

PEMULIAAN POHON

Jumani, S.Hut., M.P.

PEMULIAAN POHON



ZAHIR
publishing

Jumani, S.Hut., M.P.

ISBN 978-623-6995-68-6



PEMULIAAN POHON

JUMANI, S.Hut., M.P.



PEMULIAAN POHON

Penulis

Jumani, S.Hut., M.P.

Tata Letak

Ulfa

Desain Sampul

HUFA Desain

14.5 x 20.5 cm, VI + 169 hlm.

Cetakan I, Maret 2021

ISBN: 978-623-6995-68-6

Diterbitkan oleh:

ZAHIR PUBLISHING

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,

Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571

e-mail : zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta

No. 132/DIY/2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt penulis panjatkan karena berkat rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, buku ini disusun berdasarkan pengalaman penulis sebagai Dosen Pemuliaan Pohon di Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda Prodi Kehutanan sejak tahun 2000 hingga sekarang.

Penulis membuat buku ini dengan niat ikhlas untuk memudahkan pemahaman tentang pemuliaan pohon sebagai acuan yang dapat dijadikan pegangan baik oleh dosen, asisten, maupun mahasiswa selama menempuh mata kuliah pemuliaan pohon, baik di Program Studi Kehutanan (Manajemen Hutan) serta bidang-bidang lain yang terkait. Buku ini dipergunakan bagi yang berkeinginan untuk tambahan informasi tentang pemuliaan pohon.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak, terutama Dekan Fakultas Pertanian, Ibu Dr. Ir. Hj. Helda Syahfari, M.P., para Dosen Fakultas Pertanian dan Staf Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Karena tiada yang sempurna kecuali Allah Swt, penulis selalu mengharapkan kritik/saran yang bersifat membangun. Semoga buku ini bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Samarinda, 5 April 2021
Penulis

Jumani, S.Hut., M.P.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
I. PEMULIAAN POHON.....	1
II. UJI SPESIES DAN UJI PROVENANS	7
A. Uji Spesies	8
B. Uji Provenans.....	13
C. Tujuan Uji Provenans	15
D. Perencanaan Pengujian	16
E. Analisis Uji Spesies dan Uji Provenans.....	19
F. Uji Signifikan.....	25
III. SELEKSI POHON PLUS	47
A. Metode Seleksi.....	50
B. Prosedur Seleksi.....	52
C. Meningkatkan Efektivitas Seleksi.....	53
D. Teknik Pelaksanaan Seleksi.....	55
IV. PRODUKSI BENIH DAN KEBUN BENIH	63
A. Keperluan Benih Unggul Jangka Pendek.....	64
B. Kebutuhan Benih Unggul Jangka Panjang.....	73
V. SERTIFIKASI BENIH	95
A. Pengertian Sertifikasi.....	95
B. Organisasi dan Lalu Lintas Benih	98
C. Lalu Lintas Benih.....	105

D. Tata Usaha dan Sertifikasi.....	110
E. Struktur Organisasi.....	125
VI. POLA PERKAWINAN.....	129
A. <i>Incomplete Pedigree Design</i>	129
B. <i>Complete Pedigree Design</i>	132
VII. TEKNIK PEMBUATAN PLOT DAN PENGUKURAN TANAMAN UJI.....	145
A. Rancangan Pembuatan Plot Secara Umum.....	147
B. Pertimbangan Nonstatistik.....	149
C. Pertimbangan Statistik.....	157
D. Petunjuk Pengukuran dan Pencatatan Data.....	160
DAFTAR PUSTAKA.....	164
BIODATA PENULIS	169



I. PEMULIAAN POHON

Pemuliaan pohon hutan (*forest tree improvement*) adalah pengetrapan genetika hutan di dalam praktik. Biasanya dalam pelaksanaannya dilakukan dengan jalan melakukan uji berbagai tipe alam (*wild types*) dan menentukan tipe mana yang paling baik tumbuh bila ditanam pada tempat tertentu.

Prinsip-prinsip dasar genetika bagi pohon, manusia, dan hewan adalah sama, tetapi pola pewarisan sifat (*inneritance*) dan metode eksperimentasinya sangatlah berbeda. Dengan demikian, genetika hutan merupakan disiplin ilmu tersendiri, yang memiliki masalah-masalah tersendiri.

Genetika adalah ilmu dasar yang mempelajari penyebab kemiripan dan perbedaan antarorganism terhadap keturunannya. Ilmu ini juga mempelajari pengaruh gen dan lingkungan. Apabila ilmu dasar genetika diterapkan pada pemuliaan pohon, maka upaya ini dapat disebut sebagai penangkaran pohon hutan (*forest tree breeding*) atau pemuliaan pohon hutan (*forest tree improvement*).

Genetika hutan adalah studi variasi sifat-sifat pohon hutan yang diwariskan oleh induknya. Perbedaan sifat-sifat yang diwariskan disebabkan oleh gen atau sitoplasma di dalam sel. Sifat-sifat tersebut ditentukan pada waktu biji dibentuk, dan di dalam pengertian ini berlawanan dengan perbedaan-perbedaan yang disebabkan oleh faktor lingkungan.

Kebanyakan sifat-sifat pohon dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Sebagai contoh kecepatan

tumbuh dapat ditingkatkan dengan tindakan pemuliaan maupun tindakan silvikultur. Beberapa sifat yang dikontrol oleh faktor genetik mungkin akan nampak di dalam lingkungan tertentu daripada di lingkungan yang lain. Misalnya, perbedaan genetik terhadap ketahanan “*frost*” tidak akan nampak bila pohon ditanam di daerah bebas “*frost*”, tetapi hal ini akan menjadi penting bila pohon yang sama ditanam di daerah temperatur rendah selama musim pertumbuhan.

Beberapa problem pada genetika hutan.

1. Genetika hutan menggunakan pembuktian secara tidak langsung.

Kebanyakan sifat dipengaruhi oleh gen-gen dan lingkungan. Gen adalah bagian sel yang submikroskopik. Bahkan dengan mikroskop elektron pun gen tidak dapat dilihat dan diidentifikasi dengan cara tak langsung, yaitu dengan menumbuhkan keturunannya dan mengamati sifat-sifat keturunannya.

Dengan demikian uji keturunan (*progeny test*) merupakan bagian integral penelitian genetika hutan. Dengan uji keturunan dimaksudkan menumbuhkan spesies yang berbeda, ras yang berbeda, atau keturunan dari pohon-pohon yang berbeda dalam kondisi lingkungan yang sama dalam suatu eksperimen yang berulang. Kemudian, bila suatu keturunan tertentu tumbuh lebih cepat dibanding yang lain, maka amanlah untuk mengatakan bahwa kecepatan tumbuh ditentukan oleh faktor genetik.

2. Memerlukan eksperimen yang berkesinambungan dan tidak berkepastian.

Kebanyakan penelitian genetika hutan berpegang

pada beberapa generalisasi umum seperti “pohon yang tinggi menghasilkan keturunan yang lebih cepat atau pohon-pohon dari daerah tertentu tumbuh lebih cepat”. Generalisasi semacam ini biasanya berlaku untuk suatu spesies. Apabila penelitian telah dilakukan dan ketentuan tersebut telah diformulasikan bagi suatu spesies tertentu, kita dapat menggunakan ketentuan ini ketika mengumpulkan atau meminta benih. Kita akan dijamin mendapatkan perbaikan genetik dalam jumlah banyak.

Akan tetapi, ketentuan-ketentuan ini jarang yang mutlak. Hampir selalu terdapat sejumlah variasi yang tidak dapat dijelaskan. Barangkali, keturunan pohon-pohon tertinggi tumbuh 1% lebih cepat dibandingkan keturunan pohon rata-rata, tetapi keturunan dari beberapa pohon tumbuh 5% lebih cepat dibandingkan keturunan pohon rata-rata. Dengan demikian, kita dapat mendapatkan perolehan (*gain*) 1% dengan menggunakan ketentuan umum, tetapi kita harus menguji keturunan setiap pohon induk untuk mendapatkan perolehan 5%.

Oleh karena adanya ketidakpastian ini, eksperimen yang berkesinambungan merupakan bagian integral, baik dalam praktik maupun teori program pemuliaan pohon.

3. Unsur waktu.

Pohon adalah organisme yang hidup lama dan memerlukan beberapa tahun untuk menghasilkan biji. Seorang pemulia pohon pinus tidak dapat menghasilkan 8 generasi dalam waktu 4 tahun seperti pemulia jagung. Sesungguhnya, waktu bukanlah benar-benar faktor pembatas seperti yang diperkirakan semula. Beberapa spesies menghasilkan biji dalam beberapa tahun saja

dan beberapa spesies tumbuh cukup cepat serta dapat dipungut dalam waktu 10 tahun. Sebagai contoh, untuk memulihkan tanaman meranti memerlukan waktu setengah daurnya, apabila asumsi untuk melihat keberhasilan dalam pemuliaan memerlukan waktu sekitar 15 tahun.

Pemulia pohon telah mempelajari problema ini dan menyesuaikan prosedurnya untuk mengkompensasi akan kenyataan bahwa pohon berumur panjang. Problema ini dapat dikompensasi dengan jalan melakukan beberapa proyek secara simultan. Satu proyek barangkali memberikan hasil yang berharga dalam tahun ke-10, proyek yang kedua dalam tahun ke-11, proyek yang ketiga dalam tahun ke-12, dan seterusnya. *Grafting* mungkin digunakan karena dalam kebanyakan spesies pohon yang di-*grafting* berbunga lebih awal daripada pohon dari semai. Kesimpulan mengenai pohon mana yang tumbuh terbaik juga dapat ditarik ketika pohon baru berumur beberapa tahun. Kebanyakan penelitian dilakukan dengan cara demikian, yaitu menentukan bagaimana hasil-hasil awal ini berlaku juga bagi pohon yang biasanya tumbuh puluhan tahun. Dalam kebanyakan eksperimen hasil awal setidaknya cukup dipercaya.

4. Keperluan produksi benih.

Reproduksi melalui biji merupakan bagian yang penting dalam pekerjaan pemuliaan. Dalam pemuliaan tanaman pertanian masalah biji merupakan masalah yang insidental saja karena kebanyakan tanaman pertanian ditanam untuk tujuan produksi benih, hanya kadang-kadang diinginkan bijinya. Dengan demikian, apakah pemulia pohon tertarik atau tidak mengenai produksi biji ini, seorang pemulia

harus mengarahkan sebagian dari pekerjaannya pada stimulasi pembungaan dan pembuahan.

5. Kelangkaan informasi genetik dasar akan pohon.

Penelitian pada pemuliaan pohon telah berlangsung kurang lebih 150 tahun, tetapi baru sekitar 30 tahun yang lalu penelitian dilakukan secara intensif. Pohon merupakan materi uji yang sulit dibandingkan dengan tanaman jagung atau tanaman pertanian yang lainnya. Kita tahu apa yang terjadi bila pinus diserbuki dengan bunga sendiri untuk satu generasi, tetapi kita tidak tahu apa yang terjadi bila diserbuki dengan bunga sendiri selama 5 generasi. Kita tahu berapa banyak kromosom pada pinus, tetapi kita tidak tahu berapa gen-gen apa yang terdapat pada kromosom. Kita tidak tahu berapa gen yang menentukan kebanyakan sifat-sifat pohon.

Kekurangan akan pengetahuan dasar ini adalah suatu kenyataan yang mesti dipertimbangkan dalam pekerjaan pemuliaan. Seringkali bagi pemulia pohon bekerja pada masalah-masalah dasar yang nampak sederhana yang telah banyak dikerjakan pada jagung dan gandum. Tanaman pertanian telah mengalami seleksi berpuluh atau bahkan beratus-ratus generasi sehingga pemulia tanaman pertanian memuliakan tanaman yang telah termuliakan. Sebaliknya, pemulia pohon pada umumnya memulai dengan tipe alam yang belum dimuliakan atau dengan pohon-pohon yang telah diseleksi untuk dua atau tiga generasi saja. Dengan demikian, tersedia medan yang luas untuk pemuliaan, dan banyak eksperimen yang sederhana menghasilkan perolehan, yang sangat besar.

6. Kemungkinan pemuliaan pohon.

Eksperimen genetika hutan pertama dimulai 200 tahun yang lalu, tetapi baru dua dekade yang lalu usaha ini benar-benar ditangani. Dengan demikian, belum memungkinkan untuk meramalkan dampaknya secara menyeluruh terhadap praktik kehutanan secara umum.

Akan tetapi, dapat dikatakan banyak hasil-hasil pendahuluan sangat memberikan harapan. Dari berjuta-juta bibit pinus yang ditanam setiap tahun di bagian selatan Amerika Serikat adalah hasil pemuliaan yang tumbuh lebih cepat atau lebih lurus dibandingkan dengan yang tidak dimuliakan. Di beberapa negara subtropika, introduksi spesies baru telah mengakibatkan perubahan secara signifikan dalam praktik pembuatan tanaman beberapa tahun yang lalu. Di Indonesia sudah banyak dicoba berbagai pemuliaan seperti berbagai jenis Shorea, jati, Gmelina, sungkai, dan tanaman hutan yang lainnya. Dari uraian di atas, jelaslah bahwa pemuliaan genetik akan memainkan peranan yang penting di dalam meningkatkan produktivitas hutan.



II. UJI SPESIES DAN UJI PROVENANS

Secara umum, uji spesies (*species*) dan uji provenans (*provenance*) sangat jarang dilakukan dalam rangka perbaikan mutu tanaman di Indonesia, terutama untuk penanaman skala besar. Penanaman yang umum dilakukan dengan mendapatkan sumber benih yang asal ada. Hal ini merupakan kendala di dalam pemuliaan tanaman. Kenyataan itu adalah seperti dicontohkan sebagai berikut:

1. Pelaksanaan pembuatan tanaman belum menggunakan spesies-spesies yang telah teruji.
2. Biji-biji yang digunakan sebagai bahan tanaman, dikumpulkan dari sumber-sumber benih yang juga belum teruji.

Kurangnya penelitian-penelitian ke arah uji spesies dan uji provenans, serta pengetrapannya di lapangan, sebagaimana tersebut di atas, besar kemungkinan sebagai penyebab gagalnya program-program reboisasi dan pembangunan hutan tanaman selain faktor biaya dan kondisi staf pelaksana kurang memadai. Apabila faktor di atas ditingkatkan, maka keberhasilan juga akan meningkat baik kualitas maupun kuantitasnya. Materi uji spesies dan uji provenans adalah materi dasar dalam pengembangan program penanaman dan pemuliaan pohon hutan.

A. Uji Spesies

Uji spesies adalah suatu cara yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan tentang spesies yang cocok dikembangkan pada daerah tertentu sebelum program yang lebih jauh dimulai atau sering disebut dengan rancangan untuk membandingkan spesies terseleksi yang akan dibangun atau ditanam pada dua atau lebih kondisi lingkungan untuk dipelajari spesies mana yang paling sesuai untuk tapak tertentu. Dipergunakan terutama untuk mengintroduksi spesies baru pada suatu areal. Lebih utama apabila dikombinasikan dengan uji provenans. Uji spesies merupakan yang penting karena sering dikaitkan dengan hal kegagalan maupun keberhasilan suatu program pelaksanaan pembuatan tanaman secara menyeluruh. Penggunaan spesies asli atau *native* untuk dikembangkan di suatu daerah, tepatnya tidak mengalami *problem*. Pada suatu saat akan mengalami perubahan dengan mudah dan akan menyebabkan *problem*. Seperti berubahnya iklim di lokasi seperti perladangan, penggembalaan dan kebakaran. Pada lokasi seperti ini spesies-spesies asli maupun yang diintroduksi (*exotic species*) akan mengalami *problem* yang sama. Dengan demikian, spesies-spesies yang dulunya berkembang dengan baik dan ditanam pada areal tertentu yang secara ekologi berubah akan mengalami perkembangan yang tidak baik.

Berdasarkan uraian di atas, maka pemilihan spesies yang tepat lewat uji spesies adalah sangat penting. Berbagai uji spesies meranti di Kalimantan Timur telah dicoba, tetapi sampai pada saat ini belum berhasil secara optimal seperti yang dilaksanakan oleh BPK Samarinda di Semoi II Penajam Paser Utara.

Adapun tujuan uji spesies adalah sebagai usaha untuk memilih spesies yang menguntungkan atau cocok, baik spesies asli maupun *exotic species*, ditinjau dari segi nilai kepentingannya maupun produktivitasnya pada suatu areal tertentu. Uji spesies disebut juga *species screening test*.

Faktor-Faktor yang Perlu Dipertimbangkan

Untuk keberhasilan uji spesies, maka ada beberapa faktor yang perlu dipelajari sebagai bahan pertimbangan yaitu:

1. Faktor silvikultur

Mempelajari faktor silvikultur akan sangat membantu di dalam seleksi spesies yang akan diikutkan dalam kegiatan pengujian. Faktor-faktor tersebut adalah:

- a. Keadaan iklim di lokasi pengujian (curah hujan, temperatur, kelembaban udara, dan angin)
- b. Faktor geologi dan tanah di lokasi pengujian (batuan induk, kesuburan tanah, kedalaman tanah, pH tanah, tekstur dan struktur tanah, keadaan air tanah, perembesan, dan drainase tanah.
- c. Geografi tanah yang meliputi letaknya terhadap garis lintang, garis bujur, tinggi tempat, arah lereng, dan sudut kemiringan.
- d. Sifat ekologis dan penyebarannya dari spesies yang akan diuji.
- e. Faktor-faktor biotik yang berpengaruh yaitu manusia, hewan domestik maupun liar, binatang-binatang serangga, binatang-binatang lain yang termasuk hama, dan rumput.

2. Faktor ekonomi

Sebagaimana telah dijelaskan terdahulu bahwa uji spesies bertujuan untuk mendapatkan spesies yang

menguntungkan untuk dikembangkan di daerah tertentu, baik dari segi pemanfaatan dan produktivitasnya. Produktivitas sangat erat hubungan dengan spesies-spesies yang mempunyai masa siklus yang pendek sehingga spesies yang diseleksi mempunyai pertumbuhan yang cepat. Dengan kata lain, sifat kecepatan tumbuh merupakan salah satu sifat yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan spesies yang akan dikembangkan tersebut. Di samping itu, tujuan penanaman dari spesies yang diuji harus jelas dan ada kegunaannya. Seperti untuk tujuan penyediaan kayu bakar, ornamen, konservasi, dan perlindungan tanah, atau produk-produk khusus. spesies-spesies yang tidak mempunyai nilai tertentu diabaikan saja.

3. Faktor-faktor lain

- a. Jika persediaan biji dari spesies yang akan dikembangkan adalah kecil, dan viabilitas biji mudah hilang, spesies ini seharusnya tidak perlu diikutsertakan dalam pengujian, kecuali ada cara-cara tertentu yang dapat memecahkan *problem* tersebut. Misalnya dengan cara pembiakan vegetatif.
- b. Jika persediaan biji yang akan dikembangkan termasuk spesies yang sulit penanamannya, tidak saja karena bijinya, tetapi memang karena sulit tumbuh pada suatu lahan dengan kondisi alam tanpa perlakuan atau perawatan khusus, spesies semacam ini seharusnya tidak perlu dikembangkan dan sebaiknya ditinggalkan saja.

Selain faktor di atas, ada faktor yang lain yaitu sulit dijangkau atau kesulitan transportasi, *seedling* juga perlu



dipertimbangkan seperti lamanya perjalanan. Namun, apabila modal ada kesulitan ini bisa diatasi.

Prosedur Penelitian

Ada empat tahapan yang perlu diketahui dalam melaksanakan uji spesies yaitu:

1. Uji Observasi (*Observation Test*)

Uji observasi ini dimaksudkan untuk menyeleksi spesies, dengan cara menumbuhkannya pada berbagai variasi tanah. Biasanya jumlah *seedling* yang dipergunakan untuk masing-masing spesies yang diuji berkisar 15-30 batang. Sesuai dengan istilahnya, uji ini hanya sekedar observasi, sehingga adanya pengulangan plot-plot pengamatan belum diperlukan.

2. Uji Penyisihan (*Elimination Test*)

Uji tahap penyisihan ini lebih luas jangkauannya. Tidak hanya sekedar orientasi, tetapi untuk memperoleh pengetahuan tentang pertumbuhan berbagai spesies pada berbagai lokasi pengujian. Uji ini melibatkan lebih banyak spesies dan telah diperlukan ulangan plot-plot pengamatan di banyak lokasi. Apabila suatu lokasi pengujian belum nampak adanya variasi antarspesies yang dibandingkan, ulangan-ulangan di lain lokasi perlu dibuat. Namun, rancangan statistik belum diperlukan.

3. Uji Penampilan Spesies (*Species Performance Test*)

Sebenarnya dua tahapan uji terdahulu dapat dilakukan bersama-sama dengan uji ini. Uji ini dimaksudkan untuk menyakinkan bahwa spesies-spesies yang diuji mampu tumbuh dengan baik di dalam lokasi pengujian. Karenanya rancangan statistik yang sesuai perlu dibuat sejak awal. Plot-plot pengamatan sebaiknya tidak perlu terlalu besar.

Analisis-*analisis* statistik dari bermacam sifat pohon yang diamati harus telah dilakukan untuk membantu menilai *superioritas spesies*. Selanjutnya, apabila benih dari spesies-spesies yang diuji tersebut diperoleh dari berbagai lokasi yang geografinya berbeda, akan lebih bijaksana bila dimulai pula dengan uji provenans pada langkah ini.

4. Tanaman Percobaan (*Pilot Plantation*)

Uji percobaan inilah sebenarnya merupakan uji spesies yang dimaksudkan, karena sebagai bukti akhir dari spesies-spesies yang dipromosikan dan dihasilkan dari 3 langkah terdahulu. Plot-plot pengamatan dapat berbentuk linier yaitu 4 atau 10 pohon per plot dengan ulangan sebanyak 8 sampai dengan 10 ulangan. Atau dapat berbentuk “square” 7 x 7 pohon per plot atau 11 x 11 pohon per plot. Data tentang sifat-sifat pohon yang diinginkan diambil dari pohon plot yang ada di tengah, untuk menghindari faktor bias. Pada penelitian ini, segala perlakuan yang diterapkan, sejak penanaman, pemeliharaan, dan perlakuan-perlakuan yang lain diusahakan sama seperti perlakuan diterapkan pada kegiatan tanaman biasa. Di samping itu, analisis biaya pembuatannya juga perlu dicatat, untuk bahan pertimbangan. Dengan demikian, dapat diketahui visibel tidaknya bila spesies yang terpilih tersebut dikembangkan secara besar-besaran. Untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap, maka dalam pelaksanaan uji percobaan ini diperlukan pula untuk menempatkan plot-plot uji atau membuat uji-uji yang lain di bawah kondisi lingkungan yang bervariasi.

B. Uji Provenans

Sebagaimana dikemukakan terdahulu bahwa faktor lain yang dapat mengakibatkan gagalnya program penanaman, adalah tidak atau belum digunakannya benih dari sumber benih yang tepat. Sebaliknya, penggunaan benih dari sumber benih yang tepat, akan membuahkan hasil yang lebih baik. Penggunaan benih dari sumber benih yang tidak tepat, Jett (1971) mengemukakan sebagai berikut:

1. Kebanyakan pohon yang dihasilkan akan mengalami kerusakan atau kematian yang serius.
2. Akan terbentuk tegakan yang tidak produktif dan lemah pada tingkat dewasa. Meskipun pada awal pertumbuhannya menggembirakan baik *growth* ataupun *survival*-nya.
3. Pada kondisi iklim yang normal, prosentase hidupnya cukup tinggi, tetapi jika keadaan iklim berubah secara ekstrim (musim yang terlalu kering atau terlalu dingin), seluruh tanaman dapat menjadi rusak atau mati, terutama biji-biji yang berasal dari tempat yang berbeda iklimnya.
4. Benih dari sumber yang tidak tepat, dapat merangsang timbulnya hama dan penyakit, yang jelas sangat berpengaruh terhadap produksi tegakan yang dihasilkan.
5. Seringkali biji dari sumber benih yang seadanya, dapat pula membentuk tegakan yang normal, tetapi kualitas kayu yang dihasilkan pada saat panen tidak baik sehingga uji provenans tetap diperlukan.

