ditanami, yang akan mengurangi variabilitas genetik pada generasi berikutnya. Penyerbukan-silang dengan pohon yang tidak sejenis dapat mengembalikan keragaman genetik, namun hanya dimana pohon tidak sejenis tumbuh dekat dengan lokasi penanaman.

Berapa banyak bibit yang harus dikumpulkan?

Jumlah bibit yang dikumpulkan tergantung pada jumlah pembibitan yang diperlukan, persentasi perkecambahan bibit dan tingkat ketahanan bibit. Menyimpan catatan yang akurat akan membantu menentukan jumlah yang diperlukan dalam pengumpulan lainnya.

Kotak 3.1 – Pendefinisian Dormansi

Dormansi didefinisikan sebagai sebuah periode dimana benih yang bisa hidup mengalami penundaan perkecambahan, meskipun memiliki kondisi (kelembapan, cahaya, suhu dan lain sebagainya) yang cukup baik untuk tahap perkecambahan dan pembentukan bibit berikutnya. Dormansi ini mencegah bibit dari berkecambah ketika semaian sudah tidak mungkin bertahan.

Dormansi dapat berasal dari embrio atau dari dalam jaringan yang mengelilinginya (endosperma, testa atau selaput dalam). Jaringan yang mengelilinginya dapat 1) membatasi pengangkutan air atau oksigen ke dalam benih; 2) secara mekanis membatasi perkembangan embrio atau 3) mengandung bahan kimia yang menghambat perkecambahan (yang paling sering adalah asam abskisik).

Dormansi yang berasal dari embrio dapat disebabkan oleh 1) kebutuhan untuk pengembangan embrio lebih lanjut (setelah pemeraman); 2) inhibisi metabolisme kimia; 3) gagal untuk mengangkut cadangan makanan atau 4) hormon pertumbuhan tanaman yang tidak cukup. Pada banyak spesies tumbuhan, dormansi adalah hasil dari kombinasi beberapa mekanisme tersebut.

Perkecambahan diartikan sebagai proses munculnya akar embrio melalui penutup benih. Dalam uji perkecambahan, bisa jadi sulit untuk mengamati bibit yang telah ditanam, maka munculnya tunas embrionik (bulu kecil) juga dapat digunakan untuk menunjukkan perkecambahan.

BAGIAN 4 – UJI PERKECAMBAHAN

Uji perkecambahan dapat menjawab dua pertanyaan dasar: 1) berapa banyak benih yang bertunas (persentase) dan 2) seberapa cepat atau lambat benih tersebut bertunas (lama dormansi). Kedua parameter ini dapat dimanipulasi untuk menumbuhkan bibit pohon yang cukup besar pada waktu penanaman optimal (misalnya 4-6 minggu awal musim penghujan).

Pada hutan tropis kering musiman, benih dari banyak spesies pohon cenderung berkecambah pada awal musim penghujan. Benih yang diproduksi tepat sebelum musim hujan biasanya dormansinya singkat; sebaliknya yang berproduksi lebih awal dormansinya lebih lama. Untuk benih yang diproduksi tepat sebelum musim hujan, tunas muda terlalu kecil untuk ditanam pada musim tanam pertama. Mungkin akan lebih baik jika perkecambahan ditunda (melalui penyimpanan benih, lihat Bagian 5) untuk mencegahnya tumbuh melebihi wadahnya sebelum musim tanam kedua. Untuk benih yang diproduksi lebih awal, menghentikan masa dormansi dan mempercepat perkecambahan dapat menghasilkan bibit tanaman siap tanam dalam waktu kurang dari 1 tahun, sedangkan gagal menghentikan dormansi bisa berarti tanaman harus disimpan di lahan pembibitan untuk 18 bulan atau lebih.

Bagaimana mempersiapkan benih sebelum uji perkecambahan?

Bersihkan daging buah untuk mencegah serangan hama atau jamur dan keringkan bibitnya. Masukkan bibit yang lebih besar dalam seember air dan buang bibit busuk yang mengapung. Tujuan uji perkecambahan bukan untuk menguji perkecambahan yang akan terjadi di alam, namun untuk menentukan perkecambahan di bawah kondisi pembibitan untuk produksi pohon.

Perlakuan seperti apa yang sebaiknya diuji?

Untuk mempercepat dan memaksimalkan perkecambahan, perlakuan harus bertujuan untuk mengatasi mekanisme dormansi yang diuraikan dalam kotak 3.1. Mekanisme dormansi yang paling umum melibatkan penutup benih, sehingga perlakuan untuk melubangi penutup tersebut (skarifikasi) biasanya efektif karena dapat mengalirkan air dan oksigen untuk berdifusi ke dalam embrio. Mengupas lembut kulit arinya, jika ada, hampir selalu meningkatkan perkecambahan. Gunakan kertas pasir untuk membuat seluruh permukaan biji menjadi kasar atau gunting kuku untuk membuat lubang kecil di ujung benih di tempat embrio berada. Untuk selaput dalam besar yang dilindungi oleh endokarp keras, berbatu atau dari kayu, cobalah buka dengan lembut dengan mengetuknya dengan palu. Asam juga dapat diuji sebagai perantara untuk memecah kulit biji yang kedap. Rendam biji dalam asam sulfat pekat selama beberapa menit sampai beberapa jam (tergantung pada ukuran benih dan ketebalan pembungkus biji). Anda akan perlu untuk bereksperimen sesuai waktu yang diperlukan. Perlakuan ini efektif pada biji tanaman polong. Jika diduga terdapat dormansi mekanis (misal, pengembangan embrio terhambat oleh pembungkus biji yang keras namun berpori), asam akan menembus dengan cepat dan mematikan embrionya, maka pemberian asam tidak direkomendasikan

untuk spesies yang seperti itu. Pembekuan dan pemanasan (khususnya pembakaran) juga tidak direkomendasikan untuk spesies pohon tropis.

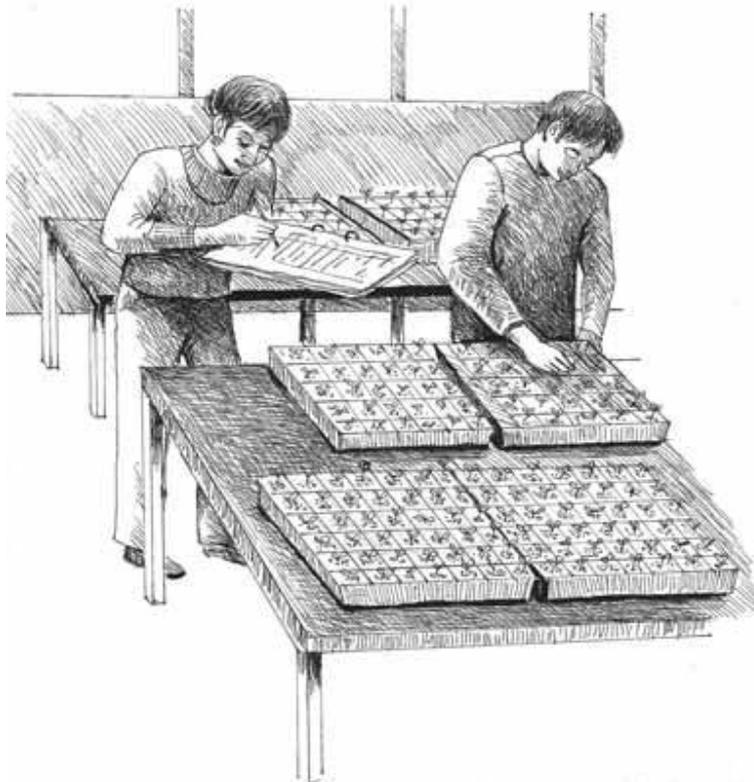
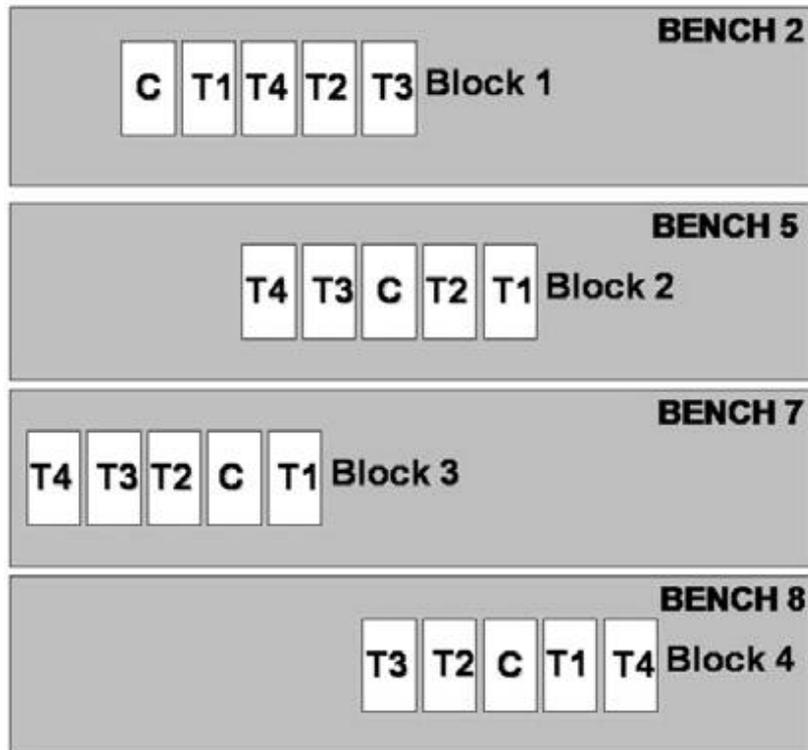
Jika dormansi disebabkan oleh inhibitor kimia, lakukan eksperimen dengan merendam biji dalam air dengan selang waktu berbeda untuk melarutkan inhibitor kimia. Pilihan lain yang juga bisa dilakukan adalah mengumpulkan benih pada waktu berbeda dalam setahun, dari pohon individu yang sama atau berbeda dari spesies yang sama. Eksperimen seperti ini dapat digunakan untuk mengukur waktu optimal pengumpulan benih.

Cobalah untuk merancang perlakuan yang hanya mengubah satu faktor, meskipun pada prakteknya ini bisa jadi sulit untuk dilakukan. Contohnya, memasukkan benih ke dalam air panas dapat menghasilkan dua efek simultan seperti, terendam dan memanaskan.

Rancangan Percobaan

Untuk menguji efek perlakuan yang telah dipilih, gunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) yang dijelaskan di Lampiran, Bagian 1. Tempatkan baki kontrol perkecambahan (dengan benih yang disiapkan dengan cara standar) dan beberapa baki perlakuan (masing-masing berisi benih yang ditujukan untuk perlakuan pra-penaburan yang berbeda) berdekatan satu sama lain di lahan pembibitan dalam bentuk 'blok'. Buat blok yang sama beberapa kali di lahan yang berbeda dan mewakili setiap perlakuan yang sama di setiap blok (misalnya benih dengan jumlah yang sama yang ditujukan untuk masing-masing perlakuan dan yang ada di baki kontrol). Dalam tiap blok, tempatkan posisi kontrol dan perlakuan replikasi secara acak.

Rancangan umum ditunjukkan dibawah ini dengan 4 perlakuan dan sebuah kontrol, yang direplikasi menjadi 4 blok. Dengan menggunakan minimal 25 benih per replikasi, rancangan ini memerlukan 125 benih per blok atau 500 benih secara keseluruhan. Jika anda tidak punya benih yang cukup, maka kurangi jumlah uji perlakuan, namun usahakan jumlah replika tetap di atas 3. Jika punya cukup benih, maka tingkatkan jumlah benih per replikasi menjadi 50-100 (yang masing-masing memerlukan 1000-2000 benih).



perkecambahan tiap minggu. Tandai dengan titik putih setiap modul dimana sebuah benih telah berkecambah. Isilah data

Catatan mengenai contoh lembar data

Spesies name: nama spesies

Date seeds collected: tanggal benih dikumpulkan

Date seeds sown: tanggal benih ditabur

Treatment description: deskripsi perlakuan

T1: perlakuan 1, T2= perlakuan 2, dll.

Total germinated: total benih yang dikecambahkan

Total died: total benih yang mati

G = jumlah total kumulatif benih yang dikecambahkan sejak penaburan hingga tanggal observasi dilakukan (masing-masing sel yang telah berkecambah ditandai dengan titik warna putih, jadi angka yang ada di sini adalah jumlah titi-titik putih).

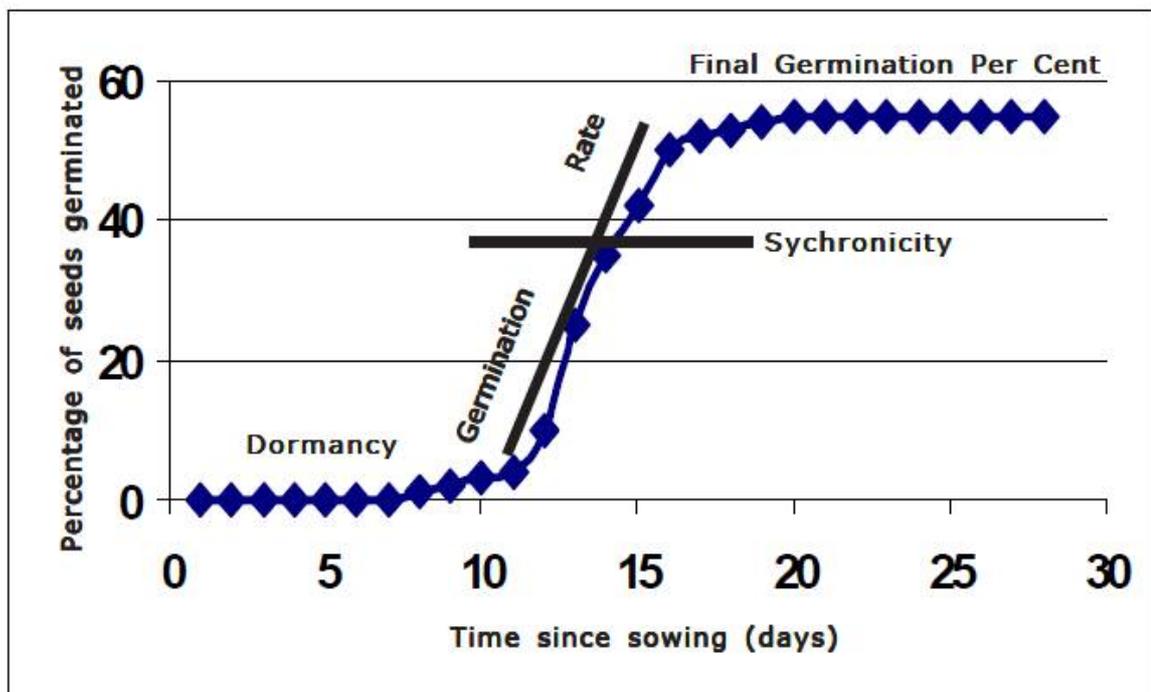
GD = jumlah kumulatif semaian yang mati sebelum bertunas (jumlah modul yang memiliki titik putih tapi tanpa semaian yang kelihatan).

R = replika

T= Perlakuan

Kurva pengecambahan

Sebuah kurva pengecambahan standar memuat semua parameter pengecambahan dalam bentuk grafik yang mudah difahami.



Percentage of sees germinated: persentase benih yang dikecambahkan

Final germination per cent: pengecambahan akhir per sen

Time since sowing (days): waktu sejak penaburan dilakukan (dalam hari)

Keputusan dapat dengan mudah dibuat bahkan tanpa perlu tes statistik yang rumit. Pada contoh di bawah ini skarifikasi mempercepat pengecambahan tetapi mengurangi jumlah benih yang berkecambah, dibandingkan dengan prosedur standar pengecambahan (kontrol). Memperoleh benih yang berkecambah lebih cepat bisa berarti perbedaan antara menghasilkan semaian yang siap tanam menjelang musim hujan pertama setelah pengumpulan benih atau tetap mempertahankan semaian di lahan pembibitan sampai datang musim hujan kedua setelah pengumpulan benih. Jadi, meskipun skarifikasi bisa mengurangi pengecambahan, skarifikasi tersebut bisa jadi merupakan perlakuan yang paling menguntungkan.

Mencatat kematian awal pada benih (kematian yang terjadi setelah pengecambahan, namun sebelum benihnya tumbuh cukup besar untuk mencuat keluar) juga menjadi sebuah parameter yang berguna untuk membantu mengkalkulasi jumlah

pohon yang dapat dikembangkan berdasarkan jumlah bibit yang telah diberikan. Untuk mencatat kematian awal benih, hitung nomor modul dengan titik putih kecuali benih yang tidak terlihat atau benih yang benar-benar sudah mati.

Agar penghitungan terlihat lebih jelas, gambarlah diagram tiap baki modular dengan satu kotak yang merepresentasikan tiap modul. Lalu catatlah pada tiap kotak tanggal dimana obeservasi pertama pengecambahan atau pengamatan benih yang mati dilakukan.

Kurva pengecambahan

Dormansi adalah jumlah hari antara penanaman sebuah benih dan kemunculan bakal akar (embrio akar) (atau bulu kecil jika bakal akar tidak terlihat). Pada kumpulan benih apapun, periode ini beragam pada benih-benih tersebut. Satu cara untuk mengekspresikan dormansi untuk sebuah kumpulan benih adalah dengan menjumlahkan panjang dormansi pada tiap benih lalu dibagi dengan jumlah total dengan jumlah benih yang bertunas. Ini disebut 'dormansi rata-rata'. Namun, dalam tiap kumpulan benih, sering ada beberapa benih yang memerlukan waktu yang cukup panjang untuk bertunas. Ini meningkatkan dormansi rata-rata secara tidak proporsional dan dapat berujung dengan hasil yang keliru. Misalnya, jika 9 benih bertunas 10 hari setelah penanaman dan satu benih bertunas 100 hari setelah penanaman, dormansi yang disengaja adalah $((9 \times 10) + 100) / 10 = 19$ hari. Meskipun pengecambahan selesai 90% dari benihnya menjelang hari ke 10, satu benih outlaying, hampir menggandakan dormansi rata-rata yang tercatat.

Panjang dormansi median (PDM) mengatasi masalah ini dengan mendefinisikan dormansi sebagai panjang waktu antara penanaman dan pengecambahan setengah dari benih yang akhirnya bertunas. Pada contoh diatas, PDM adalah waktu antara penaburan benih dan pengecambahan pada benih ke-5, yaitu 10 hari.

Perbandingan perlakuan

Untuk tiap perlakuan dan kontrol, kalkulasikan nilai rata-rata dari jumlah benih yang bertunas dan PDM. Lalu gunakan analisis ANOVA (Lampiran, Bagian 2) untuk menguji perbedaan signifikan antara rata-ratanya (misalnya pada perlakuan dan kontrol). Jika ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan, maka lakukan perbandingan pair wise antara tiap skor rata-rata perlakuan dan kontrol untuk menentukan perlakuan mana yang menaikkan atau mengurangi pengecambahan dan/atau dormansi (Lampiran, Bagian 3).

BAGIAN 5 – PENYIMPANAN BENIH

Meski biasanya lebih baik melakukan pengecambahan pada benih sesegera mungkin setelah pengumpulan, penyimpanan benih bisa jadi berguna untuk mempersingkat produksi pohon, membagi benih pada lahan pembibitan dan mengakumulasi benih untuk pembibitan langsung (Bab 4, Bagian 5). Untuk kebanyakan spesies pohon hutan non komersial, penyimpanan benih tidak pernah dipelajari, maka eksperimen diperlukan untuk mengukur kondisi penyimpanan optimal. Penerapan perlakuan uji coba akan tergantung pada apakah benihnya ortodoks atau rekalsitran.

Apa yang dimaksud dengan benih ortodoks dan rekalsitran?

Benih diklasifikasikan sebagai ortodoks atau rekalsitran., tergantung pada potensi penyimpanan psikologinya. Benih ortodoks mudah disimpan selama berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun. Benih ini dapat mentoleransi kondisi kering hingga konten kurangnya kelembapan (2-5%) dan mendingin hingga temperature rendah (biasanya beberapa derajat diatas kebekuan) tanpa reduksi signifikan pada kelangsungan hidupnya.

Benih rekalsitran lebih sensitive pada suhu kering dan dingin. Benih ini dapat mentoleransi penyimpanan hanya selama beberapa hari atau minggu. Benih ini memiliki konten kelembapan tinggi (biasanya >30%), dan sangat sensitif pada desikasi (pengawetan dengan pengeringan). Beberapa diantaranya bahkan tidak berdormansi sama sekali dan relatif berumur pendek. Kebanyakan tidak dapat dikeringkan pada konten lembap dibawah 60-70% dan tidak dapat didinginkan. Karenanya, penyimpanan benih rekalsitran sangat sulit.

Ada juga sub-kelompok spesies yang dikenal sebagai 'intermediate' yang dapat dikeringkan hingga konten kelembapan rendah mendekati benih ortodoks, namun benih ini sensitive terhadap dingin saat dikeringkan.

Jadi, jika ingin melakukan percobaan dengan penyimpanan benih, pertama cobalah untuk memastikan dari literatur atau dari sebuah kajian awal, apakah spesies yang ingin dikerjakan bersifat ortodoks, intermediate, atau rekalsitran.

Bagaimana menyimpan benih ortodoks?

Simpan benih ini dibawah kondisi yang mengurangi metabolisme benih dan mencegah masuk atau tumbuhnya hama dan patogen. Bersihkan benih dan keringkan dibawah sinar matahari selama beberapa hari, hingga setidaknya 5-10% konten kelembapan, namun sebaiknya lebih rendah. Untuk memastikan benihnya cukup kering, timbang satu sub-contoh benih yang telah dikeringkan; masukkan dalam sebuah oven pada suhu 120-150 derajat celcius selama satu jam dan timbang lagi. Hasilnya...

$$\frac{(\text{Masa benih setelah dikeringkan di bawah terik matahari} - \text{masa benih setelah dikeringkan di oven}) \times 100}{\text{Masa benih setelah dikeringkan dibawah terik matahari}} \dots \text{seharusnya} < 100$$

Buang sub-contoh benih yang digunakan untuk mengecek kekeringan. Lalu letakkan sisa benih ke dalam wadah kedap udara. Isi wadah tersebut hingga penuh, untuk mengurangi volume udara (dan kelembapan) di dalamnya. Penyevelan yang efisien sangat penting untuk mencegah masuknya lembap dan jamur. Jika wadahnya sering dibuka, simpan benih dalam paket kecil yang disegel dalam wadah yang lebih besar, untuk mengurangi sisa benih yang lain terpapar udara dan lembap. Meletakkan sekantong kecil *silica gel* dalam wadah tersebut akan membantu menjaga kekeringan. Menyimpan wadah pada temperatur yang sama seperti keadaan sekelilingnya akan berguna untuk menjaga kelangsungan hidup selama 12-24 bulan. Penyimpanan yang lebih lama akan memerlukan temperatur yang lebih rendah, namun akan lebih mahal, dan biasanya tidak diperlukan untuk proyek pemulihan hutan pada umumnya.

Bisakah benih rekalsitran dan intermediate disimpan?

Toleransi penyimpanan pada benih rekalsitran dan intermediate sangat beragam. Beberapa spesies tidak berdormansi sama sekali. Benih rekalsitran yang tinggi akan mati jika konten kelembapan turun di bawah 50-70%, sebaliknya yang tidak terlalu sensitif akan tetap bertahan hingga 12% konten kelembapan. Toleransi pada dingin juga bervariasi. Untuk penyimpanan benih rekalsitran, jaga durasi penyimpanannya menjadi minimum. Saat penyimpanan tak terelakkan, hindari desikasi dan kontaminasi mikroba dan jaga persediaan udaranya.

Mengapa bereksperimen dengan penyimpanan benih?

Penyimpanan benih berguna untuk spesies pohon yang tunasnya tumbuh cepat menjadi ukuran yang layak tanam sebelum waktu tanam optimal, karena perawatan tanaman seperti itu yang lebih lama dari yang diperlukan akan menyia-nyiakan ruang lahan dan sumber daya yang ada di lahan pembibitan. Selanjutnya, pemangkasan menjadi pekerjaan rumah tambahan, saat tanaman mulai tumbuh melebihi wadah dan beberapa spesies tidak memberikan dampak yang baik terhadap pemangkasan yang dilakukan. Untuk spesies seperti ini, gunakan catatan pengecambahan benih sebelumnya untuk mengkalkulasikan berapa bulan yang diperlukan untuk menumbuhkan tunas ke ukuran layak tanam. Hitung kembali jumlah bulan dari tanggal penanaman optimal, untuk mendapatkan tanggal penanaman benih yang optimal. Selanjutnya, hitung kedepan mulai dari bulan berbuah hingga tanggal penaburan benih optimal untuk sampai pada durasi penyimpanan benih yang diperlukan untuk mengoptimalkan jadwal produksi di lahan pembibitan (Bagian 8). Lakukan percobaan pengecambahan bersama beberapa benih segera setelah pengumpulan untuk menentukan kelangsungan hidup aslinya (ini yang disebut sebagai 'kontrol'). Lalu simpan sisa benih untuk mengkalkulasikan lama waktu yang diperlukan. Letakkan benih dalam interval tertentu untuk memonitor perubahan apapun pada ketahanan hidupnya. Jika ada cukup benih, lakukan percobaan dengan kondisi penyimpanan berbeda (misalnya, keringkan benih pada konten kelembapan berbeda atau buat beragam temperatur penyimpanannya). Lalu, lakukan uji pengecambahan, untuk menentukan apakah ketahanannya menurun saat benih disimpan untuk jangka waktu yang diperlukan.

Untuk pembibitan langsung (Bab 4 Bagian5), lakukan percobaan pengecambahan pada satu contoh benih segera setelah pengumpulan benih dilakukan. Lalu simpan sisa benih lainnya selama waktu yang diperlukan (dari pengumpulan benih hingga tanggal optimal pembibitan langsung). Pindahkan benih dari penyimpanan dan tanam contohnya di lahan pembibitan dan di lapangan. Bandingkan pengecambahan keduanya dan dengan contoh yang diuji saat pengumpulan dilakukan.

Untuk spesies yang gagal berbuah tiap tahun, lakukan eksperimen dengan penyimpanan benih untuk setahun atau lebih, untuk menentukan apakah benih yang dikumpulkan pada tahun berbuah dapat disimpan untuk menumbuhkan semaian bertahun-tahun, saat buah tidak diproduksi. Ekperimen yang sama berguna untuk menyalurkan benih ke lokasi lain, meskipun, untuk menjaga keragaman genetik,

direkomendasikan untuk menggunakan benih yang dikumpulkan secara lokal jika hal itu memungkinkan.

Saat melakukan eksperimen penyimpanan benih, perlakuan sebelum penaburan benih dilakukan juga dapat diuji, tapi untuk perbandingan yang valid, terapkan perlakuan yang sama untuk kumpulan benih di blok kontrol (ditanam segera setelah pengumpulan) dan blok tempat benih disimpan.

BAGIAN 6 – EKSPERIMEN PERFORMA POHON

Mengapa memonitor performa tanaman di lahan pembibitan?

Memonitor performa spesies pohon di lahan pembibitan menghasilkan data untuk membantu dalam pemilihan kandidat spesies pohon kerangka untuk percobaan lapangan. Ini memudahkan kalkulasi waktu yang diperlukan untuk menumbuhkan pohon, dari tiap spesies yang dipilih, menjadi ukuran layak tanam dengan menanam di luar waktu; yang merupakan salah satu komponen yang paling penting dari jadwal produksi (Bagian 8). Hal ini juga memudahkan penilaian kerentanan tiap spesies terhadap hama dan penyakit, deteksi masalah kesehatan lainnya dan karenanya ini juga merupakan mekanisme dari pengendalian kualitas.

Perbandingan spesies dan perlakuan

Spesies pohon yang tumbuh dengan baik di lahan pembibitan biasanya juga baik di lapangan. Maka, salah satu eksperimen sederhana di lahan pembibitan adalah membandingkan ketahanan dan pertumbuhan antar spesies. Adopsi metode produksi standar untuk semua spesies dan gunakan rancangan eksperimen RAKL (Lampiran, Bagian 1) untuk membandingkan performa spesies. Pada kasus ini, tidak ada replikasi 'kontrol' dan 'perlakuan'. Sebuah 'blok' terdiri dari satu replikasi (tidak kurang dari 15 wadah) untuk tiap spesies. Kemudian, eksperimen tambahan dapat dilakukan pada spesies yang dipilih dengan performa tinggi untuk mengembangkan metode produksi yang lebih efisien. Hal ini akan menguji teknik yang berbeda untuk memanipulasi tingkat pertumbuhan untuk menumbuhkan tunas menjadi ukuran yg layak tepat pada waktunya untuk pengerasan dan penanaman di lapangan.

Banyak faktor mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Diantaranya jumlah perlakuan yang potensial juga membingungkan. Hal terbaik yang bisa dilakukan adalah memulai dengan perlakuan sederhana dan jelas seperti tipe wadah, komposisi media dan rezim penyubur yang berbeda dan menguji hal-hal lainnya seperti pemangkasan, inokulasi dengan jamur mikorizal dan sebagainya nantinya jika diperlukan.

Keuntungan tiap perlakuan yang diterapkan harus setara dengan biaya dan kemungkinan hasilnya. Maka penting juga untuk mencatat biaya penerapan tiap perlakuan. Pertanyaan utama yang diutarakan adalah apakah perbaikan kualitas stok tanaman di lahan pembibitan akan menghasilkan pohon yang tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhannya bagus di lapangan. Oleh karena itu, akan berguna juga jika kita melabeli pohon yang dimaksudkan untuk mendapatkan perlakuan berbeda di lahan pembibitan dan terus memonitor pohon tersebut setelah ditanam di lapangan.

Perlakuan yang mana yang sebaiknya diuji?

Jenis wadah – menumbuhkan pohon di tanah dan menggantinya lagi sebelum ditanam di lapangan (stok penanaman ‘tanpa akar’) berujung pada kematian paska-penanaman yang tinggi, maka meletakkan semai dalam wadah direkomendasikan untuk proyek pemulihan hutan. Oleh karena itu eksperimen sebaiknya dilakukan untuk menguji tipe wadah mana yang biayanya paling efektif untuk spesies yang sedang ditumbuhkan. Dimulai dengan tipe wadah standar. Kantong plastik hitam 6,5 x 22 cm disarankan karena murah, mudah didapatkan dan biasanya efektif. Untuk memulainya, lakukan eksperimen sederhana dengan ukuran kantong plastik berbeda untuk mengukur keefektifan volume wadah pada ukuran dan kualitas pohon yang diproduksi saat penanaman.

Lalu, bandingkan kantong plastik dengan tipe wadah lainnya. Jenis kantong plastik atau tabung yang beragam banyak tersedia, yang menggunakan pengendalian lebih pada bentuk akar. Plastik ini punya gundukan vertikal dalam wadah, yang mengarahkan akar tumbuh ke bawah dan mencegah pelingkarannya. Hal ini sangat efektif dengan ‘pemangkasan-udara’. *Root trainer* (pot akar) ditempatkan pada bangku yang digantung menggunakan kawat penggait, agar akar yang tumbuh keluar dari wadah secara rutin mati saat terpapar udara. Ini mendorong akar yang cabang di dalam wadah dan formasi gulungan akar padat. Meskipun awalnya lebih mahal dari kantong plastik, *root trainer* (pot akar) dapat digunakan berulang kali.



yang beragam.

Mulailah dengan menguji coba kantong plastik dengan ukuran

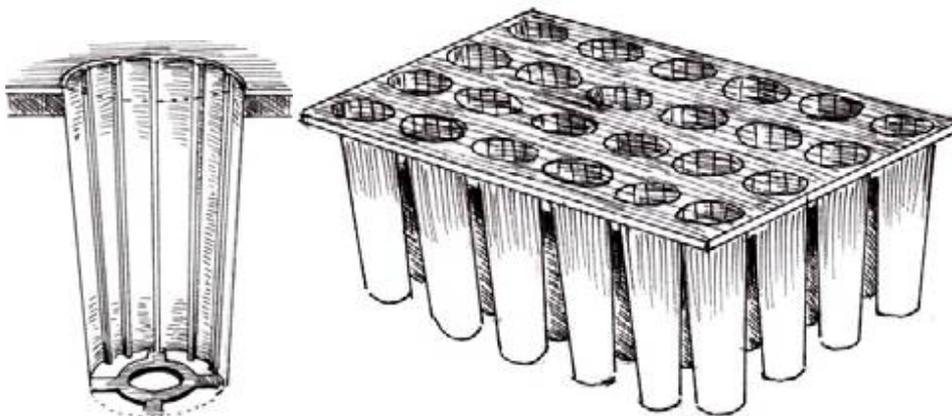
Media dan rezim pupuk – dimulai dengan medium pot standar lalu lakukan eksperimen dengan memvariasikan komposisinya. **Sebuah medium standar** mengandung 50% tanah hutan (untuk menyediakan jamur mikorizal dan mikroba lainnya yang penting untuk pertumbuhan pohon) dicampur dengan bahan-bahan organik lokal yang murah, seperti kulit ari beras, ampas kelapa, kulit kacang, kompos dan lain

sebagainya. Terakhir, 'buka' mediumnya yang akan membantu persediaan air, oksigen dan nutrisi untuk akar tanaman dan menggalakkan drainase yang efektif.

Untuk spesies yang lambat tumbuh, cobalah mempercepat pertumbuhan dengan bereksperimen dengan pemberian pupuk yang berbeda (tipe pupuk, dosis, dan frekuensi pemberian). Pupuk yang dijual dibawah pengawasan (seperti Osmocote atau Nutricote), yang nutrisinya terkandung pada butiran damar, biasanya efektif dan mudah, karena diterapkan pada jumlah yang kecil tiap 3-6 bulan. Alternatif lain, eksperimen dengan pemberian cairan, dengan melarutkan pupuk NPK standar dalam air dan semprotkan dengan menggunakan alat penyiram tanaman.

Pemangkasan – Lakukan eksperimen dengan perlakuan pemangkasan pucuk jika pohon mulai tumbuh melebihi wadahnya sebelum waktu penanaman atau saat mulai terlihat akan bercabang. Spesies pohon bervariasi responsnya pada pemangkasan pucuk. Pada tanaman yang kuat dengan dominasi apikal, pemangkasan mungkin hanya berefek kecil pada bentuk pohon, namun untuk yang lemah dominasi apikalnya, ini bisa berakhir dengan mahkota pohon yang rimbun dan bercabang. Ini merupakan karakter yang diinginkan dari spesies pohon kerangka. Tunas dari beberapa spesies dapat dimatikan dengan pemangkasan yang rutin. Lakukan pengujian pada perbedaan intensitas, waktu dan frekuensi pemangkasan pucuk. Selain data pertumbuhan dan mortalitas, catat juga bentuk tanaman selama eksperimen dengan pemangkasan.

Tunas dengan sistem akar yang rimbun dan berserabut bisa menyediakan pucuknya dengan air dengan lebih baik. Karenanya, sebuah akar yang tinggi: rasio pucuk akan meningkatkan kesempatan untuk bertahan lebih lama setelah ditanam. Akar kayu yang besar paling tahan terhadap desikasi, namun harus mempunyai jaringan akar muda yang bagus dan rimbun untuk penyerapan air yang lebih efisien. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengembangkan sebuah sistem akar yang efisien sebelum penanaman. Pilihan untuk menggunakan *root trainer* (pot akar) sebagai pemangkas udara untuk akar telah dijelaskan sebelumnya. Untuk pohon yang ditanam di kantong plastik, lakukan percobaan dengan jadwal pemangkasan akar yang berbeda. Pada akhir percobaan, korbankan beberapa tanaman untuk pencatatan bentuk akar dan akar: rasio pucuk.



...lalu lakukan percobaan dengan wadah yang lebih besar seperti kotak akar yang keras yang memiliki lekukan pada bagian dalamnya agar akar bisa tumbuh langsung ke bawah dan tidak membentuk spiral.

Jamur mikoriza – kebanyakan spesies pohon tropis membangun hubungan simbiosis dengan jamur, yang menginfeksi akarnya untuk membentuk mikoriza.

Hubungan seperti ini memungkinkan pohon muda menyaingi rumput liar. Jamur membentuk jaringan yang luas dari hifa yang halus di tanah, yang mengirim nutrisi dan air ke dalam pohon dengan lebih efisien ketimbang yang dapat dilakukan oleh sistem akar itu sendiri. Jamur mikoriza Vesikular-arbuskular (VAM) tumbuh di dalam sel akar non-kayu sekitar 95% spesies pohon tropis. Jamur ektomikorizal menginfeksi jauh lebih sedikit spesies pohon. Jamur ini membentuk kelopak di sekitar akar yang halus dan menembus di antara sel akar.

Jika tanah hutan dimasukkan ke dalam medium pot, kebanyakan anakan pohon terinfeksi jamur mikorizal secara alami (Nanda-kwang dkk., 2007). Maka, pertama, survei anakan pohon yang tumbuh di lahan pembibitan untuk memastikan keberadaan mikoriza dan menilai frekuensi infeksi akar.

Untuk VAM: 1) cuci bersih sampel akar halus; 2) bersihkan dengan cairan pembersih, 10% (w/v) KOH pada 121°C selama 15 menit untuk membuat akarnya transparan; 3) tuang 0,05% tripan biru dalam asam laktat: gliserin: air (1:1:1 v/v) untuk membersihkan sel jamurnya dan terakhir, 4) periksa akar di bawah mikroskop bedah untuk memperkirakan persentase yang terinfeksi. Ikuti petunjuk keselamatan yang direkomendasikan untuk tiap bahan kimia.

Untuk ekto-mikoriza, perkirakan persentase akar halus dengan karakteristik membengkak ke ujung akar, lalu cermati akar dengan mikroskop untuk mengetahui keberadaan hifa jamur. Mengidentifikasi spesies hifa jamur dapat dilakukan saat meneliti spora dengan menggunakan sebuah mikroskop gabungan. Tindakan ini akan memerlukan bantuan spesialis (untuk teknik umum mengkaji mikoriza, lihat Brundett dkk. 1996).