Pengertian Provenans

Provenans berarti asal atau sumber. Istilah ini biasa digunakan oleh para pemulia pohon untuk menerangkan tempat asal benih atau sumber benih alami suatu jenis pohon.

Telah banyak diketahui bahwa suatu jenis pohon yang agak luas penyebarannya dijumpai adanya variasi geografis (ras geografis). Tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi dikenal adanya ras-ras altitudinal, ras-ras iklim, dan ras-ras edapis. Variasi yang terjadi dapat berangsur-angsur sifatnya (variasi iklim) atau tiba-tiba (variasi ekotipik). Perbedaan ras, terutama tampak pada sifat-sifat fisiologinya seperti daya tahan terhadap kekeringan, panas dan sebagainya, mempengaruhi cocok tidaknya ras tersebut tumbuh pada suatu daerah tertentu. Di samping itu, biasanya pada jenis pohon terdapat variasi genetik yang berasosiasi dengan asalnya (*provenous*) yang seringkali lebih besar dibandingkan dengan variasi genetik antar-individu pohon pada tegakan yang sama.

Lebih lanjut variabilitas provenans dipengaruhi oleh:

1. Ukuran penyebaran suatu spesies

Spesies dengan penyebaran alami yang luas seperti Meranti yang tumbuh di daerah Kalimantan (tumbuh hampir di seluruh daerah Kalimantan, Sumatera, Sulawesi) mempunyai perbedaan genetik yang besar dibanding dengan spesies yang terbatas penyebarannya.

2. Diversitas (perbedaan) kondisi tempat tumbuh pada penyebaran alamnya.

Bila di dalam penyebaran alamnya, diversitas lingkungan lebih besar, maka lebih besar pula variabilitas genetik yang berasosiasi dengan tempat tumbuhnya. Misalnya suatu spesies tersebut secara alami pada berbagai tipe iklim atau tanah, maka diharapkan variabilitas spesies tersebut yang berasosiasi dengan tempat tumbuhnya akan sangat besar bila misalnya dibandingkan bila tumbuh dalam kondisi tempat tumbuh yang seragam.

3. Kontinuitas penyebaran
Pada suatu spesies dengan penyebaran kontinyu (bersambungan) variabilitasnya akan kecil bila dibandingkan dengan bila penyebarannya tidak kontinyu (terputus). Pada penyebaran yang kontinyu terjadinya perkawinan adalah mungkin, tetapi pada penyebaran yang tidak kontinyu karena misalnya terputus oleh suatu daerah pegunungan atau terisolasi dengan yang lain akan tumbuh sebagai ras yang berbeda.
4. Faktor-faktor lain yang tidak diketahui
Ada beberapa spesies yang penyebaran alaminya luas, tetapi variabilitasnya kecil. Namun, ada spesies-spesies yang penyebaran alaminya sempit, malahan variabilitasnya besar.

C. Tujuan Uji Provenans

Secara umum tujuan dilakukannya uji provenans adalah sebagai berikut :

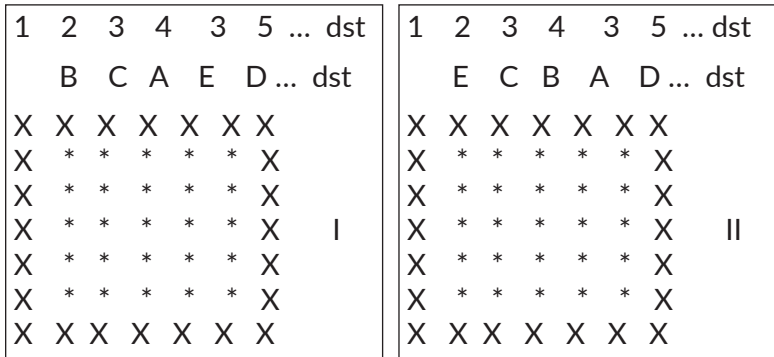
1. Mendapatkan sumber benih, yang mana benih dari sumber tersebut mampu beradaptasi dengan baik terhadap daerah pengembangannya, serta dalam waktu dekat telah dapat memberikan hasil secara menguntungkan. Hasil yang dimaksud berupa kecepatan tumbuh, prosentase jadi tanaman, bentuk batang, resistensi terhadap hama dan penyakit, kualitas kayu, produksi biji, dan sebagainya.
2. Untuk menyediakan plot-plot permanen sebagai sumber plasma nutfah atau *gene resources* yang akan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pemuliaan pohon dimasa sekarang dan akan datang.

D. Perencanaan Pengujian

Biji-biji untuk uji provenans dikumpulkan dari pohon-pohon yang terseleksi berdasarkan fenotipenya. Pohon-pohon tersebut biasanya dipilih dari pohon-pohon dominan dan kodominan dengan jarak antara pohon yang satu dengan lainnya sejauh 50-100 m, untuk menghindari sejauh mungkin adanya perkawinan silang antara pohon-pohon yang terpilih tersebut.

Sebaiknya biji dikumpulkan dari berbagai tempat yang diduga terdapat variabilitas. Semakin banyak tempat yang digunakan sebagai sumber benih semakin baik hasil yang akan diperoleh. Untuk populasi yang homogen dipilih 5-10 pohon dan populasi heterogen dipilih 25-30 pohon setiap tempat tumbuh. Dilanjutkan dalam pengumpulan biji untuk provenans, cara kedua yang sebaiknya dilakukan.

Biji-biji yang sudah dikumpulkan per pohon, kemudian dicampur dengan ukuran berat atau volume yang sama untuk setiap pohonnya. Penyampuran dilakukan untuk setiap provenans, sehingga provenans yang satu dengan lainnya terpisah. Selanjutnya biji-biji provenans disemai secara terpisah pula, dan tiap bak tabur diberi label sesuai provenansnya. Untuk melakukan pengujian provenans, maka semai-semai telah dirancang penempatannya, baik sejak dari bedengan saphan maupun saat di lapangan, sesuai dengan rancangan yang digunakan. Rancangan yang digunakan pada umumnya adalah yang digunakan dapat berbentuk linier maupun persegi keduanya disusun secara random untuk setiap bloknya. Contoh penyusunan plot-plot sebagai berikut :



Gambar 2.1. Contoh Plot Dalam Bentuk Linier

Keterangan :

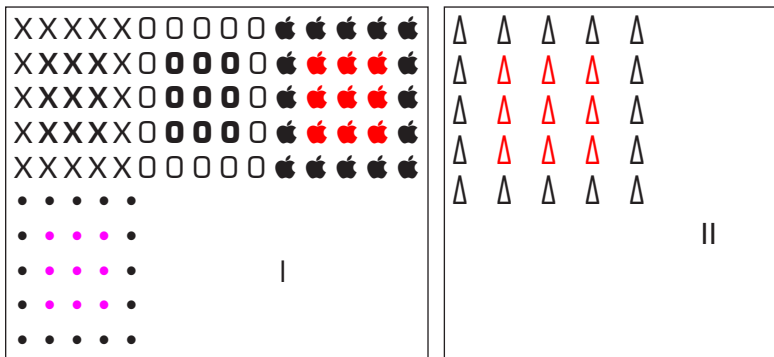
1, 2, 3, 4, 5,dst = baris

X = tanaman tepi (*border rows*)

*** = jumlah pohon plot per *seed lot*


B, C, A, E, D,dst = macam provenans yang dibandingkan dan disusun secara random untuk masing-masing blok

I, II dst = jumlah blok.



Gambar 2.2. Contoh Plot Dalam Bentuk Persegi (*Square Plot*)

Keterangan :

X, O,  , • , = Macam provenans yang dibandingkan dan di dalam masing-masing blok disusun secara random

Cetak tebal = Jumlah pohon plot yang diamati. Dalam hal ini dan warna bila plot berbentuk 5 x 5 pohon, jumlah pohon yang diamati adalah 9 pohon. Untuk 7x7 pohon jumlah pohon yang diamati adalah 25 pohon

I, II dst = jumlah blok.

Kedua bentuk plot tersebut masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan. Kelebihan plot-plot yang berbentuk linier adalah siapaun dapat melihat dan membandingkan secara mudah kenampakan dari provenans yang diuji. Karena antara baris 1, 2, dst telah merupakan seed lot-seed lot yang berbeda. Kekurangannya adalah data yang menyangkut adanya variasi individu tak dapat diperoleh, karena jumlah pohon-pohon yang tidak sejenis, yang diduga akan memberikan pengaruh yang berlainan.

Sebaliknya untuk plot-plot yang berbentuk persegi, sulit kiranya untuk membandingkan antara satu seed lot dengan seed lot yang lain dari provenans yang diuji, kecuali lewat pengukuran. Tetapi adanya variasi individu yang muncul di dalam masing-masing plot dapat dicatat. Namun dari segi kepraktisan rancangan dan kecermatan penelitian, plot-plot linier dengan jumlah blok sebagai ulangan yang cukup banyak, lebih disukai. Uji provenans ini kemudian dievaluasi untuk menentukan provenans terbaik. Provenans terbaik inilah yang kemudian direkomendasikan untuk dipilih sebagai sumber benih. Baik untuk tujuan pembuatan tanaman secara umum, atau pekerjaan pemuliaan lebih lanjut.

E. Analisis Uji Spesies dan Uji Provenans

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian uji spesies maupun uji provenans pada umumnya cukup sederhana. Yaitu rancangan acak lengkap berblok (RCBD). Apabila antarperlakuan yang dibandingkan berbeda nyata, maka untuk mengetahui perlakuan yang paling baik, dalam hal ini berarti spesies atau provenans yang paling tepat digunakan pendekatan dengan uji beda nyata terkecil (LSD). Untuk memberikan gambaran lebih lengkap, dan contoh analisis sebagai berikut.

Rancangan Acak Lengkap Berblok (*Randomized Complete Block Design*)

Keseragaman unit eksperimen adalah salah satu faktor terpenting untuk dipertimbangkan di dalam melakukan suatu eksperimen. Terdapat sejumlah variabilitas di dalam semua materi biologis. Seringkali tidaklah mungkin untuk mendapatkan unit-unit eksperimen yang seragam. Oleh karenanya, variabilitas ini mungkin menutupi pengaruh-pengaruh perlakuan. Analisis varians memungkinkan penghilangan beberapa variasi ini dari kesalahan eksperimental dengan pembuatan blok (*block*).

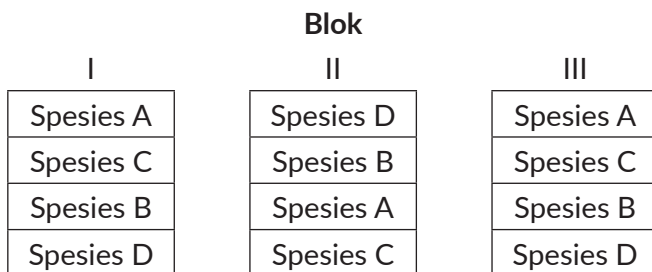
Perlakuan memerlukan adanya ulangan, dalam rancangan acak berblok ulangan berupa blok. Setiap blok berisi satu dari setiap perlakuan yang diuji. Blok haruslah sehomogen mungkin.

Katakanlah Anda ingin melakukan eksperimen dengan melakukan uji spesies. Spesies yang diuji misalnya spesies A (*Shorea parvifolia* Dyer), B (*Shorea leprosula* Miq), C (*Shorea johorensis*) dan D (*Shorea macroptera* Dyer) sebagai perlakuan. Anda akan menggunakan 3 blok sebagai ulangan. Setiap spesies Anda akan menggunakan 50 bibit (50 *tree plot*) sebagai unit

eksperimen. Usahakan kondisi di dalam setiap blok sehomogen mungkin. Perlakuan (spesies) kemudian ditempatkan secara acak di setiap blok.

Untuk menggambarkan rencana plot untuk eksperimen ini, yang pertama gambarkan satu kotak yang mewakili setiap blok. Kemudian bagilah kotak tersebut menjadi empat, satu bagian untuk setiap perlakuan (spesies).

Susun perlakuan secara acak di dalam setiap blok seperti gambar berikut ini.



Gambar 2.3. Rancangan Penyusunan Plot.

Katakanlah Anda hendak melakukan pengukuran tinggi pohon yang dinyatakan di dalam m. Misalnya, hasil setelah dirata-rata setiap spesiesnya seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hasil Rata-Rata Setelah Hasil Pengukuran di Lapangan

Spesies	Blok		
	I	II	III
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer (A)			
<i>Shorea leprosula</i> Miq (B)			
<i>Shorea Johorensis</i> (C)			
<i>Shorea macroptera</i> Dyer (D)			

Dapat dilihat pada data tersebut bahwa spesies tumbuh tidak sama cepatnya. Dengan kata lain, terdapat variasi dari spesies A ke spesies D. Untuk menentukan apakah variasi tersebut disebabkan oleh spesies itu sendiri, variansnya harus dihitung. Analisis varians membedakan antara variasi karena blok, karena pengaruh perlakuan, dan karena kesalahan (*error*) eksperimental.

Prosedur penghitungan analisis varians untuk rancangan acak lengkap berblok (RAK) adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Susunlah kolom-kolom tabel analisis varians sebagai berikut:

Tabel 2.2. Analisis Varians

SK (Sumber Variasi)	Db (Derajat Bebas)	JK (Jumlah Kuadrat)	KT (Rata-rata Kuadrat)	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Kelompok	$k-1=v_1$	JKK	JKK/v_1	KTK/KTG	(v_1, v_3)	
Perlakuan (Spesies)	$t-1=v_2$	JKP	JKP/v_2	JKP/KTG	(v_1, v_3)	
Galat	$Vt-v_1-v_2=v_3$	JKG	JKG/v_3	-		
Total	$Kt-1=vt$	JKT				

FK = ...

Langkah 2 : Hitunglah penjumlahan total

Tabel 2.3. Tabel Penjumlahan Total Persen Hidup Tanaman

Spesies	Kelompok			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A	78	89	75	242	80,67
B	70	68	73	211	70,33

Spesies	Kelompok			Total	Rata-rata
	I	II	III		
C	45	68	78	191	63,67
D	60	63	58	181	60,33
Total	253	288	284	825	68,75

Setelah Anda menyelesaikan langkah-langkah berikut ini, masukan nilai-nilai yang telah dihitung ke dalam Tabel 2.2. dengan benar.

Langkah 3 : Hitunglah derajat bebas sebagai berikut :

Derajat bebas total sama dengan jumlah pengamatan total (12) dikurangi satu = 11.

Derajat bebas blok sama dengan jumlah blok (3) dikurangi 1 = 2.

Derajat bebas perlakuan sama dengan jumlah perlakuan (4) dikurangi satu 1 = 3.

Derajat bebas error sama dengan derajat bebas blok dikalikan derajat bebas perlakuan (3x2) = 6

Langkah 4 : Hitunglah Faktor Koreksi (FK)

Jumlah total keseluruhan eksperimen (825) dikuadratkan dibagi dengan jumlah pengamatan keseluruhan (12)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{825^2}{12} \\
 &= \frac{680.625}{12} \\
 &= 56.718,75
 \end{aligned}$$

Langkah 5 : Hitunglah Jumlah kuadrat Total

JK Total = $(78)^2 + (89)^2 + (75)^2 + (70)^2 + (68)^2 + (73)^2 + (45)^2 + (68)^2 + (78)^2 + (60)^2 + (63)^2 + (58)^2 = 58.149$ dikurangi dengan faktor koreksi

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= 58.149 - 56.718,75 \\ &= 1.430,25 \end{aligned}$$

Langkah 6 : Hitunglah jumlah kuadrat blok

JK Kelompok = $(253)^2 + (288)^2 + (284)^2 = 227.609$, dibagi dengan jumlah perlakuan (4) dikurangi dengan faktor koreksi

$$\text{JKK} = \frac{227.609}{4} - 56.718,75 = 183,5$$

Langkah 7: Hitunglah jumlah kuadrat perlakuan (spesies)

JKPerlakuan = $(242)^2 + (211)^2 + (191)^2 + (181)^2 = 172.327$ dibagi dengan jumlah blok (3) dikurangi dengan faktor koreksi

$$\text{JKP} = \frac{172.327}{3} - 56.718,75 = 723,583$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JKP} \\ &= 1430,25 - 183,50 - 723,58 \\ &= 523,17 \end{aligned}$$

Langkah 8 : Hitunglah rata-rata kuadrat error dan perlakuan dengan jalan membagi kuadratnya dengan derajat bebas masing-masing.

$$\begin{aligned} \text{KTK} &= \frac{\text{JKK}}{v_1} \\ &= \frac{183,50}{2} = 91,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{v_2} \\ &= \frac{723,50}{3} = 241,19 \end{aligned}$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{6}$$

$$= \frac{523,17}{6} = 87,20$$

Langkah 9 : Hitunglah F hitung dengan jalan membagi rata-rata kuadrat perlakuan dengan rata-rata kuadrat error.

$$\begin{aligned} \text{F hitung Kelompok} &= \frac{\text{KTK}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{91,75}{87,20} = 1,052 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F hitung Perlakuan} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{241,19}{87,20} = 2,766 \end{aligned}$$

Analisis Varians dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Blok	2	183,500	91,750	1,052	5,14	10,92
Perlakuan (Spesies)	3	723,583	241,194	2,766	4,76	9,78
Error	6	523,167	87,195			
Total	11	1.430,250				

$$FK = 56.718,75$$

Ket; t_n = F hit ≤ F table
 (*) nyata = F hit ≥ F table 5%
 (***) Sangat nyata = F hit ≥ F table 1%

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Keragaman (KK)} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\bar{y}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{87,195}}{68,75} \times 100\% \\ &= 13,58\% \end{aligned}$$

Dari data Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel, maka pengaruh perlakuan dan blok tidak berpengaruh tidak nyata (tidak signifikan).

F. Uji Signifikan

Penelitian biasanya terdiri dari pengujian suatu hipotesis. Tujuannya adalah untuk menentukan pengaruh suatu perlakuan atau suatu kombinasi perlakuan. Untuk membuat ketentuan ini peneliti menggunakan hipotesis nol. Hipotesis nol mengasumsikan bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh.

Analisis varians telah terbukti merupakan suatu prosedur yang baik untuk membuat ketentuan semacam ini. Analisis varians memisahkan varians yang disebabkan oleh setiap variabel (sumber variasi) di dalam eksperimen. Varians mungkin diuraikan ke dalam beberapa sumber seperti perlakuan, blok, lokasi, waktu, dan sebagainya. Variasi karena acak atau oleh sebab yang tidak diketahui adalah merupakan *error experimental*. Variasi ini mungkin disebabkan oleh respons yang berbeda dari tanaman atau bagian tanaman terhadap lingkungan atau terhadap genetik atau perbedaan fisiologis di antara tanaman atau bagian tanaman.

Analisis varians menggunakan cara-cara pengelompokan sumber variasi untuk menaksir varians, atau lebih tepatnya rata-rata kuadrat. Bila perbedaan di antara perlakuan, blok atau sumber variasi yang lain tidak ada, rata-rata kuadrat nilainya akan sama.

Uji F: probabilitas mendapatkan rata-rata kuadrat yang divergen dapat ditentukan dengan menghitung F ratio. F ratio untuk sumber variasi perlakuan (rata-rata kuadrat perlakuan) adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{Rata - rata kuadrat perlakuan}}{\text{Rata - rata kuadrat error}}$$

Bila perlakuan mempunyai pengaruh, rata-rata kuadrat perlakuan akan lebih besar daripada rata-rata kuadrat error.

Katakanlah pengaruh jenis tanaman meranti yang diuji dalam suatu rancangan acak kelompok berblok dan hasil analisis variansnya pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Blok	2	183,500	91,750	1,052	5,14	10,92
Perlakuan (jenis)	3	723,583	241,194	2,766	4,76	9,78
Error	6	523,167	87,195			
Total	11	1.430,250				

F ratio menjadi $F = \frac{241,194}{87,195} = 2,766$. Kemudian lihatlah pada F pada kolom derajat bebas pembagi atau denominator (*error*) = 6. Nilai F pada Tabel F pada level (tingkat kepercayaan) 5% adalah 5,14 dan pada level 1% adalah 10,92.

Bila F hitung signifikan pada level 5% biasanya dikatakan sebagai signifikan (berbeda nyata) dan pada level 1% dikatakan sebagai sangat signifikan (sangat berbeda nyata). Di dalam contoh, F hitung lebih kecil sebesar 2,766 adalah lebih kecil dibanding nilai F tabel pada level 5% (4,76), untuk perlakuan juga lebih kecil pada level 1% (9,78). Perlakuan kemudian diinterpretasikan sebagai tidak berbeda nyata pada level 5% dan 1%.

Untuk F hitung yang menunjukkan berbeda nyata, maka nilainya mesti lebih tinggi dibanding dengan nilai F tabel pada level 5% atau 1% untuk derajat bebas yang sama.

Apabila F hitung berbeda nyata, maka pertanyaan berikutnya adalah perlakuan mana berbeda nyata satu sama lain. Hal ini ditentukan dengan pemisahan harga rata-rata. Ada beberapa metode, tetapi di sini hanya akan dikemukakan satu metode yang umum dipergunakan yaitu LSD (*Least significant difference*).

Uji LSD baru dilakukan bila nilai F hitung signifikan. LSD dapat digunakan untuk membandingkan harga rata-rata yang berdekatan dan sangat cocok untuk membandingkan suatu perlakuan standar atau kontrol terhadap perlakuan-perlakuan lain. Keuntungan LSD terbesar adalah mudahnya menghitung dan untuk membandingkan hanya butuh waktu satu inti angka.

$$LSD = t \sqrt{\frac{2(RKE)}{r}}$$

Keterangan :

t = nilainya diperoleh dari tabel t dan besarnya ditentukan oleh derajat bebas dari rata-rata kuadrat error dan level signifikan yang diinginkan (biasanya 5% atau 10%).

RKE = Rata-rata kuadrat *error*

r = jumlah pengamatan untuk mendapatkan harga rata-rata dan di sini besarnya sama dengan jumlah blok atau ulangan.

Berikut ini sebuah contoh penggunaan LSD :

Empat jenis meranti dilakukan pengujian di lapangan untuk menentukan jenis mana yang paling baik. Rancangan acak berblok dipergunakan, sejumlah blok 3 sedangkan harga rata-rata (mean) dan analisis variansnya dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Tabel Rata-Rata Hasil Pengukuran Persen Hidup di Lapangan

Perlakuan	Persen Hidup (%)
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer (A)	80,67
<i>Shorea leprosula</i> Miq (B)	70,33
<i>Shorea Johorensis</i> (C)	63,67
<i>Shorea macroptera</i> Dyer (D)	60,33

Tabel 2.7. Hasil Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Blok	2	183,500	91,750	1,052	5,14	10,92
Perlakuan (Jenis)	3	723,583	241,194	2,766	4,76	9,78
Error	6	523,167	87,195			
Total	11	1.430,250				

$$\begin{aligned}
 \text{LSD } 0,50 &= t_{0,05} (\text{DB Error}/6) \sqrt{\frac{2(\text{RKE})}{r}} \\
 &= 2,447 \frac{\sqrt{2(87,195)}}{3} \\
 &= 18,66
 \end{aligned}$$

Nilai LSD ini sekarang dapat digunakan untuk menentukan perbedaan di antara harga rata-rata. Bila perbedaan di antara rata-rata lebih besar dibanding dengan LSD, maka dikatakan berbeda nyata.

Cara membandingkan di antara perlakuan adalah sebagai berikut:

Harga rata-rata diurutkan dari yang terkecil meningkat ke yang terbesar atau sebaliknya.

Sm	Sj	Sl	Sp
60,33	63,67	70,33	80,67
a		b	

Keterangan : ———= tidak berbeda nyata.

Pada taraf 5%

$$60,33 + 18,66 = 78,99$$

$$63,67 + 18,66 = 82,33$$

$$70,33 + 18,66 = 88,99$$

$$80,67 + 18,66 = 99,32$$

Atau dengan cara :

Diketahui

$$KTG = 87,195$$

$$\text{Galat} = 6$$

$$t_{0,05(6)} = 2,447$$

$$t_{0,01(6)} = 3,707$$

$$\begin{aligned} \overline{sd} &= \sqrt{\frac{2(KTG)}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{2(87,195)}{3}} \\ &= \sqrt{58,13} \\ &= 7,62 \end{aligned}$$

$$BNT_{0,05} = t_{(\alpha,v)} \cdot \sqrt{\frac{2(KT \text{ Galat})}{r}}$$

$$\begin{aligned} V &= DB \\ &= 2,447 \times 7,62 \\ &= 18,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{(\alpha;v)} \sqrt{\frac{2(\text{KT Galat})}{r}} \\
 &= 3,707 \times 7,62 \\
 &= 28,25
 \end{aligned}$$

Tabel 2.8. Urutkan Nilai Rata-Rata Mulai Dari Yang Terkecil

Jenis	Rata-Rata	zhuruf	Rentang
Sm	60,33a	a	78,98
Sj	63,67a	a \cancel{b}	82,32
Sl	70,33ab	a b	88,98
Sp	80,67b	b	99,32

Prosedur penghitungan analisis varians untuk rancangan acak lengkap berblok (RAK) tinggi tanaman meranti adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Susunlah kolom-kolom tabel analisis varians sebagai berikut:

Tabel 2.9. Analisis Varians

SK (Sumber Variasi)	Db (Derajat Bebas)	JK (Jumlah Kuadrat)	KT (Rata-rata Kuadrat)	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Kelompok	k-1=v1	JKK	JKK/v1	KTK/ KTG	(v1,v3)	
Perlakuan (Spesies)	t-1=v2	JKP	JKP/v2	JKP/KTG	(v1,v3)	
Galat	Vt-v1- v2=v3	JKG	JKG/v3	-		
Total	Kt-1=vt	JKT				

FK =

Langkah 2 : Hitunglah Penjumlahan Total

Tabel 2.10. Tabel Penjumlahan Total Tinggi Tanaman Meranti (m)

Spesies	Kelompok			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A	0,89	1,08	0,90	2,87	0,96
B	0,74	0,74	0,77	2,25	0,75
C	0,61	0,51	0,45	1,57	0,52
D	0,50	0,44	0,42	1,36	0,45
Total	2,74	2,77	2,54	8,05	0,67

Setelah anda menyelesaikan langkah-langkah berikut ini masukkan nilai-nilai yang telah dihitung ke dalam Tabel 8 dengan benar.

Langkah 3 : Hitunglah derajat bebas sebagai berikut :

Derajat bebas total sama dengan jumlah pengamatan total (12) dikurangi satu = 11.

Derajat bebas blok sama dengan jumlah blok (3) dikurangi 1 = 2.

Derajat bebas perlakuan sama dengan jumlah perlakuan (4) dikurangi satu = 3.

Derajat bebas error sama dengan derajat bebas blok dikalikan derajat bebas perlakuan (3x2) = 6

Langkah 4 : Hitunglah Faktor Koreksi (FK)

Jumlah total keseluruhan eksperimen (825) dikuadratkan dibagi dengan jumlah pengamatan keseluruhan (12)

$$FK = \frac{8,05^2}{12}$$

$$= \frac{64,8025}{12}$$

$$= 5,40$$

Langkah 5: Hitunglah Jumlah kuadrat Total

$$JK \text{ Total} = (0,89)^2 + (1,08)^2 + (0,9)^2 + (0,74)^2 + (0,74)^2 + (0,77)^2 + (0,61)^2 + (0,51)^2 + (0,45)^2 + (0,50)^2 + (0,44)^2 + (0,42)^2 = 5,9113$$

dikurangi dengan faktor koreksi

$$JK \text{ Total} = 5,9113 - 5,40$$

$$= 0,5113$$

Langkah 6 : Hitunglah jumlah kuadrat blok

JK Kelompok = $(2,74)^2 + (2,77)^2 + (2,54)^2 = 21,6321$, dibagi dengan jumlah perlakuan (4) dikurangi dengan faktor koreksi

$$JKK = \frac{21,6321}{4} - 5 = 0,008025 = 0,4142$$

Langkah 7 : Hitunglah jumlah kuadrat perlakuan (spesies)

JKPerlakuan = $(2,84)^2 + (2,25)^2 + (1,57)^2 + (1,36)^2 = 17,4426$ dibagi dengan jumlah blok (3) dikurangi dengan faktor koreksi

$$JKP = \frac{17,4426}{3} - 5,400 = 0,4142$$

$$JKG = JKT - JKK - JKP$$

$$= 0,5113 - 0,008025 - 0,4142$$

$$= 0,089075$$

Langkah 8 : Hitunglah rata-rata kuadrat error dan perlakuan dengan jalan membagi kuadratnya dengan derajat bebas masing-masing.

$$KTK = \frac{JKK}{v1}$$

$$= \frac{0,008025}{2} = 0,004$$

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{0,4142}{3} = 0,138 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{6} \\ &= \frac{0,089075}{6} = 0,015 \end{aligned}$$

Langkah 9 : Hitunglah F hitung dengan jalan membagi rata-rata kuadrat perlakuan dengan rata-rata kuadrat error

$$\begin{aligned} \text{F hitung Kelompok} &= \frac{\text{KTK}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{0,004}{0,015} = 0,267 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F hitung Perlakuan} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{0,138}{0,015} = 9,200 \end{aligned}$$

Analisis varians dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11. Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Blok	2	0,008	0,004	0,267	5,14	10,92
Perlakuan (Spesies)	3	0,414	0,138	9,200	4,76	9,78
Error	6	0,890	0,015			
Total	11	0,511				

$$\text{FK} = 5,40$$

$$\text{Koefisien Keragaman (KK)} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\bar{y}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,015}}{0,67} \times 100\%$$

$$= 18,28\%$$

Ket; t_n = F hit \leq F table
 (*) nyata = F hit \geq F table 5%
 (**) Sangat nyata = F hit \geq F table 1%

Dari data Tabel 2.11, di atas dapat dilihat bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel maka pengaruh blok, tetapi pengaruh perlakuan F hitung lebih besar daripada F tabel pada taraf 5% maka berpengaruh nyata (signifikan).

Uji Signifikan

Penelitian biasanya terdiri dari pengujian suatu hipotesis. Tujuannya adalah untuk menentukan pengaruh suatu perlakuan atau suatu kombinasi perlakuan. Untuk membuat ketentuan ini, peneliti menggunakan hipotesis nol. Hipotesis nol mengasumsikan bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh.

Analisis varians telah terbukti merupakan suatu prosedur yang baik untuk membuat ketentuan semacam ini. Analisis varians memisahkan varians yang disebabkan oleh setiap variabel (sumber variasi) di dalam eksperimen. Varians mungkin diuraikan ke dalam beberapa sumber seperti perlakuan, blok, lokasi, waktu, dan sebagainya. Variasi karena acak atau oleh sebab yang tidak diketahui adalah merupakan *error experimental*. Variasi ini mungkin disebabkan oleh respons yang berbeda dari tanaman atau bagian tanaman terhadap lingkungan atau terhadap genetik atau perbedaan fisiologis di antara tanaman atau bagian tanaman.

Analisis varians menggunakan cara-cara pengelompokan sumber variasi untuk menaksir varians, atau lebih tepatnya rata-rata kuadrat. Bila perbedaan di antara perlakuan, blok atau sumber variasi yang lain tidak ada, rata-rata kuadrat nilainya akan sama.

Uji F : probabilitas mendapatkan rata-rata kuadrat yang divergen dapat ditentukan dengan menghitung F ratio. F ratio untuk sumber variasi perlakuan (rata-rata kuadrat perlakuan) adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{Rata - rata kuadrat perlakuan}}{\text{Rata - rata kuadrat error}}$$

Bila perlakuan mempunyai pengaruh, rata-rata kuadrat perlakuan akan lebih besar daripada rata-rata kuadrat error.

Katakanlah pengaruh jenis tanaman meranti yang diuji dalam suatu rancangan acak kelompok berblok dan hasil analisis variansnya pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Blok	2	0,008	0,004	0,267	5,14	10,92
Perlakuan (jenis)	3	0,414	0,138	9,200	4,76	9,78
Error	6	0,890	0,015			
Total	11	0,511				

F ratio menjadi $F = \frac{0,138}{0,015} = 9,200$. Kemudian lihatlah pada F pada kolom derajat bebas pembagi atau denominator (*error*) = 6. Nilai F pada Tabel F pada level (tingkat kepercayaan) 5 % adalah 5,14 dan pada level 1 % adalah 10,92.

Bila F hitung signifikan pada level 5% biasanya dikatakan sebagai signifikan (berbeda Nyata) dan pada level 1% dikatakan sebagai sangat signifikan (sangat berbeda nyata). Di dalam contoh, F hitung lebih kecil sebesar 2,766 adalah lebih kecil dibanding nilai F tabel pada level 5% (4,76), untuk perlakuan juga lebih kecil pada level 1% (9,78). Perlakuan kemudian diinterpretasikan sebagai tidak berbeda nyata pada level 5% dan 1%.

Untuk F hitung yang menunjukkan berbeda nyata, maka nilainya mesti lebih tinggi dibanding dengan nilai F tabel pada level 5% atau 1% untuk derajat bebas yang sama.

Apabila F hitung berbeda nyata maka pertanyaan berikutnya adalah perlakuan mana berbeda nyata satu sama lain. Hal ini ditentukan dengan pemisahan harga rata-rata. Ada beberapa metode, tetapi di sini hanya akan dikemukakan satu metode yang umum dipergunakan yaitu LSD (*Least Significant Difference*).

Uji LSD baru dilakukan bila nilai F hitung signifikan. LSD dapat digunakan untuk membandingkan harga rata-rata yang berdekatan dan sangat cocok untuk membandingkan suatu perlakuan standar atau kontrol terhadap perlakuan-perlakuan lain. Keuntungan LSD terbesar adalah mudahnya menghitung dan untuk membandingkan hanya butuh waktu satu inti angka.

$$\text{LSD} = t \sqrt{\frac{2(\text{RKE})}{r}}$$

Keterangan:

t = nilainya diperoleh dari tabel t dan besarnya ditentukan oleh derajat bebas dari rata-rata kuadrat error dan level signifikan yang diinginkan (biasanya 5% atau 10%.

RKE = Rata-rata kuadrat error

- r jumlah pengamatan untuk mendapatkan harga rata-rata dan di sini besarnya sama dengan jumlah blok atau ulangan.

Berikut ini sebuah contoh penggunaan LSD:

Empat jenis meranti dilakukan pengujian di lapangan untuk menentukan jenis mana yang paling baik. Rancangan acak berblok dipergunakan, sejumlah blok 3 sedangkan harga rata-rata (mean) dan analisis variansnya dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Tabel Rata-Rata Hasil Pengukuran Tinggi di Lapangan

Perlakuan	Rata-Rata Tinggi Tanaman (m)
1. Spesies A	0,96
2. Spesies B	0,75
3. Spesies C	0,52
4. Spesies D	0,45

Tabel 2.14. Hasil Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Blok	2	0,008	0,004	0,267	5,14	10,92
Perlakuan (Jenis)	3	0,414	0,138	9,200	4,76	9,78
Error	6	0,890	0,015			
Total	11	0,511				

$$\begin{aligned}
 \text{LSD}_{0,50} &= t_{0,05} (\text{DB Error}/6) \sqrt{\frac{2(\text{RKE})}{r}} \\
 &= 2,447 \sqrt{\frac{2(0,015)}{3}} = 0,25
 \end{aligned}$$

Nilai LSD ini sekarang dapat digunakan untuk menentukan perbedaan di antara harga rata-rata. Bila perbedaan di antara rata-rata lebih besar dibanding dengan LSD, maka dikatakan berbeda nyata.

Cara membandingkan di antara perlakuan adalah sebagai berikut:

Harga rata-rata diurutkan dari yang terkecil meningkat ke yang terbesar atau sebaliknya.

0,45	0,52	0,75	0,96
a	b	c	

Pada taraf 5%

$$0,45 + 0,25 = 0,70$$

$$0,52 + 0,25 = 0,77$$

$$0,75 + 0,25 = 1,00$$

$$0,96 + 0,25 = 1,21$$

Tabel 2.15. Urutan Rata-Rata Hasil BNT taraf 5%

Jenis	Rata-Rata	Huruf	Rentang
Sm	0,45a	a	0,70
Sj	0,52ab	a b	0,77
Sl	0,75c	c	1,00
Sp	0,96c	c	1,21

Sebagai contoh selanjutnya adalah sebagai berikut:

Sm	Sj	Sl	Sp
1,36	1,57	2,25	2,87
a	b	c	d

Keterangan : _____ = tidak berbeda nyata.

Pada taraf 5%

$$1,36 + 0,25 = 1,61$$

$$1,57 + 0,25 = 1,82$$

$$2,25 + 0,25 = 2,50$$

$$2,87 + 0,25 = 3,12$$

Atau dengan cara :

Diketahui

$$\text{KTG} = 0,015$$

$$\text{Galat} = 6$$

$$t_{0,05}(6) = 2,447$$

$$t_{0,01}(6) = 3,707$$

$$\begin{aligned} \text{Sd} &= \sqrt{\frac{2(\text{KTG})}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{2(0,015)}{3}} \\ &= \sqrt{0,01} \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

$$\text{BNT}_{0,05} = t_{(\alpha;v)} \cdot \sqrt{\frac{2(\text{KT Galat})}{r}}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{DB} \\ &= 2,447 \times 0,1 \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{0,01} &= t_{(\alpha;v)} \cdot \sqrt{\frac{2(\text{KT Galat})}{r}} \\ &= 3,707 \times 0,1 \\ &= 0,37 \end{aligned}$$

Urutkan nilai rata-rata mulai dari yang terkecil

Tabel 2.16. Urutan Rata-Rata Hasil BNT Taraf 5%

Jenis	Rata-Rata	Huruf	Rentang
Sm	1,36a	a	1,61
Sj	1,57ab	a b	1,82
Sl	2,25c	c	2,50
Sp	2,87d	d	3,12

Tabel 2.17. Urutan Rata-Rata Hasil BNT Taraf 1%

Jenis	Rata-rata	huruf	rentang
Sm	1,36a	a	1,73
Sj	1,57ab	a b	1,94
Sl	2,25c	c	2,62
Sp	2,87d	d	3,24

Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*)

Apabila seorang peneliti beruntung mendapatkan unit eksperimen yang seragam, rancangan acak lengkap akan lebih baik dibanding dengan rancangan lengkap berblok. Dengan rancangan acak lengkap, derajat bebas *error* akan lebih besar (tidak ada derajat bebas yang dipindahkan ke blok.) Rata-rata kuadrat *error* dengan demikian akan lebih kecil karena derajat bebasnya lebih besar. Pembagian rata-rata kuadrat perlakuan dengan rata-rata kuadrat *error* yang lebih kecil akan memberikan nilai F hitung yang lebih besar. Presisi (kecermatan) menunjukkan besarnya perbedaan di antara perlakuan di mana suatu eksperimen mampu mendeteksi. Uji F adalah suatu ukuran besarnya varians perlakuan. Ini didapatkan dengan membagi rata-rata kuadrat perlakuan dengan rata-rata kuadrat *error*, dengan demikian pengurangan nilai rata-rata kuadrat *error* akan meningkat kecermatan eksperimen.

Prosedur cara perhitungan atau suatu analisis varians untuk rancangan acak lengkap sama seperti pada rancangan acak lengkap berblok, kecuali perhitungan jumlah kuadrat blok dihilangkan.

Untuk menyusun rencana plot untuk eksperimen uji provenans ini, yang pertama gambarlah kotak dan bagilah kotak ini ke dalam kotak-kotak yang lebih kecil (Gb.2.4) sehingga akan terdapat enam kotak kecil, yang setiap kotaknya merupakan sebuah unit eksperimen.

Ma. Wahau (A)	PT ITCI Bpp (C)	Berau (B)
Berau (B)	Ma. Wahau (A)	PT ITCI Bpp (C)
PT ITCI Bpp (C)	Berau (B)	Ma. Wahau (A)

Gambar 2.4. Bentuk rencana unit eksperimen

Pertumbuhan tanaman yang diukur yaitu tinggi tanaman dan datanya dapat dilihat pada Gambar 2.4. Kemudian data disusun menurut perlakuan sebelum memulai analisis (Tabel 2.18).

Tabel 2.18. Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman

Provenans	Ulangan		
	I	II	III
A	1,50	1,60	1,70
B	2,00	1,80	1,90
C	1,60	1,50	1,70

Prosedur perhitungan suatu analisis varians untuk rancangan acak lengkap adalah sebagai berikut:

Langkah 1 : Buatlah tabel analisis varians seperti Tabel 2.19.

Tabel 2.19. Analisis Varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F _{hitung}	F _{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	t-1 = V1	JKP	JKP/V1	KTP/ KTG	F(V1,V2)	
Galat	(rt-1)-(t-1)=V2	JKG	JKG/V2			
Total	Rt-1					

Ket; tn = F hit ≤ F table

(*) nyata = F hit ≥ F table 5%

(**) Sangat nyata = F hit ≥ F table 1%

FK =

Catatan tidak ada baris untuk ulangan (atau blok)

Langkah 2 : Hitunglah jumlah total seperti Tabel 2.20.

Tabel 2.20. Jumlah Total Perlakuan

Provenans	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
A	1,50	1,60	1,70	4,80	1,60
B	2,00	1,80	1,90	5,70	1,90
C	1,60	1,50	1,70	4,80	1,60
Jumlah	5,10	4,90	5,30	15,30	5,10

Anda hanya butuh menghitung total perlakuan dan total umum (keseluruhan).

Setelah Anda menyelesaikan langkah-langkah berikut ini, masukkanlah hasil-hasil perhitungan ke dalam kolom-kolom pada analisis varians yang sudah disediakan.

Langkah 3. Hitunglah Derajat Bebas.

Derajat bebas total sama dengan jumlah pengamatan total (9) dikurangi 1 = 8. Derajat bebas perlakuan sama dengan jumlah perlakuan (3) dikurangi 1 = 2. Derajat bebas *error* sama dengan jumlah perlakuan (8-2) = 6.

Langkah 4 : Faktor Koreksi (FK)

Jumlah total umum (15,30) dikuadratkan (234,09) dibagi dengan jumlah pengamatan keseluruhan (9) = $\frac{234,09}{9} = 26,01$

Langkah 5 : Hitunglah Jumlah Kuadrat Total

$JK_{total} = (1,50)^2 + (2,00)^2 + (1,60)^2 + (1,60)^2 + (1,80)^2 + (1,50)^2 + (1,50)^2 + (1,70)^2 + (1,90)^2 + (1,70)^2 = 26,25$
dikurangi dengan faktor koreksi (26,01) = 0,24

Langkah 6 : Hitunglah Jumlah Kuadrat Perlakuan

$JKP = (4,80)^2 + (5,70)^2 + (4,80)^2 = 78,57$, dibagi dengan jumlah ulangan (3) = 26,19 dikurangi dengan faktor koreksi (26,01) = 0,18.

Langkah 7 : Hitunglah Varians *Error*

Dengan mengurangi varians perlakuan terhadap varian total = 0,24 - 0,18 = 0,06

Langkah 8 : Hitunglah rata-rata kuadrat *error* dan perlakuan dengan membagi jumlah kuadratnya dengan derajat bebas masing-masing.

Rata-rata kuadrat perlakuan = 0,18 : 2 = 0,09

Rata-rata kuadrat galat = 0,06 : 6 = 0,01

Langkah 9 : Hitunglah nilai F hitung dengan membagi rata-rata kuadrat perlakuan dengan rata-rata kuadrat error = 0,09 : 0,01 = 9.

Lengkapilah analisis varians seperti terlihat pada Tabel 2.21.

Tabel 2.21. Hasil perhitungan varians

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,18	0,09	9	5,14	10,92
Galat	6	0,06	0,01			
Total	8	0,24				

$$FK = 26,01$$

$$\begin{aligned}
 KK &= \sqrt{\frac{KTG}{Y}} \times 100\% \\
 &= \sqrt{\frac{0,01}{5,10}} \times 100\% = 1,96\%
 \end{aligned}$$

Uji BNT

$$KTG = 0,01$$

$$DBG = 6$$

$$r = 3$$

$$T_{0,05}(6) = 5,14$$

$$T_{0,05}(6) = 10,92$$

$$\begin{aligned}
 Sd &= \sqrt{\frac{2 KTG}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{2(0,01)}{3}} = 0,081649658
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BNT_{0,05} &= 5,14 \times 0,081649658 \\
 &= 0,42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= 10,92 \times 0,081649658 \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

Tabel 2.22. Urutan Rata-Rata Hasil BNT Taraf 5%

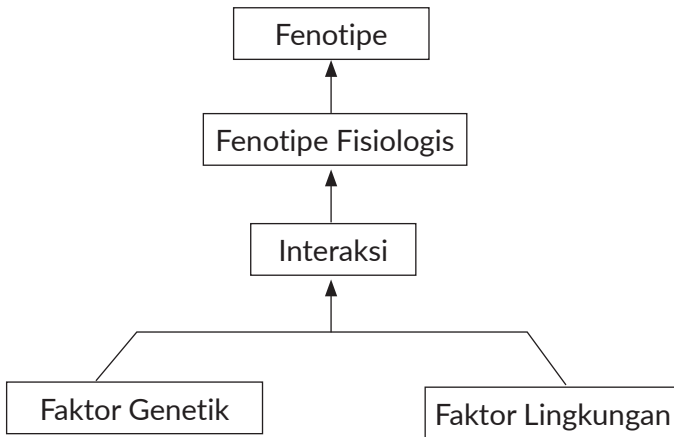
Provenans	Rata-Rata	Huruf	Rentang
Berau	1,60a	a	2,02
Ma. Wahau	1,60a	a	2,32
PT ITCI Bpp	1,90a	a	



III. SELEKSI POHON PLUS

Langkah paling awal dalam pemuliaan pohon adalah seleksi pohon plus. Seperti diketahui bahwa beberapa program penangkaran bagi sifat-sifat yang diinginkan dari suatu pohon dimulai dengan penggunaan bahan-bahan yang bagus, yaitu pohon-pohon dengan fenotipe unggul.

Fenotipe dari suatu pohon ditentukan oleh kondisi fisiologisnya merupakan interaksi dari faktor genetik dengan faktor lingkungan, sebagaimana digambarkan sebagai berikut:



Dengan demikian, untuk memperoleh fenotipe tertentu yang diinginkan, kita bisa memanipulasi faktor genetik, faktor lingkungan, atau kedua-duanya. Manipulasi faktor lingkungan telah umum dikenal dengan cara silvikultur intensif. Sedangkan manipulasi faktor genetik dikenal dengan pemuliaan pohon.

Seleksi pohon plus yang merupakan langkah awal dari program pemuliaan juga menggunakan dasar teori tersebut di atas.

Bila di antara pohon-pohon dalam suatu tegakan dengan faktor lingkungan yang seragam menunjukkan fenotipe yang berbeda akan bisa dikatakan bahwa hal itu disebabkan faktor genetik. Dengan demikian, pohon-pohon yang unggul bisa dinyatakan memiliki faktor genetik yang bagus.

Dalam seleksi pohon plus, pohon-pohon plus diseleksi atas keunggulannya yang nyata dari pohon rata-rata atau pohon tetangga. Dalam kenyataan, tidak dapat diketahui genetik dari pohon-pohon plus sampai keturunannya diuji untuk memperoleh nilai sebagai induk bagi program pemuliaan. Diharapkan bahwa dari pohon-pohon dengan genotipe bagus akan diperoleh keturunan dengan genotipe yang bagus pula.

Sebagaimana disebutkan bahwa seleksi pohon plus merupakan langkah awal dalam suatu program penangkaran (*breeding*) sehingga seleksi pohon plus dikatakan sebagai pondasi yang akan memberikan bahan-bahan yang bagus bagi program penangkaran selanjutnya. Keberhasilan atau kegagalan dari program penangkaran sebagian besar bisa dikatakan tergantung dari pekerjaan seleksi. Jadi jelas bahwa seleksi pohon plus adalah penting di dalam program pemuliaan pohon.