Jika kolonisasi dengan jamur mikoriza untuk akar pohon dari semua spesies rendah atau tidak berjalan, maka lakukan eksperimen dengan inokulasi buatan. Berbagai persiapan komersial, termasuk campuran spora jamur mikoriza, tersedia untuk pengujian (namun ketahuilah ini tidak mengandung spesies jamur tertentu atau dorongan yang diperlukan oleh spesies pohon yang sedang ditumbuhkan). Pilihan lain yang bisa dilakukan adalah kumpulkan spora jamur dari akar-akar pohon hutan dan budidayakan dalam pot pada tanaman lokal seperti sorgum (Nandakwang dkk, sedang dicetak/belum dipublikasi). Inokulasi buatan seperti itu akan lebih spesifik untuk pepohonan yang sedang dikembangkan, namun memproduksinya akan memakan waktu dan memerlukan teknik khusus. Suksesnya inokulasi sering berkurang jika tanaman diberi pupuk. Maka lakukan eksperimen yang menguji beberapa kombinasi perlakuan pemberian pupuk dengan pengaplikasian jamur inokulum mikoriza.

Pertama, tentukan apakah inokulasi buatan dapat meningkatkan level infeksi (dan performa pohon pada akhirnya), dibandingkan dengan tingkat infeksi alami yang didapatkan dengan menambahkan tanah hutan pada media pot. Bandingkan performa semaian yang ditumbuhkan di media standar (yang termasuk tanah hutan) dengan yang ditujukan untuk sumber tambahan bagi inokulum dengan dosis berbeda. Jamur mikoriza dapat dengan mudah tersebar dari satu wadah ke wadah lain melalui air, dengan dipercikkan atau dialiri. Oleh sebab itu, angkat wadah dari tanah pada kawat jaring dan pisahkan perlakuan replikasi dengan pelindung plastik untuk mencegah percikan.

Bagaimana sebaiknya eksperimen performa tunas dirancang?

Seperti pada eksperimen pengecambahan, gunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL, Lampiran Bagian 1) dan analisa hasilnya menggunakan two-way

ANOVA, diikuti dengan perbandingan pasangan (Lampiran Bagian 2 dan 3). Contoh rancangan eksperimen untuk percobaan pengecambahan, yang diilustrasikan pada halaman 52, dapat digunakan dengan sama baiknya untuk percobaan daya tahan semaian (yang menggantikan 'bidang semaian' untuk 'bangku').

Jumlah perlakuan yang dapat diterapkan dan jumlah kemungkinan replikasi (misalnya jumlah blok) tergantung pada jumlah semaian yang bertahan setelah dipindahkan di pot. Tentukan perlakuan apa yang dapat diterapkan. Lalu, untuk tiap blok, pilih minimal 15 tanaman (lebih banyak lebih baik) untuk menggantikan satu replikasi untuk tiap perlakuan dan kontrol. Pastikan semua perlakuan (dan sebuah kontrol) diwakili oleh jumlah tanaman yang sama di semua blok. Tempatkan tiap blok, yang terdiri dari satu replikasi untuk tiap perlakuan + kontrol, pada sebuah bidang semaian yang berbeda dalam areal lahan pembibitan. Tempatkan replikasi perlakuan dan kontrol secara acak di tiap blok.

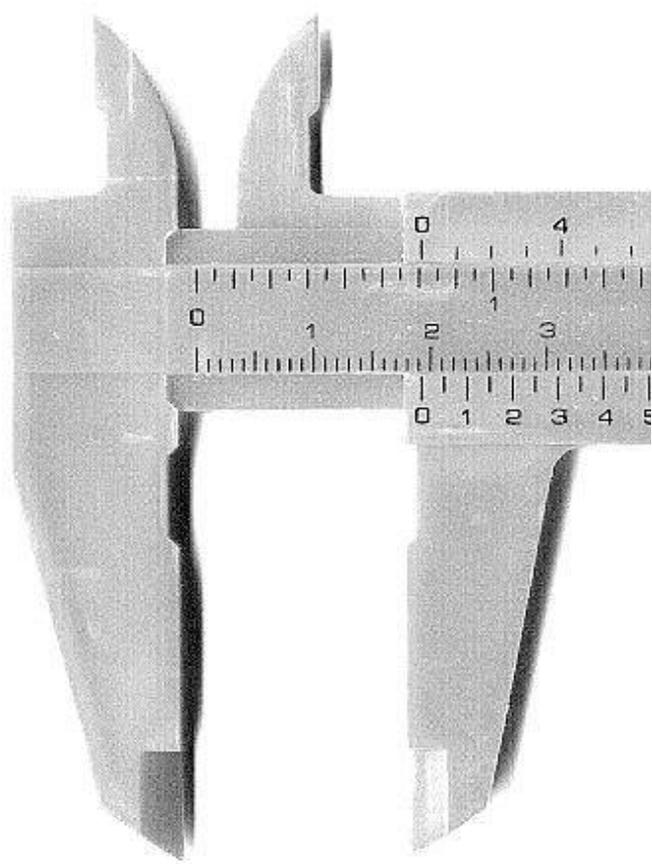
Untuk melakukan percobaan, pilih hanya tanaman yang seragam. Jangan gunakan tanaman yang tinggi atau rendahnya tidak sesuai dan yang menunjukkan tanda-tanda adanya penyakit atau bentuk yang tidak biasa..

Tanaman pada ujung sebuah replikasi dapat mengalami sebuah lingkungan berbeda di dalamnya. Perlakuan dapat 'tumpah' dari satu replikasi ke replikasi lain, seperti perlakuan penyiraman atau pemberian pupuk. Tanaman pada ujung blok tidak mendapat pesaing dari tetangganya dari satu sisi dan bisa jadi dipengaruhi oleh orang yang melewatinya. Kurangi 'efek ujung' ini dengan mengelilingi tiap replikasi dengan tanaman 'barisan pelindung' yang tidak termasuk dalam eksperimen.

Sebuah eksperimen sederhana menguji 4 perlakuan + kontrol pada 4 blok ($rdf=12$) akan memerlukan sedikitnya (15×5) 75 tanaman yang sejenis dan sehat per blok atau dengan jumlah total sebanyak 300 ditambah tanaman ekstra untuk barisan pelindungnya.

Mengukur Diameter Leher Akar (DLA)

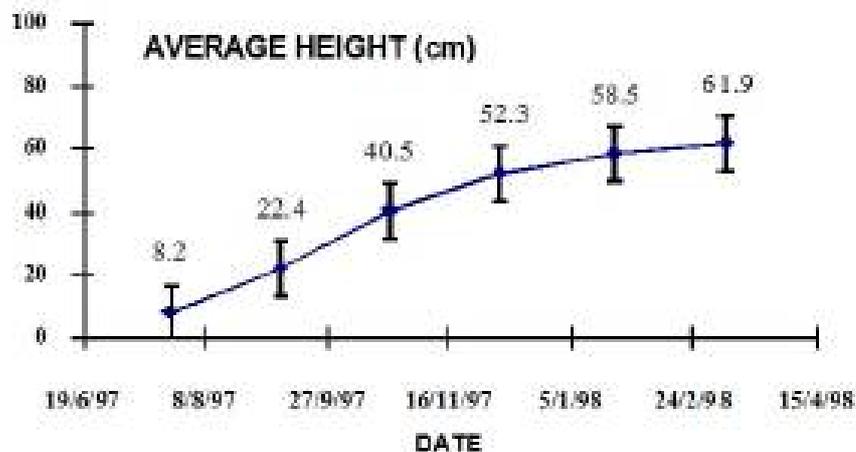
Ukur DLA dengan menggunakan kaliper dengan skala Vernier, tersedia hampir di semua toko alat-alat tulis. Ukur DLA pada titik terlebar. Pada tanda nol di skala geser yang lebih rendah, lihat angka diameter millimeter dari skala yang lebih atas. Untuk titik desimal, temukan titik dimana tanda pembagian pada skala yang lebih rendah benar-benar setara dengan tanda pembagi pada skala yang lebih tinggi. Kemudian, lihat titik desimal dari skala yang lebih rendah. Contohnya, skala Vernier bagian kiri terbaca 19,3 mm. Karena DLA adalah sebuah nilai kecil, maka ia harus diukur dengan akurasi tinggi. Untuk hasil terbaik, ukur DLA dua kali dengan mengganti kalipernya di posisi kanan dan gunakan pembacaan skala standar.



CONTOH LEMBAR DATA MENGENAI PERFORMA SEMAIAN

Catat data performa semaian seperti yang dicontohkan di bawah ini. Buat lembar terpisah untuk masing-masing replikasi pada setiap blok.

Species: Prunus cerasoides						S.no.: 97101											
Pricked out: June 6th 1997						BLOCK:1					TREATMENT: NONE (CONTROL)						
HEIGHT DATA (CM)																	
		SEEDLING NUMBER															
DATE	DAYS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AVG
7/6/97	1	5.0	4.0	3.5	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	5.0	4.0	3.0	4.0	4.5	3.7
25/7/97	49	11.0	12.0	8.0	3.0	8.0	5.5	7.5	5.5	6.5	8.5	12.0	9.0	8.5	9.0	9.5	8.2
8/9/97	94	29.0	38.0	23.0	33.0	x	16.0	19.0	17.0	13.0	14.0	35.0	20.0	25.0	16.0	16.0	22.4
23/10/97	139	67.0	67.0	44.0	34.0	x	32.0	35.0	25.0	32.0	29.0	66.0	27.0	50.0	28.0	31.0	40.5
7/12/97	184	70.0	70.0	55.0	34.0	x	52.0	61.0	36.0	48.0	47.0	71.0	38.0	58.0	40.0	52.0	52.3
23/1/98	231	73.0	70.0	57.0	34.0	x	64.0	67.0	41.0	52.5	53.0	80.0	46.0	72.0	43.0	66.0	58.5
9/3/98	276	73.0	70.0	60.0	34.0	x	64.0	67.0	49.0	58.0	54.0	81.0	55.0	73.0	53.0	75.0	61.9
ROOT COLLAR DIAMETER DATA (MM)																	
		SEEDLING NUMBER															
DATE	DAYS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AVG
7/6/97	1	0.5	0.7	0.4	0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	1.0	0.6	0.7	0.6
25/7/97	49	1.4	2.2	1.3	1.1	1.3	1.0	1.5	1.6	1.3	1.2	1.4	1.1	2.1	1.3	1.4	1.4
8/9/97	94	2.8	3.2	2.7	1.4	x	1.5	1.6	3.3	2.7	2.5	2.4	2.5	2.2	2.3	1.4	2.3
23/10/97	139	4.2	4.0	3.0	1.7	x	1.8	2.1	3.3	2.7	2.7	3.6	2.5	3.0	2.3	1.6	2.8
7/12/97	184	4.4	4.0	3.0	2.5	x	2.9	2.9	3.3	2.7	3.0	3.7	3.0	3.0	2.3	3.0	3.1
23/1/98	231	4.4	4.0	4.2	2.5	x	4.5	4.5	3.3	3.2	3.5	4.2	3.0	4.0	2.6	4.5	3.7
9/3/98	276	5.2	6.0	4.2	2.6	x	5.0	5.5	3.6	4.0	4.3	4.6	3.5	4.5	3.0	5.0	4.4
HEALTH DATA (0-3)																	
		SEEDLING NUMBER															
DATE	DAYS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AVG
7/6/97	1	2.5	2.5	2.5	1.5	2.0	1.5	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.5	2.0	3.0	3.0	2.5
25/7/97	49	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
8/9/97	94	3.0	3.0	3.0	2.0	x	2.5	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.8
23/10/97	139	3.0	2.5	3.0	2.5	x	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.5	3.0	3.0	2.8
7/12/97	184	3.0	3.0	3.0	3.0	x	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
23/1/98	231	3.0	3.0	3.0	3.0	x	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
9/3/98	276	3.0	3.0	3.0	3.0	x	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0



Data apa yang sebaiknya dikumpulkan dan berapa sering?

Kumpulkan data segera setelah eksperimen dilakukan (segera setelah dimasukkan di pot) dan setelahnya pada interval kira-kira 45 hari. Sesi pengumpulan data terakhir haruslah sebelum pohon dipindahkan dari lahan pembibitan ke lapangan (bahkan jika ini terjadi lebih awal dari 45 hari setelah sesi pengumpulan data sebelumnya).

Ukur tinggi tiap semaian (dari leher akar ke meristem apikal) dengan sebuah penggaris dan Diameter Leher Akar (DLA) dengan kaliper Vernier (lihat halaman 61).

Gunakan sistem skoring sederhana untuk mencatat kelangsungan hidup dan kesehatan tanaman (0=mati, 1=rusak parah atau penyakit akut, 2=beberapa mengalami kerusakan/berpenyakit tapi yang lainnya sehat; 3=sempurna/ hampir sehat sempurna). Kemudian, catat deskripsi untuk tiap hama dan penyakit yang diamati, juga tanda-tanda kekurangan nutrisi. Buat keterangan tentang kapan daun berguguran, kelopaknya robek atau pencabangan terjadi, dan catat peristiwa iklim yg tidak biasa yang bisa mempengaruhi eksperimen.

Tentukan akar : Rasio pucuk (kelompok kering) dengan mengorbankan sedikit tanaman di akhir eksperimen. Pada saat bersamaan, buat foto struktur sistem akar. Pindahkan sampel tanaman dari wadahnya dan bersihkan medianya, hati-hati untuk tidak mematahkan akar yang halus. Pisahkan pucuk dari akar pada leher akarnya. Keringkan di oven pada suhu 80-100 C. Timbang pucuk dan sistem akar yang sudah kering tersebut dan hitung berat akar kering dibagi berat pucuk kering untuk tiap sampel tanaman.

Bagaimana data sebaiknya dicatat?

Gunakan lembaran pengumpulan data standar (yang dicontohkan diatas) untuk tiap replikasi di tiap blok. Hitung nilai rata-rata (dan standar deviasi) untuk tiap parameter yang diukur dan tingkat pertumbuhan relatif (lihat di bawah) setelah tiap sesi pengumpulan data.

Bagaimana data mengenai kelangsungan hidup dianalisa?

Untuk setiap replikasi, hitung jumlah semaian yang bertahan sampai waktu ditanam kembali ke lapangan. Kemudian hitung nilai rata-rata untuk masing-masing perlakuan dan standar deviasi; lakukan hal yang sama untuk kontrol. Gunakan analisis ANOVA (Lampiran Bagian 2) untuk menentukan apakah ada perbedaaan daya tahan rata-rata yang signifikan di antara perlakuan yang diberikan. Jika ada, maka gunakan perbandingan berpasangan (Lampiran, Bagian 3) antara setiap nilai rata-rata perlakuan dan nilai rata-rata kontrol untuk mengidentifikasi perlakuan mana yang secara signifikan telah meningkatkan kelangsungan hidup semaian.

Bagaimana seharusnya data pertumbuhan dianalisa?

Buat grafik pertumbuhan semaian dengan membuat sebuah kurva pertumbuhan yang bisa diperbaharui setelah masing-masing sesi pengumpulan data dilakukan. Waktu alur berlalu sejak bibit mulai muncul (sumbu horisontal) vs rata-rata tinggi anak pohon (atau rerata RCD), rata-rata dari blok, untuk setiap perlakuan (sumbu vertikal). Idealnya, kurva tersebut harus menunjukkan pertumbuhan awal yang cepat, diikuti oleh

pertumbuhan yang lebih lambat sebelum ditanam. Dengan ekstrapolasi, kurva tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan berapa lama semaian harus disimpan di lahan persemaian untuk tumbuh dengan ukuran tanaman yang optimal.

Tepat sebelum waktu penanaman optimal di lapangan dilakukan, hitung rata-rata tinggi semaian dan RCD untuk setiap replikasi dan buat rata-rata dari rata-rata nilai-nilai semua blok untuk sampai pada nilai rata-rata perlakuan. Gunakan analisis ANOVA (Lampiran, Bagian 2) untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan diantar rata-rata perlakuan dan jika ada, gunakan perbandingan berpasangan (Lampiran Bagian 3) untuk menentukan perlakuan mana yang secara signifikan membuat semaian tumbuh lebih besar pada waktu penanaman, dibandingkan dengan kontrol.

Perhitungan laju pertumbuhan relatif menghilangkan pengaruh perbedaan ukuran asli bibit / anakan, segera setelah ditanam di pot pada pertumbuhan berikutnya. Perhitungan tersebut dapat digunakan untuk membandingkan tanaman yang lebih besar pada awal percobaan dengan yang lebih kecil. Hal ini didefinisikan sebagai rasio pertumbuhan tanaman terhadap ukuran rata-ratanya selama periode pengukuran, berdasarkan persamaan di bawah ini ...

$$\frac{(\ln FS - \ln IS) \times 36.500}{\text{Jumlah hari antara pengukuran}}$$

... dimana $\ln FS$ = logaritma alami dari ukuran akhir semaian (baik ketinggian semaian atau RCD) dan $\ln IS$ = logaritma alami dari ukuran awal semaian. Unit-unit tersebut adalah per persen per tahun.

Untuk apa target tersebut dicapai?

Mengadopsi setiap perlakuan yang secara signifikan berkontribusi pada pencapaian target-target berikut dengan waktu penanaman optimal (yaitu 4-6 minggu ke musim hujan):

- > 80% kelangsungan hidup anakan sejak mulai tumbuh.
- Rata-rata ketinggian anakan > 30 cm untuk spesies perintis yang tumbuh dengan cepat dan > 50 cm jenis-jenis pohon klimaks yang tumbuh lambat.
- Batang yang kokoh, yang mendukung dedaunan yang matang dan bisa beradaptasi dengan sinar matahari (tidak pucat, daun yang tumbuh lebat) ("kekokohan quotient", tinggi (cm) / RCD (mm) < 10).
- Akar: rasio tunas antara 1:1 dan 1:2; dengan akar yang tumbuh aktif secara vertikal (tidak ada akar spiral) dan banyaknya akar-akar halus yang bercabang.
- Tidak ada tanda-tanda hama, penyakit atau kekurangan gizi.



Anakan pohon *Carallia Brachiata* ini, yang tumbuh di lahan sebuah FORRU di Provinsi Krabi, Thailand Selatan, telah mencapai sebagian besar target yang tercantum di atas. Anak-anak pohon ini ditanam untuk memperbaiki hutan hujan tropis dataran rendah yang merupakan habitat bagi spesies burung yang terancam punah yaitu Gurney's Pitta.

Taksonomi dan morfologi bibit pohon

Survei peremajaan hutan alam memerlukan identifikasi bibit pohon dan anakan pohon yang sangat muda, tapi hal ini sulit untuk dilakukan. Flora mendasarkan deskripsi spesies tanaman terutama pada struktur reproduksi. Morfologi bibit pohon (terutama bentuk daun) sering dibedakan secara jelas dari bentuk daun-daun pohon yang telah matang dan spesimen bibit hampir tidak pernah dimasukkan dalam koleksi herbarium. Oleh karena itu, sumber untuk identifikasi bibit pohon hutan tropis hampir tidak ada (tapi lihat FORRU, 2000). Oleh karena itu, lahan pembibitan, memproduksi bibit dan anakan dari umur yang diketahui, dari biji yang dikumpulkan dari pohon induk yang teridentifikasi, mewakili sumber daya yang sangat berharga untuk mempelajari morfologi dan taksonomi bibit pohon.

Cobalah untuk mengumpulkan minimal 3 spesimen bibit / anakan pada semua tahap perkembangan untuk setiap jenis pohon yang tumbuh. Siapkan spesimen tersebut sebagai spesimen herbarium yang dilakukan dengan cara biasa, susun beberapa spesimen dengan urutan kronologis pada lembar herbarium tunggal. Pada label herbarium, catat usia berdasarkan hari dari setiap bibit / anakan dan masukkan juga rincian mengenai induk pohon yang menghasilkan benih tersebut. Libatkan seorang seniman untuk menghasilkan gambar garis bibit. Publikasikan gambar dan deskripsi bibit tersebut di sebuah buku identifikasi.

FLORA OF THAILAND
 HERBARIUM, BIOLOGY DEPARTMENT, CHIANG MAI UNIVERSITY
 FOREST RESTORATION RESEARCH UNIT, SEEDLING SPECIMEN

Note: all dates are day/month/year

FAMILY: ROSACEAE
 BOTANICAL NAME: *Prunus cerasoides* D. Don
 PROVINCE: Chiang Mai DATE: 20/03/95
 DISTRICT: Muang ELEVATION: 1040 m
 LOCATION: Doi Suthep-Pui National Park, National Park
 Headquarter area, cinchona plantation
 HABITAT: Primary evergreen forest, disturbed roadside area,
 granite bedrock.

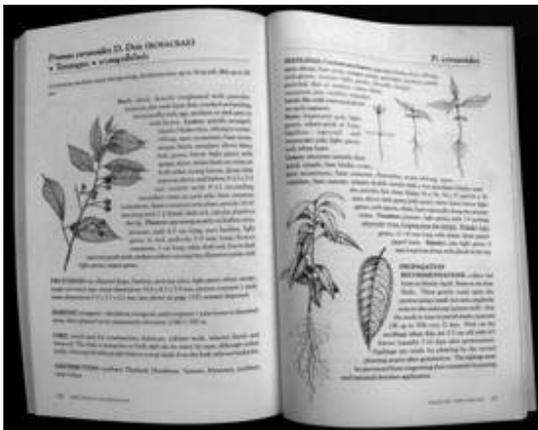
The above data refer to the source tree (voucher collected)
 from which these seedlings were germinated.
 Seeds collected 20/03/95 and planted 22/03/95 at the
 Forest Restoration Research Unit, Doi Suthep-Pui National Park
 Headquarters, 1050 m above sea level.

NOTES ON SEEDLING CHARACTERS WHICH CHANGE ON DRYING:

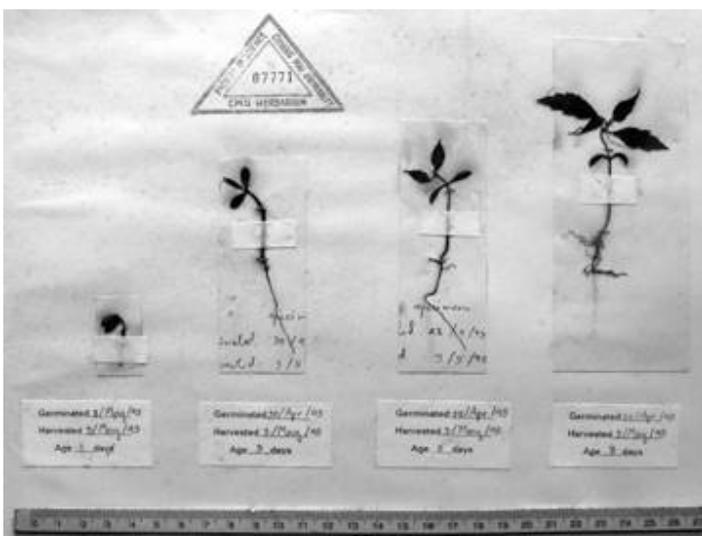
Epigeal germination. Roots white; hypocotyl and epicotyl red, hairy;
 cotyledons light green and yellow green, thick; petiole red, hairy; a
 few glands on leaf base; leaflet blades green.

COLLECTED BY: Kitiya Suriya NUMBER: #071b1

DUPLICATES: 0



Bibit pohon hutan tropis tetap belum dipelajari secara luas. Sebuah lahan pembibitan FORRU menyediakan kesempatan untuk mengumpulkan spesimen bibit dari spesies yang diketahui beserta umurnya dan mempublikasikan deskripsi mengenai spesies tersebut.



Bibit spesimen *Prunus Cerasoides*,

dengan label herbarium di kiri atas.

BAGIAN 7 - PERCOBAAN DENGAN *WILDLINGS*

Wildling

Wildling adalah bibit atau anakan pohon yang tumbuh secara alami di hutan asli. Jumlah anakan ini biasanya paling banyak berada di beberapa meter dari benih-benih pohon, tempat dimana anakan ini berasal, meskipun mereka bisa dikumpulkan dari manapun mereka ditemukan. Seperti halnya pengumpulan benih, ambil keanekaragaman genetik sebanyak mungkin dengan mengumpulkan anakan pohon liar di daerah yang luas untuk mendapatkan tanaman yang berasal dari beberapa pohon induk. Secara umum, anakan pohon liar sangat sedikit yang bisa bertahan sampai besar di hutan, jadi mengambil beberapa anakan pohon tersebut untuk ditanam kembali di lahan pembibitan memiliki pengaruh yang bisa diabaikan pada dinamika hutan.

Keuntungan memproduksi stok tanaman yang berasal dari anakan pohon liar

Memproduksi stok tanaman yang berasal dari anakan pohon liar menguntungkan ketika i) benih tidak tersedia; ii) perkecambahan benih dan / atau kelangsungan hidup dan pertumbuhan bibit bermasalah atau lambat atau ketika iii) produksi stok tanaman harus dipercepat. Memproduksi stok tanaman yang berasal dari anakan pohon liar biasanya dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan biji karena, pengumpulan benih, penyimpanan dan perawatan pra-menabur dan percobaan perkecambahan tidak diperlukan. Selain itu, anakan pohon liar biasanya sudah terinfeksi oleh jamur mikoriza saat anakan pohon tersebut dikumpulkan dari hutan.

Pengumpulan anakan pohon liar

Gali tanaman yang sehat dan kuat ketika tanah sedang basah. Lindungi sistem akar dengan mempertahankan banyaknya tanah di sekitar akar sehingga menyerupai "bola akar". Bungkus tanaman dengan hati-hati di antara lapisan kain basah atau kertas tisu, lalu angkut dengan hati-hati ke lahan pembibitan dan masukkan ke dalam pot segera setelah tanaman tersebut tiba di lahan pembibitan. Mula-mula, tanam tanaman tersebut di bawah naungan yang lebat, dan siram seperlunya, namun secara bertahap kurangi naungan dan frekuensi penyiraman saat tanaman telah bisa menyesuaikan diri dengan keadaan lingkungan di lahan pembibitan.



sedang basah.

Kumpulkan anakan pohon liar ketika tanah

Percobaan yang harus dilakukan pada anakan pohon liar (*Wildling*)

Percobaan dengan anakan pohon liar harus membahas 3 pertanyaan sederhana, yaitu: i) apakah menghasilkan stok tanaman dari anakan pohon liar bisa dicapai dengan lebih cepat dan lebih murah dibandingkan dengan melakukan perkecambahan biji? ii) apakah pertumbuhan anakan pohon liar di lahan pembibitan bisa dimanipulasi untuk mencapai ukuran tanaman yang optimal menjelang waktu penanaman di lapangan? iii) apakah anakan pohon mempunyai daya tahan yang sama baik atau bahkan lebih baik daripada tanaman yang dikecambahkan dari biji?

Semua perlakuan yang dijelaskan di Bagian 6 dapat diterapkan untuk menentukan kondisi optimum untuk menanam anakan pohon liar di lahan pembibitan sampai mencapai ukuran yang bisa ditanam di lapangan. Namun, ada dua perlakuan khusus yang harus dilakukan terhadap anakan pohon liar tersebut: i) ukuran ketika anakan pohon liar dikumpulkan dan ii) pemangkasan tunas saat dikumpulkan.

Bibit yang kecil lebih lembut dari pada anakan pohon yang lebih besar dan lebih mudah rusak selama transplantasi. Di sisi lain, penggalian tanaman yang lebih besar biasanya menyisakan akar yang akan menyebabkan tanaman tersebut mengalami shock transplantasi. Kelompokkan bibit liar yang telah dikumpulkan ke dalam 3 kelas ukuran (pendek, sedang dan tinggi). Kemudian terapkan tiga "perlakuan" dalam percobaan RAK (tanpa kontrol). Kumpulkan data, seperti yang dijelaskan di Bagian 6, dan bandingkan kelangsungan hidup rata-rata dan RGR antara kelas ukuran awal.

Menggali tanaman pasti merusak sistem akar, tetapi sistem tunas tetap utuh yaitu sistem akar yang telah rusak harus tetap bisa memasok air ke tunas yang masih utuh. Hal ini dapat menyebabkan anakan pohon liar layu dan mungkin bisa mati. Memangkas kembali tunas dapat mengembalikan akar: rasio akar akan kembali seimbang. Terapkan perlakuan pemangkasan tunas dengan berbagai intensitas pada waktu pengumpulan (misalnya tidak adanya pemangkasan (kontrol) dan pemangkasan kembali sepertiga atau separuh panjang pucuk atau daun). Kumpulkan data sebagaimana yang dijelaskan di Bagian 6 dan bandingkan tingkat kelangsungan hidup dan RGR rata-rata di antara perlakuan pemangkasan yang dilakukan.

Terus pantau daya tahan stok tanaman yang berasal dari anakan pohon liar setelah tanaman tersebut ditanam di lapangan terbuka (tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan dll) dan bandingkan hasilnya dengan hasil dari pemantauan pohon yang dihasilkan oleh benih yang dikedambahkan.



Pelabelan tanaman di lahan pembibitan di semua tahap perkembangan tidak hanya membuat manajemen pembibitan lebih mudah, tetapi juga memungkinkan lahan pembibitan bisa digunakan sebagai fasilitas pendidikan.

UNIT RISET RESTORASI HUTAN

LEMBAR DATA PRODUKSI SEMAIAN FORRU

1. PENGUMPULAN

SPESIES: *Nyssa Javanica* (Bl.) Wang.
KODE LINK: NISSJAVA

FAMILI: NISSACEAE
NO. VOUCHER: 89
JUMLAH: 3000 BENIH

TANGGAL PENGUMPULAN: 16 Agustus, 1996, tanah.

2. PERKECAMBAHAN BENIH

PRA-PERLAKUAN: Benih direndam dalam air selama satu malam, lalu dijemur di bawah terik matahari selama dua hari.

JUMLAH BENIH YANG DITABUR: 2500 BENIH

MEDIA/TEMPAT: Tanah hutan saja, 9 keranjang

JUMLAH YANG DIKECAMBAHKAN: 2059 BENIH

PENGAMATAN

Perkecambahan pertama : 26 Agustus 2006 sampai 11 September 2006

Penyakit akibat lembab (damping off disease) dimusnahkan sekitar 12% dari semaian yang dikecambahkan.

3. KEMUNCULAN TUNAS

TANGGAL MULAI TUMBUHNYA TUNAS: 3 Oktober 2006

JUMLAH: 1505 SEMAIAN

MEDIA/TEMPAT: Tanah hutan, sabut kelapa, kulit kacang (2:1:1) dalam kantong plastik.

PERAWATAN DI LAHAN PEMBIBITAN	1	2	3	4	5
PUPUK	13/11/06	12/2/07	13/09/07		
PEMANGKASAN (TIDAK ADA)					
PENYIANGAN	13/11/06	13/12/06	13/01/07	13/2/07	13/3/07
KONTROL HAMA DAN PENYAKIT	13/1/07	DAUN YANG DIMAKAN SERANGGA			

PENGAMATAN

2-3 bulan setelah tunas tumbuh, jamur merah tumbuh dan daun ada yang rusak tapi semua semaian terlihat sehat.

4. Pengerasan dan Pengiriman ke Lapangan

TANGGAL Pengerasan Dimulai 17 Mei 2007

TANGGAL Pengiriman: 19 Juni 2007

JUMLAH TANAMAN YANG BERKUALITAS BAGUS: 1200 SEMAIAN

TEMPAT SEMAIAN DITANAM: MAE SA MAI, PLOT WWA.

PENGAMATAN

Jumlah semaian ditanam pada tanggal 30/6/2007 di Ban Mae Sa Mai.

BAGIAN 8- JADWAL PRODUKSI

Menanam berbagai jenis pohon hutan sulit untuk dilakukan. Masing-masing spesies berbuah pada bulan yang berbeda dan memiliki persyaratan perkecambahan dan tingkat pertumbuhan yang berbeda. Namun, semua spesies harus siap untuk ditanam pada waktu penanaman optimal (4-6 minggu memasuki musim hujan). Jadwal produksi akan membuat hal ini lebih mudah dilakukan.

Apa yang dimaksud dengan jadwal produksi?

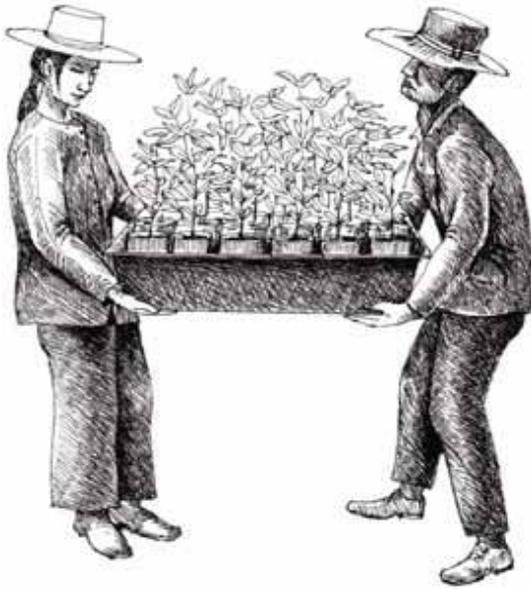
Untuk setiap jenis pohon yang ditanam, jadwal produksi merupakan deskripsi singkat mengenai prosedur untuk memproduksi stok tanaman dengan ukuran dan kualitas optimal dari benih (atau anakan pohon liar) menjelang waktu penanaman optimal. Hal ini paling jelas direpresentasikan sebagai sebuah diagram garis waktu yang tercatat yang menunjukkan i) kapan setiap operasi harus dilakukan dan ii) perlakuan yang mana yang harus diterapkan untuk memanipulasi perkecambahan benih dan bibit / pertumbuhan anakan.

Informasi apa yang diperlukan untuk menyiapkan jadwal produksi?

Jadwal produksi menggabungkan semua pengetahuan yang tersedia tentang ekologi reproduksi dan budidaya spesies. Hal ini merupakan interpretasi hasil akhir dari semua prosedur eksperimen yang diuraikan dalam Bab ini, termasuk: -

- Tanggal pengumpulan benih optimal (Bagian 2 & 3);
- Lama waktu normal yang dibutuhkan untuk terjadinya dormansi benih (Bagian 4);
- Bagaimana dormansi benih bisa dimanipulasi dengan perlakuan pra-penaburan benih atau penyimpanan benih (Bagian 4 & 5);
- Lama waktu yang dibutuhkan dari penaburan benih sampai tumbuhnya tunas (Bagian 4);
- Panjangnya waktu yang diperlukan untuk menumbuhkan semaian yang dimulai dari bibit pohon tersebut tumbuh di lahan pembibitan sampai akan diangkut ke lapangan terbuka ke ukuran yang bisa ditanam (Bagian 6);
- Bagaimana pertumbuhan tanaman dan waktu yang dibutuhkan untuk menumbuhkan benih di lahan pembibitan menjadi anakan pohon yang bisa ditanam di lapangan terbuka bisa dimanipulasi dengan pemberian pupuk dan perlakuan lainnya (Bagian 6).

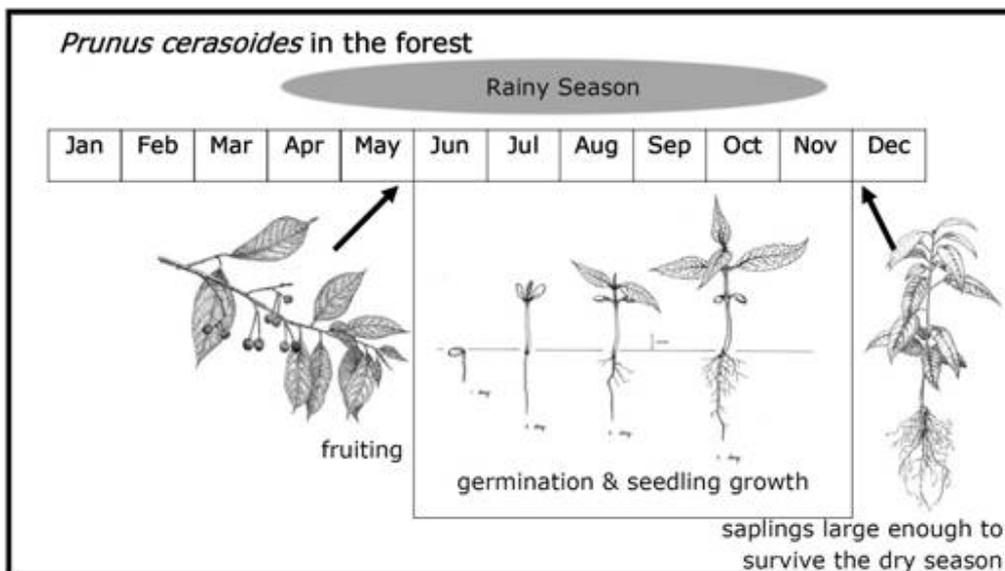
Semua informasi ini harus tersedia di lembar data pembibitan, jika prosedur rinci dalam Bab ini benar-benar diikuti. Jadwal produksi benar-benar merupakan dokumen kerja. Buat draft versi pertama ketika kumpulan pertama tanaman telah tumbuh ke ukuran yang bisa ditanam. Hal ini memungkinkan identifikasi daerah yang memerlukan penelitian lebih lanjut dan perlakuan yang layak untuk diuji-cobakan di percobaan-percobaan berikutnya. Ketika hasil dari percobaan dari masing-masing kumpulan tanaman telah tersedia, jadwal produksi dapat secara bertahap diubah dan dioptimalkan.



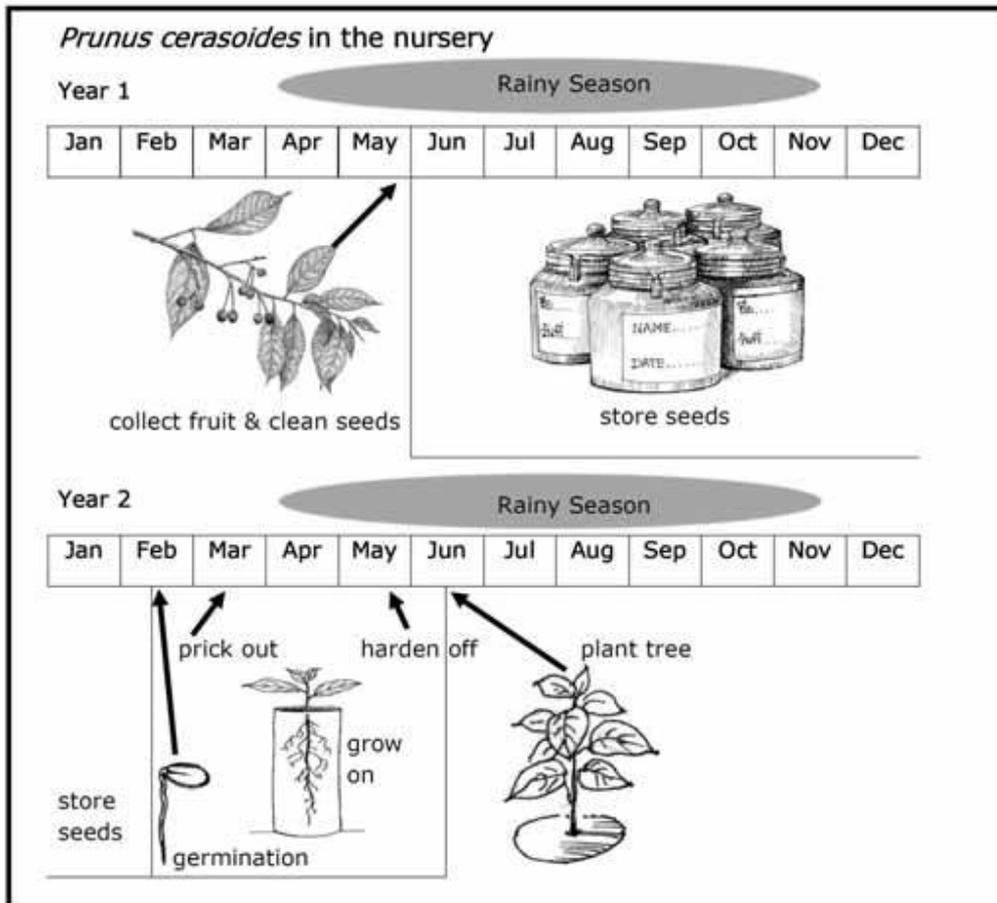
Hasil akhir dari program penelitian FORRU adalah menghasilkan pohon-pohon yang sehat dengan ukuran optimal menjelang waktu penanaman optimal.

CONTOH JADWAL PRODUKSI

Dalam habitat aslinya, pohon perintis yang cepat tumbuh yaitu *Prunus cerasoides*, berbuah pada bulan April-Mei. Bijinya memiliki dormansi yang pendek dan bibit tumbuh pesat selama musim hujan, sehingga menjelang Desember akarnya telah menembus cukup dalam ke dalam tanah untuk memasok kelembaban selama kondisi sulit di musim kering. Di lahan pembibitan, bibit yang telah mencapai ukuran tanam pada bulan Desember harus disimpan selama 6 bulan lagi sebelum musim tanam berikutnya (bulan Juni berikutnya) dan akarnya akan tumbuh melebihi wadahnya.



Oleh karena itu jadwal produksi di lahan pembibitan melibatkan penyimpanan piren yang sudah dijemur di bawah terik matahari pada suhu 5 derajat celcius sampai Januari, ketika mereka berkecambah. Tanaman tumbuh dengan ukuran optimum tepat pada waktunya untuk pengerasan dan penanaman pada bulan Juni. Pengembangan jadwal produksi ini melibatkan penelitian tentang fenologi, perkecambahan biji, pertumbuhan kecambah dan penyimpanan biji.



BAB 4 EKSPERIMEN LAPANGAN

BAGIAN 1 SISTEM PLOT PERCOBAAN LAPANGAN (FTPS)

BAGIAN 2 LOKASI, PENDIRIAN DAN RANCANGAN FTPS

BAGIAN 3 PENGUMPULAN DATA

BAGIAN 4 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

BAGIAN 5 PEMBENIHAN LANGSUNG



Kembangkan standar protokol untuk penanaman pohon dan perawatan setelah penanaman. Kemudian uji berbagai perlakuan selain penggunaan tehnik standar.



Pertumbuhan pohon-pohon kecil bisa diukur dengan mudah dengan menggunakan pita pengukur dan diameter puncak dengan pita pengukur yang direkatkan pada tiang yang berdiri tegak.



Untuk pohon yang lebih tinggi, ukur ketinggiannya dengan menggunakan tiang pengukur teleskopik (Gambar sebelah kiri) dan untuk ukuran lilitan gunakan pita pengukur sebatas ketinggian dada (1,3 meter dari permukaan tanah) (Gambar bawah).



PERCOBAAN LAPANGAN

Sekitar 1,5 sampai 2 tahun setelah memulai FORRU, penelitian unit pembibitan harus telah menghasilkan bibit pohon yang cukup dari berbagai "calon" jenis pohon perintis untuk pengujian di lapangan. Langkah selanjutnya adalah merancang sebuah uji coba lapangan sistem alur (FTPS), untuk mengevaluasi daya tahan calon spesies pohon setelah mereka ditanam dalam kondisi panas, kering, cerah dan berumput yang mewakili lokasi yang gundul. Selain menentukan daya tahan pohon, sebuah FTPS juga harus menguji aspek-aspek lain dari restorasi hutan, seperti rancangan optimum dan pengelolaan alur-alur yang ditanami. Sebuah FTPS yang dirancang dengan sangat teliti tidak hanya menghasilkan data ilmiah, tetapi juga menjadi alat peraga yang berharga untuk mengajarkan orang lain tentang teknik yang paling baik untuk restorasi hutan serta untuk menghindari hal-hal yang harus dihindari.

BAGIAN 1 SISTEM PLOT PERCOBAAN LAPANGAN (FTPS)

Apa itu FTPS?

FTPS adalah komponen yang paling penting dan berharga dari sebuah FORRU. FTPS terdiri dari satu set petak kecil (biasanya berukuran 40 x 40 m (1 rai di Thailand) atau 50 x 50 m = 1 / 4 hektar), masing-masing ditanam dengan campuran berbagai jenis calon pohon kerangka untuk pengujian dan ditujukan untuk perlakuan silvikultur yang berbeda. Setiap musim tanam, plot baru ditambahkan ke sistem. Dalam plot baru, spesies pohon dan perawatan yang berhasil dengan sangat baik di tahun-tahun sebelumnya dipertahankan, sementara spesies berkinerja buruk dan perlakuan yang tidak berhasil akan ditinggalkan, untuk memberikan ruang bagi spesies dan perlakuan baru yang akan diuji. FTPS akhirnya terdiri dari banyak alur yang berbeda. Jika pekerjaan berjalan dengan baik, plot yang baru dibuat harus mengungguli plot yang sudah lama. Oleh karena itu, FTPS merupakan sebuah 'sistem yang berkembang', yang perlahan-lahan akan termodifikasi dalam sebuah dekade atau dalam waktu yang lebih lama dalam merespon data-data yang masuk. Oleh karena itu, untuk sebuah FTPS, pilihlah sebuah areal yang luas, yang tak terpakai agar sistem plot bisa dikembangkan.



Tandai batas plot dengan sebuah kompas dan logam atau tiang beton (yang tahan api) untuk memastikan areal tersebut telah diukur secara cermat.

Apa tujuan FTPS?

FTPS memiliki 3 tujuan utama: i) menghasilkan data ilmiah yang menghasilkan satu set "praktek lapangan terbaik" untuk restorasi hutan yang efektif; ii) menguji kepraktisan dari praktek-praktek terbaik tersebut dan iii) menyediakan lokasi demonstrasi untuk pendidikan dan pelatihan metode restorasi hutan.

Pertanyaan ilmiah yang ditangani oleh FTPS harus meliputi:

- Manakah dari jenis pohon yang diuji memenuhi kriteria yang menentukan spesies pohon kerangka?
- Berapa kerapatan optimal penanaman?
- Perlakuan silvikultur yang bagaimana yang bisa memaksimalkan daya tahan pohon yang ditanam? (misalnya rezim penyiangan, pemupukan, pemberian pupuk kompos, dll)? Dan berapa sering serta berapa lama perlakuan tersebut harus diterapkan?
- Bagaimana aspek lain dari rancangan perkebunan bisa dioptimalkan? misalnya berapa banyak spesies per petak/plot? Spesies mana yang dapat atau tidak dapat tumbuh?
- Seberapa cepat keanekaragaman hayati pulih? (Lihat Bagian 5)
- Bagaimana jarak ke hutan terdekat mempengaruhi pemulihan keanekaragaman hayati?

Penelitian di sebuah FTPS harus membahas pertanyaan-pertanyaan yang lebih sederhana terlebih dahulu (daya tahan spesies dan perlakuan silvikultur) dan nantinya harus bisa mengeksplorasi isu-isu yang lebih kompleks (seperti campuran spesies, jarak ke hutan alam, dll).

FTPS juga dapat menyediakan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang bersifat praktis, seperti: Berapa biaya yang harus dikeluarkan untuk memperbaiki hutan? Dan

praktek di lapangan yang seperti apa yang dapat diterima atau ditolak oleh petugas hutan dan masyarakat lokal?

Selanjutnya, karena plot mulai berkembang, maka FTPS menjadi lokasi praktek untuk mengajar orang lain tentang praktek terbaik yang bisa dilakukan agar restorasi hutan berhasil. Karena usia dan spesies semua pohon dalam plot telah diketahui dan kebanyakan diberi label, maka FTPS pasti akan menjadi sumber penelitian yang banyak dicari oleh para ilmuwan lain dan mahasiswa yang sedang mengadakan penelitian. Semua faktor ini harus dipertimbangkan ketika memutuskan lokasi dan desain FTPS.



sebagai fasilitas penelitian. FTPS menjadi sumber pendidikan dan

BAGIAN 2 - LOKASI, PENDIRIAN DAN RANCANGAN SEBUAH FTPS

Di manakah FTPS seharusnya dibentuk?

Jika tujuan utama FTPS adalah untuk menguji metode spesies pohon kerangka, maka pilihlah areal yang karakteristiknya berada pada degradasi tingkat 3, seperti yang dijelaskan di Bab 1. Pada kenyataannya, memilih tempat untuk mendirikan sebuah FTPS bisa mendatangkan pertanyaan mendasar mengenai kepemilikan tanah dan kedekatan dengan organisasi induk FORRU, tapi jika memungkinkan, cobalah untuk memperhitungkan pertimbangan ilmiah dan praktis seperti yang diuraikan di bawah ini.

Apa pertimbangan ilmiah yang harus diperhatikan?

Keseragaman - plot percobaan dalam ekologi terkenal rentan terhadap kondisi lokasi yang beragam. Mungkin sulit untuk memisahkan efek perlakuan yang diterapkan di plot yang berbeda dengan kondisi lingkungan yang berbeda di antara plot-plot tersebut. Untuk beberapa hal, masalah ini dapat dikompensasikan dengan menggunakan rancangan eksperimen blok lengkap yang diacak, tetapi hal ini akan membantu jika daerah dimana FTPS didirikan plot-plotnya dibuat seseragam mungkin. Cobalah untuk memilih areal yang persis sama dalam hal ketinggian, kemiringan, aspek, batuan dasar, jenis tanah, dll.

Vegetasi - daerah tersebut harus memiliki tutupan pohon yang sangat rendah, dengan semaian pohon yang ditanam secara alami, anak-anak pohon atau tunggul kayu yang masih hidup yang memiliki tingkat kepadatan yang rendah. Vegetasi harus didominasi oleh rumputan gulma dan semak-semak. Pilihlah areal yang telah gundul dan bukan areal hutan yang telah rusak. Jika tutupan pohon tetap tinggi (misalnya berada pada degradasi tingkat 2), maka percobaan dengan teknik ANR akan lebih tepat dibandingkan dengan percobaan penanaman spesies pohon kerangka.

Nilai konservasi - restorasi hutan sebagian besar dilakukan untuk tujuan konservasi. Jadi, FTSP sangat tepat jika dibangun di dalam atau di zona penyangga kawasan lindung seperti taman nasional, suaka margasatwa, dll dimana konservasi keanekaragaman hayati merupakan prioritas pengelolaan yang paling utama.

Sisa hutan harus tetap dalam kawasan beberapa kilometer dari lokasi FTSP yang diusulkan, agar tersedia sumber benih dan perlindungan bagi populasi burung penyebar benih dan mamalia yang masih hidup agar mereka tetap bertahan. Menggunakan pembentukan sebuah FTSP untuk menciptakan koridor yang menghubungkan semua sisa-sisa hutan dapat memberikan nilai konservasi ekstra bagi FTSP.

Kondisi lingkungan tidak boleh terlalu ekstrim, setidaknya untuk pertama kali FTSP didirikan. Lokasi-lokasi untuk plot-plot percobaan harus mempertahankan kondisi tanah yang cukup subur dan seharusnya tidak beresiko banjir. Mereka harus bertahan terhadap kebakaran dan serbuan ternak. Lokasi-lokasi dengan kondisi yang lebih menantang (seperti lokasi yang keadaan tanahnya sudah rusak parah) dapat ditangani kemudian, ketika sudah ada pengalaman menangani lokasi yang lebih baik keadaannya.

Apa pertimbangan praktisnya?

Aksesibilitas - cukup akses yang nyaman, setidaknya dengan kendaraan 4WD, sangat penting, tidak hanya untuk penanaman, pemeliharaan dan pemantauan pohon yang ditanam, tetapi juga untuk memfasilitasi kunjungan ke plot untuk tujuan pendidikan dan praktek di proyek nanti. Cobalah untuk menemukan suatu areal yang dapat menjangkau FTSP atau HQ dalam waktu 1-2 jam perjalanan. Jelaslah bahwa lokasi yang lebih datar akan lebih memudahkan kita untuk bekerja dibandingkan dengan lokasi-lokasi yang curam.

Dekat dengan masyarakat lokal yang mendukung ide restorasi hutan. Hal ini akan memungkinkan terjadinya pertukaran antara pengetahuan ilmiah dan pengetahuan adat dan akan memperoleh pengalaman dari segi aspek sosial kerangka kehutanan. Sebuah komunitas lokal dapat memberikan sumber tenaga kerja dan keamanan untuk uji coba plot yang ditanami spesies pohon kerangka. (lihat Bab 2).

Kepemilikan lahan - jika organisasi induk FORRU tidak memiliki tanah tempat FTSP akan dibentuk, maka ia harus melakukan kesepakatan dengan otoritas yang mengontrol penggunaan lahan di kawasan tersebut. Pihak yang paling terkait erat dengan hal ini adalah departemen pemerintah yang bertanggung jawab terhadap

kehutanan atau konservasi atau mungkin komunitas lokal. Jika ada lokasi pertanian yang terbengkalai, dimana budidaya menjadi terlalu sulit atau tidak ekonomis karena kondisi lingkungan yang memburuk, maka lahan tersebut juga bisa digunakan. Luas total areal yang tersedia untuk penanaman minimal 20 hektar untuk proyek 10 tahun. Pentingnya melibatkan semua pemangku kepentingan dalam diskusi tentang pendirian FTSP ini tercakup dalam Bab 2 dari buku ini. Silahkan juga merujuk pada Bab 8 dari buku "How to Plant a Forest" (FORRU, 2006).



Letak FTSP's yang dekat dengan masyarakat lokal yang mendukung konsep restorasi hutan dan bersedia untuk menyediakan tenaga kerja bagi kegiatan restorasi hutan seperti mengembangbiakkan pohon.



Penanaman dan pemeliharaan.

Bagaimana seharusnya plot dibentuk?

Tentukan satu set prosedur standar yang harus diikuti untuk membangun "Perlakuan kontrol" (TC) plot. Protokol standar harus didasarkan pada praktek yang dikenal terbaik saat ini untuk menumbuhkan pepohonan di daerah tersebut, yang dapat diambil dari pengalaman sebelumnya, pengetahuan adat dan dengan mempertimbangkan kondisi ekologi setempat. Standar protokol dapat ditingkatkan dari tahun ke tahun, secara bertahap memasukkan perlakuan yang paling berhasil yang diidentifikasi dari analisis hasil percobaan lapangan setiap tahun.

Mulailah dengan protokol standar yang dikembangkan oleh FORRU-CMU (untuk rincian lengkap, lihat Forest Restoration Research Unit, 2006), yang terbukti sangat sukses untuk hutan tropis kering musiman di Thailand Utara, kemudian silahkan dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi lokal:

- Enam sampai delapan minggu sebelum tanam, ukurlah plot yang akan digunakan; batasi sudut-sudutnya dengan posting beton dan buatlah peta plot yang dengan jelas menunjukkan angka indentifikasi plot dan plot-plot mana yang akan menerima perlakuan tertentu.
- Kemudian, bersihkan gulma dari permukaan tanah (kecuali di plot yang tidak ditanami), tetapi hindari menebang setiap bibit pohon yang tumbuh secara alami dan anak-anak pohon serta tunas-tunas yang akan tumbuh (tanda mereka terlebih dahulu dengan tiang berwarna atau bendera).
- Satu bulan sebelum tanam, gunakan non residual herbisida (Misalnya. glyphosate) untuk membasmi gulma.
- Beri label pada pohon-pohon dan tanam pohon-pohon tersebut sekitar 4-6 minggu setelah hujan pertama di musim hujan.
- Tanam sekitar 25 calon spesies pohon kerangka, (jika memungkinkan buatlah masing-masing spesies dalam jumlah yang sama, minimal 20 pohon masing-masing spesies per plot), dengan jarak rata-rata 1,8 m. Acak campuran spesies di setiap plot.
- Gunakan 50-100 gram pupuk NPK 15:15:15 pupuk di lingkaran bawah pohon, sekitar 20 cm dari batang pohon yang ditanam pada saat pohon tersebut ditanam.
- Selama musim hujan pertama ulangi penggunaan pupuk dan penyiangan gulma di sekitar pohon (menggunakan perkakas tangan) minimal 3 kali, dengan interval 6-8 minggu (sesuaikan dengan turunnya hujan dan tingkat pertumbuhan gulma).
- Pada awal musim kemarau pertama setelah tanam, potong pembatas kebakaran disekitar plot dan terapkan program pencegahan kebakaran.
- Ulangi penyiangan dan pemupukan selama musim hujan kedua setelah tanam.
- Pada awal musim hujan ketiga, lakukan penilaian terhadap kebutuhan untuk operasi pemeliharaan lebih lanjut.

Berdekatan dengan plot TC, buat plot-plot "perlakuan" dengan tanda T1, T2, T3, dan lain-lain secara simultan persis dengan cara yang sama, namun hanya berbeda satu komponen dari protokol standar (misalnya pupuk atau tehnik penyiangan, dll).

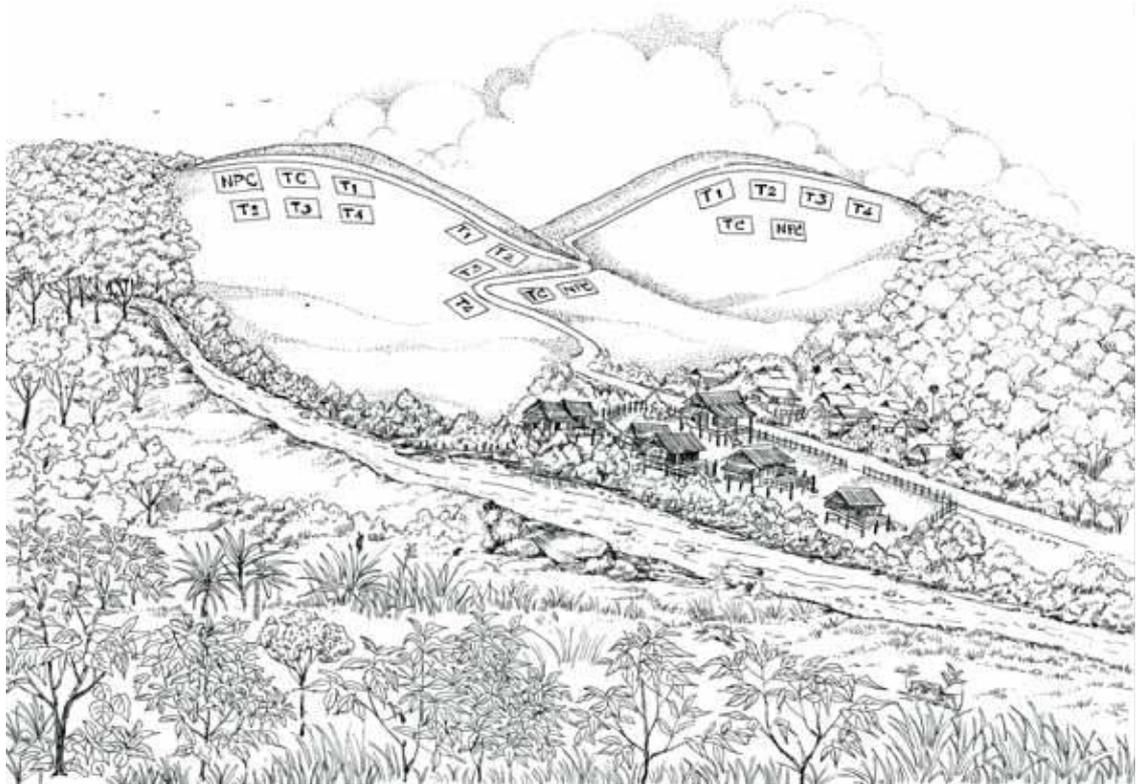


Penerapan silvikultur yang konsisten merupakan salah satu komponen percobaan lapangan yang paling penting dan mahal.

Rancangan percobaan yang bagaimana yang harus digunakan?

Rancangan percobaan yang dianjurkan adalah sebuah rancangan acak (RAKL). Blok bersama-sama satu replika dari masing-masing plot T dengan satu plot TC dan replika blok, idealnya di 4-6 lokasi (tetapi paling tidak 3) di daerah studi. Posisi blok setidaknya beberapa ratus meter terpisah satu sama lain, untuk memperhitungkan variabilitas kondisi (lereng, aspek, dll) di daerah studi. Lakukan perlakuan secara acak setiap plot T dalam setiap blok. Tanam pohon sebagai "baris penjaga" di sekitar setiap plot dan blok agar perlakuan ke masing-masing blok tidak saling mempengaruhi dan untuk mengurangi pengaruh tepi.

Rancangan percobaan harus memasukkan jenis lain dari kontrol plot yaitu "non-planted control" (NPC). Dalam plot NPC, tidak ada pohon yang ditanam dan vegetasi, yang khas di daerah penelitian di waktu tanam, dibiarkan untuk menjalani suksesi alami. Fungsi petak NPC adalah untuk menghasilkan data dasar tentang rata-rata alami pemulihan keanekaragaman hayati, dengan tidak adanya penanaman dan perlakuan restorasi hutan. Pemulihan keanekaragaman hayati di plot yang ditanam kemudian dibandingkan dengan apa yang akan terjadi jika keanekaragaman hayati pulih secara alami, jika restorasi hutan tidak pernah dilaksanakan. Asosiasikan satu NPC plot dengan masing-masing blok TC dan plot T. Plot-plot yang ditanami akan menarik perhatian burung, yang "melampaui batas" ke plot NPC, jika plot NPC berdekatan dengan plot yang ditanam. Jadi untuk menilai secara efektif dampak restorasi hutan pada komunitas burung, plot NPC harus ditempatkan minimal 100 meter dari plot yang ditanam.



Sebuah rancangan acak lengkap dengan 3 blok tersebar di seluruh daerah studi. Blok diposisikan pada setidaknya beberapa ratus meter terpisah dan tidak jauh dari sisa hutan. T= plot perlakuan; TC = plot kontrol dan NPC= plot kontrol non-tanam.

Jenis perlakuan seperti apa yang harus diuji di plot T?

Pertimbangkan faktor utama yang menghambat kelangsungan hidup dan pertumbuhan pohon di lokasi studi, dan rancang berbagai perlakuan untuk mengatasi faktor-faktor penghambat ini. Misalnya, jika nutrisi tanah terbatas, cobalah gunakan berbagai jenis pupuk dengan jumlah yang bervariasi yang diterapkan setiap waktu dan / atau pada frekuensi aplikasi. Alternatif lainnya adalah, percobaan dengan menambahkan kompos ke lubang tanam. Jika persaingan dengan gulma merupakan faktor penghambat yang paling jelas terlihat, maka cobalah berbagai teknik penyiangan (alat-alat manual atau herbisida?) dan / atau atur frekuensi penyiangan atau cobalah menggunakan mulsa padat (misalnya memangkas gulma atau gunakan karton bergelombang) untuk menekan perkecambahan benih gulma di sekitar pohon yang ditanam. Perlakuan lain yang bisa dilakukan adalah dengan mencoba memasukkan *polymer gel* atau *mycorrhizal inoculae* di lubang tanam atau merawat pohon dengan berbagai perlakuan pemangkasan sebelum tanam.

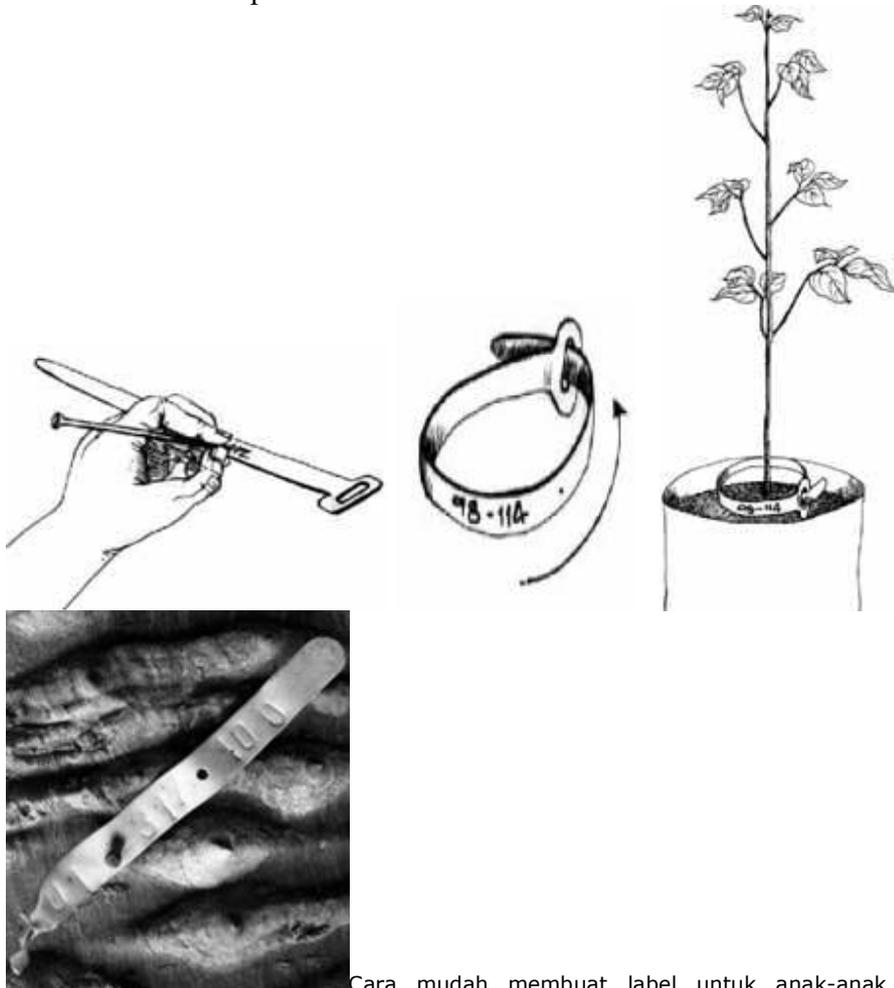
Berapa banyak pohon yang dibutuhkan untuk monitoring?

Menggunakan jarak yang direkomendasikan 1,8 meter antara pohon-pohon dan plot ukuran standar 40 x 40 meter, membutuhkan sekitar 500 pohon per plot. Dengan ukuran sampel minimum yang dapat diterima dari 20 individu per spesies,

ini memungkinkan kita untuk menguji paling banyak 25 spesies setiap tahunnya. Plot yang lebih besar dapat menampung lebih banyak spesies atau ukuran sampel yang lebih besar bagi masing-masing spesies.

Bagaimana seharusnya bibit pohon diberi label?

Buatlah label pada pohon di lahan pembibitan sebelum pohon-pohon tersebut ditanam. Alat terbaik yang bisa digunakan untuk membuat label pada anak-anak pohon yang akan ditanam adalah kepingan logam yang lembut, yang digunakan untuk mengikat kabel listrik di industri bangunan. Kepingan logam tersebut dapat dengan mudah dibentuk menjadi cincin di sekitar batang pohon. Gunakan nomor logam atau paku tajam untuk mengukir nomor identifikasi pada masing-masing label dan bengkokkan mereka ke dalam cincin di sekitar batang, di atas cabang terendah (jika ada). Hal ini dilakukan agar label tidak terkubur ketika pohon ditanam.



Cara mudah membuat label untuk anak-anak pohon dengan nomor-nomor yang unik adalah dengan menggunakan pengikat dari kabel listrik aluminium. Seiring dengan tumbuhnya pohon, label ini dapat dilepas dengan mudah dan dipaku ke batang pohon.

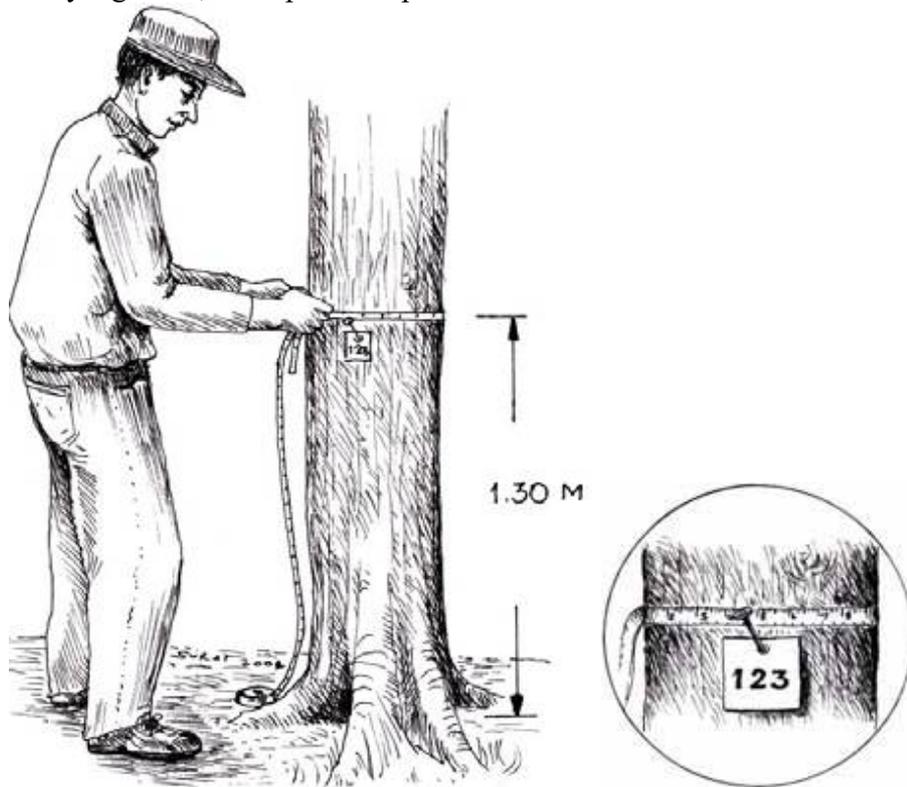
Alternatif lain yang bisa digunakan untuk membuat label pohon adalah dengan membuat label dari potongan kaleng soft-drink. Potong bagian atas dan bawah kaleng dan potong dindingnya menjadi lempengan. Sebuah pena yang keras dapat digunakan menekan

nomor identifikasi ke lempengan logam lunak (pada permukaan dalam). Lempengan tersebut dapat dibentuk menjadi cincin longgar di sekitar batang bibit pohon.

Mempertahankan label untuk tetap pada posisinya, pada pohon yang sedang tumbuh pesat tidak mudah. Seiring dengan pertumbuhan pohon, batang-batang yang makin membesar secara bertahap mendorong label sehingga bisa terlepas. Jika pemantauan dilakukan cukup sering, Anda akan dapat merubah posisi label atau mengganti label sebelum mereka hilang.

Setelah pohon-pohon tumbuh dengan memiliki lingkar 10 cm atau lebih, berukuran 1,3 meter di atas tanah (ketebalan pada ketinggian dada atau GBH), label yang lebih permanen dapat dipasang ke batang, untuk menandai ukuran ketebalan titik pada ketinggian 1,3 meter. Palu hanya 1/3 dari panjang paku ke batang pohon agar pertumbuhan pohon tidak terganggu. Gunakan paku galvanis ukuran 5 cm. Untuk pohon yang lebih besar, potong logam timah dari kaleng minuman menjadi ukuran segi empat yang besar agar nomor identifikasi dapat dibaca dari kejauhan.

Informasi minimum pada label setidaknya berisi tentang spesies dan nomor pohon. Informasi tambahan bisa termasuk jumlah plot dan tahun tanam, tetapi sistem apapun yang digunakan, tidak ada dua pohon dalam sistem keseluruhan plot memiliki angka label yang sama, tidak peduli kapan atau dimana mereka ditanam.



Untuk pohon-pohon yang besar, buat label yang lebih besar dari kaleng minuman lalu palu ke batang pohon pada ketinggian 1,3 meter. Ukur lingkar pohon pada titik ini.

Menulis rencana percobaan lapangan.

Siapkan dokumen kerja yang berisi informasi sebagai berikut:

- Sketsa peta dari sistem plot yang menunjukkan angka identifikasi plot dan plot mana yang akan menerima perlakuan.
- Daftar spesies yang ditanam di plot dan nomor label dari setiap pohon yang ditanam di setiap plot.
- Deskripsi standar protokol penanaman.
- Deskripsi perlakuan yang akan diterapkan dalam setiap plot dan jadwal aplikasinya.
- Jadwal monitoring.

Pastikan semua staf FORRU menerima salinan dokumen dan memahami peran mereka dalam membentuk, memelihara dan memonitor plot dan telah cukup terlatih dalam mengaplikasikan perlakuan-perlakuan tertentu.

Salah satu penyebab utama kegagalan percobaan adalah aplikasi perlakuan yang tidak memadai atau tidak konsisten.

BAGIAN 3 – PENGUMPULAN DATA

Apa cara yang paling sederhana untuk melakukan monitoring?

Salah satu cara yang paling efektif untuk menilai hasil percobaan restorasi hutan adalah fotografi. Foto-foto seringkali lebih mudah difahami daripada angka-angka statistik. Foto-foto bisa langsung menyampaikan keseluruhan keefektifan atau ketidak efektifan penanaman pohon. Foto sebelum dan setelah penanaman bisa sangat efektif untuk membujuk instansi kehutanan mengubah praktik tanam mereka. Di tengah semua plot, tandai posisi "titik foto" dengan tiang logam dan rekam koordinat GPS. Ambil foto dari sudut utara, selatan, timur, dan barat: i) sebelum persiapan lokasi; ii) pada hari tanam, dan iii) setiap tahun.

Kapan pengukuran dilakukan?

Untuk data kuantitatif lebih lanjut tentang kinerja spesies dan respon terhadap perlakuan silvikultur yang diterapkan, monitor pohon yang ditanam sekitar dua minggu setelah tanam, untuk memberikan garis dasar data untuk perhitungan pertumbuhan dan untuk menilai kematian yang datang tiba-tiba karena shock transplantasi dan penanganan yang kasar selama proses penanaman. Selanjutnya, monitor pada setiap akhir musim pertumbuhan (yaitu musim hujan). Tambahan pemantauan di akhir musim kemarau dapat memberikan informasi lebih rinci tentang kapan dan mengapa pohon mati. Pelaksanaan pemantauan yang paling penting adalah pada akhir musim hujan kedua setelah tanam, ketika data kinerja pertama dapat digunakan untuk mengukur seberapa dekat setiap spesies yang ditanam sesuai dengan jenis perintis standar.

Pengukuran seperti apa yang harus dibuat?

Tingkat kelangsungan hidup dan kesehatan - tingkat kelangsungan hidup yang tinggi setelah ditanam merupakan karakteristik paling penting dari suatu spesies pohon

kerangka. Selain itu, merekam kondisi umum dari pohon yang ditanam, masing-masing saat mereka diperiksa, dapat menghasilkan informasi yang berguna tentang kekuatan dan ketahanan dari setiap spesies yang ditanam terhadap faktor-faktor yang bisa merusak pohon seperti kebakaran atau serbuan ternak.

Tetapkan skor kesehatan (kondisi) sederhana 0 sampai 3 untuk masing-masing pohon, ditambah dengan catatan singkat tentang masalah kesehatan tertentu yang diamati.

Skor nol jika pohon tampaknya sudah mati. Banyak spesies pohon kerangka bersifat suka berganti daun, jadi jangan bingung jika menemukan pohon tanpa daun pada musim kemarau bersama dengan yang mati. Jangan lepaskan label pohon atau berhenti memonitor pohon-pohon tersebut, hanya karena mereka dapat nilai nol pada satu kesempatan. Banyak pohon yang sepertinya mati di permukaan mungkin masih memiliki akar hidup dan dapat kembali tumbuh tunas di masa depan. Skor 1 untuk pohon yang hampir mati (berdaun sedikit, kebanyakan daun berubah warna, mengalami kerusakan parah karena serangga, dll), 2 untuk pohon yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan tapi tetap mempertahankan dedaunan sehat lebih dari setengah dari mahkota mereka dan 3 untuk pohon yang kesehatannya sempurna atau hampir sempurna.