Tujuan Seleksi Pohon Plus

Secara singkat dapat dikatakan bahwa seleksi pohon plus dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

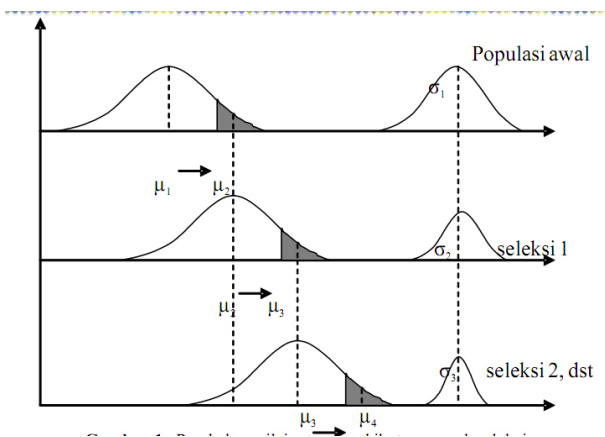
1. Untuk memperoleh hasil akhir yang lebih baik dalam kualitas kayu, misalnya: kecilnya kayu kompresi, kerapatan dan berat jenis kayu tinggi, dsb.
2. Untuk menghasilkan pohon-pohon unggul dalam hal

bentuk batang, misalnya: batang lurus, kemampuan pruning alami yang bagus, sedikit benjolan-benjolan.

3. Untuk memperpendek umur rotasi.
4. Untuk mendapatkan daur ekonomi yang pendek.

Berbagai tujuan tujuan seleksi pohon plus disesuaikan dengan keadaan seperti di Balai Perbenihan di Sumedang mempunyai tujuan sebagai berikut.

1. Untuk memodifikasi nilai rata-rata (*directional selection*).
Nilai rata-rata (μ) suatu sifat dari suatu populasi akan meningkat (bergerak ke arah kanan) setelah dilakukan seleksi dengan cara mempertahankan individu yang memiliki sifat baik dan membuang individu yang memiliki sifat buruk.
2. Untuk mengurangi variabilitas (*stabilizing selection*).
Dengan dilakukan seleksi terhadap suatu populasi maka ukuran variasi akan semakin sempit ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$).
3. Untuk memperpanjang kisarnya pada suatu arah (seleksi terarah).



Gambar 3.2. Perubahan Nilai Rata-Rata Akibat Pengaruh Seleksi

A. Metode Seleksi

Telah dikenal beberapa metode seleksi pohon plus yang telah berkembang dalam program penangkaran pohon hutan. Setiap metode mempunyai keunikan tersendiri dalam penerapannya pada kondisi lingkungan yang tersedia. Secara garis besar bisa disebutkan di sini metode-metode seleksi.

1. Seleksi Individu (Seleksi Massa)

Seleksi individu disebut juga seleksi massa, biasanya digunakan pada permulaan program pemuliaan pohon. Tipe seleksi ini mendasarkan pemilihan individu pohon hanya pada fenotipenya tanpa memperhatikan informasi tentang performa pohon induk, keturunan, atau kerabatnya. Seleksi individu paling bermanfaat untuk sifat-sifat dengan heritabilitas yang tinggi, di mana fenotipe merupakan cerminan yang baik dari genotipe. Seleksi tipe ini lebih cocok digunakan pada tegakan alam atau tanaman yang identitasnya atau asal-usulnya tidak diketahui. Seleksi ini lebih cocok untuk digunakan dalam penjarangan seleksi pada sumber benih dengan kelas tegakan benih teridentifikasi (TBI) atau tegakan benih terseleksi (TBS) serta areal produksi benih (APB).

2. Seleksi *Family*

Seleksi *family* digunakan untuk memilih *family* dengan mendasarkan kepada nilai rerata sifat fenotipenya. Pada seleksi *family*, seleksi individu di dalam *family* tidak dilakukan. Nilai rerata *family* dihitung dari nilai individu yang menyusun *family* tersebut. Seleksi tipe ini berguna bagi sifat-sifat yang memiliki nilai heritabilitas rendah, artinya bahwa sifat fenotipe tidak mencerminkan genotipenya.

Pada kondisi efek lingkungan pada suatu sifat cukup besar tetapi efeknya berbeda dari suatu individu ke individu yang lain, maka biasanya maka nilai heritabilitasnya menjadi rendah. Dengan merata-rata anggota dari *family*, maka efek lingkungan cenderung saling meniadakan. Rerata *family* menjadikan taksiran yang baik untuk menilai sifat genetik rata-rata, apabila rata-rata *family* didasarkan pada jumlah individu yang besar, serta varians lingkungannya cenderung kecil. Oleh karena itu, seleksi *family* berguna untuk sifat-sifat dengan nilai heritabilitas rendah.

3. Seleksi di Dalam *Family*

Metode seleksi ini merupakan metode seleksi yang memberikan kemungkinan *inbreeding* paling rendah di antara metode seleksi lainnya. Individu dipilih atas dasar deviasinya dari rerata *family*. Metode ini paling berguna bila efek lingkungan pada sifat besar, tetapi merata di antara anggota *family*. Seleksi individu dengan deviasi yang besar dari rerata *family*-nya memiliki efek-efek familial nongenetik karena seleksi dilakukan di antara individu yang efek familialnya sama.

4. Seleksi *Family* dan di Dalam *Family*

Seleksi ini bertujuan untuk memilih *family* terbaik dan individu terbaik pada *family* terbaik. Biasanya seleksi tipe ini digunakan pada program-program pemuliaan tahap lanjutan. Metode seleksi ini akan cocok untuk sifat yang memiliki nilai heritabilitas rendah. Pelaksanaan seleksi dilakukan secara bertahap dari seleksi *family* kemudian dilanjutkan dengan seleksi individu, bisa juga sebaliknya.

5. Seleksi Berkelanjutan.

Keempat metode seleksi tersebut di atas digunakan

untuk penilaian dalam satu generasi penangkaran. Seleksi berkelanjutan ini termasuk program pemuliaan lebih lanjut. Tipe seleksi ini dilakukan di antara anakan dari pohon-pohon terseleksi. Keturunan terbaik diseleksi untuk program *breeding* yang berkelanjutan. Prosesnya mungkin diulangi sampai diperoleh tingkat pemuliaan yang dikehendaki.

B. Prosedur Seleksi

Teknik seleksi ini dilakukan berdasarkan prinsip bahwa nilai genetik rata-rata dari individu terseleksi lebih tinggi daripada nilai genetik rata-rata dari seluruh individu dalam populasi. Jadi, program seleksi akan menghasilkan keturunan dengan nilai genetik yang lebih baik daripada individu-individu dalam populasi (misalnya sebagai pohon random).

Respon yang diperoleh dari pemuliaan dengan program seleksi individu dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$G = h^2s$$

di mana :

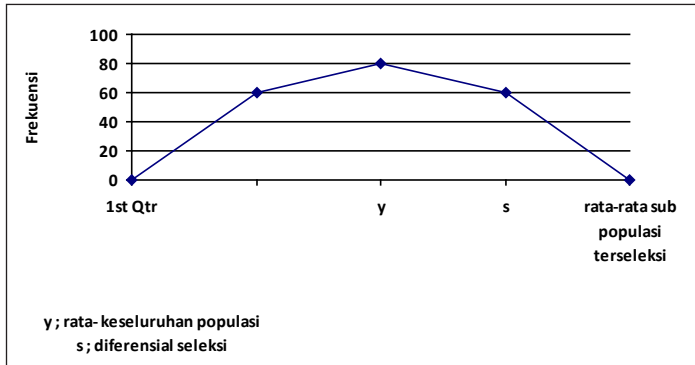
G = Deviasi antara nilai fenotipe rata-rata dari keturunan induk terseleksi dengan nilai fenotipe rata-rata dari keseluruhan induk-induk (pohon-pohon) dalam populasi (sebelum seleksi), dan disebut perolehan genetik.

h^2 = heretabilitas sempit

s = diferensial seleksi, yaitu nilai fenotipe rata-rata dari individu-individu terseleksi yang dinyatakan sebagai suatu deviasi dari nilai fenotipe rata-rata dari populasi.

Dari persamaan tersebut jelas bahwa nilai pemuliaan atau perolehan genetik dapat diperoleh jika heretabilitas tinggi dan atau pertimbangan variabilitas populasi yang dinyatakan dalam diferensial seleksi tinggi.

Diferensial seleksi dapat digambarkan dalam diagram berikut.



Gambar 3.3. Gambar Deferensial Seleksi

Besarnya diferensial seleksi tergantung pada intensitas yang diinginkan penangkar untuk menyeleksi variasi dalam sifat tertentu. Sebagaimana dapat dilihat dalam diagram tersebut di atas, para penangkar (pemulia) dapat meningkatkan atau menurunkan diferensial seleksi dengan membuat variasi jumlah individu yang diseleksi.

C. Meningkatkan Efektivitas Seleksi

Seleksi dapat dijalankan atau dilakukan pada hutan alam atau hutan tanaman, yang penting ialah memakai beberapa ukuran untuk menyeleksi pohon-pohon dengan nilai genotipe tinggi. Hal ini bisa ditempuh dengan mengecilkan sebisa mungkin pengaruh yang berbeda dari lingkungan.

Berikut ini adalah beberapa catatan untuk meningkatkan efisiensi seleksi massa khususnya, juga untuk menaikkan perolehan genetik pada umumnya.

1. Memilih tegakan-tegakan terbaik, baik dari hutan alam maupun hutan tanaman. Pernyataan ini secara tidak langsung menganjurkan memilih tegakan dengan fenotipe yang lebih baik.

Dengan memilih tegakan yang terbaik kita akan menghasilkan suatu perolehan genetik yang lebih tinggi daripada yang dibuat melalui seleksi individu-individu di dalam tegakan yang biasa saja.

2. Seleksi dilakukan dalam tegakan yang relatif seragam jika memungkinkan. Misalnya, seragam dalam umur, jarak tanam, iklim mikro, dsb. Umumnya, hutan tanaman lebih seragam dalam aspek-aspek tersebut dibanding tegakan alam. Variasi akan bisa dikurangi dengan kondisi seragam tersebut.
3. Menggunakan pohon pembanding sebagai dasar seleksi. Pemilihan pohon pembanding yang hati-hati diperlukan untuk mengatur perbedaan di antara lingkungan dalam tegakan. Pohon-pohon kandidat dapat dibandingkan dengan 4-5 pohon-pohon tetangga di dalam radius 15-20 m dalam tanaman, bila dalam tegakan dibuat sekurang-kurangnya 4 pohon dominan dalam radius 25-50 m.
4. Membatasi seleksi atas sedikit sifat yang penting saja. Jika lebih banyak sifat dimasukkan, dibutuhkan populasi yang besar ukurannya. Beberapa sifat bahkan berkorelasi negatif satu dengan lainnya, sehingga mungkin hanya menghasilkan perolehan (*gains*) yang sangat kecil saja.

Karakter-karakter umum yang biasa masuk dalam kriteria seleksi adalah:

- Pertumbuhan tinggi dan diameter pohon yang unggul
- Bentuk batang lurus
- Kemampuan pruning alam yang bagus
- Tajuk sempit, rapi, dan bagus bentuknya
- Sehat (tahan penyakit)
- Sudah mengalami pembungaan (mampu berbunga)
- Kualitas kayu bagus.

D. Teknik Pelaksanaan Seleksi

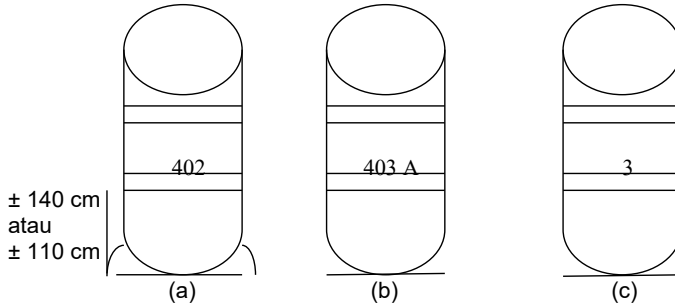
Seleksi pohon plus bisa dilaksanakan pada hutan tanaman ataupun hutan alam. Apabila sudah tersedia hutan tanaman, maka sebaiknya seleksi dilakukan pada hutan tanaman tersebut, karena kondisinya relatif lebih seragam daripada hutan alamnya. Namun, bila belum tersedia hutan tanaman, maka seleksi dilakukan pada tegakan alam. Apabila dalam pekerjaan seleksi pohon plus sekaligus juga untuk tujuan uji provenans, maka seleksi pohon plus sebaiknya dilakukan pada daerah sumber aslinya (provenansnya), yang biasanya merupakan tegakan alam.

Beberapa petunjuk bagi pelaksanaan pencarian pohon induk sebagai pohon plus, bisa disampaikan sebagai berikut:

1. Memilih pohon plus paling banyak 8 pohon dan 1 pohon kontrol (*average trees* atau pohon rata-rata) dari setiap satu kesatuan tempat tumbuh. Yang dimaksud kesatuan tempat tumbuh adalah satu keadaan atau kesan yang sama dari keadaan tempat tumbuh. Hal ini dapat didekati dari arah lereng, elevasi, dan jenis tanah yang kurang lebih sama.
2. Menentukan 5 pohon *random* di sekeliling pohon plus

yang dipilih. Untuk pohon kontrol (*average*) tidak perlu diberi pohon *random*.

3. Apabila memungkinkan maka pada kulit batang pohon plus, pohon kontrol maupun pohon *random* diberi nomor.



Gambar 3.4. Contoh Gambar Penandaan pada Pohon

Keterangan :

- (a). Pohon Plus No.402
- (b). Pohon Average No.403 A
- (c). Pohon Random No.3

Pada tinggi kurang lebih 140 cm dan kurang lebih 110 cm dari atas permukaan tanah dicat warna kuning selebar 5 cm. Di antara tanda tersebut ditulis nomor pohonnya setinggi kurang lebih 15 cm. untuk pohon kontrol diberi tambahan huruf A. Pohon *random* diberi nomor urut 1 sampai dengan 5 mengikuti arah jarum jam, penomoran pada sisi pohon yang menghadap pohon plusnya.

4. Pencarian pohon plus sebaiknya pada waktu musim buah masak sehingga bisa sekaligus memperoleh bijinya. Bahkan bagi tegakan alam yang sulit medannya, disarankan untuk memilih pohon plus yang sedang masak buah/*cone*-nya, karena untuk mencapai pohon plus tersebut dilain waktu akan dijumpai banyak kesulitan.

5. Memilih pohon plus dan *average* berdasarkan kriteria sifat yang diinginkan.
6. Membawa bekal, peralatan serta tenaga kerja sesuai yang diperlukan.

Adapun peralatan yang perlu dipersiapkan untuk dibawa adalah sebagai berikut:

- Pengukur tinggi pohon (hagameter, cristen meter)
- Pengukur diameter
- Kompas
- Klinometer
- Peta
- Teropong
- Altimeter
- *Assesment Record*
- Tempat atau wadah untuk membawa buah atau stek.

Tim kerja yang melakukan pencarian pohon plus minimum terdiri dari:

- Tenaga ahli (1 orang)
- Penunjuk jalan (1 orang)
- Pemanjat pohon (1 orang)
- Pemetik buah (2 orang).

Setiap kali berhasil memperoleh dan menetapkan pohon plus atau *average* atau kontrol, perlu dicatat data-datanya di dalam *assesment record*.

Hal-hal yang perlu dicatat berupa :

1. Lokasi pohon induk ditemukan :
 - Nama provinsi, KPH, BKPH, RPH dan nama tempat (desa, gunung, dsb).
 - Keadaan tegakan
 - Tinggi tempat (*altitute*)

- Bujur dan lintang (*longitude*)
 - Arah lereng (*aspect*)
 - Kemiringan (*slope*)
 - Tanah (tekstur, warna, jenis, dsb)
2. Pengukuran pada pohon :
- Tinggi pohon
 - Tinggi batang bebas cabang
 - Tinggi batang sampai pada batang yang mati
 - Diameter setinggi dada
 - Tebal kulit pada dua tempat
 - Diameter tajuk
 - Dan lain-lain sesuai dengan sifat yang diinginkan.
3. Pengamatan pada pohon :
- Kelas bentuk batang (menggunakan tabel tertentu)
 - Kelas percabangan
 - Sudut percabangan
 - Bunga
 - Buah
 - Biji
 - Dan lain-lain sesuai dengan sifat yang diinginkan.
4. Pencatatan :
- Nama penemu pohon induk
 - Tanggal penemu pohon induk

Berikut ini adalah contoh blanko *assesment record* dan tabel kelas bentuk batang dari African Agriculture and Forest Research Organization.

Apabila akan dilakukan pengunduhan buah maka diperlukan pemanjatan. Beberapa cabang kecil yang mendukung buah masak dipotong dengan catatan masih tersisa beberapa cabang yang lain. Pada dasarnya diharapkan buah sebanyak mungkin

untuk setiap pohon plus atau *average*. Buah-buah kemudian dipetik dan dimasukkan ke dalam kantong atau wadah secara terpisah untuk masing-masing pohon. Ekstraksi biji juga dijaga jangan sampai biji dari pohon-pohon induk tadi tercampur satu dengan lainnya. Sebagai contoh pengukuran pohon plus dan monitoring sifat-sifatnya sesuai dengan tujuan seleksi pohon plus sebagai berikut (Anonim, 2006).

Tabel 3.1. *Tally Sheet* Pengukuran Pohon Plus

Jenis :			No. pohon plus :			
Lokasi :			Umur :			
Penilai :			Tgl penilaian :			
Data calon pohon plus			Data pohon pembeding			
Sifat yang dinilai	Data Aktual	Skor	No. pohon	T (m)	D (cm)	V (m ³)
Tinggi (m)						
Volume (m ³)						
Tajuk						
Kelurusan						
Kemampuan Pruning alami						
Diameter cabang						
Sudut percabangan						
Total skor			Total			
			Rerata			

Penentuan skor adalah dengan cara membandingkan nilai hasil ukur (data aktual) dengan nilai rata-rata pohon pembanding, sebagai berikut:

1. Tinggi

Jika hasil perbandingan tinggi calon pohon plus dengan pohon pembanding adalah sebagai berikut:

<10%	diberikan skor 0
10-11%	diberikan skor 1
12-13%	diberikan skor 2
14-15%	diberikan skor 3
16-17%	diberikan skor 4
18-19%	diberikan skor 5
20%	diberikan skor 6
>20%	diberikan skor 7

2. Volume

Skor diberikan setiap kenaikan 10% dari hasil perbandingan volume calon pohon plus dengan volume pohon pembanding.

3. Tajuk

Dinilai secara subjektif, skor minimal 0 dan skor maksimal 5, tergantung dari penampakan tajuk calon pohon plus dibandingkan dengan pohon pembanding.

4. Kelurusan

Dinilai secara subjektif, skornya antara 0-5, tidak dibandingkan dengan pohon pembanding.

5. Pruning alami

Dibandingkan dengan pohon pembandingnya jika sama diberi nilai 1 jika lebih baik diberi skor 2 atau 3 tergantung penilaian.



6. Diameter cabang

Dibandingkan dengan pohon pembanding, jika sama diberi skor 0, jika lebih kecil diberi skor 1 atau 2 tergantung penilaian.

7. Sudut percabangan

Dibandingkan dengan pohon pembanding, jika sama diberi nilai 0, jika lebih besar (lebih datar) diberi skor 1 atau 2 tergantung penilaian.





IV. PRODUKSI BENIH DAN KEBUN BENIH

Aplikasi program pemuliaan terdiri dari 2 hal yaitu:

1. Melanjutkan pengembangan pohon-pohon yang dimuliakan untuk memperoleh benih yang benar-benar unggul.
2. Mengusahakan produksi benih dari pohon-pohon ter-*improve* yang tersedia secara besar-besaran, untuk menunjang program pembuatan tanaman.

Pengadaan benih yang relatif unggul dalam jumlah yang banyak dan cepat akan sangat membantu program pembuatan tanaman secara besar-besaran. Benih-benih yang berkualitas baik hanya dapat diperoleh dari kebun benih. Namun, seringkali benih dari kebun benih baru dapat dimanfaatkan dimasa mendatang, terutama bagi negara-negara yang kebun benih tersebut, masih merupakan program-program penelitian. Karena penting kiranya memikirkan kemungkinan penunjukan atau pembangunan areal untuk memproduksi benih secara awal, sungguhpun benih yang akan diperoleh darinya tidak sebaik dari kebun benih.

Masalah pokok dan paling sulit diperhitungkan sehubungan dengan produksi benih untuk program operasional adalah penentuan jumlah benih yang diperlukan, terutama pada program baru yang belum punya banyak pengalaman. Hal tersebut disebabkan oleh karena pengetahuan tentang segala sesuatu yang menyangkut benih, misalnya pengetahuan kapasitas benih yang dapat dihasilkan oleh spesies-spesies

tertentu, perlakuan apa yang harus dikerjakan dalam usaha meningkatkan produktivitas benih, bagaimana metode menyerupai benih dari berbagai spesies agar daya kecambahnya dapat dipertahankan, masih sangat minim, apalagi untuk jenis spesies-spesies tropis yang informasi biologinya belum banyak diketahui. Oleh karena itu, sudah sewajarnya bahwa kegiatan-kegiatan banyak yang menyangkut masalah teknologi benih harus berjalan seiring dengan langkah mengusahakan benih yang bergenetik unggul.

Usaha ke arah memperoleh benih yang unggul secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 2 tahap.

1. Keperluan benih unggul jangka pendek :
Yaitu benih-benih dapat diperoleh melalui pemilihan dan penunjukan pohon plus (*plus tree*), tegakan-tegakan yang baik (*plus stands*); tegakan benih (*seed production area*); dan sumber benih yang telah terbukti (*seed from provenance sources*).
2. Keperluan benih unggul jangka panjang:
Yaitu usaha-usaha memperoleh benih yang benar-benar unggul, lewat pembuatan kebun-kebun benih (*seed orchards*).

A. Keperluan Benih Unggul Jangka Pendek

Untuk tujuan penanaman yang mendesak, metode-metode pemakaian benih dari beberapa sumber benih yang termasuk lingkup kebutuhan benih jangka pendek tersebut sangat membantu karena benih-benih tersebut secara genetik telah ter-*improve*. Sudah barang tentu penggunaan benih dari sumber-sumber benih tersebut bersifat sementara, sambil menunggu tersedianya benih yang benar-benar unggul dari

suatu kebun benih. Seringkali benih-benih dari tumbuh-tumbuhan benih yang bersifat sementara ini belum akan memberikan tambahan yang berarti dari segi volume kayu, tetapi dari segi kualitas kayu, resistensinya terhadap hama dan penyakit, dan kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan menunjukkan perbaikan yang besar. Namun, pelaksanaan metode jangka pendek ini kenyataan dalam praktik terlalu sering diabaikan, dan tak ada usaha lain yang dikerjakan untuk memperoleh tambahan potensi genetik sampai dapat diperolehnya biji yang unggul lewat berhasil dioperasikannya program jangka panjang (kebun benih).

Biji dari Pohon yang Berfenotipe Baik (*Plus Tree*)

Apabila kebutuhan biji untuk suatu program operasional sangat mendesak, satu pendekatan yang paling tepat adalah mengumpulkan benih dari pohon yang berfenotipe baik, dari suatu tegakan alam ataupun tanaman. Pohon-pohon tersebut ditandai sebelum pengumpulan benih dilakukan. Individu-individu pohon yang terbaik dari tegakan-tegakan alam akan teradaptasi dengan baik pada areal-areal di mana tegakan-tegakan tersebut tumbuh. Dan pohon-pohon yang terseleksi dari tegakan-tegakan tanaman, baik spesies asli (*native*) atau introduksi (*exotics*), akan lebih beradaptasi terhadap lahan-lahan yang akan dikembangkan dibanding dengan pohon-pohon yang terseleksi dari tegakan-tegakan aslinya. Biasanya pengumpulan benih individu pohon sangat berfaedah untuk memperbaiki adaptabilitas terhadap lingkungan. Sementara itu, pada kebanyakan spesies kualitas sifat-sifat tertentu, seperti kelurusan batang, tipe percabangan juga dapat diperbaiki. Jika perubahan terhadap berat jenis kayu yang diinginkan, maka perbaikan terhadap alam dapat terlaksana melalui pemilihan

pohon induk secara tepat. Kemudian, apabila hama dan penyakit menjadi *problem* yang serius, maka pohon-pohon yang mempunyai tingkat ketahanan yang tinggi akan dapat diperoleh, lewat benih-benih yang dikumpulkan dari pohon yang sehat hasil seleksi dari tegakan-tegakan yang terserang penyakit tersebut.