LEMBAR CATATAN DATA MONITORING

Monitoring pohon yang ditanam Planted Tree Monitoring

File Name:
Monitoring Data at MSM (Uri project)

Plot Name: 2006 Plot Location: Ban Mae Sa Mai watershed

Monitoring Date: 5th November 2006 Recorder/s: CK, PT, TS, SK

ORDER NUMBER	SPECIES NUMBER	LABEL NUMBER	PREVIOUS NOTE	ROOT COLLAR DIAMETER (mm)	HEIGHT (cm)	CROWN WIDTH (cm)	HEALTH SCORE (0-3)	WEED SCORE (0-3)	NOTE
401	344	10		15.0	49.5	56.0	3	3	
402	344	11		22.4	82.0	69.0	2	3	
403	344	12		29.4	185.0	95.0	2	3	
404	344	13		24.4	125.5	74.0	2	3	
405	344	14	DEAD						
406	344	15		13.6	46.0	71.0	2	3	
407	344	16		20.6	66.5	63.0	3	2	
408	344	17		12.4	76.0	83.0	2	3	
409	344	18		16.0	59.0	60.0	3	2	
410	344	19		12.8	47.5	51.0	2	3	
411	344	20		28.4	177.5	89.0	3	2	
412	364	1		10.2	52.0	50.0	2	3	
413	364	2		21.4	49.0	7.0	2	3	
414	364	3		19.3	111.0	96.0	3	2	
415	364	4		14.2	55.0	44.0	2	3	
416	364	5		15.4	54.0	68.0	3	3	
417	364	6		10.5	53.5	54.0	2	3	
418	364	7		13.7	86.0	77.0	2	3	
419	364	8		15.7	100.0	62.0	2	3	
420	364	9		19.4	98.0	57.0	2	3	
421	364	10		14.8	61.0	49.5	2	2	
422	364	11		16.9	102.0	94.5	2	3	

ama dengan untuk fenologi dan percobaan herbarium

Tambahan observasi yang mungkin membantu interpretasi data dan monitoring yang akan datang



Order number (susunan angka)= Menjaga susunan asli ketika menyortir *spreadsheet*.
 Previous one (yang sebelumnya) = dari kegiatan monitoring sebelumnya
 Health score (skor kesehatan)= melihat kesehatan dan daya tahan hidup

Weed score (skor gulma) = melihat skor tekanan kompetisi gulma
Spesies number (nomor spesies). Label number (angka label), root collar diameter = diameter leher akar, height = tinggi pohon.

Pertumbuhan- pada tahun pertama atau kedua setelah tanam, ukur ketinggian pohon yang ditanam dengan pita ukur 1,5 meter yang dipasang di atas tiang tegak dari pangkal batang ke meristem hidup tertinggi. Tiang pengukur teleskopik dapat digunakan untuk mengukur pohon yang memiliki ketinggian sampai dengan 10 meter. Untuk melanjutkan pemantauan pohon setelah pohon tersebut tumbuh tinggi, pengukuran GBH lebih mudah dibuat dan dapat digunakan untuk menghitung tingkat pertumbuhan pohon.

Menggunakan pengukuran tinggi untuk menghitung laju pertumbuhan pohon bisa bermasalah, karena kadang-kadang tunas dapat rusak (misalnya oleh serangga pemakan batang atau tidak sengaja terpotong saat melakukan penyiangan), yang mengakibatkan tingkat pertumbuhan negatif, meskipun pohon mungkin akan tumbuh dengan sangat pesat. Akibatnya, pengukuran diameter leher akar (RCD) atau GBH sering memberikan penilaian yang lebih stabil terhadap pertumbuhan pohon. Untuk pohon yang lebih kecil, gunakan kaliper untuk mengukur RCD pada titik terlebar (lihat p 61). Setelah pohon telah tumbuh cukup tinggi untuk mengembangkan lingkaran pada ketinggian dada 10 cm, untuk pertama kali ukur RCD dan GB. Untuk selanjutnya ukur GBHnya saja.

Pemberantasan gulma adalah karakteristik kerangka kerja lainnya yang dapat dengan mudah diukur. Ukur lebar kanopi dan gunakan sistem penilaian sederhana untuk tutupan gulma. Gunakan pita pengukur untuk mengukur lebar mahkota pohon di bagian terlebarnya. Bayangkan sebuah lingkaran sekitar 1 meter dengan diameter sekitar pangkal pohon. Skor 3 jika tutupan gulma sangat banyak di seluruh lingkaran; skor 2 jika tutupan gulma dan tutupan sampah daun jumlahnya sedang; skor 1 jika hanya beberapa gulma yang tumbuh dalam lingkaran yang sebagian besar tertutup oleh sampah daun dan 0 untuk tidak ada gulma. Skor gulma harus dicatat 4-6 minggu setelah penyiangan jenis apa pun dilakukan.

Ini adalah parameter dasar "kinerja lapangan" yang diperlukan untuk memilih spesies pohon kerangka. Penilaian karakteristik bidang yang tersisa, daya tarik bagi satwa menyebarkan benih, tercakup dalam Bagian 5. Untuk mengumpulkan data, bekerjalah berpasangan. Pekerja pertama menemukan pohon yang berlabel dan membuat pengukuran, sedangkan rekan kerjanya mencatat informasi di lembar data yang telah disiapkan. Satu pasangan dapat mengumpulkan data sebanyak 500 pohon per hari (yaitu satu plot berukuran 40 x 40 meter). Siapkan lembaran data terlebih dahulu, termasuk daftar angka identifikasi semua pohon yang ditanam dalam masing-masing plot. Selama bekerja di lapangan, bawa salinan data yang dikumpulkan saat monitoring sesi sebelumnya. Hal ini akan membantu Anda menyelesaikan masalah-masalah di lapangan, terutama untuk pohon yang mungkin telah kehilangan label.



Tingkat pertumbuhan yang meengesankan dapat dicapai dengan metode spesies pohon kerangka. Semua pohon ini berusia 16 bulan. Dari belakang ke depan: *Balakata baccata*, *Macaranga denticulata* dan *Hovenia dulcis*.

BAGIAN 4- INTERPRETASI DAN ANALISIS DATA

Mengorganisir lembar data kerja (spreadsheet)

Masukkan data lapangan ke dalam spreadsheet komputer. Sisipkan data baru di sebelah kanan data yang dikumpulkan sebelumnya, sehingga satu baris mewakili kemajuan pohon secara individu yang berjalan secara kronologis dari kiri ke kanan. Selanjutnya, urutkan data pada baris. Baris pertama berisi tentang jumlah spesies dan yang berikutnya dengan nomor pohon. Baris ini berisi semua pohon dari spesies yang sama. Masukkan tanggal dimana data dikumpulkan dalam sel tepat di atas setiap kolom atas. Kemudian pisahkan spreadsheet menurut kolom (kiri ke kanan), pertama dengan judul kolom (baris 2) dan kemudian menurut tanggal (baris 1). Ini mengelompokkan parameter yang sama secara bersama-sama dalam urutan kronologis dari kiri ke kanan. Data sekarang dapat mudah dipindai untuk fitur-fitur yang menarik atau anomali dan dimanipulasi untuk mengambil nilai-nilai yang diperlukan di bawah ini untuk analisis statistik lebih rinci.

Membandingkan Spesies

Mulailah dengan pohon di plot TC saja, baca spreadsheet dan hitung jumlah pohon yang bertahan hidup. Jika jumlah yang sama setiap spesies pohon ditanam di setiap plot, silahkan masukkan jumlah pohon yang bertahan hidup ke dalam spreadsheet yang baru, dengan spesies sebagai judul kolom dan satu baris per blok (atau replikanya). Jika beragam spesies diwakili oleh jumlah pohon yang berbeda di setiap plot, maka hitunglah persentase kelangsungan hidup di masing-masing plot dan masukkan data tersebut ke spreadsheet yang baru.

Sebuah contoh ANOVA (lihat Lampiran Bagian 2) untuk membandingkan kelangsungan hidup di antara spesies ditampilkan pada halaman 86. Dalam hal ini, masing-masing spesies setara dengan "perlakuan" (tidak ada kendali) dan jumlah blok adalah 4. Hal ini menghasilkan RDF tinggi ("sisa derajat kebebasan ") dari $(20-1) \times (4-1) = 57$ dan hasil robust ANOVA.

Sortir data terlebih dahulu dengan nomor spesies, setelah itu baru nomor pohon.

↓

Plot No.	Species No.	Tree No.	15/7/98	19/11/98	9/11/99	5/10/00	15/7/98	19/11/98	9/11/99	5/10/00
			HEALTH SCORE (0-3)	HEALTH SCORE (0-3)	HEALTH SCORE (0-3)	HEALTH SCORE (0-3)	HEIGHT (cm)	HEIGHT (cm)	HEIGHT (cm)	HEIGHT (cm)
1	7	1	3	3	2	3	39	93	147	231
1	7	2	3	2	3	3	39	109	173	267
1	7	3	2	3	3	3	53	144	229	347
1	7	4	2	NF	0	0	56	NF	-	-
1	7	5	3	3	3	3	59	164	265	354
1	7	6	2.5	0	0	0	32	-	-	-
1	7	7	3	3	3	3	43	81	128	252
1	7	8	3	3	3	3	41	68	108	171
1	7	9	0.5	0	1	2	30	-	21	40
1	7	10	3	2.5	3	3	64	63	237	300
1	7	11	3	0.5	3	3	49	48	160	300
1	7	12	0.5	0	NF	0	34	-	NF	-
1	7	13	2.5	0	0	0	44	-	-	-
1	7	14	2	1.5	3	2.5	30	29	106	297
1	7	15	2	2	0	0	27	26	-	-
1	7	16	3	2.5	3	3	23	43	90	125
1	7	17	3	3	2.5	3	37	51	140	166
1	7	18	3	2.5	3	0	39	60.5	20	-
1	7	19	3	3		3	28	99	NF	341
1	7	20	2.5	2.5	1.5	3	35	46.5	53	110

Nilai p-value diantara spesies (pada kolom-kolom) yang lebih rendah dari 0,5 menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kelangsungan hidup di antara spesies. Selanjutnya, gunakan paired t-test untuk menentukan spesies mana yang berbeda satu sama lain (lihat Lampiran, Bagian 3).

Prosedur yang sama dapat diikuti pada nilai rata-rata di masing-masing plot TC dan untuk setiap jenis parameter berikut: tinggi, diameter leher akar (RCD), lebar mahkota, dan tingkat pertumbuhan relatif.

Pengurangan rata-rata pada skor gulma, sebagai indikasi kemampuan setiap spesies untuk menekan kompetisi gulma, juga dapat dikenakan analisis yang sama untuk melengkapi data lebar mahkota. Untuk setiap pohon, kurangi skor gulma yang dicatat pada akhir musim hujan kedua setelah tanam dengan yang tercatat pada akhir musim hujan pertama. Hitung pengurangan rata-rata skor gulma untuk setiap spesies di setiap plot TC dan gunakan analisis ANOVA untuk menghitung nilai rata-ratanya.

Membandingkan Perlakuan yang diterapkan

Pengaruh perlakuan terhadap spesies secara individu dapat ditentukan dengan menggunakan prosedur analitis yang persis sama. Dari spreadsheet utama, hitung

jumlah pohon yang bertahan hidup (atau menghitung persentase tingkat kelangsungan hidup) untuk spesies tunggal untuk semua perlakuan, dan plot TC di semua blok. Buat sebuah spreadsheet baru, dengan perlakuan sebagai kolom judul dan blok (atau replikanya) sebagai baris dan gunakan analisis ANOVA dengan cara yang sama.

Ganti data mengenai kelangsungan hidup dengan nilai rata-rata untuk tinggi plot, RCD, RGR, lebar mahkota dan pengurangan skor gulma untuk menentukan efek dari perlakuan pada aspek lain dari kinerja lapangan. Kemudian ulangi prosedur yang sama untuk semua spesies lain.

Perlakuan yang berbeda akan mempengaruhi spesies yang berbeda dengan cara yang berbeda pula. Memberikan perlakuan yang optimal secara individu untuk masing-masing spesies dalam plot dengan spesies 20 atau lebih merupakan hal yang tidak praktis. Oleh karena itu, tujuan analisis ini adalah untuk menentukan kombinasi perlakuan optimum yang memiliki dampak positif pada sebagian besar spesies yang ditanam.

15/7/98	19/11/98	9/11/99	5/10/00	19/11/98	9/11/99	5/10/00	9/11/99	5/10/00
RCD (mm)	RCD (mm)	RCD (mm)	RCD (mm)	WEED SCORE (0-3)	WEED SCORE (0-3)	WEED SCORE (0-3)	WIDTH OF CANOPY (cm)	WIDTH OF CANOPY (cm)
6.2	14.8	23.3	36.7	3	2.5	1	73	115
7.1	17.3	27.5	45.6	2.5	2	2	86	143
9.4	22.9	36.4	55.1	3	2	1	114	173
9.2	NF	-	-	NF	-	-	-	-
10.1	26.2	42.2	56.3	1.5	1	0.5	148	200
6.7	-	-	-	-	-	-	-	-
5.5	12.9	20.3	40.1	1	1	0.5	64	126
4.5	10.8	17.1	27.2	1.5	1	1	95	150
6.1	-	2.1	5.4	-	-	-	-	-
6.7	18.2	29.6	59	1.5	1	1	150	200
5.1	13.4	21.6	47	1.5	1	2	103	200
4.3	-	NF	-	-	NF	-	NF	-
6.5	-	-	-	1.5	-	-	-	-
5.6	9.3	13	37	1.5	2	2	93	150
5.6	6.1	-	-	1.5	-	-	-	-
3.2	10.6	18	21	1.5	1.5	1	80	75
5.4	15.2	25	22	1.5	2	1	90	125
4.3	3.9	3.4	-	1.5	1.5	-	23	-
5.9	24	NF	54	1.5	NF	0	NF	200
5.6	9.2	12.8	14	1.5	0.5	2	65	108

Lalu buat kolom dengan judul dan diikuti oleh tanggal untuk mengelompokkan parameter secara bersama-sama dalam susunan yang kronologis dari kiri ke kanan.

CONTOH ANALISIS PERBANDINGAN SPESIES DI LAPANGAN PERCOBAAN

Contoh ini menggunakan ANOVA untuk menentukan perbedaan tingkat kelangsungan hidup di antara 20 jenis calon pohon kerangka yang ditanam di 4 replika blok. Jumlah pohon hidup pada akhir musim hujan kedua setelah tanam di setiap blok dihitung dalam spreadsheet standar (lihat halaman sebelumnya) dan masukkan ke spreadsheet baru, lalu siap untuk dianalisa dengan menggunakan analisis Toolpak yang merupakan *Add In* yang dibundel dengan MS Excel.

SPECIES

	\$1	\$2	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$9	\$10	\$11	\$12	\$13	\$14	\$15	\$16	\$17	\$18	\$19	\$20
Block 1	24	4	10	2	25	20	15	10	2	14	25	24	18	5	7	8	12	17	1	5
Block 2	22	2	11	3	25	21	16	13	3	15	24	24	13	6	8	9	13	16	2	6
Block 3	26	3	12	2	25	23	14	14	5	16	25	25	18	7	9	8	14	15	1	7
Block 4	25	4	13	3	24	22	15	13	6	13	24	23	18	8	7	7	13	17	2	6

Menggunakan analisis ToolPak untuk "ANOVA: Dua-Faktor Tanpa Replikasi" akan menghasilkan ringkasan tabel nilai rata-rata yang ditampilkan di sini. Perbedaan nilai rata-rata untuk blok tidak besar tetapi terlihat ada perbedaan besar di antara spesies dari segi jumlah pohon yang masih bertahan hidup.

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
Block 1	20	248	12.4	68.0421053
Block 2	20	252	12.6	59.7263158
Block 3	20	269	13.45	67.4184211
Block 4	20	263	13.15	58.3447368

\$1	4	97	24.25	2.91666667
\$2	4	13	3.25	0.91666667
\$3	4	46	11.5	1.66666667
\$4	4	10	2.5	0.33333333
\$5	4	99	24.75	0.25
\$6	4	86	21.5	1.66666667
\$7	4	60	15	0.66666667
\$8	4	50	12.5	3
\$9	4	16	4	3.33333333
\$10	4	58	14.5	1.66666667
\$11	4	98	24.5	0.33333333
\$12	4	96	24	0.66666667
\$13	4	67	16.75	6.25
\$14	4	26	6.5	1.66666667
\$15	4	31	7.75	0.91666667
\$16	4	32	8	0.66666667
\$17	4	52	13	0.66666667
\$18	4	65	16.25	0.91666667
\$19	4	6	1.5	0.33333333
\$20	4	24	6	0.66666667

Meskipun perbedaan-perbedaan antara blok kecil, dengan P-value kurang dari 0,05, yang menunjukkan bahwa perbedaan tersebut signifikan dan desain RCB dibenarkan. Dengan P-value yang sangat kecil di antara spesies yaitu 1.49E- 44, pasti ada beberapa perbedaan besar dan signifikan dari segi kelangsungan hidup di antara beberapa spesies tersebut. Untuk mengetahui mana yang menggunakan paired t-test (kebalikannya).

ANOVA							
	Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Blocks	Rows	14.1	3	4.7	3.600806	0.018762	2.766438
Species	Columns	4742.7	19	249.6158	191.2379	1.49E-44	1.771972
	Error	74.4	57	1.305263			
	Total	4831.2	79				

BAGIAN 5 – PENYEMAIAN LANGSUNG

Penyemaian langsung adalah pembentukan pohon di lokasi gundul dengan menabur benih bukan dengan menanam anak-anak pohon yang telah dikembangbiakkan di lahan pembibitan. Menanam pohon di lahan pembibitan dan kemudian memindahkan mereka ke lokasi gundul membutuhkan biaya yang mahal. Selain itu, kontrol kualitas konstan diperlukan untuk mencegah pohon yang ditanam di lahan pembibitan tidak mengalami kelainan bentuk akar atau akarnya bisa tumbuh melampaui wadahnya. Bahkan meskipun dengan pengerasan, tingkat rata-rata kematian pohon yang tumbuh di lahan pembibitan masih tinggi pada minggu-minggu pertama setelah ditanam, karena kerasnya kondisi lahan yang sudah rusak.

Penyemai langsung berpotensi dapat mengatasi permasalahan tersebut dan menghilangkan kebutuhan biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan pembibitan di lahan pembibitan. Namun, pembibitan langsung tidak bisa dilakukan untuk banyak jenis pohon. Bibit-bibit pohon yang ditaburkan di daerah-daerah gundul sangat rentan terhadap pemangsa (Hau, 1997). Rendahnya tingkat perkecambahan dapat disebabkan pengeringan benih di lokasi terbuka (Woods dan Elliott, 2004) dan, bagi benih yang berkecambah, persaingan yang ketat dari sekitar gulma sering menyebabkan kematian bibit tinggi. Kombinasi faktor-faktor ini dapat mengakibatkan kegagalan pembenihan pohon secara langsung ke kanopi yang tertutup dan lokasi yang dituju.

Keberhasilan atau kegagalan penyemaian langsung untuk setiap jenis pohon tergantung pada kombinasi berbagai faktor, termasuk struktur dan dormansi benih, daya tarik benih terhadap pemangsa benih, kepekaan benih terhadap pengeringan, kondisi tanah dan vegetasi sekitarnya. Oleh karena itu diperlukan eksperimen untuk menentukan mana yang lebih baik apakah suatu spesies pohon yang akan ditanam dilakukan dengan pembenihan langsung atau dengan melakukan semaian terlebih dahulu di lahan pembibitan serta untuk menentukan berapa biaya yang bisa dihemat (jika ada).

Informasi apa yang diperlukan untuk melaksanakan percobaan penyemaian langsung?

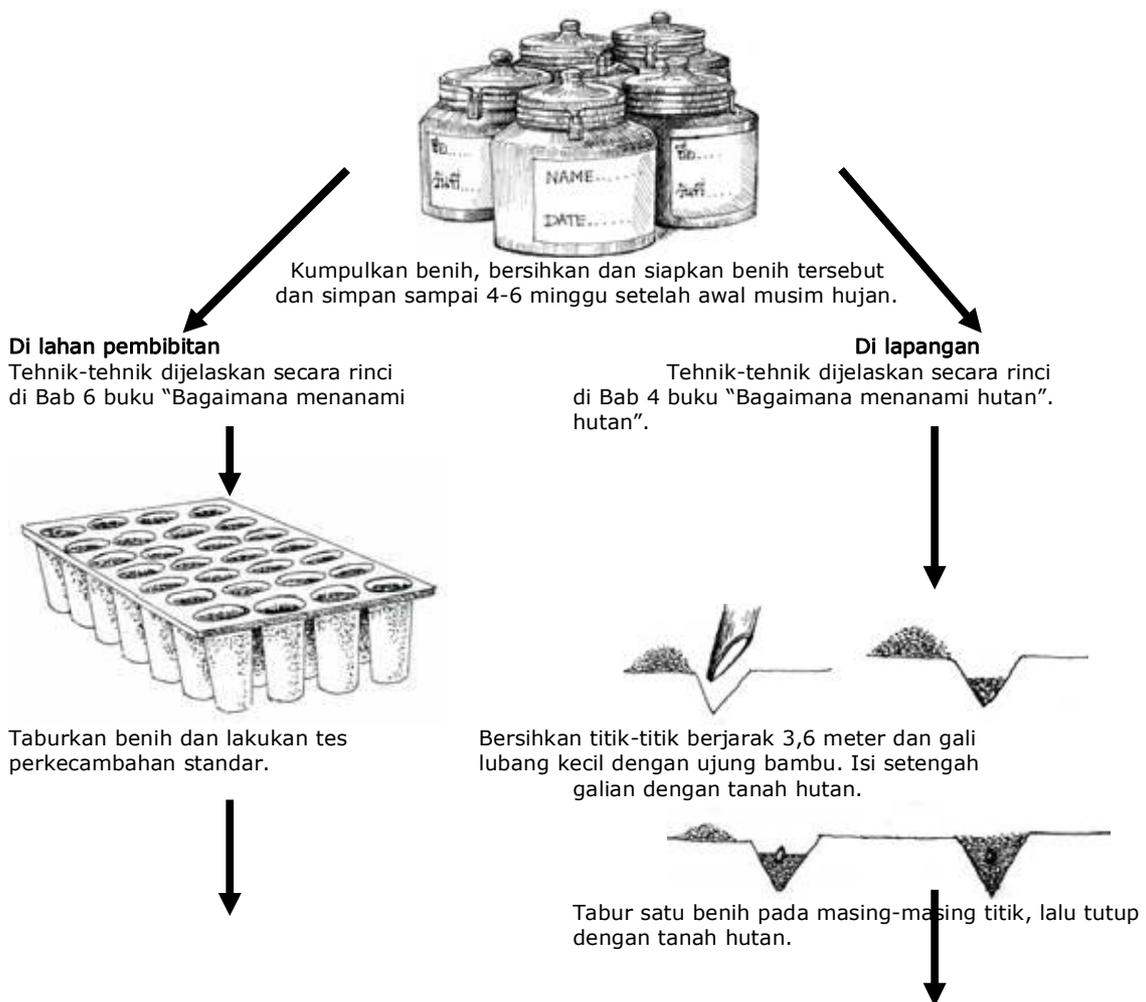
Sebelum percobaan penyemaian langsung dapat dimulai, pertama-tama perlu diketahui: i) apa perlakuan pra-menabur optimal yang bisa dilakukan untuk mempercepat perkecambahan biji dan, ii) jika pembuahan tidak terjadi di waktu optimum untuk pembibitan langsung (yaitu 4-6 minggu setelah permulaan musim hujan), apa penyimpanan benih protokol terbaik untuk mempertahankan kelangsungan hidup benih dari tanggal pengumpulan benih ke tanggal penyemaian langsung.

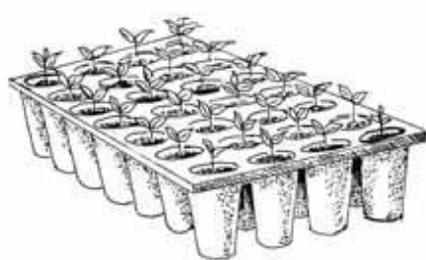
Percobaan pembibitan yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan ini dijelaskan di Bagian 3. Percobaan tersebut membutuhkan waktu setidaknya satu tahun sebelum percobaan penyemaian langsung dapat dimulai.

	S1	S2
Mean	24.25	3.25
Variance	2.916667	0.916667
Observations	4	4
Pearson Correlation	0.560612	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	3	
t Stat	29.69848	
P(T<=t) one-tail	4.19E-05	
t Critical one-tail	2.353363	
P(T<=t) two-tail	8.38E-05	
t Critical two-tail	3.182446	

Menghasilkan P-value (two tail) dari 8.38E-05, paired t-test ini mengkonfirmasi bahwa kelangsungan hidup Spesies 1 secara signifikan lebih tinggi dari Spesies 2.

Langkah-langkah rancangan percobaan penyemaian langsung





Monitor perkecambahan setiap minggu.



Pindahkan hasil semaian ke dalam pot



Pindahkan anak-anak pohon yang tumbuh di lahan pembibitan ke lapangan. Tanam satu anak pohon yang tumbuh di lahan pembibitan berdekatan dengan anak pohon yang tumbuh melalui semaian langsung (berjarak sekitar 1,8 meter) untuk menghasilkan pasangan pohon dan selanjutnya monitor perkembangan keduanya.

Salah satu penyebab utama kegagalan pembenihan langsung adalah pemangsa benih. Jika benih diberi perlakuan agar perkecambahan bisa lebih cepat sebelum mereka ditabur ke lokasi yang gundul, waktu yang tersedia bagi pemangsa benih untuk mencari dan mengkonsumsi biji berkurang sehingga kemungkinan benih tersebut bertahan cukup lama untuk berkecambah akan meningkat. Namun, terkadang perlakuan yang diberikan untuk mempercepat perkecambahan di lahan pembibitan dapat meningkatkan risiko pengeringan benih di lapangan atau membuat biji lebih rentan dimangsa semut dengan merusak tunas.

Untuk jenis pohon dengan bibit bandel yang sulit untuk disimpan, penyemaian langsung hanya merupakan pilihan bagi spesies yang berbuah di waktu optimum penyemaian langsung.

Bagaimana melakukan percobaan penyemaian langsung?

Kumpulkan benih dari beberapa pohon, gabung dan campur benih-benih tersebut, bersihkan dan siapkan benih dengan cara standar dan, jika perlu, simpan benih-benih tersebut sampai 4-6 minggu setelah awal musim hujan, dengan menggunakan

rencana rinci penyimpanan yang paling efisien yang dikembangkan dari percobaan sebelumnya.

Di lahan pembibitan, tabur benih ke dalam baki modular dan lakukan standar uji perkecambahan, yang membandingkan kontrol benih (tidak dengan perlakuan tertentu) dengan benih-benih yang mengalami perlakuan yang paling efisien, yang dikembangkan dari percobaan sebelumnya, untuk mempercepat perkecambahan.

Untuk di lapangan, gunakan rancangan percobaan yang sama seperti pada lahan pembibitan, dengan jumlah perlakuan dan kontrol replika yang sama dan benih yang sama di masing-masing tempat, tapi selain menggunakan baki perkecambahan modular, tabur benih di tempat pembibitan langsung, yang ditandai dengan tiang bambu, berjarak sekitar 3,6 meter terpisah dari lokasi studi. Tabur satu benih di setiap titik.

Monitor perkecambahan setiap minggu baik di lapangan maupun di lahan pembibitan dan analisa hasil dengan menggunakan teknik yang sudah dijelaskan di Bab 3, Bagian 4. Setelah perkecambahan selesai di lapangan, cobalah untuk menggali dan periksa setiap benih yang tidak berkecambah. Hal ini dapat membantu menentukan berapa banyak bibit yang telah dipindahkan atau dirusak oleh pemangsa benih dan berapa banyak yang masih berkecambah serta berapa banyak yang memang gagal berkecambah.

Setelah perkecambahan berakhir, transfer benih di lahan pembibitan yang telah berkecambah ke dalam pot dengan cara biasa. Gunakan standar protokol yang dikembangkan dari percobaan sebelumnya, untuk menumbuhkan tanaman di lahan pembibitan. Monitor dan analisa pertumbuhan seperti yang dijelaskan di Bab 3, bagian 6. Monitor juga tanaman di lapangan dengan cara yang sama.

Jika anak-anak pohon telah tumbuh di lahan pembibitan dan telah cukup tinggi untuk ditanam di luar lahan pembibitan, pindahkan anak-anak pohon tersebut ke lapangan 4 sampai 6 minggu setelah awal musim hujan dimulai. Ini mungkin akan memerlukan waktu sekitar satu atau dua tahun setelah penanaman langsung dilakukan. Tanam satu pohon yang merupakan hasil perkecambahan di lahan pembibitan berdampingan dengan anak pohon yang ditanam dengan penyemaian langsung (berjarak sekitar 1,8 meter satu sama lain) untuk menghasilkan pasangan pohon. Monitor perkembangan pohon-pohon tersebut selama setidaknya dua tahun setelah dikeluarkan dari lahan pembibitan. Gunakan paired t-test untuk membandingkan pertumbuhan kedua pohon.



Penyemaian langsung akan menghemat biaya restorasi hutan, akan tetapi eksperimen tetap diperlukan untuk menentukan spesies mana yang tumbuh dan bertahan lebih baik.

Percobaan lain dengan penyemaian langsung

Ada banyak perlakuan lain yang dapat dimasukkan ke dalam rancangan eksperimen dasar. Jika penutupan lubang benih gagal mencegah pemangsa benih di lapangan, cobalah bereksperimen dengan merawat benih menggunakan zat pembasmi kimia untuk membuat benih tidak menarik bagi pemangsa benih. Jangan lupa untuk menguji dampak dari zat pembasmi kimia pada kecambah di lahan pembibitan, untuk mengetahui apakah zat pembasmi tersebut juga berpengaruh terhadap perkecambahan.

Percobaan dengan berbagai prosedur perawatan di sekitar titik penyemaian langsung juga dapat meningkatkan hasil. Cobalah mengubah cara penyiangan atau letakkan tikar mulsa di sekitar titik penyemaian langsung untuk mencegah pertumbuhan gulma di sekitar bibit muda, terutama dalam beberapa bulan pertama setelah perkecambahan atau taburkan lebih dari satu biji pada setiap titik penyemaian langsung untuk mengatasi dampak rendahnya tingkat perkecambahan.

Untuk akhir dari uji coba penyemaian langsung, coba lakukan pembibitan lewat udara, khususnya untuk lokasi yang tidak dapat diakses. Masukkan biji ke dalam kerucut kertas, dengan sedikit polimer gel, pupuk dan inokulum mikoriza. Jatuhkan kerucut dari pesawat yang terbang rendah. Jika beruntung, benih-benih tersebut bisa menembus tutupan gulma dan akan menyebar di atas tanah sebelum membusuk. Semoga Anda bisa menikmati pekerjaan memonitor percobaan seperti ini!

Bisakah penyemaian langsung menghemat uang?

Karena penyemaian langsung tidak memerlukan pembibitan untuk menumbuhkan pohon, maka restorasi hutan yang dilakukan lebih ekonomis. Meskipun biaya pembibitan bisa ditekan, penyemaian langsung sangat memerlukan penyiangan sekitar titik penyemaian, sejak awal pertumbuhan. Saat ini kecambah sangat rentan terhadap persaingan dengan gulma. Penggunaan pupuk dan tikar mulsa di sekitar titik penyemaian langsung pada tahun pertama juga membutuhkan biaya tambahan. Oleh karena itu, simpan laporan lengkap dari semua biaya yang dibutuhkan untuk seluruh percobaan pembenihan langsung untuk menentukan apakah teknik tersebut benar-benar lebih hemat untuk memperbaiki hutan.

Penelitian oleh FORRU-CMU menunjukkan bahwa hanya beberapa spesies pohon kerangka yang cocok untuk pembibitan secara langsung, kebanyakan merupakan jenis pohon perintis atau pohon dengan biji besar yang kulitnya keras, yang tahan terhadap pemangsa benih. Oleh karena itu, rancangan yang paling memungkinkan adalah penyemaian langsung spesies pohon perintis dilengkapi dengan menanam pohon setahun kemudian. Rancangan tersebut akan mengurangi jumlah pohon yang harus ditanam di lahan pembibitan (yang akan mengurangi biaya yang dibutuhkan di lahan pembibitan) tapi tidak akan sepenuhnya menghilangkan kebutuhan akan lahan pembibitan untuk proyek-proyek restorasi hutan.



Penyemaian langsung pasti berhasil untuk beberapa spesies. Bandingkan pohon *Sarcosperma arborea* yang disemai langsung di lapangan (pohon yang tumbuh di sebelah kiri) dengan pohon yang disemai di lahan pembibitan (pohon yang tumbuh di sebelah kanan), yang dikecambahkan dari kumpulan benih yang sama.

BAB 5 MEMONITOR PEMULIHAN HUTAN

BAGIAN 1 MENILAI PRODUKSI SUMBER DAYA MARGASATWA

BAGIAN 2 PEMANTAUAN MARGASATWA

BAGIAN 3 PEMANTAUAN PEREMAJAAN HUTAN



Regenerasi alami yang terjadi di plot yang berusia 9 tahun yang ditutupi sampah daun yang terbentuk dengan baik.



Teropong sangat penting untuk melakukan survei burung (gambar kiri) meskipun kehadiran burung dapat juga dideteksi dengan cara lain (gambar kanan).



Fenologi yang dilakukan secara teratur akan menghasilkan banyak data pemulihan keanekaragaman hayati yang diperlukan.



Mengidentifikasi regenerasi alami dan memonitor tingkat pertumbuhan dan daya tahan hidupnya sangat penting (gambar kiri), seperti pada bunga dan buah pertama dari pohon yang ditanam (gambar tengah dan gambar kanan).

MEMONITOR PEMULIHAN HUTAN

Tujuan akhir dari pemulihan hutan adalah untuk membangun kembali keaslian dari keanekaragaman hayati dalam ekosistem hutan, mulai dari jamur sampai dengan gajah. Tujuan dari pemantauan keanekaragaman hayati tersebut adalah selain untuk menentukan sejauh mana dan seberapa cepat pemulihan hutan ini dapat terjadi, pada akhirnya juga untuk menilai keberhasilan dari teknik pemulihan hutan yang diujikan tersebut. Namun, memantau seluruh keanekaragaman hayati tidaklah mudah untuk dilaksanakan, sehingga untuk pemulihan hutan, pemantauan keanekaragaman hayati harus dipusatkan pada bagian-bagian yang berhubungan secara langsung dengan pembangunan kembali mekanisme peremajaan hutan alam, terutama penyebaran benih dan penentuan semaian bibit dari jenis pohon yang masih muda (yaitu jenis pohon yang baru tumbuh, bukan termasuk tumbuhan yang telah ditanam).

Empat pertanyaan kritis tersebut adalah:

- Apakah pepohonan (dan/atau teknik-teknik ANR) yang memberikan hasil pada waktu yang cepat (contohnya, bunga, buah, dsb) kemungkinan akan menarik hewan yang akan menyebarkan benih pohon tersebut?
- Apakah hewan penyebar benih itu terdapat di daerah tersebut, dan jika demikian, apakah penyebaran tersebut sebenarnya terjadi disebabkan oleh hasil sumber daya alam yang terdapat pada pohon tersebut?
- Apakah benih, yang dibawa oleh hewan-hewan tersebut, benar-benar tumbuh dan meningkatkan jumlah spesies dari bibit pohon secara alami yang akan terus mengatur berkembangnya tanaman pohon?
- Apakah penyebaran benih melalui angin juga dapat berkembang secara alami?

Di sini kami menyajikan beberapa cara yang dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas. Pemantauan yang sedang dilakukan menunjukkan bahwa pohon yang ditanam dapat memberikan hasil dalam jangka waktu 2-3 tahun, sedangkan pemulihan keanekaragaman hayati membutuhkan waktu yang lebih lama lagi, pemantauan keanekaragaman hayati harus dilakukan dalam jangka waktu 5-10 tahun, tetapi dengan jarak waktu pemantauan yang tidak terlalu sering.

Sebagaimana yang telah disebutkan dalam Bab 4, persyaratan untuk pemantauan keanekaragaman hayati harus dipertimbangkan sejak awal percobaan lapangan selama pembuatan desain FTSP. Plot kontrol yang tidak ditanami harus dimasukkan ke dalam FTSP, kemudian peninjauan keanekaragaman hayati harus dilakukan dalam pengawasan dan begitu juga dengan plot-plot yang akan ditanami, sebelum persiapan lokasi dilakukan. Ini merupakan data dasar yang penting, dimana perubahan keanekaragaman hayati berikutnya dapat dibandingkan. Keanekaragaman hayati tersebut selanjutnya ditinjau di kedua lokasi yaitu plot kontrol dan plot yang ditanami dan dibandingkan dengan daerah didekatnya, hutan sisa (hutan target)

Setelah masing-masing pengumpulan data dilakukan, 2 jenis perbandingan dilakukan, i) perbandingan antara data setelah percobaan dan data awal (pra-tanam) ii) perbandingan plot kontrol dan plot yang ditanami. Dengan cara ini, peningkatan pemulihan keanekaragaman hayati, yang berhasil dilakukan dengan penanaman pohon, dapat dibedakan dari hal yang berkaitan dengan rangkaian ekologi alam. Pemulihan keanekaragaman hayati

secara relatif kemudian dapat dihitung berdasarkan persentase pada catatan dengan metode yang sama di hutan target.



Terdapat sebuah sarang burung di atas pohon *Betula Alnoides* hanya dalam jangka waktu 2 tahun setelah masa tanam. Pemantauan dengan cara fenologi dapat mengungkapkan bahwa pepohonan dapat memberikan tempat tinggal bagi satwa liar.

BAGIAN 1 – MENILAI PRODUKSI SUMBERDAYA SATWA LIAR

Studi fenology.

Hanya dengan berkonsentrasi bekerja di plot-plot yang ditanami dan mencatat pepohonan yang berbunga dan berbuah dapat menghasilkan sebagian besar data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan pertama pada halaman sebelumnya. Buatlah sebuah sistem jalan setapak di seluruh bagian tengah-tengah plot tersebut. Lalui jalan setapak tersebut setiap bulan, catat data pada setiap pohon yang berjarak 10 meter di kedua sisi jalan setapak:

Tanggal pengamatan : nomor identifikasi plot/blok:

Jumlah pohon (termasuk jumlah spesies pohon):

Bunga/buah : gunakan sistem penilaian 0-4 pada Bab 3.

Tanda-tanda adanya satwa liar : sarang, jejak, kotoran dan lain sebagainya di atas atau yang berada di dekat pohon tersebut.

Mengamati hewan yang terdapat pada pohon tersebut secara langsung: makan, burung bertengger di pohon dan sebagainya.