Banyak orang menganggap bahwa pengumpulan benih dari pohon-pohon plus adalah suatu upaya yang kurang. Namun, yang diketahui, bila penyeleksian cukup keras, maka tambahan secara kumulatif dan sifat yang diinginkan, terutama sifat adaptasinya dapat terpenuhi. Jumlah pohon yang diseleksi untuk pengumpulan benih per unit areal akan tergantung pada kualitas tegakan, tersedianya tegakan, dan intensitas seleksi. Tetapi biasanya, pemilihan tersebut tidak lebih dari 12-25 pohon per ha.

Biji dari Tegakan-Tegakan yang Baik (*Plus Stands*)

Metode kedua ini dikerjakan dengan terlebih dahulu memilih tegakan, yang pohon-pohon penyusunnya relatif berfenotipe baik. Kemudian dari tegakan tersebut benih-benih dikumpulkan. Sungguhpun perolehan genetik dari metode ini belum didokumen dengan baik, tetapi sejumlah organisasi di daerah menggunakan benih-benih dari tegakan yang baik tersebut. Tegakan-tegakan yang baik tersebut sering disebut sebagai (*plus stands*). Dibanding dengan biji dari pohon plus, perolehan genetik yang didapat dari biji-biji hasil tegakan yang baik (*plus stands*) adalah sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh kurang intensifnya pelaksanaan seleksi dalam tegakan tersebut. Metode ini akan sangat berfaedah dalam praktik bila metode pengumpulan benih dari pohon plus tidak dapat dilakukan. Dalam metode “plus stands” ini biji-biji

yang didapat akan mempunyai harga yang lebih murah, tetapi pengumpulan benih dari satu atau beberapa tegakan yang bagus tersebut akan menghasilkan *seed lot-seed lot* yang level kerabatnya cukup tinggi dibanding dengan *seed lot-seed lot* yang terkumpulkan dari individu-individu pohon yang tumbuh pada berbagai tegakan yang berbeda.

Biji dari Tegakan Benih (*Seed Stand*) atau Areal Produksi Benih (*Seed Production Area*)

Tegakan benih digunakan secara luas pada program yang baru, terutama spesies-spesies *exotic*. Di dalam tegakan benih, pohon yang berfenotipe jelek ditebang, dan pohon-pohon yang berfenotipe bagus ditinggal untuk saling membuahi (*crossing*). Tegakan benih jarang merupakan uji keturunan. Oleh karenanya, kedua induk hanya terseleksi berdasarkan kualitas fenotipe saja.

Tiga hal yang menyebabkan areal produksi benih menjadi begitu penting:

1. Biji-biji yang dikumpulkan dari areal penghasil benih telah mempunyai kualitas genetik yang lebih unggul dari biji yang dikumpulkan secara komersial, terutama dalam hal adaptasinya, sifat-sifat batang dan tajuk, serta resistensinya terhadap hama dan penyakit.
2. Apabila areal produksi benih dibangun pada tegakan-tegakan alam (beberapa tegakan tanaman), maka berarti asal geografis pohon induk telah diketahui sehingga dapat dianggap sebagai sumber benih yang cocok untuk dikembangkan terutama spesies-spesies *native*.

Areal produksi benih adalah sumber benih yang dapat dipercaya terutama dari segi kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan dan dari harganya yang terjangkau.

1. Spesifikasi Streal Produksi Benih (SPA)

Tegakan-tegakan hutan, baik yang alam maupun hasil tanaman yang mempunyai penampilan terbaik adalah tepat untuk dikembangkan menjadi areal produksi benih. Secara spesifik, masalah umur tegakan SPA tidak ada batasan, tetapi kenyataan menunjukkan bahwa tegakan yang ditunjuk sebagai SPA haruslah mempunyai umur yang cukup untuk memproduksi biji, pohon-pohon secara individual harus mempunyai areal permukaan tajuk yang cukup, sehingga mampu menghasilkan benih atau biji secara besar pada saat panen.

Untuk kebanyakan pinus, umur yang baik untuk SPA adalah 20-40 tahun, *Pinus caribaea* dan *P. oocarpa* umur 10-20 tahun baik untuk SPA. Sedangkan untuk *Pinus merkusii* mulai umur 10-30 tahun. Untuk beberapa jenis *Eucalyptus* SPA dapat ditunjuk mulai umur 3-4 tahun.

Biasanya, SPA mempunyai ukuran minimum seluas 10 acre (4 ha), karena pengelolaan SPA yang lebih kecil lagi adalah kurang efisien dan bahaya kontaminasi dari pohon liar cukup besar. SPA yang luasnya sempit dapat digunakan bilamana kebutuhan benih tidak banyak, atau untuk spesies-spesies yang mampu memproduksi benih dalam jumlah besar.

Jumlah pohon per hektar untuk SPA ini tergantung pada ukuran pohon dan intensitas seleksi. Namun, untuk efisiensi pengumpulan benih dan menjamin cukupnya penyerbukan bebas (*cross pollination*), biasanya paling baik apabila SPA tersebut mengandung 50 pohon per acre (125 pohon/ha).

Kadang-kadang untuk menunjuk tegakan sebagai calon SPA, yang disusun oleh 150 pohon per ha, sangatlah sulit dan tidak mungkin sehingga 20-30 pohon per acre (50-75 pohon/ha) yang ditinggalkan setelah penjarangan adalah

cukup baik untuk SPA. Selanjutnya berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ekonomi dan biologi, SPA yang pohon-pohon penyusunnya lebih kecil dari 25 pohon/ha adalah tidak efisien, lebih dari itu kemungkinan rusak bila terjadi musibah angin juga cukup besar karena jarak antarpohon yang terlalu lebar.

Seleksi Pohon untuk Areal Produksi Benih (SPA)

Pohon-pohon yang berperan sebagai penyusun SPA, haruslah mempunyai persyaratan-persyaratan tertentu, di antaranya adalah pohon-pohon SPA harus mempunyai vigoritas yang tinggi, berbentuk batang yang lurus, mempunyai percabangan yang ideal, bebas terhadap hama dan penyakit. Penjarangan keras dapat membantu menstimulir panen benih yang baik bagi pohon-pohon yang memproduksi benih sedikit sebelum tegakan dijarangi. Namun, penjarangan yang dilaksanakan pada tegakan-tegakan yang masih muda diperlukan sekali karena pohon-pohon yang tinggal nantinya akan mempunyai percabangan yang cukup lebar dan cukup sehat untuk memproduksi benih-benih dalam jumlah yang banyak.

Apabila didapati beberapa pohon yang berfenotipe baik berada satu grup dalam suatu tegakan, hendaknya ditentukan pohon-pohon mana yang akan tetap dipertahankan untuk kemudian pohon-pohon yang kurang baik ditebang, sehingga pohon-pohon yang tersisa tersebut akan memperoleh cahaya matahari yang cukup.

Untuk membatasi kemungkinan terjadinya kontaminasi dengan pohon-pohon yang inferior (jelek, cacat, tertekan, bengkok), terutama melalui cara penyerbukan bebas, maka semua pohon inferior yang ada dalam lokasi SPA haruslah ditiadakan. Walaupun akibat dari penghilangan pohon

inferior tersebut adalah diperolehnya tegakan yang terbuka. Menyinggung masalah kontaminasi dengan serbuk sari (polen) liar, terlebih lagi yang berasal dari tegakan-tegakan tetangganya, maka perlu dibuat jalur isolasi mengelilingi SPA, dengan jenis pohon yang tidak akan melakukan hibridisasi terhadap jenis pohon penyusun SPA. Adapun lebar jalur isolasi berkisar antara 100-200 meter.

Penjarangan Pada Areal Produksi Benih (SPA)

Waktu pelaksanaan penjarangan dan besarnya perhatian yang tercurah pada saat menghilangkan pohon-pohon yang tidak diinginkan dalam suatu SPA merupakan hal yang penting. Waktu pelaksanaan sangat penting karena dapat menentukan tahun-tahun di mana SPA akan sangat memproduksi panen biji terbaik. Waktu penjarangan juga berpengaruh terhadap kemungkinan munculnya hama pada tegakan-tegakan yang dijarangi, sehubungan dengan berubahnya sistem ekologi pada tegakan tersebut. Biasanya, panen *cone* yang besar pada pinus baru akan dicapai pada tahun ke-4-5 setelah selesai penjarangan karena tahun-tahun sebelumnya dipergunakan untuk mempertegas dan memperluas tajuk pohon.

Perhatian yang besar terhadap pelaksanaan penjarangan juga sangat penting karena kerusakan terhadap pohon-pohon tinggal akibat pelaksanaan yang ceroboh dapat mengakibatkan berkurangnya produksi benih dari pohon-pohon yang tinggal tersebut.

Manajemen Pada Areal Produksi Benih

Segera setelah dilakukan penebangan, materi-materi hasil tebangan haruslah segera disingkirkan, termasuk seresah-seresah yang ada di lantai hutan. Hal tersebut penting untuk

mempermudah manajemen yang dilakukan dan memperkecil kemungkinan timbulnya kerusakan akibat hama dan penyakit, serta bahaya kebakaran. Lantai hutan pada SPA harus selalu dibersihkan, kontrol atau pengendalian terhadap tumbuhan bawah harus dilakukan secara kontinyu sehingga mempermudah segala macam aktivitas pada saat panen benih berlangsung.

Pada SPA yang semi permanen, biasanya dilakukan pemupukan. Pemupukan tersebut diperlukan setelah dilakukan penjarangan dengan terbukanya tajuk yang terjadi akibat penjarangan. Kedua pekerjaan tersebut dapat merangsang produksi bunga dan buah. Kombinasi antara pemupukan dan penjarangan dapat meningkatkan vigoritas pohon dan memungkinkan terbentuknya tajuk yang lebih rapat dan tebal sehingga akan dapat memproduksi calon-calon bunga betina dan bunga jantan tambahan.

Penyemprotan dengan pestisida untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit, baik lewat udara atau dari atas tanah apabila memungkinkan. Penyemprotan dengan pestisida sering mengalami kegagalan karena sulitnya mendapatkan alat semprot yang dapat menjangkau pohon-pohon yang besar dan kesulitan tentang waktu penyemprotan yang tepat bertepatan dengan gangguan insek. Biaya penyemprotan mahal, lagi pula tidak mesti memberikan hasil yang memuaskan sehingga cara ini sering dianggap kurang ekonomis walaupun ada beberapa insektisida yang cukup efektif untuk mengendalikan insek tertentu pada pinus, terutama yang digunakan melalui udara.

Panen benih dari Areal Produksi Benih (SPA)

Areal produksi benih (SPA) dapat diklasifikasikan menjadi SPA sementara dan SPA semi permanen. Perbedaan tipe ini

didasarkan atas seberapa banyak benih yang dibutuhkan dan SPA sementara dibuat dan dikelola hanya sampai pada saat pohon-pohon penyusunnya nampak memproduksi benih yang banyak. Selanjutnya, untuk memanen benih-benihnya dilakukan dengan cara menebang pohon-pohon buah tersebut. Cara ini cukup banyak sehingga SPA-SPA yang pohon penyusunnya sudah pada saatnya dapat ditebang dan diganti SPA yang baru.

Untuk SPA yang semi permanen, sebelum dilakukan pengunduhan benih terlebih dahulu dilakukan penaksiran produksi benih dari bawah tegakan. Penaksiran ini diperlukan untuk mengetahui kuantitas benih yang masak sehingga cukup efektif untuk diunduh. Penaksiran buah yang masak tersebut dilakukan dengan menggunakan loup. Taksiran buah masak per pohon kemudian dikalikan dengan jumlah pohon SPA per ha, selanjutnya dikalikan dengan luas SPA yang diobservasi, akan diperoleh jumlah produk buahnya. Dengan memperkirakan rata-rata jumlah biji atau benih per buah atau *cone*, maka produksi benih untuk SPA yang diamati dapat ditaksir.

Pengumpulan *cone* atau buah dari SPA semi permanen lebih mahal dari pengumpulan buah pada SPA sementara. Pengelola-pengelola SPA ini perlu menyiapkan pemanjat-pemanjat pohon yang profesional. Untuk beberapa spesies, pengunduhan buah dapat dilakukan dengan alat penggoyang pohon secara mekanis (*mechanical tree shakers*).





Gambar 4.1. *Mechanical Tree Shakers*

2. Biji dari Sumber-Sumber Benih yang Terbukti Baik (*Seed from Prosen Sources*)

Salah satu metode yang paling lazim digunakan untuk memperoleh biji dalam jumlah besar dan cepat adalah kembali ke sumber benih asal atau provenans yang telah dites sebelumnya dan dinyatakan cocok dengan lahan yang akan dikembangkan. Sehubungan dengan ini, ada satu petunjuk yang dapat digunakan, ialah apabila sejumlah besar benih secara operasional menghasilkan tanaman-tanaman yang baik pada tahun-tahun awal penanaman, maka cukuplah kiranya digunakan sebagai bahan untuk meyakinkan pengelola bahwa benih yang digunakan tersebut telah dikumpulkan dari sumber benih yang cocok.

B. Kebutuhan Benih Unggul Jangka Panjang

Suatu metode baku yang digunakan untuk memproduksi benih yang bergenetik unggul dan dalam jumlah yang banyak adalah lewat kebun benih (*seed orchard*).

Dari banyak definisi kebun benih, dua di antaranya adalah:

1. Kebun benih adalah suatu areal di mana biji-biji yang dihasilkan dari areal tersebut akan mencapai pertambahan

genetik terbesar, dalam waktu sesingkat mungkin dan biaya semurah mungkin (Zobel, 1964).

2. Kebun benih adalah suatu tanaman dari *clone* atau keturunan yang terseleksi, yang diisolasi atau diatur penempatannya sedemikian sehingga terhindar dari serbuk liar (polen liar), dan dikelola untuk menghasilkan biji yang banyak dan mudah dipanen (Feilberg dan Soegaard, 1975).

Suatu kebun benih bukanlah semata-mata dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat khusus suatu jenis pohon, tetapi dapat ditujukan untuk memproduksi benih dalam jumlah besar, yang mampu menyesuaikan diri dengan suatu areal tanaman tertentu. Definisi-definisi kebun benih yang diberikan di sini, berlaku khusus pada suatu kondisi yang menuntut tersedianya biji secara cepat karena adanya program operasional penanaman yang besar. Tujuan dan metodologi dari pembangunan kebun benih dapatlah dimodifikasikan menurut keperluan atau tidaknya benih-benih yang unggul tersebut dibutuhkan. Apabila kebutuhan benih tersebut sangat mendesak dan dalam jumlah yang besar, maka jalan pintas perlu segera diambil untuk memperoleh benih yang dimaksud sesegera mungkin walaupun beberapa tambahan genetik pada permulaannya agak dikorbankan. Metode jalan pintas yang dimaksud adalah membangun kebun benih yang pada permulaannya hanya didasarkan atas genotipe terbaik dari pohon-pohon induknya, dan kemudian diikuti dengan penjarangan (*roguing*) pohon-pohon yang bergenetik jelek dari kebun benih tersebut, berdasarkan hasil uji keturunan. Cara ini lebih singkat dibanding harus menunggu membangun kebun benih yang nilai genetik pohon-pohon induknya telah diuji.

Kegunaan kebun benih untuk bermacam keuntungan, telah didokumen secara luas. Kebun benih telah memproduksi tambahan genetik yang sangat berarti, untuk sifat resistensi terhadap hama dan penyakit, pertumbuhan, kualitas kayu, adaptasi, dan bentuk batang.

Tipe dari Kebun Benih

Ada sejumlah tipe kebun benih, tetapi secara umum dibedakan menjadi 2 tipe.

1. Kebun benih vegetatif atau *clone (clonal seed orchard)*.
Kebun benih ini dibangun melalui perbanyakan vegetatif dari pohon-pohon induk yang dianggap unggul, baik lewat *grafting, cutting*, kultur jaringan (*tissue culture*) atau cara-cara yang lain.
2. Kebun benih semai (*seedling seed orchard*).
Kebun benih ini dibangun lewat penanaman semai (uji keturunan), yang benihnya berasal dari pohon-pohon yang berfenotipe baik kemudian diikuti dengan *roguing* yang akan menghilangkan pohon-pohon terjelek. Biasanya pohon-pohon terbaik dari *seed lot-seed lot* atau *family-family* terbaik yang ditinggalkan, kemudian diperuntukkan sebagai produksi benih.

Dalam program *tree breeding modern*, kombinasi antara kebun benih uji keturunan (*progeny test*) dan kebun benih klon (*clonal seed orchard*) akan menghasilkan generasi kebun benih yang menguntungkan. Apabila dibandingkan dengan *seedling seed orchard*, maka *clonal seed orchard* memiliki beberapa kelebihan :

1. Pelestarian sifat genetik yang baik
2. Perolehan genetik maksimum

3. Produksi benih dan buah lebih awal
4. *Problem* perkawinan kerabat dapat dicegah
5. Kesempatan pemuliaan berikutnya lebih terbuka.

Sebaliknya *seedling seed orchard* juga memiliki beberapa kelebihan:

1. Mudah pengerjaannya, terutama apabila karya menggunakan penyerbukan bebas
2. Kepentingan produksi benih dan uji keturunan dapat digabung sekaligus
3. *Problem-problem* yang menyangkut kegagalan *grafting* atau *budding* karena *incompatibilitas* dapat dihindari
4. Terdapat kemungkinan-kemungkinan bahwa penggunaan pohon induk yang banyak pada permulaannya, dapat menghasilkan variasi genetik yang luas, sehingga sangat bermanfaat pada program pemuliaan di masa-masa mendatang.

1. Generasi Kebun Benih

Kebun benih biasanya dikategorikan berdasarkan generasi, yaitu generasi pertama, kedua, ketiga dan seterusnya, tergantung telah berapa kali siklus pemuliaan terhadap jenis yang bersangkutan dilakukan.

Kebun benih generasi pertama dihasilkan berdasarkan seleksi pohon induk dari tegakan alam atau tegakan tanaman yang belum di-*improve*. Seringkali kebun benih generasi pertama ini merupakan hasil metode seleksi individu. Asal-usul dari pohon induk tidaklah diketahui. Generasi pertama kebun benih ini diperbaiki sifat-sifatnya melalui penjarangan seleksi (*roguing*), yaitu menebang pohon-pohon yang sifat genetiknya kurang disukai, hasil uji keturunan. Sedangkan penebangan

pohon-pohon dengan pertimbangan pengaturan jarak tanam (*spacing*) maupun kesehatan pohon bukanlah merupakan penjarangan seleksi (*roguing*), melainkan penjarangan biasa.

Berhubung kebun benih generasi pertama dimulai dengan penggunaan pohon-pohon induk yang nilai genetiknya belum diketahui, maka jarak tanam yang dipakai biasanya cukup rapat. Dengan jarak tanam yang rapat tersebut, walaupun telah dilakukan penyaringan seleksi terhadap pohon-pohon yang sifat genetiknya jelek, pohon-pohon yang ditinggalkan masih dapat berfungsi sebagai penghasil benih yang potensial. Selanjutnya apabila jarak tanam akhir yang dipakai dan kemudian dilakukan *roguing*, maka akan terjadi gap yang besar terhadap jumlah benih yang dihasilkan, produksi benih yang kurang efisien, dan sering berkualitas jelek karena berkurangnya aktivitas “cross pollination” antarpohon terseleksi. Seringkali penjarangan seleksi pada kebun benih generasi pertama mencapai 50% atau lebih dari *seed lot* atau *family* yang dilibatkan.

2. Pemilihan Lokasi untuk Kebun Benih

Telah diketahui bahwa tujuan utama pembangunan kebun benih seharusnya dibangun pada areal yang kondisi iklimnya sangat sesuai untuk pertumbuhan vegetatif maupun generatif dari suatu spesies. Kebun benih haruslah di lokasi yang mudah dikunjungi, dan jauh atau bebas dari hama dan penyakit. Areal kebun benih hendaknya cukup luas sehingga dapat menampung aktivitas-aktivitas lain yang berkaitan. Misalnya, seperti uji provenans, *control pollination*, dsb. Tanah bertekstur lempung berpasir (*sandy loam*) sehingga mudah dikerjakan. Tanah cukup dalam, minimal 1 meter, dengan ketebalan horizon A atau *top soil* setebal 20-40 cm. Keadaan haruslah tidak terlalu ekstrim terhadap unsur hara yang dikandung

(terlalu miskin atau kaya terhadap unsur hara tertentu). Apabila lapisan tanah bagian bawah padat, perlu dilakukan pengolahan kedalaman 40-50 cm. Areal kebun benih hendaknya cukup air, baik untuk keperluan irigasi, penyiraman, perlindungan terhadap bahaya api, maupun kepentingan-kepentingan lainnya. Lebih dari itu, areal kebun benih harus berada di luar perencanaan kepentingan lahan jangka panjang (tak digunakan untuk kepentingan lain di masa mendatang).

Ukuran Kebun Benih

Ukuran kebun benih tergantung dari spesies dan jumlah biji yang diperlukan. Kebun benih dari spesies-spesies yang dapat memproduksi sejumlah besar benih per pohon, misalnya *Eucalyptus* dan beberapa jenis pinus, biasanya mempunyai ukuran luas yang lebih kecil dibanding dengan spesies-spesies yang setiap pohonnya hanya mampu menghasilkan benih sedikit, seperti jati dan *Gmelina*. Perkiraan tentang produksi benih jati yang dihasilkan dari suatu kebun benih, kurang lebih 200 kg/ha, dengan rata-rata per pohon sebanyak 2 kg atau 3.600 butir. Sedangkan *Pinus caribaea* di Queensland Australia, menghasilkan sekitar 4,2 kg per ha.

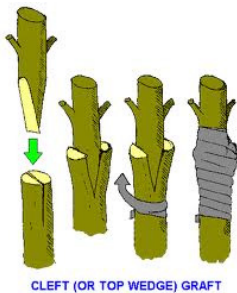
Penanaman Pohon Kebun Benih (*Orchard Establishment*)

Pelaksanaan penanaman pohon "*orchard*", tentu saja berbeda dengan praktik penanaman hutan secara umum. Misalnya saja tentang jarak tanam. Jarak tanam yang digunakan tergantung pada spesies, dan tipe "*orchard*" yang dibangun. Untuk "*seedling seed orchard*" jarak tanam awal (generasi pertama dapat ditentukan 1 x 1 m; 2 x 2 m dengan mengalami "*roguing*". Dengan demikian, akan diperoleh jarak tanam akhir yang lebih lebar (6 x 6 m; 10 x 10 m). Sedangkan pada kebun

benih dari klon (*clonal seed orchard*), digunakan jarak tanam awal yang lebih lebar, yaitu 4 x 4 meter; 5 x 5 meter dengan pertimbangan kurang lebih 30% dari klon yang terlibat akan dijarangi. Pada kebun benih klon hasil uji keturunan, jarak tanam yang digunakan dapat lebih lebar lagi, antara 12 sampai dengan 16 meter, karena sifatnya yang lebih tetap.

Bahan atau materi yang digunakan baik dalam bentuk benih untuk kebun semai dan sion untuk benih klon, juga perlu penanganan tersendiri. Pengumpulan bahan (benih) untuk SSO, dimulai dari penunjukan pohon-pohon induk (*plus trees*), benih dikumpulkan secara terpisah, diberi label yang tetap, ditabur secara terpisah sesuai label, semai disusun secara *random* dibedengan saphi, dibuat blok-blok ulangan, pengujian dilanjutkan di lapangan dengan jarak tanam, desain, yang telah ditentukan. Bagaimana kriteria tentang pohon-pohon induk telah dibahas pada bab terdahulu, sedangkan teknis pelaksanaan pembuatan kebun benih semai akan dikupas secara tersendiri. Sebagaimana pada kebun benih semai (SSO), maka materi atau sion untuk kebun benih klon (CSO), harus dikumpulkan dari pohon-pohon plus (pohon-pohon yang berfenotipe baik). Sion-sion sebaiknya diambil dari 2/3 bagian atas tajuk pohon; diseleksi dan sion yang baik saja yang digunakan, disarankan yang pertumbuhannya dorman, bila digunakan teknik sambungan (*grafting*). Pengambilan sion harus tidak tercampur dengan sion dari pohon lain, sion dapat dikumpulkan dengan cara memanjat pohon atau menembak. Segera setelah sion terkumpul sion-sion tersebut dimasukkan dalam kantong plastik, diberi nomor, dan selanjutnya dimasukkan dalam *ice box*, yang telah diisi dengan es secukupnya. Penggunaan *ice box* dimaksudkan untuk

memperkecil penguapan. Sementara itu, di lokasi persemaian atau lokasi yang ditentukan, telah dipersiapkan tanaman bawah (*root stock*) yang akan menerima penyambungan. *Root stock* tersebut dapat disiapkan dalam bentuk tanaman pot, atau langsung di lapangan. Umur *root stock* biasanya adalah 2 tahun atau semai-semai yang berdiameter kurang lebih 1 cm dan tinggi mencapai kurang lebih 30 cm, teknik penyambungan untuk jenis pinus, adalah *top cleft grafting*.