Masukkan setiap pengamatan, ke dalam sebuah lembar kerja, untuk memudahkan penggabungan data dari jenis pohon atau tanggal. Tentukan usia termuda (sejak masa tanam), dimana jenis individu pertama mulai berbunga dan berbuah. Frekuensi pengamatan (pada spesies tersebut) dapat digunakan sebagai pertanda umum bahwa jenis pohon tersebut rata-rata telah berbunga/berbuah pada tingkatannya. Untuk lebih jelasnya lagi, ukurlah lingkaran batang pada ketinggian pohon setinggi dada (atau RCD), dan tinggi dari setiap pohon yang telah berbunga dan berbuah, untuk membuat hubungan antara ukuran pohon dan usia pohon.

Beberapa jenis pohon yang sedang berbunga dapat terhambat pertumbuhannya jika terlalu banyak dipenuhi oleh mahkota bunga pohon tersebut. Jika terdapat beberapa perbedaan pada suatu jenis pohon yang sedang berbunga, penilaian pada pengamatan pohon yang sedang berbunga tersebut dapat juga dicatat.

Selain menilai produksi sumber daya satwa liar pada pohon yang sedang ditanam, peninjauan secara bulanan dapat juga memberikan informasi tambahan tentang pohon yang sedang ditanam, seperti gangguan hama dan penyakit dan peringatan tentang gangguan sejak dini pada plot yang ditanami yang disebabkan oleh aktifitas manusia. Jenis aktifitas pemantauan sederhana secara kualitatif ini adalah cara terbaik untuk melibatkan masyarakat setempat dalam memantau lokasi pemulihan hutan ini, karena mudah dipelajari dan tidak memerlukan keahlian khusus.



Tumbuhan *Bauhinia Purpurea* mulai berbunga dan berbuah pada usia 6 bulan setelah masa tanam, menyediakan makanan untuk burung dan serangga, sehingga tumbuhan ini merupakan salah satu jenis pohon kerangka yang sangat baik untuk memperbaiki ekosistem hutan dataran rendah.

BAGIAN 2 – PEMANTAUAN MARGASATWA

Semua jenis margasatwa (baik tumbuhan maupun hewan) berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati, tetapi penyebaran benih melalui bantuan hewan dapat mempercepat pemulihan keanekaragaman hayati lebih baik dibandingkan dengan jenis yang lain. Burung, buah, kelelawar, dan mamalia berukuran sedang merupakan bagian dari hal yang sangat menarik untuk diamati, tetapi di antara semuanya itu, komunitas burunglah yang paling mudah untuk dipelajari.

Mengapa kita perlu memantau komunitas burung?

Burung merupakan sebuah komunitas yang tepat untuk melakukan penilaian terhadap keanekaragaman hayati karena:

- Burung relatif mudah untuk dilihat dan kebanyakan dari mereka mudah untuk diidentifikasi.
- Begitu banyak buku panduan dan audio yang tersedia untuk mengidentifikasi jenis burung,

- Sebagian besar jenis burung aktif pada siang hari.
- Burung hampir menempati seluruh jenis iklim dalam ekosistem hutan – herbivora, insektivora, karnivora dsb, oleh karena itu keanekaragaman burung yang tinggi biasanya menunjukkan tingginya keanekaragaman jenis tumbuhan dan pemangsa, terutama serangga.

Pertanyaan yang harus diajukan:

- Jenis burung apa yang terdapat di bagian daerah yang belum ditanami?
- Jenis burung yang mana yang hilang akibat dari kegiatan pemulihan hutan dan kapan?
- Jenis burung yang mana yang menghampiri plot restorasi hutan dan berapa lama setelah masa tanam?
- Jenis burung apa yang berkembang biak di plot tanah tersebut?
- Jenis burung yang mana yang menghampiri plot tersebut dan berkemungkinan untuk menyebarkan benih pohon pada bagian plot yang ditanami?
- Bagaimanakah keragaman spesies burung yang berada pada plot tersebut jika dibandingkan dengan burung yang berada di bagian sisa hutan terdekat di daerah tersebut?

Kapan dan dimana survei burung harus dilakukan?

Survei keseluruhan wilayah dari FTPS, harus telah dibatasi, tetapi sebelum kegiatan ini nantinya akan mengubah habitat burung (persiapan lokasi untuk penanaman) telah dipersiapkan. Ini merupakan data awal terhadap perubahan data yang akan dibandingkan nantinya. Setelah itu, lakukan survei burung dengan intensitas yang sama di plot yang ditanami maupun yang tidak ditanami, dan juga di daerah terdekat dari hutan sisa (yang terakhir, menyediakan data tentang jumlah dan susunan dari komunitas burung yang menjadi “sasaran”).

Survei burung secara tahunan biasanya cukup mampu untuk mendeteksi perubahan yang terjadi pada komunitas burung tersebut. Laksanakan hal ini pada waktu yang sama setiap tahun karena penambahan jenis burung berubah-ubah sesuai dengan pola migrasi musiman. Amati burung selama 3 jam pertama setelah fajar dan 3 jam sebelum matahari terbenam. Lakukan 1 jam pengamatan secara bergantian pada setiap plot dengan rentang waktu per jam, tapi pastikan bahwa, selama masa survei semua plot diperlakukan dengan jumlah waktu yang sama, menyebar secara merata di antara masa pengamatan pagi dan sore hari.

Bird Survey Record Sheet

File Name: Restoration Plot 6 years old

Date: 17.12.05 Weather: sunny, cool Recorder/s: LM, MT, CT
 Block Number: G1 Plot Number: EQ-05
 Start time: 7.47 AM Finish time: 10.30 AM

TIME	SPECIES(COMMON NAME)	SONG OR SIGHT	NO. OF INDIVIDUALS	DISTANCE FROM POINT (M)	TREE (SPECIES/LABEL)	POSITION (CROWN/TRUNK ETC.)	ACTIVITY (FEEDING, PERCHING, DISPLAYING ETC.)
7.47	Black-crested Bulbul	sight	1	20	Erythrina stricta	crown	feeding and flying
7.52	Bar-winged Flycatcher-shrike	sight	5	30	Ficus altissima	crown	feeding and flying
8.06	Hill Blue Flycatcher	song	1	50	Betula alnoides	tree trunk	flying
8.08	Sooty-headed Bulbul	song	1	25	Gmelina arborea	crown	flying
8.15	Puff-throated Babbler	sight	2	15	Spondias axillaris	tree trunk	flying
8.23	White-rumped Shama (male)	sight	1	10	near Prunus cerasoides	ground	perching
8.31	Yellow-browed Warbler	song	1	25	Erythrina stricta	crown	flying
8.35	Oriental White-Eye	song	1	40	Lithocarpus elegans	crown	flying
8.43	Golden-fronted Leafbird	song	1	20	Gmelina arborea	crown	flying
8.43	Bar-winged Flycatcher-shrike	song	7	30	Hovenia dulcis	crown	flying
8.46	Lesser Necklaced Laughing thrush	sight	10	10	Spondias axillaris	tree trunk	flying
9.01	Long-tailed Minivet (male & female)	sight	2	15	Erythrina stricta	crown & tree trunk	feeding and flying
9.01	Golden-fronted Leafbird	song	1	30	Gmelina arborea	crown & tree trunk	flying
9.02	Oriental White-Eye	song	2	30	Lithocarpus elegans	crown & tree trunk	flying
9.05	Bronzed Drongo	sight	1	20	Betula alnoides	crown	feeding and flying
9.05	Velvet-fronted Nuthatch	sight	1	20	Macaranga denticulata	crown	feeding and flying
9.06	Dusky Warbler	song	1	15	Spondias axillaris	crown	flying
9.08	Asian House Martin	sight	1	15	Spondias axillaris	tree trunk	feeding and flying
9.12	Arctic Warbler	sight	2	20	Macaranga denticulata	crown	flying
9.13	Silver-breasted Broadbill	song	1	20	Betula alnoides	crown	flying
9.13	Long-tailed Minivet	sight	1	15	Erythrina stricta	crown & tree trunk	feeding and flying

Pengumpulan Data

Gunakan metode “penghitungan nilai” untuk menghitung burung dari pusat plot. Metode ini dapat digunakan untuk menghitung spesies burung dan juga memperkirakan kepadatan burung (Gibbons dkk., 1997 dan Bibby dkk, 1998). Berdirilah di tengah-tengah setiap plot tersebut, catatlah seluruh aktivitas burung, baik itu yang terlihat maupun yang terdengar. Catatlah spesies dan jumlah burung dan jarak perkiraan antara pengamat dan tempat dimana burung pertama kali muncul di plot tersebut. Untuk mengurangi resiko mencatat burung yang sama berulang-ulang, jangan mencatat spesies burung yang sama yang masuk ke dalam plot tersebut dalam rentang waktu 5 menit setelah pencatatan spesies burung yang pertama. Catatlah jenis pohon (dan nomor pohon jika diberi label), dimana tempat burung melakukan aktivitas (terutama makan), dan posisi mereka (apakah di batang, di bawah kanopi atau di atas kanopi dsb).



Burung Kutilang adalah “kuda pekerja” pada pemulihan hutan. Mereka memakan buah di hutan sisa dan menjatuhkan banyak jenis bibit pohon di plot-plot restorasi hutan.

Analisa Data

Jawablah sebagian dari pertanyaan pada halaman sebelumnya dengan hanya memindahkan daftar spesies burung dan jumlah spesies burung yang kembali mendiami plot tersebut dan yang hilang akibat kegiatan restorasi hutan.

Untuk menghitung sejauh mana pemulihan pada komunitas burung, bandingkanlah daftar spesies burung yang berada di hutan sisa dan yang berada di plot yang ditanami. Hitunglah jumlah persentase dari spesies burung yang ditemukan di hutan dan juga di plot yang diteliti. Dan lihatlah bagaimana perubahan dari persentase selama beberapa kali pengamatan dilakukan.

Selanjutnya, tentukan spesies burung apa yang memakan buah. Ini merupakan spesies burung yang penting yang berkemungkinan akan menyebarkan benih pohon dari hutan ke daerah plot yang ditanami.

Untuk analisa melalui metode kuantitatif, kami menyarankan Anda untuk menggunakan “Mackinnon list method”. Metode ini menggunakan “daftar” sebagai cara untuk membuat sebuah kurva penemuan spesies. Metode ini relatif tidak sensitif terhadap

para pengamat yang memiliki kemampuan berbeda. Selain itu, metode ini juga memberikan hasil yang sama ketika kita melakukan banyak ataupun sedikit pengamatan.



Gunakan teropong, teleskop dan telinga untuk mendeteksi burung dalam jarak 20 meter di satu titik di pusat plot percobaan restorasi hutan.

McKinnon Bird Species List - 6 year old Restoration Plot

No. of lists on which the species occurs

		List Number										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Black-crested Bulbul	✓			✓	✓	✓		✓	✓		6
2	Bar-winged Flycatcher-shrike	✓	✓						✓			3
3	Hill Blue Flycatcher	✓		✓	✓	✓		✓		✓	✓	7
4	Sooty-headed Bulbul	✓				✓	✓					3
5	Puff-throated Babbler	✓	✓	✓								3
6	White-rumped Shama	✓							✓	✓	✓	4
7	Yellow-browed Warbler	✓			✓		✓	✓	✓			5
8	Golden Spectacled Warbler	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	8
9	Golden-fronted Leafbird	✓										1
10	Verditer Flycatcher	✓				✓					✓	3
11	Lesser Necklaced Laughing thrush		✓									1
12	Long-tailed Minivet		✓	✓		✓		✓		✓		5
13	Green-billed Malkoha		✓						✓			2
14	Oriental White-Eye		✓		✓		✓				✓	4
15	Bronzed Drongo		✓	✓					✓			3
16	Velvet-fronted Nuthatch		✓			✓					✓	3
17	Dusky Warbler		✓				✓					2
18	Asian House Martin			✓				✓		✓	✓	3
38	Grey-headed Flycatcher							✓			✓	2
39	Scarlet Minivet								✓			1
40	Sulphur-breasted Warbler								✓			1
41	Buff-throated Warbler								✓			1
42	Pin-tailed Pigeon									✓		1
43	Eastern Crowned Warbler									✓		1
44	Brown-breasted Bulbul									✓		1
45	Flavescent Bulbul										✓	1
46	Lanceolated Warbler										✓	1
Number of New Species		10	7	5	5	4	4	3	3	3	2	
Cummulative Species		10	17	22	27	31	35	38	41	44	46	

6 year old Restoration Plot

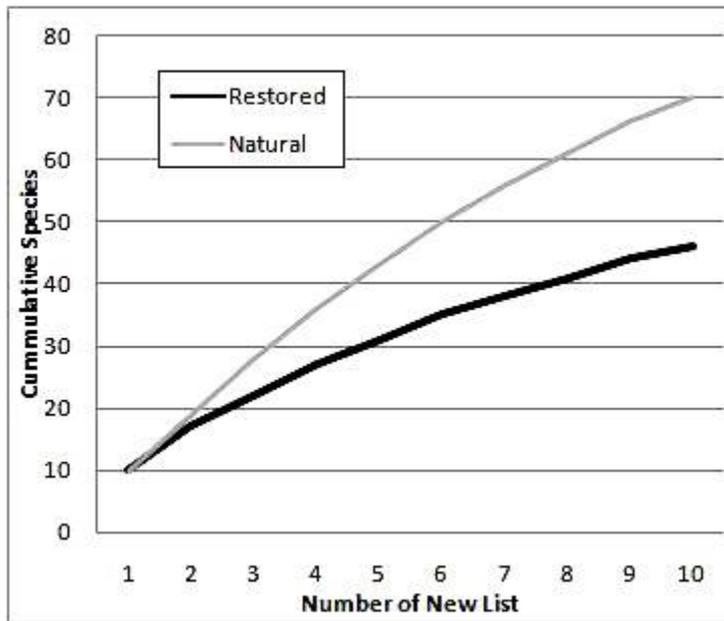
Number of lists on which the species occurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Number of species occurring on above number, of lists (frequency)	14	13	9	4	2	2	1	1	0	0
Log (base 10) frequency	1.15	1.11	0.95	0.60	0.30	0.30	0	0	.	.

Buatlah lembar kerja baru (halaman berikutnya). Amati lembaran data tersebut dan buatlah sebuah daftar dari 10 spesies burung pertama yang berbeda yang dicatat pada kolom pertama. Pilihlah satu spesies burung pada kolom tersebut. Kemudian daftarkanlah 10 spesies burung berbeda berikutnya yang telah dicatat dimulai dari nol (seolah-olah tidak ada spesies burung yang telah dicatat sebelumnya). Untuk spesies burung yang sudah ada pada daftar pertama, berikan sebuah tanda centang di kolom ketiga pada nama burung. Untuk spesies burung yang baru, yang tidak tercatat pada daftar pertama, tambahkan spesies burung yang baru ke bagian daftar yang dibawah dan beri tanda centang pada kolom ketiga. Ulangi langkah ini sampai Anda memiliki paling sedikit 10 daftar. Setiap spesies hanya bisa dicatat sekali dalam daftar masing-masing. Tetapi spesies yang sama dapat muncul di beberapa daftar (Bib dkk, 1998).

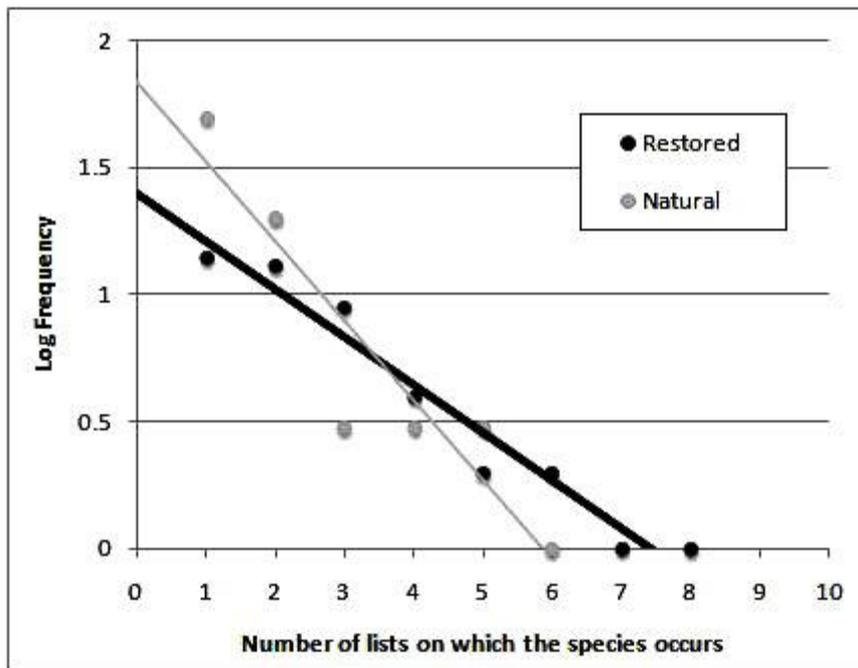
1. Hitunglah jumlah spesies baru yang ditemukan dalam daftar masing-masing dan isilah baris yang diberi tanda “JUMLAH SPESIES BARU” di bagian bawah.
2. Tambahkan jumlah spesies baru di baris bawah tabel.
3. Gambarlah sebuah grafik kumulatif dari jumlah spesies baru di sepanjang sumbu vertikal dan jumlah daftar di sepanjang garis horizontal.
4. Isilah kolom pada lembar data, “JUMLAH DATA DIMANA TERDAPAT SPESIES” dan isilah tabel seperti yang telah diperlihatkan di bawah ini.
5. Gambarlah sebuah grafik dari frekuensi logaritma di sepanjang sumbu vertikal dan jumlah data dimana terdapat spesies di sepanjang garis horizontal.
6. Gambarkan garis lurus yang pas dan perkirakan kemungkinan kembali ke nol. Jika garis melintasi sumbu vertikal, buatlah perkiraan jumlah logaritma spesies yang tidak terlihat selama survei (yaitu jumlah spesies yang terdapat pada garis nol).
7. Ubahlah nilai logaritmanya ke dalam jumlah spesies yang tidak terlihat menggunakan anti logaritma (Gunakan INV LOG pada kalkulator ilmiah), dan tambahkan hasilnya dengan jumlah spesies yang diamati untuk memperoleh perkiraan hasil dari jumlah burung yang berada di komunitasnya.

Semoga terjadi penurunan jumlah spesies burung selama beberapa tahun pertama setelah penanaman pohon. Perbaiki lokasi dan penyiangan mengurangi habitat burung di daerah terbuka. Setelah 3-4 tahun, jumlah spesies burung harus mengalami peningkatan, karena beberapa pohon yang ditanam telah berbunga dan berbuah dan menarik perhatian burung dari hutan yang tertutup.

Kurva kumulatif usaha spesies



Frekwensi Logaritma



Ekstrak jumlah spesies yang diamati melalui kurva spesies (70 dan 46 untuk "sasaran" alami dan masing – masing bagian hutan yang dipulihkan, gambar kiri atas). Buat plot grafik frekwensi logaritma (gambar bawah). Perkirakan garis yang pas untuk kembali ke nol dan tandai nilai logaritma untuk jumlah spesies yang tidak diamati. Ubahlah logaritma tersebut ke dalam angka ($1,84$ dan $1,40 = 69$ dan 25 spesies untuk masing-masingnya). Tambahkan angka tersebut dengan jumlah spesies yang diamati, untuk sampai pada perkiraan jumlah burung yang terdapat dalam komunitasnya (masing-masing 139 dan 71 spesies).

Mamalia

Mamalia dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan spesies makanan yang dikonsumsi: i) spesies pemakan buah-buahan yang mampu menebarkan benih dari hutan utuh ke lokasi yang akan dipulihkan. (misalnya, hewan berkuku besar, musang, kelelawar pemakan buah dsb) dan ii) spesies pemakan benih, yang dapat menghalangi pembentukan spesies baru di lokasi yang akan dipulihkan (biasanya tikus kecil).

Mamalia lebih sulit untuk diamati daripada burung, karena kebanyakan spesiesnya aktif di malam hari dan sangat pemalu, sehingga pengamatan secara langsung pada mamalia jarang dilakukan. Sehingga data yang bersifat tidak ilmiah biasanya digunakan untuk menentukan pemulihan komunitas mamalia setelah pemulihan hutan (daripada data sistematik atau kuantitatif).

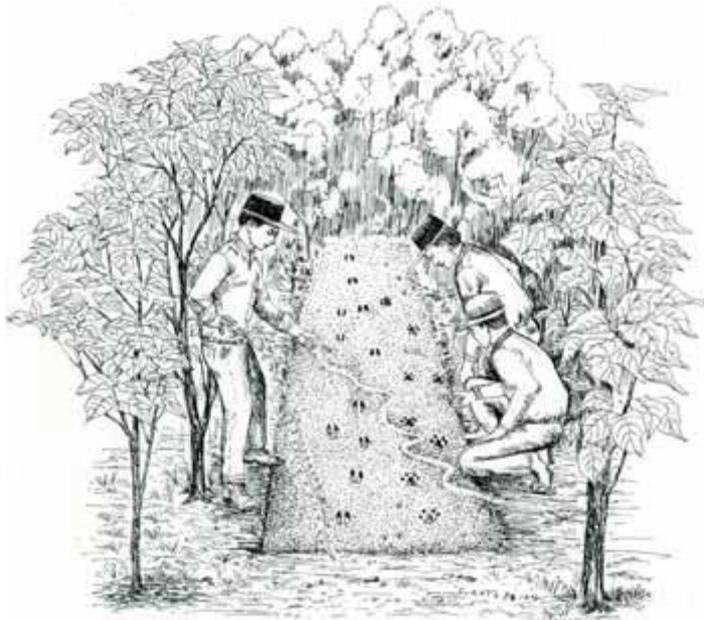
Untuk mamalia yang berukuran lebih besar, kecuali kelelawar, kamera pengintai digunakan untuk melihat keberadaan mamalia tersebut di suatu tempat, namun peralatan untuk itu sangat mahal dan mudah rusak serta rentan terhadap pencurian. Untuk informasi lebih jelas, silahkan cek informasi alat-alat tersebut di internet.

Perangkap hewan, penggunaan perangkap tikus pada umumnya, merupakan salah satu cara lain yang dapat digunakan, khususnya untuk mamalia kecil seperti hewan pengerat. Letakkan perangkap dengan jarak 10-15 meter, dengan menggunakan bentuk jaring, dimana hasil penangkapan hanya di bawah 5%. Jadi, kita memerlukan usaha yang sangat besar untuk data yang tak seberapa. Diharapkan dapat mencatat penurunan tajam populasi tikus pemakan benih di plot yang telah ditanami selama 3-4 tahun setelah masa tanam, yang boleh dikatakan banyak, dimana tumbuh-tumbuhan seperti rumput yang menjalar (yang menyediakan pelindung bagi mamalia kecil) memenuhi kanopi hutan yang sedang berkembang (Thaiying, 2003).

Sebagian besar data tentang hewan mamalia yang berada di plot hutan yang sedang direstorasi harus berasal dari pengamatan tidak langsung, berdasarkan jejak mereka, sisa makanan, dan tanda-tanda lainnya. Semua hal ini dapat dicatat selama proses pemantauan fenologi berlangsung di plot-plot yang ditanami dan plot kontrol (yang tidak ditanami). Frekuensi dari pengamatan dapat digunakan sebagai sebuah index yang sangat banyak dan untuk menentukan apakah jumlah spesies hewan mamalia tersebut bertambah banyak atau berkurang. Lakukan survei yang sama, dengan menggunakan contoh usaha yang sama, di sisa hutan utuh terdekat, untuk menentukan jumlah persentase fauna mamalia asli yang mendiami kembali plot-plot yang direstorasi.

Untuk penilaian yang lebih kuantitatif, gunakan perangkap pasir untuk mendata jumlah frekuensi dan kepadatan populasi mamalia tersebut. Caranya dengan membersihkan seluruh sampah daun yang terdapat pada plot yang digunakan kemudian taburi permukaan tanah dengan menggunakan tepung atau pasir. Mamalia yang berjalan di atas plot percontohan akan meninggalkan jejak kaki yang sangat jelas yang kemudian dapat diukur dan diidentifikasi.

Terakhir, data yang bersifat tidak ilmiah bisa dikumpulkan dari masyarakat setempat melalui wawancara. Gunakan gambar yang ada dalam buku panduan untuk mengidentifikasi spesies mamalia tersebut (hal ini lebih baik dilakukan dari pada menggunakan nama-nama yang digunakan oleh daerah setempat) untuk menanyakan kepada masyarakat setempat spesies mamalia mana yang sering mereka lihat melintas di daerah FTPS dan hutan sisa yang terdekat dan apakah jumlah setiap spesies tampak meningkat atau menurun secara signifikan.



Perangkap dari pasir membuat jejak kaki terlihat lebih jelas dan akan lebih memudahkan kita untuk mengidentifikasinya.

BAGIAN 3 – PEMANTAUAN PEREMAJAAN HUTAN

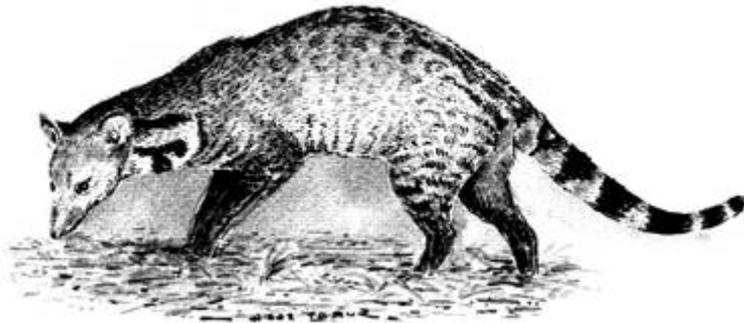
Metode spesies kerangka untuk pemulihan hutan tergantung pada penanaman sejumlah kecil jenis pohon untuk mengkatalisasi pembangunan kembali sejumlah besar jenis tumbuhan lainnya yang sebelumnya terbentuk dari ekosistem hutan asli. Penanaman pohon mengubah iklim mikro lokal, mengubah ekosistem yang terbuka, kering, panas, dan cerah menjadi ekosistem yang lebih sejuk, lebih teduh dan lebih lembab. Tanaman yang toleran terhadap naungan, yang merupakan karakteristik dari tanaman hutan, perlahan-lahan harus mengganti tanaman yang memerlukan banyak sinar matahari, terutama rerumputan yang menjalar dan gulma yang ada di areal terbuka. Sampah dedaunan yang dihasilkan oleh pepohonan mengubah keadaan perkecambahan biji dan pembentukan bibit di atas permukaan tanah, dengan menambahkan bahan organik dan nutrisi ke dalam tanah dan mengubah struktur yang terkandung dalam tanah. Selain itu, spesies pohon kerangka yang ditanam harus dapat menarik hewan penyebar benih ke bagian wilayah yang ditanami. Dengan bertambahnya benih baru dari hewan tersebut, baik jenis tumbuhan yang sedang tumbuh dan berbagai jenis pepohonan yang tidak ditanami (baru) seharusnya tumbuh dan berkembang di bidang tanah yang ditanami.

Namun, penanaman pohon juga memiliki dampak negatif terhadap alam dan keanekaragaman tanaman yang sedang tumbuh. Jika pepohonan ditanam berdekatan secara bersama-sama, mereka bisa bersaing dengan pohon yang tumbuh secara alami. Ketika melakukan penyiangan, pohon bisa dengan tidak sengaja terpotong. Kreasi dari kanopi hutan yang teduh, bersamaan dengan penyiangan, akan langsung mengurangi biomassa pada tanah tumbuhan tersebut. Spesies yang membutuhkan banyak sinar matahari akan mati dengan cepat, tetapi penyebaran spesies lain yang suka akan naungan mungkin akan membutuhkan waktu yang agak lama untuk tumbuh di plot-plot yang ditanam. Hal ini mungkin akan mengakibatkan pengurangan keragaman tumbuhan setelah beberapa tahun pertama setelah penanaman. Sebaliknya, naungan dari spesies yang membutuhkan banyak sinar matahari yang dominan dan terlindung (misalnya rerumputan, pakis, tumbuhan campuran) menciptakan peluang untuk membentuk koloni dari berbagai macam tumbuhan lainnya. Sehingga meningkatkan jumlah keragaman tumbuhan.

Dampak keseluruhan dari penanaman pohon pada keragaman tumbuhan dan pepohonan yang tumbuh secara alami adalah ditentukan oleh interaksi yang kompleks pada beberapa proses yang dinamis. Survei tumbuhan dan pohon yang tumbuh secara alami seharusnya dirancang untuk menentukan keseimbangan secara keseluruhan antara proses-proses yang beragam ini.

Mengapa memantau pemulihan spesies pohon?

Dalam ekosistem hutan, komunitas pohon adalah sebuah indikator yang baik bagi seluruh keanekaragaman hayati. Pepohonan adalah “kerangka” dari ekosistem, yang memberikan berbagai jenis habitat dan tempat untuk organisme lainnya, seperti burung-burung dan epifit. Mereka adalah dasar dari jaringan makanan dan simpanan bagi sebagian besar dari nutrisi dan energi yang terdapat dalam sebuah ekosistem. Oleh karena itu, sebuah komunitas pepohonan sehat yang beragam memberikan ekosistem sehat yang beragam juga. Pohon sangatlah mudah untuk diamati karena mereka tidak berpindah-pindah, mudah ditemukan dan mudah juga untuk diidentifikasi.



Musang dapat menyebarkan cukup banyak benih pada radius beberapa kilometer dan menyimpannya dalam rumpun yang ada di plot-plot hutan yang sedang direstorasi.

Pertanyaan-pertanyaan yang harus diajukan:

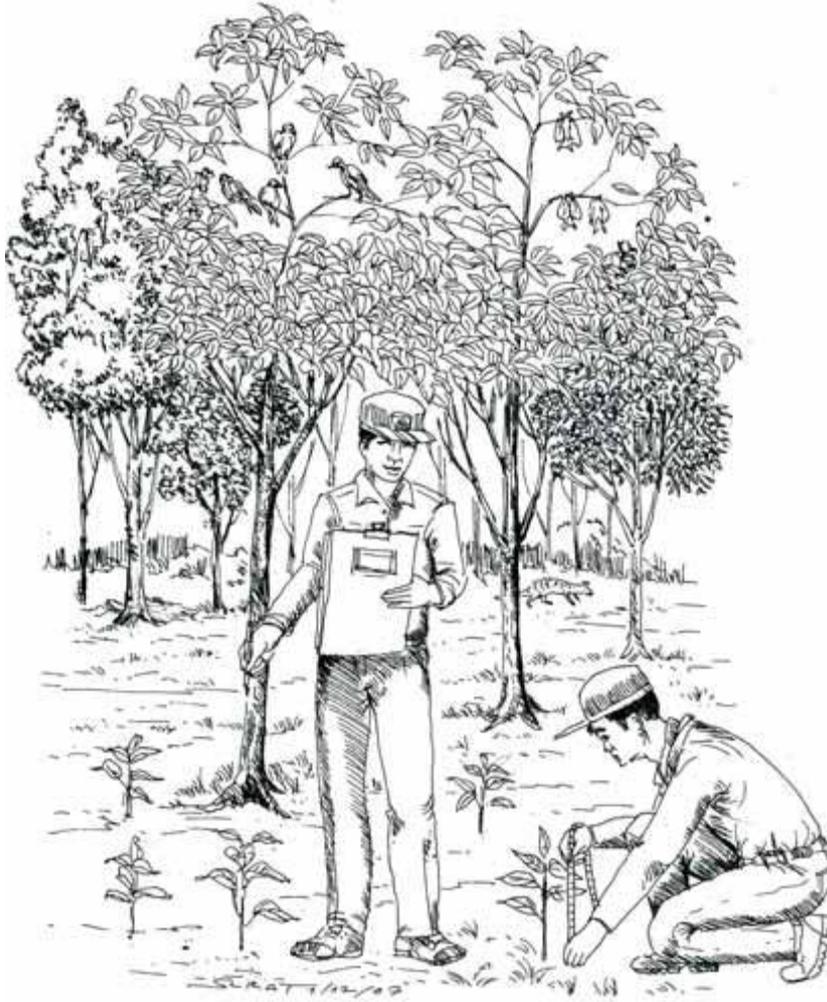
- Bagaimana kondisi komunitas tumbuh-tumbuhan yang terdapat pada daerah FTSP sebelum kegiatan pemulihan hutan dilakukan?
- Jenis pohon hutan klimaks yang mana yang mendiami kembali plot restorasi hutan dan berapa lama setelah kegiatan penanaman dilakukan?
- Jenis pohon perintis yang mana yang menghilang akibat dari kegiatan pemulihan hutan dan kapan?
- Berapa persentase dari jenis pepohonan yang dekat dengan hutan utuh, yang akhirnya mendiami kembali plot yang ditanam?
- Spesies tumbuhan hutan mana yang mendiami kembali plot-plot restorasi hutan dan seberapa cepat setelah penanaman dilakukan?

Kapan dan dimanakah survei vegetasi harus dilakukan?

Lakukan survei di seluruh kawasan FTSP, ketika kawasan tersebut telah terpisah, tetapi sebelum kegiatan yang mungkin mengubah vegetasi (misalnya persiapan lokasi untuk penanaman) telah dilaksanakan. Survei ini memberikan data dasar terhadap perubahan-perubahan yang dibandingkan. Setelah itu, lakukan survei vegetasi dengan upaya sampling yang sama di plot yang ditanami dan plot kontrol yang tidak ditanami serta di daerah terdekat hutan utuh untuk menentukan berapa banyak spesies dari komunitas pohon hutan "target" yang mampu menyebar ke dalam plot restorasi.

Di iklim kering musiman, karakter vegetasi bervariasi secara dramatis mengikuti musim, terutama dengan ada atau tidak adanya tumbuhan tahunan. Oleh karena itu, lakukan survei vegetasi berikutnya 2-3 kali per tahun untuk mengetahui keragaman ini di beberapa tahun pertama setelah tanam dan selanjutnya pada interval yang lebih lama. Jika Anda hanya bisa melaksanakan survei vegetasi tahunan, maka pastikan survei tersebut selalu dilakukan pada waktu yang sama tiap tahunnya.

Penyiangan di tahun-tahun pertama tentu saja akan mengganggu vegetasi. Oleh karena itu, lakukan survei vegetasi sebelum kegiatan penyiangan dijadwalkan.



Spesies pohon kerangka yang ditanam benar-benar hanya "umpan" untuk memfasilitasi pembentukan jenis pohon yang akan ditanam. Yang berikutnya adalah untuk masa depan hutan. Memantau mereka sama dengan menyaksikan kelahiran kembali hutan ekosistem sejati.

Bagaimana membuat sampel vegetasi?

Buatlah unit sampling permanen yang melingkar (SU's) di keseluruhan lokasi studi (dengan jumlah SU yang sama di plot yang ditanam, plot kontrol dan hutan target sisa). Tandai pusat setiap unit sampel dengan logam atau tinag beton (yang tahan api) dan buatlah gambar garis keliling setiap SU dengan menggunakan seutas tali dengan panjang 5 meter sebagai radius. Posisikan minimal 4 SU's secara acak di setiap plot berukuran 40 x 40 meter (satu rai). Spesies yang ada di luar SU's bisa dicatat sebagaimana halnya yang ada di lingkungan. Meskipun spesies tersebut tidak memberi kontribusi pada indeks keragaman bagi

SU's yang dijelaskan di bawah ini, mereka akan berfungsi sebagai bukti tambahan kualitatif terhadap pemulihan keanekaragaman hayati.

Data apa yang harus dikumpulkan?

Dalam setiap SU, label setiap pohon lebih tinggi dari 1 meter. Untuk setiap pohon yang berlabel, buatlah catatan mengenai i) jumlah label, ii) apakah pohon tersebut ditanam atau tumbuh secara alami, iii) nama spesies, iv) tinggi, v) RCD (atau GBH jika sudah cukup besar, vi) skor kesehatan (lihat Bab 4, Bagian 3), vii) lebar mahkota dan viii) jumlah potongan batang. Setiap bibit pohon atau pohon-pohon muda yang lebih pendek dari 1 meter, dapat dianggap sebagai bagian dari flora tanah. Untuk survei flora tanah, catat nama-nama spesies dari semua spesies yang ditemui di masing-masing SU, termasuk semua tumbuhan dan tanaman merambat dan semua pohon, semak serta tumbuhan yang merambat ke atas (lebih pendek dari 1 meter). Tetapkan semua skor untuk masing-masing spesies (misalnya menggunakan skala Braun-Blanquet atau skala Domin). Untuk identifikasi spesies, akan lebih mudah jika bekerja secara langsung dengan ahli taksonomi botani di lapangan, bukan dengan mengumpulkan spesimen voucher dari semua spesies yang ditemui dan kemudian mengidentifikasinya di sebuah herbarium.

Bagaimana menganalisa data tersebut?

Lakukan analisis data untuk pohon yang lebih tinggi dari 1 meter dan sisa dari flora tanah secara terpisah. Siapkan spreadsheet dengan spesies yang terdaftar dalam kolom pertama (semua spesies yang ditemukan selama survei di semua SU) dan angka SU di baris atas. Lalu, masukkan jumlah pohon dari masing-masing spesies dalam setiap SU (atau skor semuanya) di setiap sel. Karena daftar spesies dari seluruh survei akan panjang dan jumlah spesies di masing-masing SU akan relatif rendah, maka sebagian besar nilai yang dimasukkan ke dalam data matriks akan menjadi nol. Namun, nilai nol masih harus dimasukkan untuk memungkinkan perhitungan indeks kesamaan dan / atau perbedaan. Tambahkan data dari masing-masing survei berikutnya ke sebelah kanan dari data saat ini, sehingga data bisa diurutkan dalam susunan yang kronologis menurut kolom.



vegetasi bekerja dengan seorang profesional botani di lapangan.