Gambar 4.2. Gambar Teknik Penyambungan Pinus dengan *Top Cleft Grafting*.

Sedangkan pada daun-daun lebar, jati misalnya, teknik okulasi cukup memuaskan. Satu hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa semakin cepat sion yang terkumpul tersebut disambungkan, hasil yang dicapainya akan semakin baik. Karena ada trend bahwa semakin lama penyimpanan sion, viabilitasnya semakin turun. Pada musim kemarau, sambungan yang baru perlu dilindungi, dan biasanya digunakan kain *cotton* putih, atau kantong plastik yang dilubangi. Tiga minggu setelah penyambungan, sambungan dapat diperiksa. Apabila gagal, dapat dilakukan penyambungan ulang, dan bila berhasil perlu ditinggalkan barang 1 minggu di persemaian (di tempat penyambungan) sebelum dipindah di lapangan. Pindahan ke lapangan disesuaikan dengan desain jarak tanam yang ditetapkan.

Jalur Isolasi Pada Kebun Benih

Jalur isolasi sangat diperlukan sebagai upaya pencegahan terjadinya penyerbukan silang antara pohon-pohon penyusun kebun benih dengan pohon-pohon sejenis yang tidak diinginkan. Lebarnya jalur isolasi antara kebun benih dengan tegakan-tegakan lain yang sejenis, baik alam maupun buatan, sangat tergantung dari penyebab terjadinya penyerbukan (pembawa tepungsari), yaitu yang dapat dilakukan oleh angin ataupun serangga. Lebar jalur isolasi cukup efektif apabila 80-90% tepungsari dari pohon-pohon asing yang terbawa angin dapat dicegah. Biasanya 90% tepungsari semacam ini akan jatuh pada jarak 150-200 meter dari pohon-pohon induknya. Sehingga jalur isolasi tersebut cukup efektif bila lebarnya sekitar 150-200 m, mengelilingi areal kebun benih. Jalur-jalur isolasi dapat berupa rumput, tanaman pertanian, maupun tanaman kehutanan lain.

Untuk garis tanaman yang penyebaran tumpangsarinya dibantu oleh serangga, maka sebelum penentuan lebar jalur isolasi terlebih dahulu perlu diketahui aspek biologi dari serangga tersebut. Misalnya seberapa jauh jarak jelajah serangga tersebut dari sumbernya. Dengan mengetahui jarak jelajah jenis-jenis serangga yang diduga sebagai penyebar tepungsari, maka lebar jalur isolasi yang direncanakan dapat lebih efektif. Di samping itu, untuk menghindari kemungkinan *inbreeding* akibat penyebaran tepungsari oleh serangga tersebut, maka tiap 1 *root stock* pada kebun benih klon hendaknya dibuat sambungan dengan *seed lot*-*seed lot* yang terpilih yang lebih banyak, sehingga walaupun terjadi *selfing* maka *selfing* tersebut terjadi pada individu atau *seed lot* yang tidak berkerabat.

Banyaknya Genotipe dan Penyebarannya Dalam Kebun Benih

Ditinjau dari segi variasi genetik (*genetic diversity*), semakin besar variasi tersebut di dalam kebun benih adalah semakin baik. Untuk kebun klon, jumlah klon yang digunakan pada saat permulaan harus cukup menjamin adanya suatu genetik dasar (*genetic base*) yang luas dan sesuai setelah selesainya penjarangan seleksi. Pada kebanyakan kebun benih klon generasi I, jumlah klon yang digunakan adalah antara 25-40 klon. Setelah uji keturunan dan penjarangan seleksi, maka jumlah klon tersebut di atas akan berkurang menjadi 20 klon atau lebih rendah. Perlu diketahui bahwa untuk tujuan produksi benih tak dapat dikombinasikan secara efisien dengan tujuan *breeding*. Banyak kesalahan telah dibuat karena mencoba menggabungkan 2 tujuan tersebut dengan menggunakan 300-400 klon untuk membangun kebun benih.

Jumlah klon yang banyak diperlukan di dalam program *breeding population*, tetapi tambahan genetik dari kebun benih yang menggunakan klon terlalu banyak akan sangat dibatasi, karena deferensial seleksi yang rendah.

Desain dari suatu kebun benih harus memungkinkan perkawinan silang antara klon-klon atau famili-famili (*seed lot-seed lot*) dan mencegah terjadinya *inbreeding* dari material yang terdapat dalam kebun benih. Untuk mencegah terjadinya *inbreeding*, maka pemisahan antarklon atau famili tidaklah dapat dilakukan secara acak atau *random*, melainkan harus secara manual, sehingga kesempatan antara ramet dalam klon yang sama atau pohon-pohon plot dalam *seed lot* yang sama, berada secara berdekatan dapat benar-benar dicegah.

3. Manajemen Kebun Benih

Program pemuliaan akan hilang keuntungan apabila kebun benih yang dibangun tidak dapat memproduksi benih-benih yang potensial. Harapan memperoleh benih potensial tentu saja dimungkinkan karena pohon induk yang digunakan mempunyai sifat-sifat unggul dari segi genetik, sehingga penyerbukan silang yang terjadi juga antar-individu yang baik. Tetapi di samping faktor genetik yang unggul tersebut, perlu pula diingat bahwa faktor-faktor lingkungan dan praktik manajemen dapat mempertinggi produktivitas benih. Suatu kebun benih yang menderita akibat kekurangan hara dalam tanah, tanah yang padat, pertumbuhan pohon yang terlalu rapat tidak akan memproduksi benih yang potensial, lepas dari pertimbangan superioritas pohon-pohon penyusun kebun benih yang dimaksud.

Manajemen kebun benih adalah rumit. Prosedur yang tepat akan sangat tergantung pada spesies, lokasi kebun benih, kondisi dan situasi yang dihadapi dari tahun ke tahun pada kebun benih yang bersangkutan.

Manajemen Tanah Pada Kebun Benih

Tekstur tanah yang tercermin dari proporsi antara pasir, debu dan lempung secara esensial tidak dapat dimanipulasi, dan sebenarnya tekstur tanah merupakan faktor terpenting yang menentukan kualitas tanah, yang mesti dipertimbangkan pada saat pembangunan kebun benih. Tekstur tanah mempengaruhi kelembaban tanah, mempengaruhi kemampuan tanah dalam hal menyimpan hara tanah, kemampuan untuk menahan erosi, dan sifat-sifat yang lain. Tanpa menghiraukan keadaan tekstur tanah dalam penentuan lokasi kebun benih, boleh jadi

akan dapat merubah struktur tanah, (tergantung dari agregasi antara pasir, debu dan lempung) dan ini biasanya terjadi bila pelaksanaan operasional tidak disesuaikan dengan petunjuk. Aktivitas-aktivitas seperti ini menyebabkan terbentuknya lapisan yang keras dan secara umum sering menjadi penyebab menurunnya vigoritas dan produktivitas kebun benih.

Pengolahan tanah pada kebun benih yang dibangun, terutama pada lapisan yang lebih dalam, membantu mengurangi kepadatan tanah. Dengan pengolahan tanah akar-akar tanaman akan dapat berkembang lebih lebar dan dapat menjangkau lapisan tanah yang lebih dalam. Selain hal yang telah dikemukakan, pengolahan tanah dapat pula berperan untuk mengurangi erosi permukaan (*surface water run off*), demikian juga tentang kelembaban tanah pada kebun benih juga dapat diperbaiki. Studi yang baru dilakukan memberikan informasi bahwa pengolahan tanah bagian bawah dapat meningkatkan produksi bunga, sebaik meningkatkan pertumbuhan dan vigoritas.

Pengolahan tanah dapat juga membantu melindungi tanaman terhadap kerusakan akibat penyakit yang menyebar lewat perakaran. Perlindungan terhadap penyakit tersebut dimungkinkan, karena dengan pengolahan tanah akar-akar tanaman lain yang mengandung sumber penyakit terpotong sehingga berkembangnya penyakit dapat dibatasi.

Cara pengolahan tanah dilakukan dengan terlebih dahulu mengambil lapisan *top soil* setebal 10-20 cm, untuk kemudian segera dikembalikan bila pengolahan tanah lapisan yang lebih dalam selesai dikerjakan.

Permukaan Tanah Pada Kebun Benih

Perhatian khusus harus diberikan pada permukaan tanah suatu kebun benih. Dengan permukaan tanah yang bersih akan dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam operasional. Suatu kebun benih yang baik haruslah permukaan tanahnya ditutup dengan rumput. Tanaman dan pemeliharaan rumput yang baik, akan dapat mereduksi kepadatan tanah. Kadang-kadang lapisan rumput tidak begitu menguntungkan apabila tikus dan binatang mengerat lainnya terdapat secara umum. Bila hal ini terjadi, maka rumput-rumput tersebut harus dijauhkan sejauh 1 m dari pohon dengan segera. Pembabatan terhadap rumput pada lantai kebun benih secara periodik akan membantu terjadinya siklus peredaran hara pada tanaman.

Pembabatan rumput yang dilakukan pada akhir masa pertumbuhan, dimaksudkan sebagai kontrol vegetasi, mengurangi bahaya api dan untuk memberikan kemudahan pada kegiatan pengumpulan buah atau biji. Penggembalaan ternak pada lantai kebun benih tidak dibolehkan karena menyebabkan pemadatan tanah dan kerusakan kebun benih. Lantai suatu kebun benih harus dilindungi baik dari erosi angin maupun air. Demikian pula keadaan bahan organik pada tanah haruslah diusahakan sedemikian, hingga mencapai tingkat yang cukup untuk menyediakan hara dan air bagi tanaman.

Pemupukan Pada Kebun Benih

Berdasarkan analisa tanah dan beberapa analisa contoh daun, penambahan tanah diperlukan untuk memelihara vigoritas tanaman dan mengusahakan pembungaan. Pemupukan, khususnya pemakaian Nitrogen (N) dan Fospor (P) telah memacu pembungaan untuk hampir setiap spesies,

yang telah ditanam sebagai tanaman-tanaman uji, terutama untuk spesies kayu keras. Keasaman tanah (pH), juga harus diperhatikan dan merupakan kunci pokok keberhasilan tanaman. Keasaman tanah mempunyai pengaruh langsung terhadap banyaknya reaksi dalam tanah, pada perilaku organisme, dan perakaran tanaman. Besarnya pH optimum bervariasi antarspesies : misal pada kebanyakan daun jarum berkisar antara 5,5 sampai dengan 6,5. Apabila keasaman turun hingga bawah 5,5 atau naik 6,5 maka suatu tindakan ke arah perbaikan pH perlu diambil.

Untuk menaikkan pH yang rendah biasanya digunakan kapur Ca(OH)_2 , dan untuk menurunkan pH digunakan pupuk-pupuk yang bersifat asam seperti ammonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ atau Amonium nitrat NH_4NO_3 . Unsur belerang (S_2) juga dapat membuat pH tanah menjadi lebih rendah apabila dioksidasi dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}).

Sebelum pemupukan dilakukan, pengelola kebun benih harus mengetahui dan yakin akan jenis dan dosis pupuk yang akan digunakan. Untuk itu, dari areal kebun benih tersebut perlu ditentukan sampel tanah yang representatif untuk dianalisis. Areal seragam seluas 2 ha, kiranya cukup representatif digunakan sebagai sampel.

Untuk areal yang topografi, struktur tanah, kelembaban dan vegetasi aslinya bervariasi, maka contoh-contoh tanah yang akan dianalisis juga harus diperoleh dari areal yang dimaksud contoh tanah yang akan dianalisis biasanya diambil dari lapisan tanah teratas (15 cm atau 20 cm). Sedangkan lapisan tanah yang lebih dalam (40-55 atau 60 cm) adakalanya diperiksa sifat fisiknya pada areal kebun-kebun benih yang baru dibangun. Kondisi lapisan tanah bagian dalam (*sub soil*)

yang mempunyai arti penting bagi perakaran tanaman, banyak ditentukan oleh tingkat drainase, kesuburan dan kemampuan oleh suatu areal.

Jumlah kapur dan pupuk yang dianjurkan untuk digunakan dalam suatu kebun benih didasarkan atas umur pohon, spesies, lokasi geografi, dan jenis tanah. Sebagai petunjuk umum, Davey (1981) telah memberikan standar minimum pemupukan untuk Pinus taeda (*Loblolly pine*) sebagai berikut.

Calcium	(ca)	400 kg/ha
Magnesium	(Mg)	50 kg/ha
Potassium	(K)	80 kg/ha
Phosphorus	(P)	40 kg/ha
pH	(5,5)	

Waktu pemupukan harus diperhatikan bila menginginkan hasil yang memuaskan. Apabila hasil yang ingin diperoleh berupa meningkatnya pembungaan dengan segera, maka pemupukan seharusnya diberikan sesaat sebelum munculnya kuncup bunga. Pemupukan juga membantu kesehatan pohon, membantu untuk tumbuh menjadi pohon yang lebih besar, dan memperbanyak tunas-tunas reproduksi. Biasanya pemupukan pada kebun benih yang masih muda bertujuan untuk mendapatkan pertumbuhan maksimum dan vigoritas, untuk kemudian berfungsi merangsang pembungaan pada umur yang lebih tua.

Irigasi Pada Kebun Benih

Pemasangan suatu irigasi dalam kebun benih adalah mahal dan pertanyaan tarif diajukan bermanfaatkah irigasi tersebut? Apabila dari segi peningkatan produksi benih saja, manfaat irigasi nampaknya masih disangsikan. Namun, penelitian-

penelitian yang tengah dikembangkan menunjukkan bahwa irigasi berpengaruh sangat positif dalam segi perkembangan pohon yang lebih cepat, perlindungan terhadap api, lapisan rumput penutup tanah yang lebih baik. Bila manfaat-manfaat tersebut dikombinasikan dengan sungai produksi benih, maka irigasi merupakan suatu infestasi yang baik untuk beberapa spesies. Pada suatu kebun benih pinus taeda, pengaruh irigasi sama baiknya dengan pemupukan, dan dapat menyebabkan kenaikan produksi benih sebanyak 30% dibandingkan dengan hanya pemupukan saja dan peningkatan 100% dibanding tanpa pemupukan atau irigasi. Sama halnya dengan pemupukan, irigasi yang digunakan pada tegakan kebun benih muda ditujukan untuk menjaga pertumbuhan optimal dan vigoritas.

Apabila pemasangan sistem irigasi pada suatu kebun benih telah menjadi suatu ketetapan, maka perlu dimiliki suatu peralatan yang tepat yang dapat menentukan kapan dan berapa banyak air irigasi tersebut diberikan. Berapa jenis tensiometer, biasanya digunakan untuk tujuan ini karena pemasangannya tidak rumit dan mudah dibaca serta dikalibrasi.

Problem-Problem Terhadap Hama

Beberapa saat setelah kebun benih dibangun, hama dalam berbagai bentuk akan segera muncul. Hama yang muncul, antara spesies kebun benih yang satu dengan lainnya ternyata berbeda, demikian juga antara lokasi geografi kebun benih satu dengan yang lain juga tidak sama. Hama pada kebun benih dibedakan menjadi hama-hama yang menyerang bunga, buah, kone, dan biji. Selanjutnya adalah hama-hama yang menyerang daun, kulit dan cabang-cabang pohon, serta hama-hama yang menyerang perakaran. Hama-hama tersebut bervariasi mulai dari serangga, penyakit, burung, binatang-

binatang lain, bahkan manusia. Karena hama-hama tersebut menyerang suatu kebun benih yang telah dibangun, bahkan setelah beberapa tahun, maka pengaruh-pengaruhnya sering diabaikan. Padahal sebenarnya pengembalian modal yang ditanam pada pemuliaan pohon berhubungan erat dengan jumlah benih yang diproduksi oleh suatu kebun benih per unit area. Bahkan faktor yang paling menentukan apakah suatu kebun benih secara ekonomis fisibel atau tidak tergantung pada sukses tidaknya pengendalian terhadap hama pada kebun benih tersebut.

Banyak metode telah dikembangkan untuk mengendalikan hama dalam kebun benih, mulai dari pemusnahan hama secara manual dengan penembakan atau perangkap, penyemprotan dan penggunaan bahan-bahan kimia. Sebegitu jauh kerusakan pada kebun benih yang terbesar adalah disebabkan oleh serangga. Dengan demikian, pengendaliannya tidaklah mudah. Serangga dapat dikendalikan lewat kemikalia yang dikenakan pada tanaman sehingga apabila serangga memakan daun, kambium, ataupun struktur reproduksi dapat terbunuh karenanya.

Berikut adalah contoh pengendalian hama dengan menggunakan pestisida pada *Loblolly pine* (pinus taeda) terhadap serangga ulat buah (*coneworm*) *Dioryetria* sp oleh De Barr (1971).

Tabel 4.1. Contoh Pengendalian dengan Menggunakan Pestisida

Perlakuan	Persentase biji sehat	Persentase kecambah	Kematian kon oleh ulat kon	Kon yang hidup Mei-Agustus	Biji sehat per kon
Furadan	86	97	12	95	72
Guthion	79	99	17	89	78
Control	74	100	20	92	59

Dalam beberapa kasus, penggunaan kemikalia lewat penyemprotan merupakan cara yang paling efektif untuk mengendalikan serangga. Penggunaan alat semprot (*sprayer*) saat ini sedang dikembangkan baik lewat pesawat udara maupun helikopter.

Bagi pengelola kebun benih dan bagi efisiensi program pemuliaan pohon, masalah hama yang tengah dibicarakan merupakan problem yang utama.

Cara-Cara untuk Meningkatkan Pembungaan

Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk mempercepat dan memperbaiki produksi benih. Dua cara dijelaskan di sini yaitu mengikat sebagian batang dengan kawat (*partial girdling*). Cara ini sangat bermanfaat untuk memperoleh panen yang syarat dari pohon-pohon yang digunakan sebagai sumber benih secara temporer. Sedangkan untuk kebun benih yang selalu dijaga dan dipelihara di dalam periode yang panjang, cara ini tidak direkomendasikan.

Cara kedua, pangkasan atas (*top pruning*) yaitu mengusahakan tinggi popohon menjadi rendah, dalam kaitannya dengan usaha mempermudah pengumpulan buah (kon). Metode ini juga digunakan untuk memudahkan penyerbukan terkendali (*control pollination*). Meskipun sedang dicoba, pemangkasan atas, masuk belum diterima secara umum dalam metode manajemen kebun benih untuk kebanyakan spesies. *Problem* yang muncul adalah cabang yang lebih bawah sering cenderung melengkung ke atas sehingga membuat puncak-puncak cabang yang baru dan banyak. Bentuk cabang-cabang semacam ini sebagian dapat dicegah dengan cara mengikat ke bawah cabang-cabang baru yang tumbuh ke atas tersebut.

Catatan Pada Kebun Benih

Secara pokok, ada 2 jenis pencatatan yang diperlukan dalam kegiatan kebun benih:

1. Catatan yang berhubungan dengan kebun benih sebagai unit
2. Catatan yang berhubungan dengan individu pohon atau klon dalam kebun benih. Informasi-informasi yang menyangkut kebun benih sebagai suatu unit adalah sebagai berikut:
 - a. Pemupukan dan pengapuran
 - 1) Jenis formulasi
 - 2) Jumlah yang diberikan
 - 3) Tanggal pelaksanaan
 - 4) Metode pelaksanaan; pohon per pohon atau ditabur merata, lewat tanah atau udara.
 - b. Irigasi (jika dapat dikerjakan)
 - 1) Saat dan peralatan yang dibutuhkan
 - 2) Jumlah dan waktu pemberian.
 - c. Pengolahan tanah
 - 1) Waktu
 - 2) Kedalaman
 - 3) Arah
 - d. Pengendalian terhadap hama dan penyakit
 - 1) Bahan yang digunakan
 - 2) Jumlah yang digunakan
 - 3) Metode pelaksanaan
 - 4) Tanggal atau waktu
 - 5) Kemanjurannya
 - e. Pemangkasan (*pruning*)
 - 1) Waktu

- 2) Jenis
- f. Penjarangan (*rouging or thinning*)
 - 1) Waktu
 - 2) Pohon atau klon yang dihilangkan, pohon-pohon yang ditinggalkan
 - 3) Jenis penebangan
- g. Kondisi sehubungan dengan fenomena lingkungan maupun biologi
 - 1) Musim panas
 - 2) Musim dingin
 - 3) Angin besar
 - 4) Banjir.

Di samping catatan tersebut di atas, adanya data-data tentang cuaca lengkap akan banyak membantu dalam pengelolaan kebun benih. Suatu *station* cuaca seharusnya diadakan untuk setiap lokasi kebun benih. Karena dengan stasiun cuaca tersebut akan dapat diperoleh informasi tentang keadaan hujan, kelembaban relatif, suhu udara, kecepatan angin, arah angin, dan sebagainya. Adanya temperatur maksimum dan minimum juga sangat menguntungkan di samping peralatan penting lain seperti hygrothermograf dan lain-lain.

Catatan atau data-data tentang klon atau individu pohon dalam kebun benih, dibuat lebih detail dan berisi suatu sejarah tentang setiap pohon yang ada dalam kebun benih. Catatan ini akan sangat bermanfaat pada program pemuliaan lebih lanjut. Adapun catatan secara singkat tentang masing-masing klon pada kebun benih dari semai yang mesti dibuat adalah sebagai berikut.

1. Metode dan saat pembuatan
2. Tingkat inkompatibilitas (ketidakmampuan tanaman membentuk biji)
3. Pembungaan
 - a. Umur saat berbunga (jantan, betina)
 - b. Banyaknya bunga betina dan jantan
 - c. Saat dan lama waktu tepungsari menyebar (*shed*) dan bunga betina siap menerima tepungsari (*receptivity*).
4. Kon (buah) dan produksi benih
 - a. Produksi benih (sedikit, sedang, banyak)
 - b. Saat kon atau buah masak
 - c. Rata-rata jumlah biji per kon
 - d. Kesehatan biji
 - e. Kemampuan berkecambah
5. Kelemahan-kelemahan khusus biji, buah, atau kon terhadap hama dan penyakit
6. Penanganan khusus dari individu ramet dalam satu klon.
 - a. *Problem-problem* seperti pertumbuhan tidak normal, perkembangan buah yang tidak normal, gugurnya buah secara kontinyu.
 - b. Pemupukan secara khusus



V. SERTIFIKASI BENIH

A. Pengertian Sertifikasi

Sertifikasi adalah proses pemberian sertifikat kepada suatu sumber benih/lot benih/lot bibit yang menginformasikan kebenaran mutu benih yang dikomersialkan. Sertifikat mutu benih adalah dokumen yang menyatakan kebenaran mutu sumber benih/benih/bibit. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/Menteri-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbibihan Tanaman Hutan.

Untuk melaksanakan sertifikasi sumber benih/benih/bibit, sebaiknya kita memahami terlebih dahulu pengertian mengenai sumber benih, benih dan bibit. Untuk mengingat kembali pada pembahasan materi ini kita perlu mengenal beberapa istilah di atas. Ada beberapa hal pembelajaran yang akan diuraikan pengertian dari semua hal yang terkait dalam pelaksanaan sertifikasi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/Menteri-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan, beberapa pengertian yang harus kita pahami sebagai berikut:

1. Balai adalah Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jenderal RLPS yang disertai tugas dan bertanggung jawab di bidang perbenihan tanaman hutan.
2. Badan Penelitian Pengembangan (Badan Litbang) Kehutanan adalah badan yang disertai tugas dan bertanggung jawab terhadap kewenangan keilmuan dalam bidang pembenihan tanaman hutan.