Ketika memulai survei

Setelah masing-masing survei dilakukan, buatlah kurva areal spesies atau hitunglah indeks keanekaragaman spesies untuk menentukan sejauh mana penanaman pohon meningkatkan keragaman alami pertumbuhan pohon atau flora tanah secara umum (dibandingkan dengan plot kontrol yang tidak ditanami) dan seberapa jauh penanaman pohon

menghasilkan tingkat keanekaragaman yang sama dengan yang ada di hutan utuh. Persamaan berikut ini dapat digunakan untuk membangun kurva areal spesies: -

$$s(a) = S - \sum_{i=1}^S (1-a)n(i)$$

... Dimana $s(a)$ adalah jumlah spesies yang diharapkan dalam pecahan (a) dari total areal yang disurvei (yaitu $a = 0-1$), S adalah jumlah total spesies yang ditemui dan $n(i)$ adalah jumlah individu masing-masing spesies (yakni $i = 1$ sampai S). Persamaan tersebut diselesaikan untuk nilai yang berbeda dari ' a ' dan kurva yang dihasilkan dari $s(a)$ vs ' a ' yang digambar. Persamaan ini mengasumsikan distribusi acak dari semua spesies. Hasil distribusi rumpun dalam kurva yang digambar dari data mentah yang meningkat kurang curam daripada kurva yang berasal dari persamaan (Hubbell dan Foster, 1983).

Indeks keragaman spesies juga dapat digunakan untuk menilai perubahan keanekaragaman vegetasi dari waktu ke waktu. Indeks keragaman spesies telah banyak dirancang, tetapi karena mereka menggabungkan dua variabel (kekayaan spesies dan kesamaan), maka mungkin akan sulit bagi kita untuk menafsirkan arti dari indeks-indeks tersebut. Salah satu indeks yang paling sederhana adalah indeks keanekaragaman Simpson (D) di bawah ini:

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

... Dimana p_i adalah keadaan spesies yang berlimpah secara proporsional (jumlah individu dari spesies i^{th} yang dilihat, dibagi dengan jumlah total individu dari semua spesies yang terlihat). Ketika semua spesies sudah terwakili dalam komunitas tersebut dengan jumlah individu-individu yang sama, maka nilai D adalah sama dengan nilai S (jumlah spesies). Untuk indeks keanekaragaman yang lebih luas dan penjelasan yang jelas dan ringkas mengenai penggunaannya, silahkan lihat Ludwig dan Reynolds (1988).

Meskipun kurva areal spesies dan indeks keragaman dapat berguna untuk menunjukkan perubahan keanekaragaman secara keseluruhan, kurva-kurva tersebut tidak bisa menggambarkan secara jelas perubahan komposisi spesies, yang dapat ditentukan dengan hanya membandingkan daftar spesies untuk plot-plot yang ditanami, plot kontrol dan hutan utuh. Spesies pohon perintis yang membutuhkan sinar matahari yang mana yang pertama kali akan dinaungi oleh pohon-pohon yang ditanam? Spesies pohon dari hutan utuh yang mana yang pertama kali akan tumbuh di plot yang ditanami? Apakah mereka tersebar melalui angin atau hewan penyebar benih? Jika benih disebar oleh hewan penyebar benih, spesies hewan apa yang paling mungkin membawa benih ke areal plot yang ditanami? Manakah dari jenis pohon yang ditanam ini yang kemungkinan besar telah menarik hewan penyebar benih? Bibit jenis pohon apa, yang tercatat di flora tanah, yang akhirnya tumbuh menjadi termasuk dalam kumpulan data "pohon yang lebih tinggi dari 1 meter"?

Jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tersebut tidak memerlukan analisis statistik yang kompleks dan mereka akan membantu Anda memutuskan bagaimana memperbaiki campuran spesies dan rancangan perkebunan untuk percobaan di masa datang untuk memaksimalkan tingkat pemulihan keanekaragaman hayati.

BAB 6 DARI PENELITIAN MENUJU PEMULIHAN HUTAN

BAGIAN 1 MENGELOLA INFORMASI

BAGIAN 2 PEMILIHAN SPESIES

BAGIAN 3 MEMBERI INFORMASI KEPADA STAKEHOLDER

BAGIAN 4 PERENCANAAN STRATEGI KOMUNIKASI

BAGIAN 5 MELAKSANAKAN PERBAIKAN EKOSISTEM HUTAN



Sebuah logo yang dikenali akan membantu membangun rasa identitas unit dan pengakuan terhadap proyek. Materi pendidikan seperti manual, lembar kerja, poster dan video dapat membantu menyebarkan pengetahuan yang telah ada dan keterampilan baru yang dikembangkan oleh FORRU untuk semua pihak yang tertarik untuk ikut ambil bagian dalam memulihkan hutan.



Pada akhirnya, data ilmiah dan grafik (gambar samping kiri) harus dikonversi menjadi bahan yang mudah digunakan dan mudah dipahami oleh penduduk desa dan pejabat pemerintah serta anak-anak (gambar samping kanan).

Jan 0.8	July 0.8	Aug 0.8	Sep 0.8	Oct 0.8	Nov 0.8	Dec 0.8	Jan 0.8	Feb 0.8	Mar 0.8	Apr 0.8	May 0.8	Jun 0.8	July 0.8	Aug 0.8	Sep 0.8
🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🌻	🌻			
🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🌻	🌻			
🌻	🌻	🌻	🌻	🌻	🌻	🌻	🌻	🏠	🏠	🏠	🌻	🌻			

DARI PENELITIAN MENUJU PEMULIHAN EKOSISTEM HUTAN

Percobaan yang diuraikan dalam Bab 3 sampai Bab 5 dalam waktu singkat akan menghasilkan data dalam jumlah yang besar. Sementara spreadsheet yang dijelaskan sebelumnya berguna untuk menyimpan hasil eksperimen secara individu, semua data pada akhirnya harus dikombinasikan untuk menghasilkan ikhtisar yang komprehensif dari setiap spesies yang dipelajari. Dengan demikian keputusan yang objektif mengenai spesies mana yang bisa dikategorikan sebagai spesies kerangka dan yang bisa tumbuh, ditanam dan dirawat dengan sangat baik bisa dibuat.

Data harus diorganisir ke dalam database tunggal, namun fleksibel, struktur database kemudian dapat digunakan dalam berbagai cara, yaitu: i) untuk mengungkapkan spesies yang paling cocok untuk penanaman pada tiap lokasi tertentu dan ii) untuk membantu pengembangan strategi perbaikan hutan yang efektif untuk lokasi-lokasi tertentu.

BAGIAN 1 - MENGELOLA INFORMASI

Alasan membuat database komputer

Database komputer adalah cara yang paling tepat untuk i) menyimpan kumpulan beragam data yang jumlahnya sangat banyak dan ii) menganalisa data tersebut untuk menjawab berbagai pertanyaan yang muncul. Sebagai contoh, katakanlah ada lokasi yang terdapat di ketinggian 1.300 meter yang bisa digunakan untuk restorasi hutan, pertanyaan-pertanyaan yang mungkin muncul adalah sebagai berikut:

- Jenis pohon apa yang tumbuh pada ketinggian 1.300 meter?
- Dari spesies-spesies tersebut, mana yang memiliki buah berdaging yang bisa menarik hewan menyebarkan benih?
- Dari spesies-spesies tersebut, mana yang berbuah pada bulan ini sehingga benih dapat dikumpulkan?
- Dari spesies-spesies tersebut, mana yang sebelumnya telah berkecambah dengan baik di lahan pembibitan?
- Dari spesies-spesies tersebut, yang mana yang akan siap untuk ditanam pada Juni mendatang?

Untuk menghasilkan daftar spesies, yang sesuai dengan seperangkat kriteria tersebut, maka kita perlu membangun sebuah database, yang mengintegrasikan semua data yang dihasilkan oleh FORRU, bersama-sama dengan data yang telah dipublikasikan serta pengetahuan lokal yang telah ada. Spreadsheet Excel tidak mengizinkan pencarian yang rumit dan memilah program database yang canggih. Semakin besar spreadsheet yang dibuat, semakin sulit pekerjaan yang harus dilakukan. Oleh karena itu, data yang paling penting harus diekstrak dari spreadsheet, seperti yang sudah dijelaskan dalam Bab 3-5, dan memasukkannya kembali ke sistem database.

Siapa yang harus mengatur sistem database?

Membuat sistem database melibatkan kolaborasi intensif antara staf penelitian FORRU, yang memiliki pengetahuan penting tentang data yang dihasilkan dan

bagaimana data tersebut harus dianalisa, dan seorang konsultan IT yang memiliki pengalaman khusus tentang program database yang harus dibuat.

Membuat struktur database

Database adalah seperti sistem kartu indeks yang canggih. Sebuah file database setara dengan satu kotak yang berisi banyak kartu. Satu "Catatan" sama dengan satu kartu dan satu "lapangan" mewakili salah satu judul pada kartu dan informasi yang terkait dengannya. Menyimpan semua informasi tentang satu spesies dalam rekaman tunggal merupakan hal yang tidak praktis karena untuk beberapa jenis informasi, akan ada catatan tunggal (misalnya nama dan karakteristik dari satu jenis pohon yang tidak berubah) dan untuk jenis informasi lainnya mungkin akan ada banyak catatan (misalnya hasil uji coba untuk setiap kelompok perkecambahan biji yang dikumpulkan). Oleh karena itu, database terdiri dari beberapa file database, masing-masing menyimpan suatu kategori informasi tertentu.

Selain itu, catatan yang mengacu pada spesies tertentu di masing-masing file database harus bisa dihubungkan dengan catatan yang mengacu pada spesies yang sama pada semua file database lain. Hubungan dicapai dengan menetapkan kode link untuk setiap catatan, yang memungkinkan catatan mengacu pada spesies yang sama yang akan digabungkan dengan tidak memperhatikan dari file database mana mereka berasal. Kode link yang paling sesuai adalah nomor spesies (No. S) dan Nomor benih (No.B). Sistem database harus dapat mengenali kode ini dan mengelompokkan semua catatan dengan kode-kode yang sama dari semua file database. Dengan demikian, database harus mampu menghasilkan laporan mengenai spesies, yang memuat daftar semua informasi tentang masing-masing spesies. Menggunakan nama spesies sebagai kode link bukanlah hal yang tepat karena ahli taksonomi biasa mengubah nama ilmiah tumbuhan.

Pada halaman berikut, kami merekomendasikan beberapa struktur catatan yang berisi informasi paling dasar yang dihasilkan oleh sebuah FORRU. Struktur database dasar ini dapat diperluas dengan bidang-bidang baru dan file database jika diperlukan. Pada saat penambahan file, perhatikan beberapa hal untuk mendapatkan ringkasan data tentang percobaan penyimpanan benih, daya tarik masing-masing spesies terhadap satwa liar, atau pengetahuan lokal tentang kegunaan masing-masing spesies pohon. Namun perlu diingat bahwa entri data sangat memakan waktu, jadi sebelum menambah data ke database dengan tambahan informasi lain atau file-file lain, yang pertama yang harus dipertimbangkan adalah apakah data yang dimasukkan benar-benar akan digunakan untuk mendukung pembuatan keputusan- apakah output benar-benar akan membenarkan waktu input data.

Software database yang digunakan

Ada berbagai macam program database ditinjau dari segi kecanggihan dan kemudahan penggunaan. Sayangnya, semakin canggih program tersebut, semakin sulit program tersebut digunakan. Pada FORRU-CMU, kami memilih untuk menggunakan FoxPro untuk database kami. Kami menggunakan program ini karena program ini memudahkan kami untuk mendapatkan jawaban-jawaban dari pertanyaan yang rumit dan kompleks. Menggunakan program ini membutuhkan latihan, karena untuk membuat pertanyaan kita harus terbiasa dengan beberapa prosedur pemrograman. Untungnya, program ini telah menyediakan konstruksi jaringan yang mudah digunakan,

yang memungkinkan semua orang bisa mengakses dan menganalisa data dengan mudah, meskipun konstruksi jaringan seperti ini membutuhkan jasa seorang spesialis.

Jika Anda menganggap software yang kompleks seperti FoxPro terlalu sulit untuk digunakan, Anda bisa menggunakan database lain yang lebih sederhana namun kecanggihannya tidak seperti program FoxPro. Program-program tersebut bisa Anda temui di pasar-pasar, mulai dari paket gratis sampai paket mahal yang harganya ratusan dolar. Silahkan cek di internet untuk mengetahui informasi lebih detail mengenai paket yang sesuai kebutuhan dan teknologi komputer Anda.

Apapun paket yang Anda pilih, pastikan bahwa paket tersebut mendukung beberapa fitur penting berikut ini:

- Kemampuan untuk menghubungkan catatan dalam file database yang berbeda yang merujuk pada spesies yang sama.
- Pencarian dalam halaman untuk teks yang ada dalam posisi apapun di halaman tersebut (misalnya mencari "September" = sp, yang ada di mana saja dalam daftar bulan-bulan pohon-pohon berbuah ... "ag nv jl sp oc" untuk bulan Agustus, November, Juli, September, dan Oktober).
- Kemampuan untuk menghasilkan informasi dalam satu bidang, dari perhitungan pada nomor yang tersimpan di bidang lain misalnya MLD dengan mengurangi tanggal pengumpulan benih dari tanggal dimana median benih berkecambah.

Pertimbangkan juga apakah paket database tersebut mendukung skrip bahasa Anda dan / atau penyisipan gambar (jika diperlukan). Selain untuk menyimpan data eksperimen, teknologi database juga mempunyai aplikasi lain untuk FORRU. Perhatikan konstruksi database semua orang yang berhubungan dengan unit tersebut, sehingga Anda dapat dengan mudah mengatur undangan untuk lokakarya dan kegiatan pendidikan lainnya, serta sirkulasi daftar untuk unit surat menyurat. Database lain dapat digunakan untuk membuat katalog buku di unit perpustakaan atau membuat katalog foto yang diambil oleh staf unit.

File, Catatan dan Bidang yang disarankan

DATABASE FILE - "SPESIES.DBF" - informasi dasar tentang setiap jenis pohon yang dipelajari, yang bisa dihubungkan dengan catatan lain file database melalui halaman "**NOMOR SPESIES:**" Sebagian besar informasi ini dapat diambil dari satu flora. Ubah daftar bulan saat pohon berbunga dan berbuah saat data dari survei fenologi telah tersedia (Bab 3, Bagian 2).

NOMOR SPESIES: *misalnya. S71*
NAMA ILMIAH: *misalnya: Prunus cerasoides* **FAMILI:** *Rosaceae*
NAMA LOKAL: *Nang Praya Seua Krong*
SELALU HIJAU (EVERGREEN)/GUGUR (DECIDUOUS): *D (gugur)*
KETERSEDIAAN : 0 = Mungkin punah; 1 = jumlahnya menyusut untuk beberapa individu, dalam ancaman kepunahan; 2 = Jarang, 3 = agak banyak ; 4 = Umum, tetapi tidak dominan; 5 = sangat banyak.
HABITAT: *buat kode sendiri untuk tipe hutan misalnya egf = evergreen forest (hutan hijau abadi); spesies bisa terdapat di lebih dari satu jenis hutan, buat daftar semua spesies dalam susunan apa saja.*
KETINGGIAN ATAS /BAWAH: *dari pengamatan langsung*
BULAN BERBUNGA: *ja fb mr ap my jn jl ag sp oc nv dc*
BULAN BERBUAH: *ja fb mr ap my jn jl ag sp oc nv dc*
BULAN TUMBUH DAUN: *ja fb mr ap my jn jl ag sp oc nv dc*
JENIS BUAH: *misalnya. kering/berdaging dan berbiji/kacang, dll.*
MEKANISME PENYEBARAN BENIH: *misalnya lewat angin/hewan/air dll.*
CATATAN:
MASUK KE DATABASE SETELAH DIPERIKSA OLEH:
TANGGAL:

DATABASE FILE – “PENGUMPULAN BENIH.DBF” - satu catatan untuk setiap kumpulan benih yang dikumpulkan. Catatan untuk beberapa kumpulan benih tiap spesies dihubungkan ke satu catatan dalam **“SPESIES.DBF”** dengan halaman **“NOMOR SPESIES :”**. Buat transkrip informasi dari lembaran data pengumpulan benih (halaman 48).

NOMOR SPESIES: *misalnya. S71* **NOMOR KUMPULAN:** *misalnya S71b1*
TANGGAL PENGUMPULAN BENIH: **NOMOR LABEL POHON:**
KETEBALAN POHON:
DIKUMPULKAN DARI: *misalnya: dari tanah/pohon*
LOKASI: *misalnya. Rusii Cave* **KOORDINAT GPS:**
KETINGGIAN:
TIPE HUTAN: *buat kode sendiri untuk tipe hutan misalnya egf = evergreen forest (hutan hijau abadi).*
NOMOR BENIH YANG DIKUMPULKAN: **DISIMPAN/DIANGKUT**
RINCIAN:
TANGGAL PENABURAN BENIH:
SPESIMEN VOUCHER YANG DIKUMPULKAN: *misalnya. Ya/tidak*
MEKANISME PENYEBARAN BENIH: *misalnya. lewat angin/hewan/air, dll.*
CATATAN UNTUK LABEL VOUCHER HERBARIUM:
MASUK KE DATABASE SETELAH DIPERIKSA OLEH:
TANGGAL:

DATABASE FILE - "PERKECAMBAHAN.DBF" - satu catatan untuk masing-masing perlakuan yang diterapkan untuk setiap sub kumpulan benih. Beberapa catatan untuk masing-masing spesies atau setiap kumpulan benih secara berurutan dihubungkan ke satu catatan tunggal dalam laman "**SPESES.DBF:**" dengan laman "**NOMOR SPESES**" dan ke satu catatan tunggal dalam laman "**PENGUMPULAN BENIH.DBF**" dengan laman "**NOMOR KUMPULAN**". Ambil data dari lembar data perkecambahan data (halaman 53). Gunakan nilai rata-rata dari semua salinan.

NOMOR SPESES:*misalnya. S71* **NOMOR KUMPULAN:** *misalnya S71b1*
PERLAKUAN PRA-PENABURAN: *masukkan satu perlakuan (atau kontrol) saja, misalnya skarifikasi*
TANGGAL MEDIAN PERKECAMBAHAN BENIH: *Tanggal separuh benih dikecambahkan*
MLD:= PERKECAMBAHAN.DBF/ TANGGAL MEDIAN PERKECAMBAHAN BENIH: *dikurang PENGUMPULAN BENIH.DBF/TANGGAL PENABURAN BENIH:*
TANGGAL PENABURAN BENIH:
PERSENTASE NILAI AKHIR RATA-RATA PERKECAMBAHAN:
PERSENTASE NILAI AKHIR RATA-RATA YANG DIKECAMBAHKAN TETAPI MATI: *sebagai persentase angka dari jumlah benih yang dikecambahkan.*
MASUK KE DATABASE SETELAH DIPERIKSA OLEH:
TANGGAL:

DATABASE FILE – "PERTUMBUHAN BENIH.DBF"- satu catatan untuk masing-masing perlakuan yang diterapkan untuk setiap sub kumpulan benih. Beberapa catatan untuk tiap spesies atau kumpulan spesies secara berurutan dihubungkan ke catatan tunggal dalam "**SPESES.DBF**" dengan laman "**NOMOR SPESES**", dan ke catatan tunggal dalam "**PENGUMPULAN BENIH.DBF**" dengan laman "**NOMOR KUMPULAN:**" Ambil data dari lembar data pertumbuhan bibit (halaman 62).

NOMOR SPESIES:misalnya. S71 **NOMOR KUMPULAN:** misalnya S71b1
TANGGAL TANAM DI POT:
PERLAKUAN: masukkan satu perlakuan (atau kontrol) saja, misalnya Osmokot 3 bulan sekali.
NOMOR SEMAIAN: jumlah total semaian yang akan diberi perlakuan (dikombinasikan dengan salinannya)
DAYA TAHAN HIDUP: sebagai sebuah persentase, antara yang ditanam di pot dan yang baru saja ditanam di luar pot.
TANGGAL TARGET: tanggal dimana rata-rata ketinggian semaian mencapai nilai target (misalnya 30 cm untuk jenis pohon perintis yang tumbuh pesat dan 50 cm untuk jenis pohon klimaks yang tumbuh lebih lambat. Diambil dari interpolasi antara titik-titik pada kurva pertumbuhan semaian (Bab 3, Bagian 3).
TANGGAL PENANAMAN OPTIMAL: tanggal penanaman optimal yang pertama setelah tanggal target (biasanya 4-6 minggu setelah hujan pertama turun).

TNT: total waktu di lahan pembibitan= **PERTUMBUHAN SEMAIAN.DBF/TANGGAL PENANAMAN OPTIMAL:** dikurang **PENGUMPULAN BENIH.DBF/TANGGAL PENGUMPULAN:.**

OST: di luar waktu penyimpanan = **PERTUMBUHAN SEMAIAN.DBF/WAKTU PENANAMAN OPTIMAL :**dikurang **PERTUMBUHAN SEMAIAN.DBF/TANGGAL TARGET.** Nilai ini berguna untuk mengidentifikasi spesies untuk uji coba penyimpanan benih.

RGR HEIGHT: tingkat pertumbuhan relatif berdasarkan tingkat ketinggian dari segera setelah penanaman di pot atau segera sebelum ditanam di luar pot.
RGR.RCD: tingkat pertumbuhan relatif, berdasarkan pengukuran diameter leher akar tepat setelah penanaman di pot atau tepat sebelum ditanam di luar pot.
RASIO AKAR/PUCUK: dari tanaman yang dipotong sebelum ditanam di luar lahan pembibitan.
CATATAN MASALAH KESEHATAN: deskripsi hama dan penyakit dll.
MASUK KE DATABASE SETELAH DIPERIKSA OLEH:
TANGGAL:

FILE DATABASE- “PERFORMA LAPANGAN”- satu catatan untuk masing-masing perlakuan silvikultur yang diberikan pada tiap kumpulan benih. Beberapa catatan masing-masing spesies atau kumpulan spesies bisa dihubungkan dengan satu catatan tunggal dalam “**SPESIES.DBF**” dengan laman “**NOMOR SPESIES**” dan ke catatan-catatan file database yang lain dengan laman “**NOMOR KUMPULAN:**” Ambil data dari lembar analisis data lapangan (halaman 86). Sisipkan nilai rata-rata untuk salinan yang dikombinasikan untuk perlakuan silvikultur tunggal.

NOMOR SPESIES: misalnya. S71 **NOMOR KUMPULAN:** misalnya S71b1

TANGGAL TANAM:

LOKASI FTPS: NOMOR PLOT:

PERLAKUAN: masukkan satu perlakuan (atau kontrol) saja, misalnya pemberian mulsa kardus.

NOMOR POHON YANG DITANAM: jumlah total pohon yang ditanam dan yang akan diberi perlakuan (dikombinasikan dengan salinannya).

TANGGAL MONITORING 1: segera setelah penanaman.

DAYA TAHAN HIDUP 1: sebagai sebuah persentase

KETINGGIAN RATA-RATA 1: RCD RATA-RATA 1:

KANOPI RATA-RATA LEBAR 1:

TANGGAL MONITORING 2: setelah musim hujan pertama.

DAYA TAHAN HIDUP 2: sebagai sebuah persentase

KETINGGIAN RATA-RATA 2: RCD RATA-RATA 2:

KANOPI RATA-RATA LEBAR 2:

KETINGGIAN RGR RATA-RATA 2: RGR RCD RATA-RATA2:

TANGGAL MONITORING 3: setelah musim hujan kedua.

DAYA TAHAN HIDUP 3: sebagai sebuah persentase

KETINGGIAN RATA-RATA 2: RCD RATA-RATA 2:

KANOPI RATA-RATA: LEBAR 3:

KETINGGIAN RGR RATA-RATA 3: RGR RCD RATA-RATA 3:

TANGGAL MONITORING 4: tambahkan laman tambahan untuk masing-masing kegiatan monitoring.

DLL...

CATATAN: deskripsi hama dan penyakit, dll yang diobservasi.

MASUK KE DATABASE SETELAH DIPERIKSA OLEH:

TANGGAL:

BAGIAN 2 – PEMILIHAN SPESIES

Setelah semua data telah disusun, metode penafsiran data yang rasional dan obyektif diperlukan untuk memilih pohon yang akan tumbuh dengan bagus jika dijadikan sebagai spesies kerangka.

Proses ini dapat dilakukan dengan dua cara: i) menentukan spesies mana yang melebihi nilai standar minimum tertentu yang dilihat dari standar daya tahan pohon atau ii) menerapkan sistem penilaian terhadap parameter daya tahan pohon dan menghitung skor kesesuaian secara keseluruhan untuk masing-masing spesies.

Standar Minimum

Standar minimum dapat diterapkan ke data lapangan untuk menentukan spesies yang melebihi nilai minimum sebelum ditentukan dari parameter-parameter tersebut, yang menentukan sebuah spesies pohon kerangka yaitu memiliki daya tahan hidup dan tingkat pertumbuhan yang tinggi, menaungi gulma dll. Parameter-parameter tersebut bisa didasarkan pada ukuran pohon absolut yang dicapai dengan waktu tertentu (biasanya 18 bulan) setelah tanam (tinggi, RCD atau GBH) tingkat pertumbuhan, (RGR untuk tinggi dan / atau lingkaran), lebar kanopi, penurunan skor tutupan gulma dll.

Penetapan nilai untuk standar minimum bersifat subyektif, meskipun nilai-nilai yang masuk akal biasanya dapat diputuskan melalui pemindaian kumpulan-kumpulan data dan mencari bagian-bagian yang mengatur spesies secara terpisah – khususnya nilai-nilai yang akan mengarah ke berhasilnya penutupan kanopi dalam jangka waktu yang diinginkan. Perlu diingat bahwa apakah spesies melebihi standar minimum atau tidak akan tergantung pada i) perlakuan silvikultur yang diterapkan, ii) variabilitas iklim (beberapa spesies dapat melebihi standar dalam satu tahun tetapi tidak untuk tahun berikutnya) dan iii) kondisi lokasi. Jadi suatu spesies tidak perlu ditolak jika gagal mencapai nilai standar pada saat satu percobaan dilakukan.

Proses tersebut biasanya menghasilkan tiga kelas spesies i) spesies yang gagal memenuhi sebagian besar atau semua standar setelah melewati waktu yang cukup lama (maka spesies ini ditolak); ii) spesies yang hanya melebihi beberapa standar (ditanam kembali dengan berbagai perlakuan silvikultur yang berbeda pada tahun-tahun berikutnya untuk studi lebih lanjut) dan iii) spesies yang jauh melampaui sebagian besar atau semua standar. Yang terakhir dapat dikategorikan sebagai spesies pohon kerangka yang "diterima" atau "sangat baik" setelah kemampuan spesies tersebut dalam menarik hewan penyebar benih ditentukan.

Setelah standar minimum telah diterapkan pada parameter kinerja lapangan yang bisa diukur, karakteristik spesies pohon kerangka yang paling subyektif yang mempunyai "daya tarik bagi satwa liar", perlu dipertimbangkan. Untuk mengetahui hal ini biasanya perlu waktu beberapa tahun setelah penanaman. Hal ini dapat melalui pengamatan langsung satwa liar yaitu jumlah individu / spesies pemakan buah burung (atau spesies lainnya) yang mendatangi pohon atau dengan kuantifikasi dampak dari kunjungan satwa liar di lokasi peremajaan alami yaitu angka individu / spesies dari calon spesies pohon yang tumbuh di bawah spesies pohon tersebut (tidak termasuk spesies yang tersebar melalui angin). Pendekatan lain yang bisa dilakukan adalah dengan menentukan usia spesies pohon mana yang pertama kali menghasilkan bunga atau buah (atau sumber daya lain untuk satwa liar misalnya sarang) dengan pengamatan teratur sepanjang FTPS.

Dalam prakteknya, tidak mungkin setiap jenis pohon akan memenuhi semua standar yang ditetapkan untuk sebuah spesies kerangka, tapi beberapa pohon mungkin bisa memenuhi mayoritas dari standar tersebut. Diantara campuran 20-30 spesies yang ditanam pada lokasi tertentu, semua karakteristik kerangka harus terwakili dengan baik.

Contoh standar yang diterapkan untuk mengevaluasi calon spesies kerangka untuk memperbaiki hutan hijau di atas ketinggian 1.000 meter di Thailand Utara (Elliott et al, 2003.).

"Untuk menilai sejauh mana jenis pohon yang ditanam memenuhi kriteria spesies pohon kerangka, standar minimum yang bisa diterima telah diusulkan. Pohon-pohon ditanam pada awal musim hujan dan tumbuh pesat sampai November. Pada musim kemarau pertama setelah tanam (November - April), pertumbuhan melambat dan pohon-pohon yang gagal untuk bertahan hidup akhirnya mati karena kekeringan akibat gagal mengembangkan sistem akar yang memadai. Pada akhir musim hujan kedua, kita sudah bisa melihat keadaan pohon yang ditanam, apakah sudah tumbuh dengan baik atau malah sudah mati. Oleh karena itu, ini merupakan waktu yang optimal untuk menilai daya tahan pohon.

Tingkat kelangsungan hidup yang bisa diterima untuk setiap spesies adalah 50% atau lebih pada akhir musim tanam kedua, tingkat kelangsungan hidup yang sangat baik adalah 70% atau lebih. Spesies dengan tingkat kelangsungan hidup 45-49,9% dinilai agak sulit diterima. Oleh karena itu, kami menganggap bahwa ketinggian rata-rata 1,5 meter atau lebih pada akhir musim tumbuh kedua dapat diterima, karena hal ini sebesar lebih dari dua kali lipat tinggi pohon dalam 17 bulan. Ketinggian rata-rata 2 meter atau lebih pada akhir musim tanam kedua digolongkan sebagai pertumbuhan yang luar biasa, sementara tinggi pohon 1,25-1,49 meter dianggap agak sulit diterima.

Penutupan kanopi merupakan tonggak penting dalam perbaikan hutan karena kanopi bisa menciptakan kondisi yang lebih teduh di permukaan hutan dan bisa mengurangi gulma, yang mendorong pembentukan bibit pohon hutan. Karena pohon yang ditanam berjarak 1,8 meter, lebar mahkota 1,8 meter atau lebih, pada akhir musim pertumbuhan kedua, harus bisa membuat pohon mendekati kanopi dengan tanaman-tanaman yang ada di dekatnya. Karena itu, kami menganggap lebar mahkota rata-rata 1,8 meter pada akhir musim tumbuh kedua setelah tanam sebagai sangat baik, 1,5-1,8 meter dianggap dapat diterima, 1,0-1,5 meter sebagai agak bisa diterima dan kurang dari 1,0 meter sebagai tidak dapat diterima.

Penurunan nilai tutupan gulma antara akhir musim tumbuh pertama setelah tanam dan akhir dari musim tumbuh kedua digunakan untuk membandingkan kemampuan spesies menekan pertumbuhan gulma yang merambat. Penurunan skor rata-rata gulma 1.0 atau lebih dianggap sangat baik, 0,5-1,0 bisa diterima, 0,40-0,49 agak sulit diterima dan kurang dari 0,40 tidak dapat diterima.

Standar tingkat ketahanan hidup setelah peristiwa kebakaran pada awal tahun 2000 diikuti standar bagi kelangsungan hidup secara keseluruhan: kelangsungan hidup 70% atau lebih dianggap menunjukkan ketahanan api yang sangat baik; 50-69,9% diterima; 45-49,9% marginal dan kurang dari 45% tidak dapat diterima. "

Pengukuran	sangat baik	bisa diterima	marjinal	ditolak
Daya tahan hidup (%)	>70	50-69.9	45-49.9	<45
Tinggi (m)	>2	1.5-1.99	1.25-1.49	<1.25
Lebar mahkota (m)	>1.8	1.5-1.79	1-1.49	<1R
Penurunan tutupan gulma (skor)	>1	0.5-0.99	0.4-.49	<0.4
Daya tahan hidup setelah Kebakaran (%)	>70	50-69.9	45-49.9	<45

Standar sistem yang sama bisa juga digunakan untuk perkembangbiakan pohon di lahan pembibitan: -

Pengukuran	sangat baik	bisa diterima	marjinal
Perkecambahan %	>80%	50-79%	30-49%
Total waktu di lahan pembibitan (TNT) ¹	<1 year	1-2 years	>2 years
Kelangsungan hidup semaian ²	>80	60-79	40-59

¹ Waktu dari pengumpulan benih ke penanaman pohon dengan ukuran yang diinginkan di luar lahan pembibitan.

² Dari pot ke tanggal penanaman optimal.

Beberapa hal yang bisa dilakukan jika terlalu sedikit spesies mencapai standar

Jika sangat sedikit spesies yang memenuhi standar maka ada beberapa pilihan yang bisa dilakukan, yaitu: -

- Meningkatkan kualitas stok penanaman- menelaah data pembibitan dan melakukan pemeriksaan untuk melihat apakah ada sesuatu yang bisa dilakukan untuk meningkatkan ukuran, kesehatan dan kekuatan dari stok penanaman.
- Percobaan dengan peningkatan perlakuan silvikultur, khususnya jika Anda menganggap kondisi lokasi mungkin akan membatasi.
- Cobalah spesies baru - memperbarui dan memperluas daftar calon atau spesies kerangka yang potensial (Bab 3, Bagian 1) dengan meninjau informasi lebih lanjut dari database FORRU's, pengetahuan lokal (adat) dan literatur / web dan mulai mengumpulkan benih dari spesies yang belum diuji.

Sebuah sistem penilaian juga dapat digunakan untuk menetapkan "indeks kesesuaian" untuk masing-masing spesies yang diuji. Setelah itu spesies dapat diurutkan dalam urutan kesesuaian yang menurun untuk mengutamakan spesies tersebut yang paling mungkin bisa bertahan dengan perlakuan intensif di lahan pembibitan atau dengan perlakuan silvikultur.

Buat spreadsheet dengan nama spesies di bagian kiri kolom dan parameter yang bisa berkontribusi pada indeks kesesuaian pada baris teratas. Gunakan data lapangan dari akhir musim hujan kedua untuk menghitung skor masing-masing spesies. Masukkan nilai persentase tingkat kelangsungan hidup pohon. Cari spesies yang memiliki tinggi rata-rata tertinggi. Tetapkan nilai 100% untuk tinggi rata-rata maksimum dan konversikan ketinggian rata-rata dari semua spesies lain untuk persentase maksimum. Lakukan hal yang sama untuk lebar kanopi dan parameter kinerja kuantitatif lainnya yang Anda ingin mereka berkontribusi pada indeks kesesuaian, termasuk parameter kinerja di lahan pembibitan jika diperlukan (% perkecambahan / daya tahan hidup , TNT dll).

Penetapan skor untuk "daya tarik bagi satwa liar" bersifat lebih subjektif. Beri nilai positif yang tinggi (0-100) untuk spesies yang menghasilkan buah berdaging; skor yang lebih tinggi jika mereka juga memiliki bunga dengan nektar dan tingkatkan lagi skor jika pohon yang memiliki daya tarik terhadap satwa liar dikonfirmasi oleh pengamatan di hutan. Jika Anda memiliki data pemantauan jangka panjang dari plot-

plot tersebut, maka Anda bisa meningkatkan skor tersebut. Peningkatan skor tersebut tergantung pada seberapa cepat spesies bunga / buah yang dihasilkan setelah tanam atau buat skor untuk jumlah individu / spesies pemakan buah yang mendatangi pohon berdasarkan pengamatan yang telah kita lakukan.

Selanjutnya, pertimbangkan kepentingan relatif dari masing-masing skor dan kalikan skor dengan faktor bobot. Sebagai contoh, pertumbuhan atauutupan kanopi tidak relevan jika suatu spesies memiliki daya tahan hidup yang sangat rendah setelah ditanam, jadi kalikan skor daya tahan hidup dengan 2 atau lebih. Terakhir, jumlahkan semua skor dan kelompokkan spesies dalam urutan menurun dari skor total.

CONTOH SISTEM SKOR KESESUAIAN SPESIES

Masukkan nilai rata-rata dari parameter kinerja yang paling penting setelah 2 musim tanam. Gunakan nilai dari plot kontrol yang ditanami atau pilih nilai tertinggi dari perlakuan silvikultur apa saja yang menghasilkan hasil terbaik.

Sebelum data keanekaragaman hayati tersedia, buah-buahan berdaging bisa digunakan sebagai indikator daya tarik untuk hewan penyebar benih.

Total waktu pembibitan, sebagai indikator "kemudahan perkembangbiakan". Bisa juga menggunakan % perkecambahan atau tingkat pertumbuhan semaian.

Spesies	% kelangsungan hidup	Tinggi rata-rata (cm)	Lebar mahkota rata-rata (cm)	Buah berdaging	TNT
S01	89	450	420	Ya	< 1 tahun
S15	45	198	255	Ya	< 1 tahun
S43	38	102	20	Tidak	1-2 tahun
S67	78	234	287	Ya	1-2 tahun
S72	90	506	405	Tidak	<1 tahun
S79	65	78	63	Ya	1-2 tahun
S80	48	98	78	Ya	> 2 tahun

Konversi nilai rata-rata ke dalam skor, semuanya dengan nilai potensial berkisar dari 0 hingga 100. Tambahkan bobot ekstra ke parameter-parameter yang menurut Anda paling penting dengan mengalikannya dengan faktor bobot (misalnya tingkat kelangsungan hidup dikali 2 pada contoh di bawah ini). Jumlahkan skor dan hitung skor rata-rata. Kemudian buatlah urutan spesies di susunan skor keseluruhan secara menurun.

Gunakan nilai rata-rata secara langsung

100 = buah berdaging; 0 = buah kering
TNT <1y = 100; 1-2y = 75; >2y = 50

skor total/6

	Skor tingkat kelangsungan hidup	Skor tinggi	Skor mahkota	Skor daya tarik ke penyebar benih	Skor kemudahan pengembangbiakan	Total skor	Skor yang disesuaikan	urutan
Skor Maks	200	100	100	100	100	600	100	
S01	178	89	100	100	100	567	94	1
S15	90	39	61	100	100	390	65	4
S43	76	20	5	0	75	176	29	7
S67	156	46	68	100	75	446	74	3
S72	180	100	96	0	100	476	79	2

S79	130	15	15	100	75	335	56	5
S80	96	19	19	100	50	284	47	6

Tetapkan 100 untuk nilai rata-rata tertinggi dan hitung skor lain sebagai persentase maksimum rata-rata.