3. Benih tanaman hutan adalah bahan tanaman yang berupa bagian generatif (biji) atau bagian vegetatif tanaman yang antara lain berupa mata tunas, akar, daun, jaringan tanaman yang digunakan untuk memperbanyak dan/atau mengembangkan tanaman.
4. Bibit adalah tumbuhan muda hasil pengembangbiakan secara generatif atau secara vegetatif.
5. Contoh benih adalah sebagian kecil dari sejumlah lot benih yang dianggap homogen dan mewakili seluruh lot benih.
6. Dinas Kehutanan Provinsi/Kabupaten/Kota salah satu tugasnya adalah melaksanakan sertifikasi sumber benih/benih/bibit.
7. Direktur Jenderal adalah Direktur Jenderal yang disertai tugas dan bertanggung jawab di bidang perbenihan tanaman hutan.
8. Famili adalah lot benih yang berasal dari induk yang sekerabat.
9. Jalur isolasi adalah zona di sekeliling Areal Produksi Benih (APB) atau Kebun Benih (KB) untuk mencegah kontaminasi yang tidak dikehendaki dari luar. Jalur isolasi berupa tanah kosong atau hutan alam/tanaman dari jenis yang tidak dapat bersilangan dengan jenis tanaman dalam sumber benih.
10. Kepala Badan adalah Kepala Badan yang disertai tugas dan bertanggung jawab di bidang penelitian dan pengembangan kehutanan
11. Kepala Balai adalah Kepala Balai yang disertai tugas dan bertanggung jawab di bidang perbenihan tanaman hutan
12. Kepala Pusat adalah Kepala Pusat yang disertai tugas dan bertanggung jawab di bidang penelitian dan

- pengembangan hutan tanaman pada badan penelitian dan pengembangan kehutanan
13. Keterangan asal-usul benih adalah dokumen yang menjelaskan asal sumber benih, dan volume/berat benih.
 14. Klon adalah populasi tanaman yang sama genetiknya, yaitu bibit yang dibuat dengan cara pembiakan vegetatif dari satu pohon induk.
 15. Kriteria SB adalah ukuran yang menjadi dasar penilaian atau penetapan SB tanaman hutan
 16. Kriteria mutu benih adalah ukuran yang menjadi dasar penilaian atau penetapan mutu benih.
 17. Label adalah keterangan yang diberikan pada benih yang sudah dikemas setelah penerbitan sertifikat mutu benih atau keterangan mutu benih.
 18. Lembaga sertifikasi adalah lembaga hukum dan instansi pemerintah yang ditetapkan dan diberi wewenang oleh Direktur Jenderal untuk melaksanakan sertifikasi mutu benih dan/atau mutu bibit tanaman hutan.
 19. Pohon plus adalah pohon yang diseleksi berdasarkan satu atau lebih kriteria seleksi. Kriteria seleksi tergantung jenisnya dan tujuan akhir pemanfaatan pohon
 20. Prosedur sertifikasi SB adalah tahapan dan mekanisme dalam pelaksanaan sertifikasi SB tanaman hutan.
 21. Standar SB adalah spesifikasi teknis SB tanaman hutan yang dibakukan sebagai patokan dalam menentukan mutu SB.
 22. Standar mutu benih adalah spesifikasi teknis mutu benih yang mencakup fisik, fisiologis, dan genetik benih, berisi kisaran normal mutu benih yang beredar.

23. Sertifikasi SB adalah proses pemberian sertifikat kepada SB yang menginformasikan keadaan SB yang bermutu.
24. Sertifikat SB adalah dokumen yang menyatakan kebenaran mutu SB tanaman hutan.
25. Sertifikasi mutu benih adalah proses pemberian sertifikat kepada suatu lot benih yang menginformasikan kebenaran mutu benih yang dikomersialkan.
26. Sertifikat mutu benih adalah dokumen yang menyatakan kebenaran mutu benih.
27. Sumber Benih (SB) adalah suatu tegakan hutan di dalam kawasan, kecuali Cagar Alam serta Zona Inti dan Zona Rimba pada Taman Nasional, dan di luar kawasan hutan yang dikelola guna memproduksi benih berkualitas.

B. Organisasi dan Lalu Lintas Benih

Organisasi perbenihan tanaman hutan di Indonesia secara umum dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Penelitian dan Pengembangan

Kegiatan penelitian dan pengembangan tentang perbenihan tanaman hutan dilakukan oleh banyak lembaga. Lembaga yang terlibat dalam kegiatan penelitian dan pengembangan perbenihan tanaman hutan antara lain adalah: Balai Pengembangan Benih Tanaman Hutan (BPTH), Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan (BP2TP), Balai Penelitian Kehutanan (BPK), Badan Usaha Milik Negara (BUMN), Badan Usaha Milik Swasta (BUMS), dan perguruan tinggi.

Selama ini, kegiatan penelitian dan pengembangan yang dilaksanakan pada masing-masing lembaga masih banyak yang berjalan sendiri-sendiri. Masih sangat sedikit kegiatan

yang dilaksanakan secara terpadu. Duplikasi penelitian sering terjadi karena tidak adanya pangkalan data penelitian dan pengembangan perbenihan nasional.

Menurut Suhaeti dan Harmini (1999) sebenarnya pada tahun 1994 telah diterbitkan SK Menteri Kehutanan No. 589/Kpts-V/1994 tentang Forum Koordinasi Perbenihan Pohon Hutan (FKPPH). Forum tersebut berfungsi membantu Menteri Kehutanan dalam merencanakan dan merumuskan kebijakan di bidang perbenihan pohon hutan. Berdasarkan peraturan tersebut, program perbenihan selalu mencakup tiga unsur yang saling berkaitan yaitu: **pemuliaan pohon, pengadaan benih dan konservasi sumber daya genetik**. Selanjutnya, sejak Pelita VI BP2TP yang dibentuk Tahun 1984 mempunyai tugas untuk mengkoordinasi, membina, dan melaksanakan penelitian teknologi benih kehutanan.

Kegiatan pemuliaan pohon di Indonesia sampai saat ini telah banyak dilaksanakan. Apakah Anda tahu kapan kegiatan pemuliaan pohon di Indonesia dimulai? Kegiatan ini telah dimulai sejak tahun 1930 yang diawali dengan pemuliaan jati. Pada tahun 1970 dibangun kebun benih klon tusam (pinus merkusii) dan seleksi pohon. Selanjutnya pembangunan kebun benih semai uji keturunan P. merkusii dimulai tahun 1976 di Cijambu, Sumedang, Baturaden, dan Sempolan. Pada tahun 1989 Program Pemuliaan Pohon disempurnakan menjadi Program Nasional Pengadaan Benih Unggul dan Pemuliaan Pohon dan pada tahun 1990 Pusat Penelitian Hutan telah menyusun Program Nasional Pemuliaan Pohon.

Kegiatan pemuliaan pohon terus berkembang hingga terbentuk Balai Penelitian dan Pengembangan Pemuliaan Benih Tanaman Hutan (BP3BTH) di Yogyakarta yang saat ini

telah berubah menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Benih Tanaman Hutan (P3BPTH). Sampai tahun 1998 P3BPTH telah membangun 36 kebun benih semai uji keturunan *Acacia mangium*, *A. crassicarpa*, *A. auriculiformis*, *A. aulacocarpa*, *Eucalyptus pellita*, *E. urophylla*, dan *Paraserienthes falcataria* seluas 66.72 ha di Sumatera, Kalimantan, dan Jawa. Sejak tahun 1982 Perum Perhutani yang sekarang telah berubah menjadi PT Perhutani, telah melakukan pemuliaan jati dengan menunjuk Areal Produksi Benih, melakukan seleksi pohon, membangun bank klon, kebun benih klon, melakukan uji keturunan, dan pembiakan vegetatif dengan kultur jaringan. Juga dilakukan pemuliaan untuk *P. falcataria*, *P. merkusii*, *A. mangium*, *Agathis loranthifolia* dan *Swietenia mahagoni*. Dan pada tahun 1998 telah diresmikan Pusat Jati di Cepu.

Menurut Suseno (1996 dalam Sudradjat dkk (eds), 1998) lembaga-lembaga yang sampai saat ini terlibat dalam pelaksanaan program pemuliaan pohon di Indonesia adalah sebagai berikut:

- a. Departemen Kehutanan melalui: P3BTH, BTP, Direktorat Jenderal Reboisasi Lahan dan Perhutanan Sosial
- b. BUMN Lingkup Departemen Kehutanan:
 - PT Perhutani: pemuliaan jati, pinus, sengon dan mahoni
 - PT Inhutani I: pembiakan vegetatif jenis Dipterocarpaceae dan pemuliaan Prupuk (kerja sama dengan STREK)
 - PT Inhutani II: pemuliaan jenis-jenis pohon cepat tumbuh (kerja sama dengan SHELL Company dan PT Astra) dan jenis *Shorea polyandra*, *S. johorensis*,

Dipterocarpus caudiferus (kerja sama dengan Univ. Gajah Mada)

- PT Inhutani III: pemuliaan jenis-jenis tengkawang (kerja sama dengan Dewan Riset Nasional, UGM, dan BIOTROP)
- PT Inhutani V: pengelolaan sumber-sumber benih jenis cepat tumbuh di Subanjeriji (Sumatera Selatan)

c. Perguruan Tinggi

- Fakultas Kehutanan IPB bekerja sama dengan PT ITCI, Inhutani Manunggal dalam kegiatan pemuliaan *E. Deglupta* dan *A. mangium* dan dengan KRAFT PAPER Company dalam pemuliaan *P. merkusii*.
- Fakultas Kehutanan UNMUL melaksanakan penelitian pembiakan vegetatif berbagai jenis pohon melalui kultur jaringan (kerja sama dengan GTZ dan JICA)
- Fakultas Kehutanan UGM, sejak tahun 1975 telah terlibat dalam berbagai kegiatan pemuliaan pohon, bekerja sama dengan Dirjen RRL
- RLPS), P3BTH, PT Perhutani, PT Inhutani I dan II, PT Kertas KRAFT Aceh dan PT SUMALINDO.

d. Swasta (HPHTI)

PT SUMALINDO GROUP, PT BARITO PASIFIC GROUP, PT INDAH KIAT, PT INDORAYON, ITCI HUTANI MANUNGGAL, PT KAYU LAPIS GROUP. Jumlah HPHTI yang melaksanakan kegiatan pemuliaan ini masih sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah seluruh HPHTI yang ada yaitu 234 HPHTI.

Dengan demikian, berdasarkan uraian di atas maka masih banyak kendala yang dihadapi dalam kegiatan penelitian dan pengembangan perbenihan tanaman hutan.

2. Pengadaan

Siapa saja yang terkait dalam pengadaan benih? Pengadaan benih dapat dilakukan oleh perorangan, badan hukum (BUMN, BUMS, Koperasi) dan instansi pemerintah yang bergerak di bidang perbenihan.

a. Pengadaan benih generatif

Perlu Anda ketahui bahwa pengadaan benih sebaiknya dilakukan oleh suatu Unit Perbenihan Pohon (*Tree Seed Unit*) yang dilengkapi dengan pemulia, peralatan teknologi benih, dan sarana konservasi sumber daya genetik. Pengadaan benih tanaman hutan di Indonesia selama ini dilaksanakan oleh:

1) BUMN

Badan Usaha Milik Negara di bidang kehutanan yang meliputi PT Perhutani, PT Inhutani I, II, III, IV dan V mempunyai program pengadaan benih yang masih ditujukan untuk keperluan penanaman hutan produksi tetap dan hutan produksi terbatas. Dengan demikian, titik beratnya adalah untuk produksi kayu atau hasil hutan nonkayu.

Pengadaan benih di lingkungan PT Perhutani dilakukan oleh KPH pensuplai. Permintaan benih oleh pihak di luar PT Perhutani (misalnya HPH, RRL, Luar Negeri, Swasta lainnya) dilakukan oleh Direksi di Jakarta. Benih yang diedarkan diambil dari beberapa lokasi sumber benih yang meliputi tegakan benih, kebun benih semai dan kebun benih klon. Produksi benih dari kebun benih semai masih rendah, sehingga permintaan dari luar masih diambilkan dari tegakan terpilih.

Pengadaan benih oleh PT Inhutani untuk pengelolaan HPH dilakukan melalui pengumpulan benih dari hutan alam. Sedangkan untuk keperluan HTI sendiri dapat berasal dari areal produksi benih atau membeli dari luar negeri.

2) Swasta

Pada tahap awal program pembangunan HTI, untuk benih *A. magium* dan *Eucalyptus sp.* banyak dibeli dari Australia, Papua Nugini, dan Selandia Baru. Saat ini beberapa HPHTI telah memulai program pemuliaan pohon untuk mendapatkan benih unggul. Untuk mencukupi kebutuhan benih dalam skala besar, maka beberapa jenis benih juga dibeli dari pengedar yang mengambil benih dari pohon asalan. Kegiatan ini masih sering dilakukan hingga saat ini.

Berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan, dalam jangka pendek para pemegang HPH baik yang dikelola oleh BUMN maupun Swasta harus membuat Areal Produksi Benih seluas 100 hektar untuk setiap Rencana Karya Lima Tahunan (RKL) sehingga pada akhir RKL ke-7 luas areal produksi benih pada tiap HPH akan mencapai 700 hektar.

b. Pengadaan bahan tanaman vegetatif

Pengadaan bahan tanaman vegetatif memang relatif lebih mahal dan lebih rumit dibandingkan dengan pengadaan benih generatif. Walaupun demikian, pengadaan bahan tanaman vegetatif diperlukan untuk beberapa jenis tanaman tertentu khususnya yang kemampuan produksi dan daya simpannya rendah. Pengadaan bahan tanaman

vegetatif dilaksanakan oleh:

1) BUMN

Pengadaan bahan tanaman vegetatif hingga saat ini masih terbatas baik dari segi jenis tanaman maupun jumlah pengadaannya. Berdasarkan segi pemanfaatannya, pengadaan bahan tanaman vegetatif dapat dibagi menjadi dua. Pertama adalah pengadaan untuk tujuan pembangunan kebun benih (pemuliaan) dan kedua untuk tujuan perbanyak tanaman di lapangan. Pengadaan untuk tujuan kebun benih jumlahnya relatif kecil sesuai dengan kebutuhan luasan areal kebin benih, sedangkan untuk tujuan perbanyak tanaman di lapangan diperlukan dalam jumlah yang sangat besar.

Pengadaan bahan tanaman vegetatif untuk tujuan perbanyak tanaman dilakukan terutama pada tanaman kelompok Dipterocarpaceae. Kenapa demikian? Hal ini dilakukan karena pengadaan benih jenis pohon ini mengalami banyak kendala baik dari segi waktu pengadaan maupaun jumlahnya.

Pengadaan bahan tanaman vegetatif umumnya baru dilakukan pada skala terbatas seperti di hutan penelitian Wana Riset Semboja, Kalimantan Timur yang melakukan stek Dipterocarpaceae. Selain itu, pengadaan pada skala luas baru sebatas untuk memenuhi kebutuhan sendiri seperti yang dilakukan PT Perhutani dan PT Inhutani.

2) Swasta

Pengadaan bahan tanaman vegetatif oleh perusahaan swasta terutama pemegang HPH/HPHTI belum banyak dilakukan.



3. Pengawasan

Pengawasan terhadap mutu benih tanaman hutan yang beredar di Indonesia saat ini belum dapat dilaksanakan dengan baik. Pelaksanaan pengawasan dilakukan melalui dua kegiatan yaitu pengujian dan sertifikasi. Pengujian mutu benih tanaman hutan yang akan diedarkan menurut SK Menteri Kehutanan No. 102/Kpts-II/1984 dilaksanakan oleh Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH). Pelayanan BPTH masih terbatas. Saat ini BPTH terdapat di Palembang, Bandung, Banjarbaru, Ujung Pandang, Ambon, dan Denpasar.

Untuk pelaksanaan sertifikasi diatur dengan peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/MENHUT-II/2009 tentang Perbenihan. Sertifikasi Sumber Benih telah diatur dengan peraturan Direktorat Jenderal Rehabilitasi dan Perhutanan Sosial nomor P.03/V-PTH/2007. Sedangkan untuk pelaksanaan sertifikasi mutu bibit diatur dengan peraturan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Hutan dan Perhutanan Sosial Nomor P. 11/V-SET/2008.

Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa pelaksana sertifikasi mutu sumber benih dan bibit adalah Dinas Kehutanan Provinsi/Kabupaten/ Kota atau BPTH bagi daerah yang belum ada yang menangani bidang kehutanannya. Sedangkan pelaksana sertifikasi benih dilakukan oleh BPTH. Namun demikian, penerbit semua sertifikat adalah BPTH.

C. Lalu Lintas Benih

Bila Anda membaca istilah “lalu lintas benih” apa yang ada dalam bayangan Anda? Mari kita mulai dengan membayangkan bahwa lalu lintas benih adalah seperti lalu lintas di jalan raya. Di jalan raya ada pengendara mobil, pengendara motor, pejalan

kaki dan rambu-rambu lalu lintas. Semua pengguna jalan raya harus mematuhi peraturan yang telah ditetapkan. Penerapan peraturan tersebut dibantu dengan adanya rambu-rambu lalu lintas di jalan raya. Apa yang terjadi bila para pengguna jalan tidak mematuhi peraturan dan rambu-rambu? Pelanggaran dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas. Pelanggaran dan ketidakhati-hatian dapat menyebabkan kecelakaan. Apa saja kerugian yang dapat ditimbulkan oleh kecelakaan? Kecelakaan dapat merusak kendaraan kita, dapat merusak sarana dan prasarana yang ada di jalan raya, kecelakaan dapat menyebabkan pengguna jalan mengalami luka-luka dan bahkan dapat terenggut jiwanya.

Bagaimana dengan lalu lintas benih? Dapatkah Anda menjelaskan apa saja peraturan yang menyangkut perbenihan tanaman hutan? Bagaimana isi peraturannya? Siapa saja yang menjadi pelakunya?

Marilah kita memulai membicarakan lalu lintas benih dari peraturan yang berlaku di Indonesia. Peraturan tertinggi yang mengatur tentang perbenihan adalah Undang-Undang No 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman. Selanjutnya ditetapkan Peraturan Pemerintah No. 44 Tentang Perbenihan Tanaman yang di dalamnya memuat ketentuan-ketentuan tentang perbenihan Tanaman Hutan. Sebagai pelaksanaan dari PP No. 44 tersebut telah ditetapkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/MENHUT -II/2009 tentang Perbenihan Tanaman Hutan.

Apakah tujuan pengaturan perbenihan tanaman hutan tersebut? Beberapa tujuan pengaturan perbenihan tanaman hutan adalah: (a) menjamin kualitas benih dan bibit tanaman hutan, (b) menjamin terpenuhinya kebutuhan benih berkualitas

secara memadai dan berkesinambungan dan (c) menjamin kelestarian sumber benih dan pemanfaatannya.

Lalu lintas benih mencakup : **pengadaan dan peredaran benih**. Pengadaan benih adalah kegiatan pencarian, pemanenan, pengumpulan, sortasi, dan penyimpanan benih sebelum benih digunakan atau diedarkan. Adapun peredaran benih adalah kegiatan pengemasan, pengangkutan, penyimpanan, penyaluran, dan pemasaran benih.

Pengadaan benih dapat dilakukan melalui produksi di dalam negeri dan atau pemasukan benih dari luar negeri. Pengadaan yang dilakukan melalui produksi di dalam negeri berasal dari sumber benih berupa: Tegakan Benih Teridentifikasi (TBT), Tegakan Benih Terseleksi (TBS), Areal Produksi Benih (APB), Tegakan Benih Provenan (TBV) dan Kebun Benih (KB).

Pemasukan benih dari luar negeri dapat dilakukan oleh pengada dan pengedar benih yang telah ditetapkan. Pemasukan benih dari luar negeri dilakukan dalam rangka pemenuhan kebutuhan benih di dalam negeri atau karena benih tersebut belum dapat diproduksi di dalam negeri. Apabila pemasukan benih ini dilakukan untuk pembangunan hutan tanaman, maka izin dari Direktorat Jenderal. Sedangkan bila benih tersebut digunakan untuk penelitian dan pengembangan, maka izin harus diperoleh dari Kepala Badan Litbang. Anda harus tahu bahwa benih yang masuk ke Indonesia harus memenuhi beberapa ketentuan yaitu: (a) merupakan benih berkualitas yang dilengkapi dengan sertifikat asal-usul, (b) memiliki sertifikat kualitas, dan (c) memiliki sertifikat kesehatan benih.

Perlu Anda ingat bahwa pemasukkan benih dari luar negeri dilakukan berdasarkan izin Direktur Jenderal atau Kepala Badan di mana dalam permohonan tersebut harus mencantumkan:

tujuan pemasukan, jenis, kuantitas dan kualitas, dan asal negara. Selain itu, harus pula dilengkapi dengan keterangan/sertifikat asa-usul, kualitas, dan kesehatan.

Bagaimana menurut pendapat Anda, persyaratan benih/bibit yang diproduksi dan diedarkan oleh pengada dan pengedar benih/bibit? Benih/bibit yang diproduksi atau diedarkan harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan dan berasal dari sumber benih. Selain itu, pengedar benih wajib menjaga mutu benih/bibit yang diedarkan.

Dapatkah benih/bibit yang diproduksi di dalam negeri diedarkan ke luar negeri? Ya, kita dapat mengirimkan benih/bibit dari dalam negeri ke luar negeri. Pengeluaran benih/bibit dari wilayah Republik Indonesia dilakukan oleh pengada dan pengedar yang telah ditetapkan. Kegiatan pengeluaran benih untuk pembangunan kehutanan harus mendapatkan izin dari Direktur Jenderal. Sedangkan untuk kegiatan penelitian dan pengembangan dari Kepala Badan. Benih/bibit yang akan dikeluarkan dari Indonesia juga harus: (a) merupakan benih bermutu, (b) tidak termasuk tanaman langka atau hampir punah yang dilindungi oleh undang-undang, (c) bebas dari hama dan penyakit dan (d) merupakan benih/bibit berlabel dari Balai Perbenihan Tanaman Hutan atau Lembaga Sertifikasi lainnya.

Jenis-jenis benih apa sajakah yang dapat diedarkan ke luar negeri? Bagaimana pendapat Anda jika seluruh jenis benih yang terdapat di Indonesia dapat dikirim ke luar negeri? Negara kita sangat kaya akan sumber plasma nutfah, apa yang terjadi bila semua jenis benih/bibit dapat dengan mudah diedarkan ke luar negeri? Kita tentu saja tidak ingin sembarangan mengeluarkan

benih/bibit dari Negara kita. Jenis-jenis yang dapat dikeluarkan dari wilayah Indonesia ditetapkan oleh menteri.

Kita sudah mempunyai peraturan yang bagus tentang lalu lintas benih. Siapa saja yang harus mentaati peraturan tersebut? Anda tentu masih ingat bahwa pengadaan dan peredaran benih dapat dilakukan oleh perorangan, badan hukum (BUMN, BUMS, Koperasi) dan Instansi Pemerintah yang bergerak di bidang perbenihan. Oleh karenanya, peraturan yang berkaitan dengan pengadaan dan peredaran benih harus ditaati oleh seluruh unsur tersebut.

Apakah menurut Anda peraturan yang ada selalu ditaati oleh para pelaku di bidang perbenihan tanaman hutan? Dapatkah Anda memberikan satu contoh pelanggaran yang pernah terjadi di wilayah Anda?

Pelanggaran yang banyak terjadi adalah ketidaksesuaian informasi yang tercantum pada label benih dengan kualitas benih yang sesungguhnya. Benih disebutkan memiliki daya kecambah yang tinggi, tetapi setelah dikecambahkan di persemaian oleh konsumen ternyata daya berkecambahnya telah jauh menurun. Apakah menurut Anda kesalahan terletak pada pengada benih yang melakukan penipuan? Ataupun pengujian yang dilakukan oleh BPTH tidak benar? Bisa saja demikian. Tetapi bisa juga hal ini terjadi karena kecerobohan sistem distribusi yang menurunkan mutu fisiologis benih dengan cepat. Akibatnya, ketidaksesuaian informasi pada label kemasan dengan kenyataan benihnya akan menjatuhkan integritas lembaga pengawasan. Contoh pelanggaran lainnya adalah pemalsuan benih. Perdagangan atau niaga benih pada hakikatnya adalah niaga kepercayaan. Bila terjadi kecurangan dalam niaga benih, maka rusaklah seluruh sistem perbenihan.