Memutuskan campuran spesies

Salah satu kelemahan dalam menerapkan standar atau sistem penilaian yang terlalu ketat adalah bahwa hal itu mungkin berakhir dengan pemilihan semua spesies perintis yang cepat tumbuh, yang menghasilkan keseragaman kanopi hutan. Metode spesies kerangka melibatkan penanaman campuran dari jenis pohon perintis dan jenis pohon hutan klimaks, dan kreasi keragaman struktur, sehingga mempertahankan sejumlah fleksibilitas ketika mengkompilasi gabungan akhir spesies yang akan ditanam setiap tahun.

Misalnya, beberapa spesies pohon klimaks yang tumbuh lebih lambat mungkin bisa diterima untuk penanaman jika sebagian dari spesies lain yang ditanam adalah jenis pohon perintis yang memiliki pertumbuhan yang cepat. Demikian pula, beberapa spesies dengan mahkota yang kecil mungkin juga bisa diambil untuk menambah keragaman struktur hutan kanopi, asalkan mereka ditanam bersama spesies lain yang memiliki skor lebar kanopi yang tinggi.

Pengelolaan adaptasi

Idealnya seleksi akhir spesies tidak akan dibuat sampai semua data telah dikumpulkan dan dianalisa. Namun, hal itu mungkin memerlukan waktu bertahun-tahun sebelum beberapa data lapangan dihasilkan, sehingga pengambilan keputusan di beberapa tahun pertama oleh sebuah FORRU tetap harus dilakukan, walaupun keputusan tersebut hanya didasarkan pada data yang tersedia di awal proyek - misalnya data pengamatan selama pengumpulan fenologi dan benih serta data di lahan pembibitan dengan data lapangan dari tahun pertama dan tahun kedua berikutnya dan akhirnya, data pada pemulihan keanekaragaman hayati dan pembentukan calon spesies pohon setelah bertahun-tahun. Oleh karena itu, sistem standar kalkulasi dan / atau standar kesesuaian harus terus diperbaharui dan dimodifikasi pada saat data baru telah tersedia. Memelihara dan memperbaharui database FORRU sangat penting untuk proses ini. Keputusan yang menentukan spesies mana yang akan ditanam di lahan percobaan setiap tahunnya akan dievaluasi kembali berdasarkan data baru yang masuk dari lahan pembibitan dan FTPS. Ini merupakan “pengelolaan adaptasi” yang merupakan salah satu konsep dasar dari upaya perbaikan kawasan hutan (Lihat Bab 4 pada buku karangan Rietbergen-McCracken., dkk, 2007).

Setelah ada keputusan mengenai spesies mana yang akan dipilih, ubahlah informasi tentang spesies yang paling sesuai ke bentuk yang mudah digunakan, seperti ini kartu profil spesies *Magnolia ballonii* di bawah ini.

Thai Name: Jahmbee Bah

Scientific name: *Magnolia baillonii*
(*Michelia baillonii*)

Family: Magnoliaceae

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Flowering												
Fruiting												

How to grow saplings from seed?
Cut fruits from trees in July–August, just as parts of the fruits are beginning to fall. Soften the fruits in water, and then remove the seeds. Rub off the red–orange arils (fleshy extra seed cover) and soak seeds in water for 24 hours. Remove any non–viable seeds that float. Sun–dry seeds for 1–2 days then sow them shallowly in trays in sunlight in 1:1 forest soil: sand to prevent damping off. Protect trays from rodents. Germination is slow. Prick out seedlings after first true leaf expands. If aphids attack them, destroy affected ones and spray insecticide on remaining seedlings. Usually ready for planting by 1st planting season after seed collection (total nursery time is 11 months).

How should saplings be planted and cared for?
Responds well to cardboard mulch at planting time.

Uses
Timber is used for construction and furniture. Its fragrant flowers make it a popular garden tree.

Framework Species Checklist	
High Survival	MEDIUM
High Growth	HIGH 
Shady Crown	HIGH 
Resilient to Fire	HIGH 
Attractive to wildlife	HIGH 





BAGIAN 3- MEMBERI INFORMASI KEPADA STAKEHOLDER

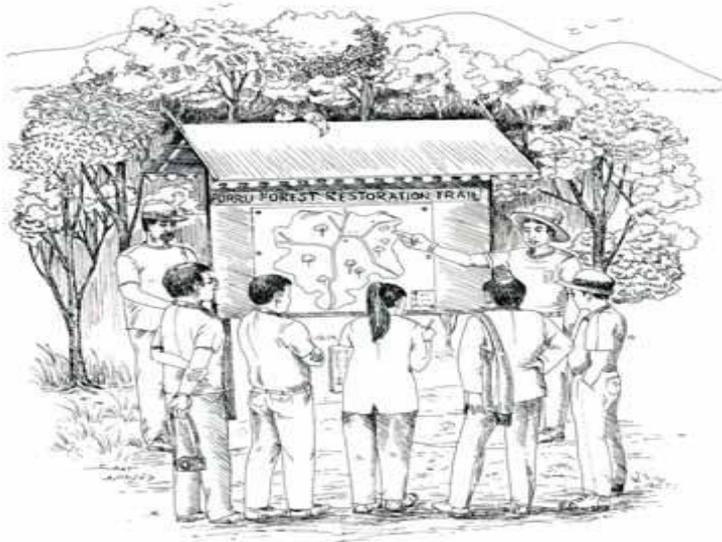
Sebuah FORRU hanya akan bermanfaat jika informasi asli dan keterampilan baru yang dikembangkannya mudah diakses oleh semua pemangku kepentingan yang mungkin terlibat dalam perbaikan ekosistem hutan, termasuk pejabat pemerintah, petugas LSM, kepala desa, guru, anak-anak sekolah dll. Oleh karena itu, sebuah FORRU harus menyediakan pendidikan yang komprehensif dan layanan yang luas untuk membangun kapasitas di antara pemangku kepentingan sehingga memungkinkan mereka untuk melaksanakan inisiatif restorasi hutan yang efektif. Program pendidikan dan layanan yang bisa diberikan antara lain program pelatihan, lokakarya, penyuluhan, kunjungan, dll serta menghasilkan publikasi dan bahan pendidikan lainnya.

Tim Pendidikan

Sebagai langkah awal, staf penelitian FORRU mungkin akan diminta untuk menyediakan sesi pelatihan ad hoc atau lokakarya untuk penduduk desa, anak-anak

sekolah atau petugas hutan lokal. Namun, jika hal ini dilakukan tanpa manajemen yang baik, hal ini akan mengarah pada pesatnya permintaan untuk layanan pendidikan dan pelatihan yang akan membanjiri staf penelitian, sehingga akan mengganggu kegiatan penelitian penting mereka. Oleh karena itu, akan lebih baik jika sebuah FORRU merekrut tim petugas pendidikan yang memiliki pengalaman khusus tentang teknik pendidikan lingkungan, yang didedikasikan untuk memberikan pengetahuan dan dukungan teknis yang dibutuhkan oleh para pemangku kepentingan untuk memulai inisiatif restorasi hutan (atau memperbaiki hutan yang sudah ada).

Perlu diingat bahwa staf pendidikan yang baru direkrut tidak akan memiliki basis pengetahuan yang sama seperti yang dimiliki oleh staf peneliti, maka program pendidikan harus dimulai dengan pelatihan intensif bagi anggota tim pendidikan oleh staf peneliti, diiringi pemberian informasi baru dari hasil program riset yang sudah dihasilkan, yang dilakukan saat kapan saja informasi tersebut dihasilkan.



Sebuah jejak dengan papan tanda melalui FTPS mengubah fasilitas penelitian ke sumber pendidikan yang bernilai besar.

Program Pendidikan

Setelah para pendidik terbiasa dengan dengan segala sesuatu mengenai FORRU's, mereka harus merancang kurikulum untuk memenuhi kebutuhan yang sangat berbeda dari berbagai pemangku kepentingan yang terlibat dalam restorasi hutan. Sebuah sistem modular merupakan sistem yang terbaik, dengan materi dasar yang disajikan dalam berbagai cara untuk menyesuaikan lokasi dimana modul akan diajarkan dan target audiens. Misalnya, mengajar petugas hutan tentang konsep spesies kerangka dalam sebuah plot lapangan memerlukan pendekatan yang sangat berbeda dengan mengajar anak-anak sekolah tentang konsep yang sama di kelas, meskipun informasi yang diberikan sama. Program pendidikan harus mencakup kegiatan sebagai berikut:

- Lokakarya untuk memperkenalkan konsep-konsep umum restorasi hutan dan menyajikan teknik dan hasil. Lokakarya ini biasanya diselenggarakan untuk

aparap pemerintah, dan kelompok masyarakat yang peduli dengan inisiatif restorasi hutan (kegiatan bisa dilakukan selama 1-2 hari).

- Pelatihan yang lebih mendetail dan lebih lama di lokasi restorasi hutan merupakan hal terbaik yang bisa dilakukan untuk petugas yang bertanggung jawab menjalankan pembibitan dan yang mengimplementasikan program penanamam (selama 3-10 hari).
- Kunjungan rutin ke lokasi proyek restorasi hutan untuk memberikan saran dan dukungan teknis langsung ke orang yang terlibat dalam inisiatif pelaksanaan restorasi hutan (1-3 hari).
- Program sekolah, termasuk acara untuk anak-anak sekolah dan program pelatihan guru - karena anak-anaklah yang akan memperoleh kesempatan paling besar untuk merasakan hasil dari restorasi hutan (1 / 2 hari sampai beberapa hari, untuk kemah dan pelatihan guru).
- Berhubungan dengan pengunjung tetap yang datang ke unit – yang mengunjungi para ilmuwan, donor, media dll (beberapa jam sampai satu hari).
- Pelatihan magang mahasiswa (beberapa minggu).
- Perwakilan FORRU pada konferensi internasional, dll (beberapa hari).

Materi Pendidikan

Sebuah tim pendidikan FORRU harus menghasilkan berbagai materi pendidikan untuk memenuhi kebutuhan semua stakeholder. Alat bantu pengajaran akan dibutuhkan untuk setiap modul. Misalnya sebuah video. Sebuah video dapat memberikan gambaran singkat mengenai FORRU serta apa yang dikerjakannya pada saat sesi pembukaan lokakarya dan program pelatihan, sementara newsletter dan website bisa terus menjadi sumber informasi bagi semua stakeholder mengenai hasil kerja FORRU's secara teratur.

Publikasi adalah output pendidikan yang penting dari sebuah FORRU. Membuat publikasi bisa mencakup komponen partisipatif, yang melibatkan konsultasi dan masukan dari peserta lokakarya. Hal ini bisa memastikan informasi yang diberikan oleh FORRU sudah memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat lokal, dan publikasi tersebut juga bisa memanfaatkan pengetahuan asli dan lokal dengan sangat tepat. Sebagian besar dari materi ini dapat dirancang dan ditata dalam file dengan bantuan komputer dengan perangkat lunak desktop untuk penerbitan, dan akan sangat tepat jika FORRU's bisa merekrut seseorang yang mempunyai pengalaman desain grafis untuk bergabung dengan tim pendidikan.



Poster digunakan untuk mengajarkan praktek penanaman pohon yang baik.

Pamflet dan handout

Handout dan pamflet adalah salah satu output pertama FORRU. Handout dan pamphlet tersebut berguna untuk staf unit dan pengunjung (terutama penyandang dana yang ada dan calon penyandang dana yang potensial). Kedua benda tersebut bisa memberi informasi dan pendidikan serta membantu mempublikasikan unit. Salah satu pamflet pertama yang dibuat bisa hanya berupa deskripsi program penelitian FORRU's kepada pengunjung. Pada saat program penelitian telah berkembang, isi pamphlet harus ditambah dengan berbagai informasi lain seperti lembar data spesies dan jadwal produksi. Setelah materi tentang hal ini ditulis, informasi tersebut bisa disajikan dengan cara lain, seperti poster yang ditampilkan di tempat-tempat yang strategis di unit riset untuk tujuan pendidikan.

Manuals (buku panduan)

Sebuah panduan praktek yang terbaik harus memberikan gambaran yang komprehensif mengenai semua teknik yang dikembangkan oleh sebuah FORRU. Manual tersebut bisa menjadi buku panduan untuk stakeholder yang mengikuti pelatihan selama lokakarya dan penyuluhan dan berguna juga bagi staf yang baru dipekerjakan serta bagi yang sedang magang di FORRU tersebut. Manual tersebut juga bisa menjadi inspirasi bagi orang yang bekerja lebih jauh dari unit.

Biasanya, manual harus berisi prinsip-prinsip dan tehnik dasar restorasi hutan dalam sebuah bentuk yang dapat diakses oleh pembaca secara luas. Manual tersebut juga harus berisi deskripsi dan metode perkembangbiakan untuk spesies kerangka untuk kawasan tersebut. Sebagai contoh, silahkan baca FORRU-CMU's "How to Plant a Forest", yang tersedia dalam bahasa Inggris, Thailand, Vietnam, Laos, Khmer dan Cina. Buku tersebut menyediakan sebuah model bagi negara-negara lain untuk mengadaptasi dan memodifikasi berbagai hal dengan menggunakan hasil yang dihasilkan dari program penelitian FORRU.

Makalah hasil penelitian dan audien internasional

Hasil ilmiah asli yang dihasilkan oleh unit harus diterbitkan dalam jurnal internasional atau disajikan di konferensi internasional dan kemudian juga diterbitkan. Tujuan publikasi yang ditujukan untuk pihak internasional adalah untuk berbagi hasil penelitian dengan orang lain yang bekerja di bidang yang sama. Makalah hasil penelitian akan mendukung korespondensi, diskusi dan pertukaran kunjungan. Makalah hasil penelitian tersebut juga akan membantu peneliti lain untuk mengembangkan program penelitian yang sedang mereka lakukan. Selain itu, publikasi internasional juga akan meningkatkan status unit penelitian, baik di dalam kawasan domestik maupun di luar negeri. Jika ingin membuat publikasi, hal penting yang harus dilakukan adalah pastikan rancangan eksperimen sudah cukup kuat untuk menghadapi ulasan yang mungkin muncul dari peneliti lain. Diterimanya makalah oleh jurnal dan konferensi internasional merupakan hal yang penting bagi karir staf yang bekerja di unit FORRU (karena keamanan kerja di dunia akademik sekarang semakin tergantung pada catatan publikasi) dan akan meningkatkan profil FORRU di mata lembaga donor.



Sebuah kelas dari program kunjungan internasional ke sekolah-sekolah yang belajar tehnik-tehnik mengembangbiakkan pohon di lahan pembibitan riset FORRU-CMU's.

BAGIAN 4 PERENCANAAN STRATEGI KOMUNIKASI

Selain memberikan informasi dan pelatihan kepada stakeholder yang terlibat langsung dengan restorasi hutan, tim pendidikan juga harus bertanggung jawab menjangkau masyarakat umum yang lebih luas dengan melibatkan media massa. Pengakuan publik atas karya sebuah FORRU akan membantu membangun kesan publik yang baik terhadap dari restorasi hutan dan akan menarik dukungan dan pendanaan. Hal ini juga membantu untuk membangun kontak jaringan dengan organisasi lain yang mungkin belum menyadari kinerja FORRU's. Jadi tidak ada salahnya untuk menginvestasikan waktu untuk merencanakan "strategi komunikasi" yang efektif untuk memastikan media yang sesuai yang bisa digunakan untuk mengkomunikasikan informasi yang tepat bagi orang-orang yang membutuhkan informasi tersebut.

Landcare NSW di Australia telah mengembangkan sebuah paket dukungan komprehensif untuk membantu kelompok masyarakat lingkungan, di bagian publikasi internetnya di <http://www.landcare.nsw.org>. situs ini adalah sumber informasi rinci yang online, yang menyediakan banyak rekomendasi praktis untuk mengembangkan semua aspek strategi komunikasi, termasuk bagaimana menulis siaran pers dan mendesain materi promosi. Konten berikut ini diringkas dari situs ini untuk membantu Anda berpikir tentang apa yang harus dimasukkan dalam sebuah web/situs.

Pertanyaan apa yang harus dijawab dalam strategi komunikasi?

Pertama, tentukan tujuan dari komunikasi tersebut, sumber daya apa yang tersedia, dan bagaimana mengevaluasi keefektifan sebuah pesan yang telah dikomunikasikan. Tentukan untuk siapa informasi tersebut ditujukan, misalnya bisa masyarakat umum, pemilik tanah, staf dari instansi pemerintah, organisasi lingkungan, guru dan siswa, sponsor dan lembaga-lembaga yang berpotensi untuk menjadi sponsor, organisasi industri dan sebagainya. Buatlah komunikasi yang jelas mengenai hal-hal yang menjadi sorotan publik, pesan apa yang harus dikomunikasikan kepada mereka, apa alat yang akan digunakan, siapa staf FORRU yang akan bertanggung jawab untuk bagian komunikasi tersebut dan kapan informasi-informasi tersebut harus dikomunikasikan.

Menulis untuk audiens

Kembangkan keterampilan yang diperlukan untuk menyajikan informasi secara jelas dan singkat karena artikel di surat kabar, brosur, newsletter dan yang dipajang akan dibaca oleh orang-orang dari berbagai latar belakang dengan berbagai tingkat keahlian teknis dan kemampuan bahasa yang berbeda.

Mengembangkan logo dan promosi

Buatlah logo FORRU dan desain (skema warna, font, style, dsb) untuk presentasi, publikasi, seragam dan sebagainya karena hal ini akan membantu audien untuk mengenali FORRU.



Fotografi

Foto-foto yang bagus dapat digunakan untuk berbagai kegiatan komunikasi. Foto yang jelas dan bagus akan memberikan kesempatan lebih banyak bagi penerbitan artikel yang ditulis. Gunakan database untuk membuat katalog dan menyusun koleksi foto agar mudah untuk dipilih pada saat dibutuhkan.

Alat komunikasi yang dapat digunakan

Paket pendukung online memberikan rekomendasi rinci tentang penggunaan berbagai perangkat komunikasi. Korespondensi langsung mungkin bisa lebih murah, cepat dan mudah. Saat ini, email telah memudahkan kita untuk berkomunikasi secara pribadi dengan banyak orang, tetapi jangan biarkan FORRU Anda mendapat reputasi buruk karena mengirimkan email yang isinya tidak jelas.

Menyediakan waktu untuk bertemu audien, mengadakan lokakarya dan kegiatan lainnya merupakan cara lain yang bisa digunakan untuk berkomunikasi, asalkan ada tujuan yang jelas. Jangan pernah mengabaikan kesempatan untuk berbicara di konferensi dan pertemuan lainnya. Sesuaikan presentasi dengan kepentingan masing-masing target audiens. Kegiatan konferensi juga memberikan kesempatan untuk memamerkan berbagai hasil penelitian FORRU dan memajang poster. Ini akan sangat berguna untuk meningkatkan citra publik FORRU dan poster-poster tersebut bisa dipajang di sekitar FORRU setelah konferensi ini berakhir. Buatlah poster pendek dan sederhana dengan gambar yang lebih dominan dari teks. Buat handout untuk memberi informasi lebih rinci.

Gunakan media. Undanglah para wartawan pada saat mengadakan kegiatan penanaman dan pembukaan lokakarya dll. Buat siaran pers atau siapkan paket informasi bagi wartawan sebelum bertemu dengan wartawan tersebut agar mereka memiliki fakta dan gambaran yang akurat pada saat mereka menulis artikel. Mintalah sebuah perusahaan TV untuk membuat VDO tentang unit, yang kemudian dapat digunakan sebagai pengantar VDO pada lokakarya dan kegiatan pelatihan dll.

Buat website untuk menjaga komunikasi secara teratur dengan jaringan organisasi dan orang-orang yang tertarik dengan restorasi hutan sehingga siapapun yang membutuhkan informasi rinci tentang unit dapat merujuk ke website tersebut. Selain gambaran umum tentang unit dan penelitiannya dan kegiatan pendidikan, masukkan juga halaman yang berisi informasi tentang kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan di masa mendatang, sebuah galeri foto kegiatan yang baru saja dilakukan dan papan buletin yang interaktif. Publikasi dan materi pendidikan juga bisa dimasukkan ke website untuk kemudahan akses (dan untuk mengurangi biaya ongkos kirim). Bagi mereka yang tidak bisa mengakses web, cetak newsletter tiap tiga bulan yang fungsinya sama seperti website. Pertahankan mailing list untuk newsletter dan juga salinan posting di website.



Dokumentasi TV merupakan cara terbaik untuk mempromosikan FORRU ke komunitas nasional dan internasional.

BAGIAN 5 MELAKSANAKAN PERBAIKAN EKOSISTEM HUTAN

Peranan sebuah FORRU bukanlah menerapkan program restorasi hutan skala besar. Keputusan mengenai kebijakan restorasi dibuat oleh pemerintah nasional dan daerah serta masyarakat yang mereka layani, sedangkan pendanaan dan penerapannya adalah tanggung jawab lembaga nasional seperti departemen kehutanan dan sektor swasta. Peranan FORRU adalah untuk menyediakan informasi seakurat mungkin bagi semua lembaga tersebut untuk memungkinkan mereka mencapai hasil yang diinginkan. Namun, ketika mendirikan FTSP dan membangun kemitraan lokal, maka tidak bisa dihindari bahwa staf FORRU akan terlibat dalam pelaksanaan logistik untuk proyek skala kecil dan skala besar.

Dari awal program penelitian, FORRU-CMU telah membangun kerjasama yang erat dengan masyarakat desa setempat dan dengan sebuah otoritas taman nasional (Ban Mae Sa Mai di Taman Nasioanl Doi Suthep-Pui). Jadi keterlibatan dalam aspek logistik dan sosial-ekonomi untuk restorasi hutan memang sudah dimulai sejak awal. Dari kegiatan tersebut telah banyak pelajaran yang didapat, dan masyarakat dengan cepat menjadi mitra penting bagi unit dan model bagi pihak lain agar bisa mengikuti apa yang

telah masyarakat tersebut lakukan. Tahap berikutnya yang dilakukan dalam rangka pengembangan FORRU-CMU's adalah mentransfer pembelajaran dari model yang dikembangkan di Ban Mae Sa Mai ke beberapa desa di utara Thailand, sebagai bagian dari proyek yang disebut "Pohon untuk Thailand" yang didanai oleh proyek UK's Eden. FORRU-CMU juga memberikan masukan ke proyek-proyek lain di Thailand dimana restorasi hutan skala kecil diperlukan, misalnya proyek untuk memulihkan hutan di Taman Nasional Khao Pra Bang Kram di Thailand selatan, yang merupakan rumah bagi spesies burung Gurney's Pitta yang sudah terancam punah.

Setelah itu FORRU-CMU diminta oleh organisasi pemerintah untuk memberikan saran dan pelatihan bagi orang-orang yang terlibat dalam proyek restorasi tingkat nasional. Sebagai penasihat teknis, FORRU's sangat berguna bagi proyek-proyek ini. Saran yang sering diminta adalah bagaimana menyempurnakan metode yang sudah digunakan, misalnya memperluas daftar pohon lokal di campuran spesies dan memberikan masukan tentang teknik penanaman. Terakhir, dengan sponsor dari UK's Darwin Initiative, FORRU-CMU mulai memberikan konsep generik dan metodologi penelitian untuk instansi kehutanan di negara-negara lain agar mereka bisa mendirikan FORRU mereka sendiri dan mengembangkan teknologi restorasi hutan yang cocok untuk keadaan lingkungan dan sosial ekonomi lokal. Buku ini adalah bagian dari proses tersebut.

Proyek-proyek skala kecil

Menguji gagasan dengan model proyek skala kecil dan menggunakan pelajaran yang telah dipelajari untuk menghasilkan masukan yang berguna bagi program nasional dan internasional berskala besar.



Gambar kiri: seorang ilmuwan Australia (kanan), Kepala taman nasional (di tengah) dan pemuka desa (kiri) bertemu di lokasi percontohan FORRU-CMU's di Taman Nasional Doi Suthep-Pui, Thailand Utara untuk mengkonfirmasi lokasi yang akan digunakan untuk penanaman, setelah bersama-sama merencanakan plot restorasi dengan foto udara dan teknologi GIS (sistem informasi geografis) terbaru.

Biasanya proyek berskala kecil terletak di desa-desa. Mungkin ada seseorang yang antusias untuk melaksanakan proyek tersebut, atau mungkin sekolah lokal yang mau terlibat. Mendorong seluruh masyarakat untuk terlibat dalam proyek akan memberikan kesempatan yang tidak hanya untuk menanam pohon tetapi menjadikan semua generasi baik tua maupun muda untuk bekerja sama pada proyek restorasi. Berdasarkan pengalaman FORRU-CMU, bahkan untuk proyek-proyek skala kecil, pendanaan eksternal bagi masyarakat merupakan hal yang penting bagi kelangsungan kerja dan dukungan teknis. FORRU bisa menjadi instrumen dalam membantu masyarakat lokal untuk meningkatkan jumlah pendanaan yang masih sedikit yang

diterima saat proyek akan dijalankan. Namun, sejumlah kecil proyek-proyek perluasan skala kecil bisa menjadi beban yang signifikan bagi FORRU, terutama jika mereka jauh dari FORRU, dan jika letak proyek-proyek tersebut saling berjauhan. Bekerja dengan jaringan lingkungan yang telah ada dan mengembangkan kelompok-kelompok proyek skala kecil di wilayah geografis yang kecil yang dapat bertemu dan saling mendukung akan bisa membantu mengurangi beban kerja FORRU.

Proyek-proyek skala besar

Keterlibatan dalam penanaman skala besar adalah sesuatu yang harus FORRU siapkan. FORRU-CMU telah memiliki pengalaman riset yang luas, dan telah bekerja dengan berbagai proyek-proyek skala kecil sebelum terlibat dalam skema restorasi hutan pada skala yang lebih besar. FORRU yang lain mungkin diperlukan untuk membantu proyek-proyek berskala besar jauh lebih awal dalam evolusi mereka.

Salah satu masalah terbesar bekerja sama dengan badan-badan nasional adalah adanya kecenderungan pemerintah untuk membuat target ambisius yang tidak masuk akal untuk mencapai hasil yang mengesankan sebelum jabatan mereka berakhir. Hal ini sering menyebabkan terjadinya konflik dengan pendekatan-pendekatan metode yang sudah terbukti yang dikembangkan oleh penelitian ilmiah. Dalam keadaan seperti itu, peran FORRU adalah untuk memastikan bahwa semua lembaga yang terlibat bisa memahami waktu, tenaga dan dana yang diperlukan untuk perbaikan hutan yang efektif dengan menggunakan teknik yang sudah terbukti secara ilmiah. Oleh karena itu instansi-instansi pelaksana harus mempertimbangkan pertimbangan-pertimbangan praktis ini ketika berhadapan dengan tekanan politik agar hasil yang diinginkan bisa segera tercapai.



LAMPIRAN (APPENDIX)

BAGIAN 1 RANCANGAN ACAK KELOMPOK LENGKAP

BAGIAN 2 ANALISIS VARIANS

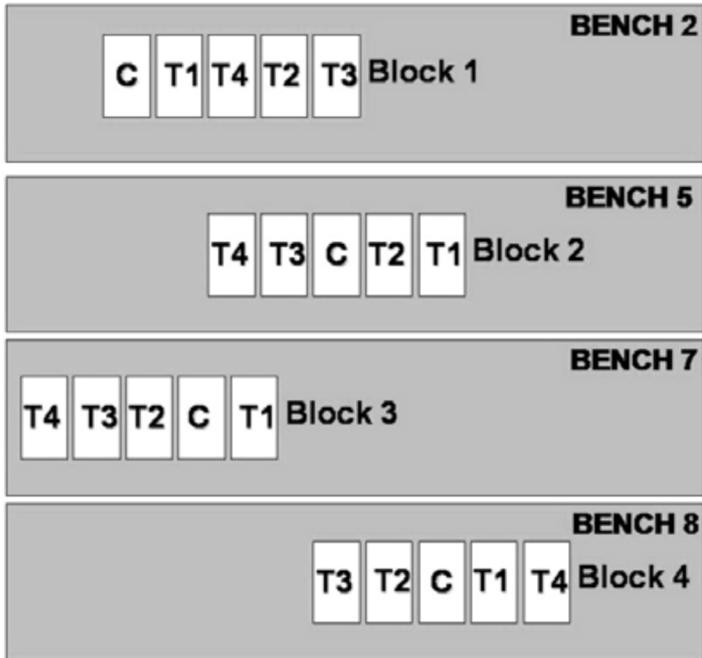
BAGIAN 3 PAIRED T-TESTS

DAFTAR ISTILAH

DAFTAR PUSTAKA

INDEKS

KONTAK FORRU



Untuk pengujian perawatan pra-tabur benih, tempatkan baki perkecambahan kontrol (C) dan beberapa baki perkecambahan yang diberi perlakuan (masing-masing berisi benih yang jumlahnya sama yang ditujukan untuk perlakuan pra-tabur yang berbeda; T1, T2... dll) yang berdekatan satu sama lain di bangku pembibitan sebagai sebuah "blok". Tabur benih yang telah disiapkan dengan cara standar dalam baki kontrol. Dalam setiap baki perlakuan, tabur benih yang juga sudah disiapkan dengan cara standar, tetapi dengan satu tambahan perlakuan. Tempatkan baki secara acak di dalam setiap blok. Tempatkan masing-masing blok secara acak di bangku yang berbeda di lahan persemaian.



Untuk membandingkan kinerja pohon yang ditanam dalam uji coba lapangan, kelompokkan bersama-sama plot kontrol perlakuan "TC" (pohon-pohon ditanam dengan cara standar) dengan plot-plot perlakuan (Masing-masing dikenakan satu perlakuan silvikultur yang berbeda; T1, T2, dll). Gandakan blok dan tetapkan masing-masing blok ke lokasi yang berbeda di seluruh lahan penelitian. "NPC" = *Non-planted control plots* (plot kontrol yang tidak ditanami) yang digunakan untuk menentukan tingkat alamiah pemulihan keanekaragaman hayati.

BAGIAN 1 RANCANGAN ACAK KELOMPOK LENGKAP

PERCOBAAN

Seperti halnya semua percobaan biologis, semua percobaan yang dijelaskan dalam buku panduan ini akan menghasilkan hasil yang sangat bervariasi. Oleh karena itu, percobaan harus diulang atau "ditiru" beberapa kali dan hasilnya harus dipresentasikan sebagai nilai rata-rata, diikuti dengan pengukuran variasi antara ulangan perlakuan yang sama (misalnya varians, standar deviasi, dll). Untungnya, sebagian besar percobaan yang diperlukan untuk riset dalam rangka memperbaiki hutan (tes perkecambahan, eksperimen pertumbuhan semaian dan uji coba lapangan) dapat dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan dasar yang sama serta dengan metode analisis statistik yang juga sama: yaitu "rancangan acak kelompok lengkap" atau RAKL, dengan hasil yang dianalisa dengan menggunakan analisis varians dua arah (ANOVA), yang diikuti oleh perbandingan *pair-wise*.

Apa yang dimaksud dengan RAKL?

Percobaan RAKL terdiri dari "blok" yang digandakan, masing-masing terdiri dari 1 replika pada kontrol, ditambah 1 replika pada masing-masing perlakuan yang diuji. Setiap perlakuan dan kontrol memiliki perwakilan yang sama di setiap blok (yaitu dengan jumlah semaian, tanaman dan lain-lain yang sama). Pada setiap blok, posisi untuk blok kontrol dan blok yang mendapat perlakuan ditempatkan secara acak. Blok-blok replika ditempatkan secara acak di daerah studi (atau lahan pembibitan).

Mengapa menggunakan RAKL?

Tujuan menggunakan desain eksperimen ini adalah untuk memisahkan pengaruh yang disebabkan oleh variabilitas lingkungan dengan efek perlakuan yang diuji. Ada kemungkinan setiap blok terkena sedikit pengaruh kondisi lingkungan yang berbeda (cahaya, suhu, kelembaban dll). Keadaan ini akan menyebabkan keragaman data yang dihasilkan, yang dapat mengaburkan efek dari perlakuan yang diterapkan. Namun, karena replika blok kontrol dan replika blok perlakuan dikelompokkan bersama-sama dalam setiap blok, semua baki perkecambahan atau plot dalam sebuah blok akan mendapatkan kondisi yang sama. Akibatnya, efek dari variabel kondisi eksternal akan dapat dipertanggungjawabkan dan dampak dari perlakuan yang diterapkan (atau tidak adanya efek) bisa dilihat dengan two-way-ANOVA (lihat Bagian 2).

Berapa banyak blok dan perlakuan yang harus digunakan?

Idealnya, jumlah kombinasi blok dan perlakuan yang digunakan harus menghasilkan setidaknya 12 "sisa derajat kebebasan" (RDF) berdasarkan persamaan di bawah ini ...

$$RDF = (t-1) \times (b-1)$$

... Dimana t = jumlah perlakuan (termasuk kontrol) dan b = jumlah blok. Pada kenyataannya, seringkali sangat sulit untuk mencapai $RDF > 12$ dalam percobaan di lahan pembibitan atau lapangan. Hal ini karena terbatasnya jumlah bibit, pohon, tanah atau tenaga kerja. Jika demikian, maka $RDF < 12$ masih bisa menghasilkan hasil yang bisa dipakai jika Anda bisa memastikan keseragaman di antara blok benar-benar diperhatikan. Jika tidak, Anda dapat

menggunakan rancangan percobaan sederhana (percobaan yang dilakukan secara berpasangan, yang membandingkan satu perlakuan tunggal dengan satu kontrol) dan menggunakan metode analisis sederhana (misalnya Chi Square untuk uji perkecambahan).

CONTOH KERJA – ANOVA

Ketik data ke spreadsheet Excel – Tempatkan blok pada baris dan perlakuan pada kolom. Pada contoh ini, data jumlah benih yang dikecambahkan di atas 50 benih yang ditaburkan dalam setiap baki replika di setiap blok. Perlakuan yang berbeda diterapkan pada benih untuk mencoba meningkatkan perkecambahan. T1 = perendaman dalam air panas selama 1 jam, T2 = skarifikasi dengan kertas pasir; T3 = perendaman dalam asam selama 1 menit; T4 = berendam di air dingin semalam.

	Kontrol	T1	T2	T3	T4
Blok 1	24	26	30	23	25
Blok 2	22	26	31	21	26
Blok 3	26	26	35	22	27
Blok 4	29	32	30	23	35

Menggunakan analisis "Anova: Dua Faktor Tanpa Replika" di Excel menghasilkan dua tabel hasil. Yang pertama menyajikan ringkasan dari nilai rata-rata. Dalam contoh ini, sepertinya perlakuan 1, 2 dan 4 meningkatkan perkecambahan, sedangkan perlakuan 3 agak sedikit mengurangi perkecambahan; tetapi apakah perbedaan ini lebih besar dari apa yang bisa diharapkan melalui variasi acak?

Anova: Dua-Faktor Tanpa Pengandaan

RINGKASAN	Hitungan	Jumlah	Rata-rata	Varians
Blok 1	5	128	25.6	7.3
Blok 2	5	126	25.2	15.7
Blok 3	5	136	27.2	22.7
Blok 4	5	149	29.8	19.7
Kontrol	4	101	25.25	8.9167
T1	4	110	27.50	9.0000
T2	4	126	31.50	5.6667
T3	4	89	22.25	0.9167
T4	4	11	28.25	20.917

Jawabannya adalah - ya. Lihatlah nilai-P (P-value). Dalam hal ini kemungkinan bahwa tidak ada perbedaan di antara perlakuan yang diterapkan ("kolom") adalah 0, 21%, yang berarti bahwa sangat mungkin setidaknya beberapa perlakuan memiliki efek yang signifikan. Demikian juga halnya dengan blok, ada perbedaan yang signifikan antara blok ("baris") - dengan peluang untuk sama hanya 4, 3%. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan lingkungan, yang mempengaruhi perkecambahan di antara bangku-bangku yang ada di lahan pembibitan. Oleh karena itu, penggunaan rancangan acak lengkap bisa dilakukan.

. ANOVA

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Baris	65.35	3	21.783	3.6869	0.0433	3.490295
Kolom	190.70	4	47.675	8.0691	0.0021	3.259167
Kesalahan	70.90	12	5.9083			
Total	326.9	19				

BAGIAN 2 ANALISIS VARIANS

Data dari percobaan RAKL dapat dianalisis dengan tes statistik standar yang teliti yang disebut analisis varians (ANOVA). Tes terdiri dari beberapa bentuk. Bentuk test ANOVA yang digunakan untuk menganalisis percobaan RAKL disebut "two-way ANOVA (tanpa penggandaan)". Bagian yang "Tanpa penggandaan" adalah bagian yang membingungkan, karena perlakuan yang direplikasi di blok tetapi dalam jargon statistik, hal berarti bahwa hanya ada satu nilai untuk setiap perlakuan di setiap blok misalnya untuk percobaan perkecambahan, satu nilai untuk jumlah benih yang berkecambah di setiap ulangan baki perkecambahan.

Cara paling mudah untuk melakukan tes ANOVA adalah dengan menggunakan Analisis ToolPak, yang ada di Microsoft Excel. Oleh karena itu hal pertama yang harus diperhatikan adalah yakinkan bahwa Anda memiliki program analisis ToolPak di komputer Anda. Jika Anda menggunakan Windows XP, buka Excel dan klik "Tools" di toolbar, kemudian klik "Add-Ins ...". Pastikan bahwa kotak di samping "Analysis ToolPak" sudah dicentang. Jika kotak centang tidak muncul, Anda harus kembali menjalankan Excel set-up dan menginstal ToolPak add-in Analisis.

Jika Anda menggunakan Windows Vista, klik pada tombol Microsoft Office (kiri atas), kemudian pada tombol pilihan Excel (kanan bawah menu), lalu klik "Add Ins "dan terakhir klik "Go" yang ada di samping" Manage Excel Add Ins ". Centang kotak berlabel "Analysis ToolPak".

Buka spreadsheet baru dan ketik data Anda dengan blok yang ditempatkan pada baris dan perlakuan pada kolom, seperti yang ditunjukkan sebelumnya. Dalam contoh tersebut, kita menggunakan sejumlah benih yang dikecambahkan (di atas 50) yang akan diberi perlakuan pra-tabur yang berbeda. Tapi analisis yang sama juga bisa diterapkan dengan tinggi rata-rata samaian yang mendapat perlakuan berupa pemberian pupuk selama tumbuh atau sejumlah samaian yang bertahan 1 tahun setelah ditanam, yang diberi perlakuan berupa pemberian mulsa yang berbeda, dll.

Selanjutnya, jika Anda menggunakan Windows XP, klik "Tools", lalu klik "Data Analysis... ". Jika menggunakan Vista, klik "Data" di bagian atas layar dan kemudian klik "Data Analysis" (kanan atas). Setelah itu akan muncul sebuah kotak dialog, yang berisi daftar berbagai tes statistik. Klik pada "ANOVA: Two-Factor Without Replication" lalu klik "OK ". Kotak dialog yang lain akan muncul. Klik pada tombol persegi yang ada di sebelah kanan kotak "Input Data". Kemudian, dengan menggunakan *mouse*, tarik kursor di tabel data untuk memilih seluruh kumpulan data, termasuk kolom dan baris judul. Kembali di kotak dialog, pastikan ada centang di kotak "Labels" dan nilai pada kotak "Alpha" adalah 0,05. Klik pada tombol radio melingkar, "Output Range:" dan kemudian pada tombol persegi di sebelah kanan kotak rentang output. Dalam spreadsheet, pindahkan kursor ke sel segera ke bawah tabel data Anda dan klik. Kemudian kembali ke kotak dialog dan klik "OK".

Dua tabel hasil output akan muncul di bawah tabel data Anda. Table atas merangkum nilai rata-rata untuk setiap perlakuan dan setiap blok, bersama dengan ukuran variabilitas (yaitu varians). Tabel di bawahnya memberitahu Anda jika ada perbedaan yang signifikan di antara perlakuan yang diberikan.

Dalam contoh yang berlawanan, variasi dalam blok (di antara perlakuan) umumnya lebih tinggi dari varians dalam perlakuan (diantara blok), yang menunjukkan bahwa efek dari perlakuan lebih besar dari variasi acak karena perbedaan kondisi di antara blok. Jika dibandingkan dengan yang kontrol, sepertinya perlakuan 1, 2 dan 4 meningkatkan perkecambahan, sedangkan perlakuan 3 malah mengurangi perkecambahan. Tapi apakah ini

hasil yang signifikan? Tabel yang dibawahnya menjawab pertanyaan ini.

Pada tabel, "Baris" mengacu pada blok dan "Kolom" mengacu pada perlakuan. ANOVA menguji 'hipotesis nol' yang menjelaskan bahwa tidak ada perbedaan nyata di antara kontrol dan perlakuan yang diuji dan bahwa setiap variasi antara nilai rata-rata hanya karena kebetulan. Akibatnya, jika ada perbedaan yang besar di antara nilai rata-rata untuk perlakuan dan blok, maka asumsi tersebut dianggap salah, dan setidaknya salah satu dari perlakuan yang diberikan telah memiliki pengaruh yang signifikan.

Nilai yang penting untuk dilihat adalah nilai-P (P-value), yang mengukur kemungkinan bahwa hipotesis null (yaitu tidak ada perbedaan) valid. Oleh karena itu, tabel sebelumnya menunjukkan bahwa hanya ada 0, 21% kemungkinan bahwa perbedaan antar perlakuan tidak ada (dan maka tingkat kemungkinannya adalah 99,79%). Demikian pula halnya dengan perbedaan antar blok, kemungkinan perbedaannya juga tinggi yaitu sebesar 95, 7%. Perbedaan yang signifikan antar blok menunjukkan bahwa RAKL diperlukan dalam rangka menghapus sejumlah besar variasi karena perbedaan lingkungan mikro yang mempengaruhi setiap blok.

Meskipun analisis ANOVA ini menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara perlakuan yang diterapkan, hasil analisis ini tidak menjelaskan perbedaan yang mana yang signifikan. Untuk menentukan hal tersebut, Anda perlu untuk melakukan perbandingan *pair-wise*. Untuk informasi lebih lanjut tentang ANOVA dan untuk mengetahui lebih banyak tehnik yang bisa digunakan, silahkan lihat Dytham (1999) dan Bailey (1995).

Contoh Paried t-Test

	Kontrol	T1	T2	T3	T4
Mean	25,25	27,5	31,5	22,25	28,25
Varians	8.91666667	9	5,66667	0,91667	20,9167
Pengamatan	4	4	4	4	4
Pearson Correlation		0.837218	0,02345	0,67041	0,87258
df		3	3	3	3
t Stat		-2,63493	-3,3113	2,44949	-2,4495
P (T <= t) one-tail		0,038997	0,02267	0,04586	0,04586
t Critical one tail		2.353363	2,35336	2,35336	2,35336
P (T <= t) two-tail		0,077994	0,04535	0,09172	0,09172
t Critical two-tail		3.182446	3,18245	3,18245	3,18245

BAGIAN 3 PAIRED T-TEST

Setelah ANOVA telah mengkonfirmasi adanya perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata, perbandingan *pair-wise* diperlukan untuk konfirmasi perbedaan mana yang signifikan. Sepertinya merupakan hal yang logis jika kita membandingkan setiap perlakuan dengan setiap perlakuan lainnya, tapi pendekatan ini tidak disukai oleh para ahli statistik. Semakin banyak tes yang Anda lakukan, semakin besar kemungkinan Anda akan menemukan perbedaan yang signifikan. Jadi, yang terbaik adalah mengadopsi apa yang disebut sebagai pendekatan "apriori", yaitu buat pertanyaan yang ingin dicari jawabannya terlebih dahulu lalu lakukan pengujian yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut. Untuk masalah ini, pertanyaan utama adalah "apakah perlakuan secara signifikan akan meningkatkan atau mengurangi daya tahan pohon jika dibandingkan dengan yang tanpa perlakuan (kontrol)?" Untuk melakukan hal ini, gunakan paired t-Test di Analisis ToolPak di Microsoft Excel. Pertama, instal ToolPak jika perlu dan ikuti petunjuk yang ada di Bagian 2. Di "Data Analysis", klik "t-Test: Paired Two Sample for Means, kemudian klik "OK".

Pada kotak dialog, klik tombol persegi di sebelah kanan "Variable 1 Range". Kemudian, dengan menggunakan *mouse*, tarik kursor ke bawah tabel untuk memilih kumpulan data untuk "kontrol", termasuk kolom judul. Ulangi untuk "Variabel 2 Range" dengan memilih kumpulan data untuk "T1". Lalu kembali ke kotak dialog, pilih "Hypothesized Mean Difference" dari "0" (hipotesis nol menjelaskan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara data perlakuan). Pastikan ada tanda centang di kotak "Label" dan bahwa nilai dalam kotak "Alpha" adalah 0,05. Klik tombol radio melingkar, yaitu "Output Range:" lalu klik tombol persegi di sebelah kanan kotak rentang output. Di spreadsheet, pindahkan kursor ke sel segera bersebelahan dengan tabel data, lalu klik. Kemudian kembali ke kotak dialog dan klik "OK". Sebuah tabel hasil output akan muncul berdekatan dengan data tabel Anda. Ulangi proses ini untuk semua perbandingan *pair-wise* yang menurut Anda akan berguna.

Tabel hasil yang ada menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi untuk perlakuan 1, 2 dan 4 dan nilai rata-rata lebih rendah untuk perlakuan 3. Agar perbedaan ini menjadi signifikan, nilai "t Stat" harus lebih tinggi dari nilai kritis yang ditentukan dari jumlah derajat kebebasan dan nilai P (P-value) yang bisa diterima (biasanya 5%). Oleh karena itu tingkat signifikansi perbedaan tersebut ditentukan dengan melihat nilai untuk "P (T ≤ t) two-tail". Jika nilai tersebut kurang dari 0,05, maka perbedaannya cukup signifikan. Ini berarti bahwa ada nilai probabilitas 5% yang menunjukkan bahwa hipotesis null (yakni perbedaan di antara nilai rata-rata adalah nol) sudah benar. Dalam contoh yang berlawanan hanya satu perlakuan, yaitu T2, yang memenuhi kondisi ini. Jadi hasilnya adalah bahwa, dibandingkan dengan perkecambahan di blok kontrol, skarifikasi kemungkinan besar meningkatkan perkecambahan dari sekitar 27/50 biji menjadi sekitar 31 / 50 biji. Perlakuan lain kemungkinan besar tidak berpengaruh.

DAFTAR ISTILAH

Kehutanan-Agro: suatu penggunaan lahan yang mengkombinasikan pertanian dengan kehutanan yang melibatkan penanaman tanaman-tanaman hasil pertanian atau tanaman yang bisa dijadikan pakan ternak.

Kehutanan Analog: kehutanan analog memelihara keseluruhan struktur hutan tropis dewasa; menggantikan spesies ekonomis untuk masing-masing bentuk tanaman hidup yang berkontribusi terhadap struktur hutan.

Peremajaan Alami yang Dipercepat: tindakan pengelolaan untuk meningkatkan proses alami restorasi hutan, yang fokus pada kegiatan mendukung pembentukan dan pertumbuhan berikutnya dari pohon hutan adat alami, sambil mencegah faktor-faktor yang dapat membahayakan mereka.

Pioneer-Climax Series yang Dipercepat: desain perkebunan yang mengikuti prinsip-prinsip suksesi alami dengan menanam deretan beberapa spesies perintis, yang kemudian diikuti oleh penanaman antar-baris dengan spesies pohon klimaks.

Keanekaragaman Hayati: berbagai gen yang meliputi kehidupan, spesies dan ekosistem.

Calon Spesies Pohon Kerangka: jenis pohon lokal yang saat ini menjalani pembibitan dan pengujian daya tahan di lapangan untuk menentukan kesesuaian mereka sebagai spesies kerangka.

Hutan Klimaks: hutan yang tidak terganggu dan stabil, yang memiliki perkembangan maksimum dari segi struktur dan komposisi jenis, yang ditentukan oleh tanah dan kondisi iklim.

Spesies Pohon Klimaks: jenis pohon yang ada di hutan klimaks, dengan bibit yang tahan naungan.

Komunitas Hutan: hutan yang dikelola secara kolektif oleh masyarakat lokal, biasanya berupa ekstraksi hasil hutan berupa kayu dan non-kayu.

Konservasi: pelestarian, pengelolaan, dan perawatan sumber daya alam dan sumber daya budaya.

Desidius: daun yang gugur setiap tahun atau secara periodik; yang bukan Evergreen.

Deforestasi: konversi hutan menjadi lahan lain dengan kurang dari 10% tutupan pohon misalnya tanah subur, rumput, penggunaan tanah untuk masyarakat perkotaan, lahan penebangan, dan gurun.

Degradasi: gangguan yang menyebabkan penurunan kualitas hutan dan menghambat fungsi ekologis dari ekosistem hutan.

Pembibitan Langsung: pembentukan pohon di situs gundul dengan cara menabur benih bukan dengan melakukan semai di lahan pembibitan terlebih dahulu.



Dormansi: suatu periode dimana perkecambahan biji mengalami penundaan, meskipun memiliki kondisi (kelembaban, cahaya, suhu dll) yang biasanya menguntungkan untuk tahap berikutnya dari pembentukan anakan dan perkecambahan.

Ecto-mikoriza: hubungan antara akar tanaman vaskular dan jamur, menghasilkan sarung jamur pada permukaan akar dan antara sel kortikal akar.

Endemik: adat dan batas pada wilayah tertentu.

Penanaman pengayaan: penanaman pohon untuk i) meningkatkan kepadatan jenis pohon yang ada atau ii) meningkatkan kekayaan spesies pohon dengan menambahkan jenis pohon pada hutan yang terdegradasi.

Evergreen: tanaman yang mempertahankan dedaunan hijau sepanjang tahun.

Exotic: spesies baru

Kepunahan: hilangnya satu spesies secara global

Pemusnahan: hilangnya spesies dari suatu daerah tertentu (tapi masih ada di tempat lain).

Cadangan Ekstraktif: kawasan konservasi, di mana alam ekstraksi sumberdaya dilakukan untuk tujuan melestarikan keanekaragaman hayati dan basis sumber daya alam.

Sistem Uji Coba Lapangan (FTPS): satu set petak kecil, masing-masing ditanami dengan campuran calon spesies pohon kerangka untuk uji coba dan mengalami perlakuan silvikultur yang berbeda.

Restorasi lanskap hutan (FLR): pengelolaan terpadu dari semua fungsi lanskap di daerah deforestasi atau rusak untuk mendapatkan kembali integritas ekologi dan meningkatkan kesejahteraan manusia; biasanya termasuk beberapa hutan restorasi.

Restorasi Hutan: setiap kegiatan yang bertujuan membangun kembali ekosistem hutan yang awalnya ada di situs deforestasi sebelum deforestasi ekosistem terjadi, sebuah bentuk khusus dari reboisasi.

FORRU: Unit Riset Restorasi Hutan- didirikan untuk mengembangkan metode yang bisa digunakan untuk memanfaatkan dan mempercepat proses alami peremajaan hutan, sehingga kekayaan keanekaragaman hayati ekosistem hutan, yang mirip dengan hutan asli, bisa dibentuk kembali.

Memelihara Ekosistem : menggunakan perkebunan-perkebunan pohon yang tidak mesti berasal dari spesies asli untuk memfasilitasi peremajaan alami spesies asli yang ada di sekitar pohon-pohon tersebut.

Metode Spesies Kerangka (atau Kerangka Kehutanan): menanam sedikit jenis pohon asli yang diperlukan untuk meningkatkan proses alami peremajaan hutan dan pemulihan keanekaragaman hayati. Metode ini menggabungkan 20-30 penanaman jenis pohon kunci dengan berbagai teknik ANR untuk meningkatkan regenerasi alami yang bisa menciptakan ekosistem hutan yang berkelanjutan dari kegiatan penanaman tunggal.

Spesies Pohon Kerangka: pohon hutan asli yang tidak dipelihara, spesies pohon hutan, yang ketika ditanam di lokasi deforestasi akan cepat membangun kembali struktur hutan dan fungsi ekologis, sambil menarik hewan penyebar benih.

Frugivorous: Pemakan buah.

Keragaman Genetik: keanekaragaman dalam suatu spesies.

Geographic Positioning System (GPS): sistem yang menggunakan komunikasi satelit untuk menentukan posisi geografis dan informasi navigasi lainnya.

Waktu Tumbuh: waktu anakan pohon muda tumbuh di lahan pembibitan, saat pohon masih dalam pot dan belum diangkut ke lokasi penanaman; meliputi semaian dan anakan pohon liar.

Perkecambahan: pertumbuhan benih atau spora setelah masa dormansi; munculnya akar embrio melalui penutup biji.

Herbarium: sebuah repositori untuk koleksi spesimen tanaman dan jamur yang diawetkan.

Hyphae: jamur yang memiliki sel filament yang bercabang dan panjang, modus dan utama pertumbuhan vegetatif; kolektif disebut "miselium".

Indigenous: asli, bukan dari luar daerah: kebalikan dari eksotis.

Benih Intermediate: benih yang dapat dikeringkan dengan kadar air lebih rendah dari benih ortodoks, tetapi sensitif terhadap dingin saat kering.

Spesies Pohon Keystone: jenis pohon yang penting untuk mendukung populasi hewan, yang biasanya berbunga atau berbuah pada waktu sumber makanan lain terbatas.

Metode Miyawaki dan Keragaman Maksimum Restorasi Hutan: memulihkan sebanyak mungkin kekayaan jenis pohon hutan asli, tanpa bergantung pada penyebaran benih alami.

Mikoriza: Hubungan yang simbiosis (kadang-kadang lemah patogen) antara jamur dan akar tanaman.

Inokulum mikoriza: persiapan buatan yang mengandung campuran spora jamur mikoriza biasa yang dapat ditambahkan ke tanaman.

Peremajaan/regenerasi alami: pemulihan hutan setelah adanya gangguan dengan tidak adanya campur tangan manusia. Sehingga meningkatkan fungsi ekosistem, keragaman spesies vegetasi dan kompleksitas struktur, ketersediaan habitat, dan lain-lain.

Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM): lembaga hukum yang dibuat oleh orang pribadi atau organisasi dengan tidak adanya partisipasi atau representasi dari pemerintah manapun.

Hasil Hutan Bukan Kayu (NTFP's): secara luas termasuk semua vegetasi non kayu di hutan dan lingkungan kehutanan-agro yang bernilai komersial; terdiri dari empat kategori

produk utama, yaitu kuliner, bunga dan dekoratif, tanaman yang berbasis kayu, obat-obatan dan makanan suplemen.

Spesies Pohon perawat: jenis pohon yang sangat keras, biasanya merupakan jenis pohon perintis yang cepat tumbuh, yang ditanam khusus untuk mengembangkan kondisi tanah di sebuah lahan atau untuk memperbaiki kesuburan tanah tersebut.

Benih Ortodoks: benih yang mudah untuk disimpan selama berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun.

Permakultur: sebuah istilah yang pertama kali diperkenalkan oleh Bill Mollison dan David Holmgren pada pertengahan tahun 1970-an untuk menggambarkan sebuah sistem yang berkembang dan terintegrasi untuk tanaman tahunan atau tanaman yang bisa selalu lestari dan hewan yang berguna untuk manusia ".

Fenologi: studi tentang respon organisme hidup terhadap siklus musiman dalam kondisi lingkungan misalnya pada masa pohon berbunga dan berbuah.

Hutan Perintis: Hutan yang dalam keadaan masih di awal proses perbaikan setelah adanya gangguan, yang memiliki radiasi matahari, paparan angin dan tanah kosong yang lebih besar daripada hutan klimaks.

Spesies Pohon Perintis: spesies awal-suksesi yang hanya berkecambah di bawah sinar matahari penuh atau kesenjangan yang terbesar. Jenis pohon ini memiliki tingkat pertumbuhan dan fotosintetik tinggi dan memiliki pol cabang sederhana, dan memerlukan suhu dan / atau intensitas cahaya yang tinggi untuk perkecambahan. Biasanya berumur pendek dan merupakan karakteristik dari hutan perintis.

Hutan Primer: hutan yang tidak terganggu, yang memiliki perkembangan maksimal dalam hal struktur dan komposisi spesies (= hutan klimaks).

Jadwal Produksi: deskripsi singkat mengenai prosedur untuk memproduksi stok tanaman dengan ukuran optimal dan kualitas benih (atau anakan pohon liar) dengan memperhatikan waktu tanam optimum. Untuk membuat jadwal ini kita harus menggabungkan semua pengetahuan yang ada tentang ekologi reproduksi dan budidaya spesies.

Kawasan Lindung: tanah dan / atau laut luas yang dilestarikan untuk perlindungan dan pemeliharaan keanekaragaman hayati, dan sumber daya alam dan sumber daya budaya terkait dan dikelola melalui badan hukum atau lembaga lainnya.

Benih Rekalsitran: benih yang peka terhadap pengeringan dan dingin.

Calon Spesies: spesies pohon tambahan (non-ditanam) yang tumbuh secara alami di lokasi hutan yang sedang diperbaiki.

Reboisasi: penanaman pohon untuk membangun kembali tutupan pohon dalam bentuk apapun; meliputi hutan perkebunan, kehutanan-agro, hutan masyarakat dan restorasi hutan.

Hutan sisa: daerah kecil di kawasan hutan yang masih bertahan dari kerusakan skala besar.

Leher Akar: akar yang ada di bagian-bagian atas tanah tanaman bertemu akar tunggang tersebut.

Hutan sekunder: hutan atau kawasan hutan yang telah kembali tumbuh setelah adanya gangguan besar tetapi belum pada titik akhir suksesi (Hutan klimaks), biasanya dibedakan oleh perbedaan dalam fungsi ekosistem, keanekaragaman jenis vegetasi, kompleksitas struktur, dll.

Bank Benih: benih, yang sering tidak berkecambah, disimpan dalam ekosistem tanah darat. Sebuah bank benih juga dapat merujuk pada penyimpanan bibit sebagai sumber untuk kegiatan restorasi hutan.

Hujan benih: penyebaran biji ke suatu daerah melalui proses alam. Hal ini dapat terjadi melalui berbagai mekanisme penyebaran, misalnya lewat angin dan penyebaran oleh hewan.

Daun Senesen: daun yang klorofinya (warna hijau) hilang pada saat daun tersebut akan jatuh.

Silvikultur: mengontrol pembentukan, pertumbuhan, komposisi, kesehatan, dan kualitas hutan untuk memenuhi beragam kebutuhan dan nilai-nilai pemilik tanah.

Site Capture: eliminasi vegetasi herba yang disebabkan oleh naungan pohon yang ditanam atau dengan ANR.

Standing Down: waktu dimana bibit pohon disimpan di lahan pembibitan, dari pot hingga diangkut ke lokasi penanaman.

Hutan Target: suatu ekosistem hutan yang mendefinisikan tujuan program restorasi hutan dari segi komposisi jenis pohon, struktur dan tingkat keanekaragaman hayati, dll, biasanya merupakan bidang tanah kecil yang masih ada tanamannya yang terdekat dengan hutan primer, yang tersisa di lanskap itu, pada ketinggian dan aspek yang sama dengan yang ada di lokasi hutan yang sedang diperbaiki.

Vesikular Cendawan Mikoriza (VCM): jamur mikoriza yang tumbuh ke dalam korteks akar tanaman inang dan menembus sel-sel akar untuk membentuk dua jenis arbuskul struktur dan vesikula khusus. Juga dikenal sebagai mikoriza arbuskula.

Spesimen Voucher: Spesimen kering dari daun, bunga, buah-buahan dll yang dijaga untuk konfirmasi nama-nama spesies (studi fenologi pohon, pohon pengumpulan benih dll).

Wildings: bibit atau anak-anak pohon yang berkembang secara alami di hutan asli.

Margasatwa: semua tanaman dan hewan yang tidak dipelihara/ yang hidup di alam.



DAFTAR PUSTAKA

Anderson , J. M. and T. Spencer, 1991. Carbon, Nutrient and Water Balances of Tropical Rain Forest Ecosystems Subject to Disturbance. MAB Digest No.7. UNESCO.

Bailey, N., 1995. Statistical Methods in Biology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 255 hal.

Bibby, C., M. Jones and S. Marsden, 1998. Expedition Field Techniques Bird Surveys. The Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society, London. 133 hal.

Bridson, D. and L. Forman (eds.), 2004. The Herbarium Handbook. Kew Publishing, London.

Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove and N. Malajczuk, 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph 32, ACIAR, Canberra, Australia, hal 374.

Collaborative Partnership on Forests, online CPF Sourcebook on Funding for Sustainable Forest Management. Website: <http://www.fao.org/forestry/site/8015/en/>.

Dytham, C., 1999. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. Blackwell Science, Oxford, U.K., 218 hal.

Elliott, S., S. Promkutkaew and J. F. Maxwell, 1994. The phenology of flowering and seed production of dry tropical forest trees in northern Thailand. Proc. Int. Symp. on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Project, hal 52-62.

Elliott, S., P. Navakitbumrung, C. Kuarak, S. Zangkum, V. Anusarnsunthorn and D. Blakesley, 2003. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. Forest Ecology and Management, 184: 177-191.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001. State of the World's Forests 2001. FAO, Rome, 200 hal.

Forest Restoration Research Unit, 2000. Tree Seeds and Seedlings for Restoring Forests in Northern Thailand. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand. Compiled by Kerby, J., S. Elliott, J. F. Maxwell, D. Blakesley and V. Anusarnsunthorn, 151 hal.

Forest Restoration Research Unit, 2006. How to Plant a Forest: The Principles and Practice of Restoring Tropical Forests. Compiled by Elliott, S., D. Blakesley, J. F. Maxwell, S. Doust, and S. Suwanarattana. Chiang Mai University, Forest Restoration Research Unit. 200 hal.

Gibbons, D.W., D. Hill, and W.J. Sutherland, 1997. "Birds" Pp. 227-259 in Sutherland, W.J. (ed.). Ecological Census Techniques A Handbook. Cambridge University Press, United Kingdom. 336 hal.

Gilbert, L. E., 1980. Food web organization and the conservation of neotropical diversity. Hal 11-33 in Soule, M. E. and B. A. Wilcox (eds.). Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Glowka, L., F. Burhenne-Guilmin and H. Synge, 1994. A Guide to the Convention on Biological Diversity. Environmental Policy and Law Paper No. 30. IUCN Biodiversity Program, Cambridge, U.K.

Goosem, S. P. and N.I.J. Tucker, 1995. Repairing the Rainforest – Theory and Practice of Rainforest Re-establishment in North Queensland's Wet Tropics. Wet Tropics Management Authority, Cairns. 71 hal.

Hau, C.H., 1997. The establishment and survival of native trees on degraded hillsides in Hong Kong. Ph.D. thesis, The University of Hong Kong.

Hubbell, S.P. and R.B. Foster, 1983. Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implications for conservation. In Sutton, S.L., T.C. Whitmore & A.C. Chadwick: "Tropical Rain Forest: ecology and management". 512 hal. Blackwells, London.

International Tropical Timber Organization, 2002. Guidelines for the Restoration, Management and Rehabilitation of Degraded and Secondary Tropical Forests. ITTO, Bern, Switzerland. Website: <http://www.itto.or.jp/live/PageDisplayHandler?pageId=201>.

Jaenicke, H., 1999. Good Tree Nursery Practices: Practical Guidelines for Research Nurseries. International Centre for Research in Agroforestry, PO Box 30677 Nairobi, Kenya. Website: <http://www.cgiar.org/icraf>.

Koelmeyer, K. O., 1959. The periodicity of leaf change and flowering in the principal forest communities of Ceylon. Ceylon For. 4:157-189, 308-364.

Langford, K., 1999. 'Support Package for Promoting Community Involvement in Natural Resource Management and Environment'. Department of Land and Water Conservation, Sydney. Website: <http://www.landcare.nsw.gov.au>.

Lemmens, R. H. M. J., I. Soeriangara and W. C. Wong (eds.), 1995. Plant Resources of South-East Asia No 5(2) Timber Trees: Minor commercial timbers. PROSEA, Bogor, Indonesia.

Longman, K.A. (2002) Preparing to Plant Tropical Trees. "Tropical Trees: Propagation and Planting Manual No. 4". Commonwealth Science Council, London.

Longman, K.A. (2002) Tropical Trees: A Practical Manual for Growing Good Nursery Stock. "Tropical Trees: Propagation and Planting Manual No. 3". Commonwealth Science Council, London.

Longman, K.A. (2002) Tropical Trees: Rooting Cuttings A Practical Manual. "Tropical Trees: Propagation and Planting Manual No. 1". Commonwealth Science Council, London.

Longman, K.A. (2003) Raising Seedlings of Tropical Trees. "Tropical Trees: Propagation and Planting Manual No. 2". Commonwealth Science Council, London.

Ludwig, J.D. and J.F. Reynolds, 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. Wiley, New York.

Mallet, P., 1997. *Analog Forestry Manual*. Falls Brook Centre: New Brunswick, Canada.

Mansourian, S., D. Vallauri and N. Dudley, 2005. *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer, New York, 437 hal.

Martin, G. J., 1995. *Ethnobotany: A Methods Manual*. Chapman and Hall, London.

Miyawaki, A., 1993. Restoration of native tree forests from Japan to Malaysia. In Lieth, H. and M. Lohmann (eds). *Restoration of Tropical Forest Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, hal. 5-24.

Nandakwang, P., S. Elliott, S. Youpensuk, B. Dell, N. Teaumroong and S. Lumyong, 2007. Arbuscular mycorrhizal status of indigenous tree species used to restore seasonally dry tropical forest in northern Thailand. *J. Microbiol.*

Nandakwang, P., S. Elliott, B. Dell, S. Youpensuk and S. Lumyong, in press. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and fertilizer on production of *Castanopsis acuminatissima* saplings for forest restoration in northern Thailand. *Mycorrhiza*: in press.

Parrotta, J. A. 2000. Catalysing natural forest restoration on degraded tropical landscapes. Hal 45-545 in Elliott, S., Kerby, J., Blakesley, D., Hardwick, K., Woods, K. and Anusarnsunthorn, V. (eds). *Forest Restoration for Wildlife Conservation*. Chiang Mai University.

Quinn, G. P. and M. J. Keough, 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, Cambridge U.K., 537 hal.

Rietbergen-McCracken, J., S. Maginnis and A. Sarre, 2007. *The Forest Landscape Restoration Handbook*. Earthscan USA and UK, 175 hal. Schmidt, L., 2000. *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. DANIDA, Denmark. 511 hal.

Schreckenburg, K. and M. Hadley, 1991. *Economic and Ecological Sustainability of Tropical Rain Forest Management*. MAB Digest No. 8. UNESCO.

Soerianegara, I. and R. H. M. J. Lemmens (eds.), 1994. *PROSEA Handbook 5(1): Major commercial timbers*. PROSEA, Bogor, Indonesia.

Sosef, M.S.M., L. T. Hong, and S. Prawirohatmodjo (eds.), 1998. *PROSEA Handbook 5(3): Lesser-known timbers*. PROSEA, Bogor, Indonesia.

Thaiying, J., 2003. *Effects of forest restoration on small mammal communities*. BSc Thesis, Chiang Mai University.

Toktang, T., 2005. *The Effects of Forest Restoration on the Species Diversity and Composition of a Bird Community in Doi Suthep-Pui National Park Thailand from 2002-2003*. M.Sc. Thesis, Graduate School Chiang Mai University.

United Nations Environment Programme (UNEP), 1992. Convention on Biological Diversity. Website:<http://www.biodiv.org/convention/articles.asp>.

Upton, D. (2008) Planting and Establishment of Tropical Trees. "Tropical Trees: Propagation and Planting Manual No. 5". Commonwealth Science Council, London.

Van So, N., 2000. The potential of local tree species to accelerate natural forest succession on marginal grasslands in southern Vietnam. In Elliott, S., J., Kerby, D. Blakesley, K. Hardwick, K. Woods, and V. Anusarnsunthorn (eds). Forest Restoration for Wildlife Conservation. Chiang Mai University. Hal.135-148.

Wilson, E. O., 1988. The current state of biological diversity. In:Wilson, E. O. (ed.), Biodiversity National Academy Press, Washington DC., hal. 3-18.

Woods, K. & S. Elliott, 2004. Direct Seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in northern Thailand. *J. Trop. For. Sci.*,16 (2): 248-259.



INDEKS

A

Peremajaan Alami yang dipercepat (PPA) 3, 7, 9, 93
Seri klimaks perintis yang dipercepat (APC) 18
pengelolaan adaptif 117
penyemaian lewat udara 90
kehutanan-agro 4, 19
kehutanan analog 19
analisis varians ANOVA 55, 61, 64, 84, 85, 128 129
jejak hewan 100

B

Balakata baccata 83
kijang 13
Kelelawar 13
Bauhinia purpurea 94
Keanekaragaman hayati 5, 20, 93
Pemantauan keanekaragaman hayati 93
Pemulihan keanekaragaman hayati 18, 93, 95
Kumunitas burung 78, 95
Survei burung 95
Burung 13
Ahli taksonomi botani 41
Kutilang 13, 97

C

kaliper 61
Calon spesies kerangka 39-40, 77
Penutupan kanopi 114
Carallia brachiata 64 25
Tenaga kerja biasa
Ternak 9
zat pembasmi kimia 90
Musang 15, 101
Hutan klimaks 7, 11, 13
Spesies klimaks 18
Kolaborasi Kemitraan di Hutan 36
Alat komunikasi 122
Strategi komunikasi 34, 121
Komunitas 28
Komunitas kehutanan 5
Komunitas Pembibitan pohon 31
Nilai konservasi 75
Tipe kontainer 58
Konvensi Keanekaragaman Hayati 26
Kopicing 12, 103

Metode kerapatan mahkota 45
Lebar mahkota 85

D

analisis data 47, 84, 86, 97, 103
pengumpulan data 63, 81, 97, 103
lembar pengumpulan data 63, 82, 83
database 33, 41, 107-112
deforestasi 3, 4
Penyemaian 56, 87, 90
Percobaan penyemaian langsung 88-89
Penyakit 64
Dormansi 50-51, 55, 69

E

Kehutanan ekonomi 17
Program pendidikan 24, 32-34, 118-119
Pengayaan penanaman 11
Peralatan 42
Etno-botani 40
Ekaliptus 3
spesies eksotik 17
ancangan eksperiment 52, 58, 78
ekstensi 119

F

pupuk 9, 59, 77, 79
Ficus 43
rencana uji coba lapangan 80
percobaan lapangan 73
manager lapangan 24
parameter kinerja lapangan 83
sistem Plot Uji Coba Lapangan (FTPS) 33, 73, 93, 95
kebakaran 7, 9, 12, 15, 114
kayu bakar 19
penasehat asing 29
lembaga asing 29
restorasi lanskap hutan 20
pemulihan hutan 91, 93
peremajaan hutan 7
restorasi hutan 4
FORRU's 4, 5, 21, 23, 123
Lahan pembibitan pohon FORRU 39
FORRU- CMU 23, 123
pemeliharaan ekosistem 17
kriteria kerangka 114
kerangka kehutanan 11

Spesies kerangka 12-13, 33, 113
Metode spesies kerangka 7, 13, 15, 113
dana 35

G

GBH 83
variabilitas genetic 50
perkecambahan 50, 51-52, 89
kurva perkecambahan 54-55
percobaan perkecambahan 57
glyphosate 77
hibah 36
flora tanah 101
pertumbuhan 63
Gurney's Pitta 64

H

kesehatan (atau kondisi) skor 81
herbarium 30, 41
Hog Badger 13
Hovenia dulcis 83
sumber daya manusia 23

I

indeks kelimpahan 100
pengetahuan adat 5, 28
manajemen informasi 33
konvensi internasional 26
Organisasi Internasional Kayu Tropis (OIKT) 26-27

K

Krabi 64

L

label dan pelabelan 30, 79-80
kepemilikan lahan 76
penanaman skala besar 124
legum 17
tingkat degradasi 7
masyarakat lokal 29, 76

M

Macaranga denticulata 83
daftar metode MacKinnon 97, 99

Magnolia ballonii 117
mamalia 100
manual 120, 124
Metode keragaman maksimum 7, 15
media 59
panjang median dormansi 55
standar minimum yang dapat diterima 113-114
Metode Miyawaki 15
pemantauan 81-82, 94
pemantauan peremajaan hutan 101
mulsa 9, 15, 90
jamur mikoriza 60
mikoriza inokula 79

N

Plot kontrol yang tidak ditanami 78
pohon perawat 7, 17
lahan pembibitan 30-32, 39
manajer pembibitan 24
biaya operasional pembibitan 90
siklus gizi 13
kekurangan gizi 64

O

kelapa sawit 3
bagan organisasi 24
biji ortodoks 56
penjangkauan 24
oven 41

P

P-value (nilai-P) 85, 87
perbandingan *pair-wise* 55
paired t-test (t-tes berpasangan) 87, 130-131
hama 64
fenologi 30, 42, 43, 44, 94, 100
fotografi 81, 122
spesies pohon perintis 13, 17-18, 90
perkebunan sebagai katalis 18
stok penanaman 66, 115
metode “penghitungan titik” 97
polimer gel 79
jadwal produksi 58, 69-70
teknik propagasi 31
PROSEA 39
staf kawasan lindung 27-28

pemangkasan 59, 67
publikasi 34, 119

R

rancangan acak kelompok lengkap (RAK) 52, 61, 127
biji rekalsitran 56
calon spesies pohon 93, 101
reboisasi 4
laju pertumbuhan relatif 64, 85
hutan sisa 7, 9, 75
makalah penelitian 120
tim penelitian 24
diameter leher akar 61, 63, 83, 85
sistem akar 59
root trainer (pot akar) 59
rasio pucuk akar 63, 64
Royal Botanic Gardens, Kew 41
karet 3

S

unit sampling 103
perangkap pasir 100
pertumbuhan anakan 63
daya tahan anak pohon 61
lembar data daya tahan anakan 62
skala 124
program sekolah 119
pembungkus biji 51
koleksi benih 42,49, 69
penyebaran benih 13, 93
perkecambahan biji 13
lembar data perkecambahan biji 53
predasi benih 90
penyimpanan benih 56-57, 69
hewan penyebar benih 7, 15, 93
bank benih / bibit 7
pembentukan semaian 13, 93
morfologi bibit 65
mortalitas bibit 55
spesimen bibit 65
bibit dalam buku identifikasi 65
biji 51
perlakuan silvikultur 115
Indeks keanekaragaman Simpson 104
erosi tanah 7
buku sumber berkaitan dengan pendanaan untuk pengelolaan yang berkelanjutan
pengelolaan hutan 36
kurva areal spesies 104
spesies perbandingan 84

indeks keanekaragaman spesies 104
spesies campuran 117
kartu profil spesies 117
kekayaan spesies 99
pemilihan spesies 113
sistem kesesuaian penilaian spesies 116
koleksi spesimen 41
spesimen 45
sponsor 123
staf 23
stakeholder 118
standar 113
waktu *standing-down* 69
proyek penelitian tesis mahasiswa 25
kekokohan kecerdasan 64
suksesi 7
kesesuaian indeks 115
kelangsungan hidup 63
tingkat kelangsungan hidup 81, 114

T

target komunitas "burung 95
hutan target 9
target 64
taksonomi 41, 65
pelatihan 25, 118
perangkap 100
perbandingan perlakuan 55, 85
plot kontrol perlakuan 77
eksperimen daya tahan pohon 58
perkebunan pohon 3
pemulihan spesies pohon 101
perekrutan spesies pohon 101
hutan hujan tropis 64

V

survei vegetasi 102
Vernier kaliber 63
Vietnam 18
spesimen voucher 41, 45

W

kompetisi gulma 83, 85
skor tutupan gulma 114
skor gulma 85
penyiangan 9, 15, 77, 79, 90
satwa liar 94
monitoring satwa liar 95

sumber daya satwa liar 94
wildling (bibit pohon liar) 66
lokakarya 119, 122

KONTAK FORRU

The Forest Restoration Research Unit
c/o Dr. Stephen Elliott or
Dr. Sutthathorn Chairuangstri
Biology Department
Faculty of Science
Chiang Mai University
Chiang Mai
Thailand 50200

Phone: (+66) - (0)53-943346
or 943348 ext. 1134 or 1135
Fax: (+66) (0)53-892259
Email: forru@science.cmu.ac.th
or stephen_elliott1@yahoo.com
untuk informasi lebih lanjut silahkan buka situs di bawah ini:-
www.forru.org