Pelanggaran terhadap peraturan tentang pengeluaran benih dari wilayah Indonesia juga seringkali terjadi. Di antaranya adalah pengiriman benih rotan oleh salah satu eksportir. Dalam kasus ini ternyata benih tersebut tidak digunakan untuk kegiatan penanaman, tetapi benih rotan digunakan sebagai bahan baku pembuatan kosmetik.

Bagaimana caranya agar peraturan perbenihan dapat dilaksanakan secara baik dan benar? Hal ini bukanlah sesuatu yang mudah. Diperlukan pembinaan dan pengawasan terhadap para pelaku perbenihan tanaman hutan dalam pelaksanaannya. Sanggupkah Departemen Kehutanan melakukan hal tersebut? Memang berat dan memerlukan tenaga yang cukup dan handal. Anda salah satu calonnya!

D. Tata Usaha dan Sertifikasi

Seperti telah dijelaskan bahwa tata usaha perbenihan akan menguraikan tentang kegiatan pencatatan benih dan bibit mulai dari sumber benih (SB) sampai lokasi tanaman. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P. 1/ Menhut-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan Kegiatan Tata Usaha Perbenihan Meliputi Tata Usaha Benih dan Tata Usaha bibit. Bentuk tata usaha bisa bervariasi tergantung instansi atau perusahaan dan tujuannya, yang penting isi/catatan lengkap, karena dari tata usaha ini bisa dipergunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan.

Selain itu, apabila instansi/badan usaha ingin mendapatkan Sertifikat Dokumentasi Benih dan Bibit Tanaman Hutan, Badan Standarisasi Nasional (BSN) sedang memproses Standar Nasional Indonesia (SNI).

1. Tata Usaha Benih dan Bibit

Salah satu bentuk Tata Usaha Benih dan Bibit adalah Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P. 1/Menhut-II/2009, secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tata Usaha Benih meliputi: Tata Usaha Pengadaan Benih dan Tata Usaha pengedaran Benih.

a. Tata Usaha Pengadaan Benih berisi :

- 1) Tata usaha pengadaan benih generatif
 - Tata usaha pengunduhan :
 - Tata usaha perencanaan pengunduhan benih;
 - Tata usaha pelaksanaan pengunduhan benih
 - Tata usaha penanganan benih:
 - Meliputi sortasi buah, pengeringan buah, ekstraksi benih, sortasi benih, pengeringan benih, penyimpanan benih
 - Tata usaha pengujian mutu benih
- 2) Tata usaha pengadaan benih vegetatif
 - Tata usaha perencanaan pengumpulan benih vegetatif
 - Tata usaha pengumpulan benih vegetatif

b. Tata Usaha Peredaran Benih berisi :

- Surat pengiriman benih
- Surat keterangan asal-usul benih

Apabila dijabarkan isi catatan dari setiap tahap kegiatan mulai dari pengunduhan buah sampai benih di persemaian secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut yang sesuai dengan SNI:

a. Sumber benih meliputi :

- Data pokok SB : informasi umum, lokasi, asal SB dan benih, produksi benih, kondisi tegakan, data fisik

- lapangan, peta SB.
- Daftar kegiatan pengelolaan SB: pemeliharaan, pemupukan, penataan batas, pengamatan fenologi, seleksi pohon, penebangan pohon inferior.
 - Sertifikasi SB dibahas tersendiri
- b. Dokumen pengumpulan buah
- Label pengumpulan buah: jenis, kelas SB, tanggal pengumpulan, lokasi, nomor dan nama SB, nomor pohon, volume atau berat buah, dan nomor wadah, tanda tangan penanggung jawab pengumpulan buah.
 - Daftar rekapitulasi pengumpulan buah: jenis, lokasi, nomor dan nama SB, nomor label benih, volume per wadah, tanda tangan penanggung jawab kegiatan.
 - Keterangan pengangkutan buah : jenis, nomor, dan nama SB, tanggal pengangkutan, nomor wadah, berat buah per wadah, jenis dan nomor posisi kendaraan pengangkut, ditandatangani oleh penanggung jawab pengumpul dan pengangkut buah.
- c. Dokumen penanganan buah:
- Keterangan penerimaan buah: tanggal diterima, nomor dokumen pengangkutan, jumlah wadah, berat total buah, kondisi buah saat diterima, tanda tangan pengangkut buah dan penerima buah.
 - Keterangan pengeringan buah: jenis, nama, dan nomor SB, nomor register proses, nomor tempat pengeringan, berat buah, tanggal mulai dan akhir pengeringan, tanda tangan penanggung jawab pengeringan buah.
 - Keterangan ekstraksi benih: jenis, nama, dan nomor SB, nomor register proses, nomor tempat ekstraksi, berat benih awal dan akhir, tanggal mulai dan akhir

- ekstraksi, cara ekstraksi, tanda tangan penanggung jawab pengestraksi.
- Keterangan pembersihan benih: jenis, nama, dan nomor SB, nomor register proses, nomor tempat pembersihan, berat benih awal dan akhir pembersihan, tanggal mulai dan akhir pembersihan, tanda tangan penanggung jawab kegiatan.
 - Keterangan seleksi dan pengeringan benih: jenis, nama, dan nomor SB, nomor *seed lot*, nomor register proses, nomor tempat seleksi, berat benih awal dan akhir seleksi, tanggal mulai dan akhir seleksi, cara seleksi, tanda tangan penanggung jawab kegiatan.
- d. Dokumen pengujian benih:
- Dokumen hasil uji benih: hasil analisa kemurnian, penentuan berat seribu butir, hasil uji kadar air, hasil uji daya kecambah, tanda tangan penanggung jawab laboratorium.
 - Sertifikat mutu benih
- e. Dokumen pengepakan dan penyimpanan:
- Label benih: nomor *seed lot*, nama jenis, asal SB, provenansi, tanggal pengunduhan, tanggal akhir prosesing, kadar air, analisa kemurnian, berat 1.000 butir, daya kecambah, tanggal pengujian, cara pengujian, tanggal kedaluarsa, nomor pak (wadah), berat per pak (wadah).
 - Data penyimpanan benih: nomor *seed lot*, nama jenis, nomor pak (wadah), nomor rak.
- f. Dokumen persediaan dan pengiriman benih
- Daftar persediaan benih: jenis benih, nama dan nomor SB, nomor kelompok benih (*seed lot*), tanggal

pengunduhan, berat benih yang tersedia, hasil uji benih, tanggal pengujian terakhir, tanda tangan penanggung jawab.

- Rekapitulasi persediaan benih: jenis, nomor *seed lot*, berat benih tersedia, hasil uji, tanggal pengujian, tanda tangan penanggung jawab.
- Surat pengiriman benih: nama dan nomor SB, provenansi, pemilik benih, nama dan alamat tujuan, nama jenis, berat yang dikirim, nomor *seed lot* dan nomor kemasan, tanggal pengiriman, nomor polisi alat angkut, tanda tangan pengirim dan penerima benih.
- Daftar mutasi benih: tanggal, nama jenis, nama SB, volume masuk, volume keluar, tanggal keluar, tanda tangan penanggung jawab.
- Faktur penjualan benih: nomor faktur, nama, dan alamat pembeli, jenis benih, berat benih, nama SB, nomor *seed lot*, nomor kemasan, tanggal pengujian, hasil uji terakhir, tanda tangan penanggung jawab.
- Daftar pembeli benih: faktur penjualan, nama dan alamat pembeli benih, jenis, jumlah benih yang dibeli, nomor *seed lot*, nomor kemasan, tanggal pembelian, tanda tangan penjual benih.

2. Sertifikasi Mutu Sumber Benih/Benih/Bibit

Mengapa benih tanaman hutan harus disertifikasi? Apa tujuan sertifikasi benih? Anda tentu saja dapat memberikan beberapa jawaban tentang hal tersebut. Sertifikasi benih bertujuan untuk: (a) menjamin kualitas benih tanaman hutan, (b) meningkatkan penggunaan benih yang berkualitas, dan (c) memberikan perlindungan intelektual kepada para pemulia pohon.

Sertifikasi dilakukan terhadap benih yang akan diedarkan atau digunakan, meliputi sertifikasi sumber benih, sertifikasi mutu benih dan sertifikasi kesehatan benih. Sertifikasi kesehatan benih hanya dilakukan untuk benih yang berasal dari luar negeri.

a. Sertifikasi Sumber Benih

Sertifikasi sumber benih bertujuan untuk mengetahui klasifikasi sumber benih. Apa saja menurut Anda yang harus diperiksa dari sumber benih? Mari kita cocokkan dengan uraian berikut ini. Pemeriksaan dilakukan terhadap: (1) keadaan tegakan, (2) kondisi fisik lapangan, (3) pengelolaan sumber benih, dan (4) sarana prasarana. Untuk pelaksanaan sertifikasi sumber benih tersebut diatur dalam Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/MENHUT-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan dan Peraturan Direktur Jenderal RLPS Nomor P.09/V-SET/2008 tentang Pedoman Sertifikasi Mutu Sumber Benih Tanaman Hutan.

b. Sertifikasi Mutu Benih

Sertifikasi mutu benih bertujuan untuk mengetahui kualitas benih yang meliputi mutu genetik, mutu fisik, dan mutu fisiologis. Pemeriksaan mutu genetik dapat dilakukan melalui pemeriksaan sumber benih. Pemeriksaan laboratorium atas mutu fisik dan fisiologis dilakukan berdasarkan standar International Seed Testing Association (ISTA).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/MENHUT-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan dan Peraturan Direktur Jenderal RLPS

Nomor P.10/V-SET/2008 tentang Pedoman Sertifikasi Mutu.

c. Sertifikasi Mutu Bibit

Bibit yang bermutu adalah bibit yang berasal dari benih yang bermutu genetik unggul dan memenuhi standar mutu fisik-fisiologi bibit. Selama ini mutu fisik-fisiologi bibit yang digunakan untuk rehabilitasi hutan dan lahan baik di dalam maupun di luar kawasan hutan sangat bervariasi. Bibit berkualitas dibuktikan dengan adanya Sertifikat Mutu Bibit yang berasal dari sumber benih bersertifikat atau surat Keterangan Pengujian Bibit yang tidak berasal dari sumber benih bersertifikat.

Selain itu, sertifikat mutu bibit merupakan suatu jaminan bagi pengada, pengedar, dan pengguna bibit. Untuk tujuan Sertifikasi Mutu Bibit diatur dalam Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.1/MENHUT-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan dan ditindaklanjuti dengan Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial (RLPS) Nomor P.11/V-Set/2008 tentang Pedoman Sertifikasi Mutu Bibit Tanaman Hutan dan Petunjuk Teknis Pemeriksaan Mutu Fisik-Fisiologis Bibit.

Dalam pembangunan rehabilitasi hutan dan lahan diperlukan bibit yang bermutu yang memenuhi kriteria dan standar mutu bibit berkualitas. Untuk menentukan mutu bibit, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan mutu bibit dan kemudian hasilnya disesuaikan dengan standar dan kriteria yang berlaku. Teknik pemeriksanan mutu bibit, standar dan kriteria mutu bibit berbeda tergantung pada tujuannya.

Secara ringkas standar dan kriteria mutu bibit dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Standar mutu genetik ditentukan berdasarkan kelas sumber benih, yaitu: tegakan benih teridentifikasi, tegakan benih terseleksi, areal produksi benih, tegakan benih provenan, kebun benih semai, kebun benih klon, dan kebun pangkas.
- 2) Standar mutu fisik – fisiologi ditentukan berdasarkan pada mutu fisik-fisiologi bibit yang meliputi nilai kisaran kuantitatif dan atau kualitatif dari nilai : diameter, tinggi, kekompakan media, kesehatan, jumlah daun/LCR dan umur.

Dalam pelaksanaan pemeriksaan mutu fisik-fisiologi, bibit yang diperiksa harus memenuhi syarat umum dan syarat khusus:

- Syarat umum mutu bibit meliputi bentuk kokoh tegar, batang tunggal dan utuh, sehat, serta pangkal batang berkayu. Syarat umum ini berlaku untuk semua jenis bibit tanaman hutan.
- Syarat khusus mutu bibit berdasarkan pada parameter kekompakan media, tinggi bibit, diameter batang bibit, umur dan jumlah daun/LCR. Berbeda dengan syarat umum, syarat khusus berbeda untuk setiap jenis /kelompok bibit. Syarat khusus beberapa jenis bibit tanaman hutan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1. Syarat Khusus Mutu Beberapa Jenis Bibit
Tanaman Hutan

No.	Jenis Bibit	Kriteria				
		Diameter (mm)	Tinggi (cm)	Kekompakan Media	Jumlah Daun/ LCR	Umur (bl)
Kelompok Cepat Tumbuh						
1.	<i>Acacia crassiparpa</i>	> 2	> 20	Utuh	> 3 pasang	3 - 6
2.	<i>Acacia mangium</i>	> 2	> 20	Utuh	> 3 pasang	3 - 6
3.	<i>Anthocephalus sp</i>	> 7	> 40	Utuh	> 4 pasang	2 - 3
4.	<i>Eucalyptus pelita</i>	> 2	> 20	Utuh	> 3 pasang	3 - 6
5.	<i>Gmelina arborea</i>	> 6	> 30	Utuh	> 3 pasang	3 - 4
6.	<i>Octomeles sp.</i> (benuang bini)	> 7	> 25	Utuh	> 3 pasang	5 - 6
7.	<i>Parasiranthus falcataria</i>	> 4	> 30	Utuh	LCR > 30 %	4 - 6
8.	<i>Pinus merkusii</i>	> 4	> 30	Utuh	LCR > 30 %	10 -12
Kel. Jenis Lambat						
9	<i>Agathis sp.</i>	> 6	> 30	Utuh	> 4 pasang	18-24
10	<i>Eusideroxylon sp.</i> (Ulin)	> 6	> 40	Utuh	> 4 pasang	12-24
11.	<i>Shorea spp.</i>	> 5	> 40	Utuh	> 4 pasang	6 - 10
12.	<i>Shorea stenoptera</i>	> 6	> 50	Utuh	> 4 pasang	4 - 6
13.	<i>Tectona grandis</i>	> 3	> 20	Utuh	> 3 pasang	3 - 5

Contoh:

1. Sengon

Klasifikasi

- Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas : Rosidae
Ordo : Fabales
Famili : Mimosaceae
Genus : *Paraserianthes*
Spesies : *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen
Sinonim : *Albizia falcata* Back.
Nama Umum : *Molucca albizia*, white albizia (Inggris), Batai, kayu macis (Maysia), Sengon Sengon laut (Indonesia, Jawa), Albasia, Jeunjing (Sunda).

Deskripsi Tanaman

Sengon atau albasia (*Paraserianthes falcataria/ albizia falcatara*), kadang-kadang orang menyebutnya jeungjing, merupakan tanaman kayu yang dapat mencapai diameter cukup besar apabila telah mencapai umur tertentu. Tanaman sengon dapat tumbuh pada sebaran kondisi iklim yang sangat luas, dengan demikian dapat tumbuh dengan baik hampir di sembarang tempat.

Beberapa Keunggulan Tanaman Sengon

- a. Pertumbuhannya sangat cepat sehingga masa layak tebang dalam umur yang relatif pendek.
- b. Karena memiliki perakaran yang dalam, sehingga dapat

menarik hara yang berada pada kedalaman tanah ke permukaan.

- c. Mudah bertunas kembali apabila ditebang, bahkan apabila terbakar.
- d. Biji atau bagian vegetatif untuk pembiakannya mudah diperoleh dan disimpan.

Sebagai tanaman penghijauan hampir di semua wilayah. Lebih penting lagi, tanaman albasia memiliki nilai ekonomis tinggi. Berdasarkan pada beberapa keistimewaan itulah tanaman albasia dijadikan tanaman. Bagian terpenting yang mempunyai nilai ekonomi pada tanaman sengon adalah kayunya. Pohonnya dapat mencapai tinggi sekitar 30-45 meter dengan diameter batang sekitar 70-80 cm. Bentuk batang sengon bulat dan tidak berbanir. Kulit luarnya berwarna putih atau kelabu, tidak beralur dan tidak mengelupas. Berat jenis kayu rata-rata 0,33 dan termasuk kelas awet IV-V.



Tajuk tanaman sengon berbentuk menyerupai payung dengan rimbun daun yang tidak terlalu lebat. Daun sengon tersusun majemuk menyirip ganda dengan anak daunnya kecil-kecil dan mudah rontok. Warna daun sengon hijau pupus, berfungsi untuk memasak makanan dan sekaligus sebagai penyerap nitrogen dan karbon dioksida dari udara bebas.

Sengon memiliki akar tunggang yang cukup kuat menembus ke dalam tanah, akar rambutnya tidak terlalu besar, tidak rimbun, dan tidak menonjol ke permukaan tanah.



Akar rambutnya berfungsi untuk menyimpan zat nitrogen. Oleh karena itu, tanah di sekitar pohon sengon menjadi subur.

Buah sengon berbentuk polong, pipih, tipis, dan panjangnya sekitar 6-12 cm. Setiap polong buah berisi 15-30 biji. Bentuk biji mirip perisai kecil dan jika sudah tua biji akan berwarna coklat kehitaman, agak keras, dan berkilin.

Habitat Sengon

Tanah

Tanaman sengon dapat tumbuh baik pada tanah regosol, aluvial, dan latosol yang bertekstur lempung berpasir atau lempung berdebu dengan kemasaman tanah sekitar pH 6-7.

Iklim

Ketinggian tempat yang optimal untuk tanaman sengon antara 0-800 m dpl. dengan iklim A, B dan C bercurah hujan rata-rata 2.000-4.000 mm/tahun. Walaupun demikian, tanaman sengon ini masih dapat tumbuh sampai ketinggian 1500 m di atas permukaan laut. Sengon termasuk jenis tanaman tropis, sehingga untuk tumbuhnya memerlukan suhu sekitar 18 °- 27 °C.

Curah Hujan

Curah hujan mempunyai beberapa fungsi untuk tanaman, di antaranya sebagai pelarut zat nutrisi, pembentuk gula dan pati, sarana transpor hara dalam tanaman, pertumbuhan sel dan pembentukan enzim, dan menjaga stabilitas suhu. Tanaman sengon membutuhkan batas curah hujan minimum yang

sesuai, yaitu 15 hari hujan dalam 4 bulan terkering, tetapi juga tidak terlalu basah, dan memiliki curah hujan tahunan yang berkisar antara 2000-4000 mm.

Kelembaban

Kelembaban juga mempengaruhi setiap tanaman. Reaksi setiap tanaman terhadap kelembaban tergantung pada jenis tanaman itu sendiri. Tanaman sengon membutuhkan kelembaban sekitar 50%-75%.

Keragaman Penggunaan dan Manfaat Kayu sengon

Pohon sengon merupakan pohon yang serba guna. Dari mulai daun hingga perakarannya dapat dimanfaatkan untuk beragam keperluan.

Daun

Daun sengon sebagaimana famili Mimosaceae lainnya merupakan pakan ternak yang sangat baik dan mengandung protein tinggi. Jenis ternak seperti sapi, kerbau, dan kambing menyukai daun sengon tersebut.

Perakaran

Sistem perakaran sengon banyak mengandung nodul akar sebagai hasil simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Hal ini menguntungkan bagi akar dan sekitarnya. Keberadaan nodul akar dapat membantu porositas tanah dan penyediaan unsur nitrogen dalam tanah. Dengan demikian, pohon sengon dapat membuat tanah di sekitarnya menjadi lebih subur. Selanjutnya tanah ini dapat ditanami dengan tanaman palawija sehingga mampu meningkatkan pendapatan petani penggarapnya.

Kayu

Bagian yang memberikan manfaat yang paling besar dari pohon sengon adalah batang kayunya. Dengan harga yang

cukup menggiurkan, saat ini sengon banyak diusahakan untuk berbagai keperluan dalam bentuk kayu olahan berupa papan papan dengan ukuran tertentu sebagai bahan baku pembuat peti, papan penyekat, pengecoran semen dalam konstruksi, industri korek api, pensil, papan partikel, bahan baku industri pulp kertas.

2. Trembesi

Trembesi yang nama latinnya *Samanea saman* adalah jenis tanaman berakar tunggang. Nama daerah dari Trembesi adalah Saman, Selobin, Kolobin, Kihujan, Ki Ojan, dan Munggur. Tanaman ini termasuk pohon berdiameter besar dan bisa tumbuh tinggi hingga mencapai 25 sampai 35 meter, berkanopi seperti payung. Di salah satu negara di Eropa, pohon trembesi ada yang tingginya 60 meter dan lebar kanopinya 80 meter.



Trembesi merupakan tanaman yang memiliki keunggulan dalam menyerap karbondioksida sehingga cocok untuk penghijauan. Berdasarkan penelitian di Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, satu batang pohon tersebut dapat menyerap 28 ton CO₂ setiap tahun. Karenanya, trembesi banyak ditanam sebagai tumbuhan peneduh di pinggir jalan sekaligus untuk menyerap gas buang transportasi yang padat di jalan raya.

Pohon trembesi memiliki kemampuan yang kuat menyerap air tanah. Kini pohon yang berasal dari daerah Amerika Latin itu telah tersebar ke seluruh daerah beriklim tropis di dunia, termasuk di Indonesia. Bahkan di halaman tengah antara Istana Negara dan Istana Merdeka sendiri terdapat dua pohon trembesi yang ditanam oleh presiden pertama Indonesia, Soekarno.

Berdasarkan hasil penelitian Hartwell pada tahun 1967-1971 di Venezuela, akar trembesi dapat digunakan sebagai obat tambahan saat mandi air hangat untuk membunuh kanker.

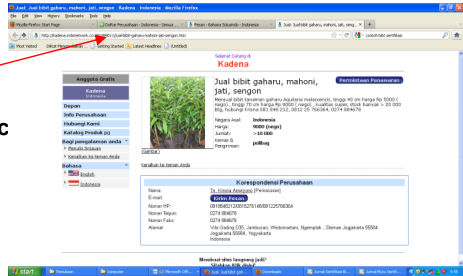
Untuk membuat tanaman trembesi bisa dilakukan dengan menyemaikan biji yang telah tua. Dalam 1 kg biji trembesi dapat menghasilkan 500-700 bibit baru. Cara lain untuk membuat bibit yaitu dengan cabutan atau anakan alami.

Untuk kegiatan proyek penanaman penghijauan di perkotaan atau tepi jalan raya biasanya menggunakan bibit yang berukuran besar yaitu diameter 10-15 cm (keliling 30-50 cm). Bibit ini biasanya diambil dari tumbuhan yang sudah besar (2-3 tahun) kemudian dicongkel bagian akarnya dan bagian atas dipotong 3-4 meter. Bibit trembesi dari cara ini disebut bibit puteran (Bhs. Jawa = diputar) karena pengambilan akarnya dengan cara diputar di sekeliling perakaran.

Berikut alamat untuk mencari bibit yang bersertifikasi secara *online*.

Kadena

<http://kadena.indonetwork.c>



Gambar 5.1. Contoh Alamat Penyedia Bibit Online

Sebagai perbandingan sertifikasi benih yang dilaksanakan oleh Dinas Pertanian dan Tanaman Pangan yang terlebih dahulu melaksanakan sertifikasi benih. Adapun tata laksana sertifikasi adalah sebagai berikut:

Sertifikasi benih adalah suatu cara pemberian sertifikat atas cara perbanyakan, produksi, dan penyaluran benih yang sesuai dengan peraturan yang ditetapkan oleh Departemen Pertanian Republik Indonesia. Dalam rangka peningkatan produksi pertanian dan kehutanan melalui pembinaan benih, Pemerintah berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia No.27 tahun 1971 menetapkan dibentuknya “Badan Benih Nasional” di lingkungan Departemen Pertanian dan badan ini bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian. Badan Benih Nasional berfungsi membantu Menteri Pertanian dalam merencanakan dan merumuskan kebijaksanaan di bidang perbenihan.

E. Struktur Organisasi

Struktur organisasi Badan Benih Nasional terdiri dari:

1. Ketua Badan
2. Sekretaris Badan

3. Anggota-anggota yang terdiri dari pejabat-pejabat dari departemen-departemen dan instansi-instansi yang mempunyai kepentingan dalam masalah pembinaan benih. Sedangkan kelengkapan organisasinya terdiri dari:
 - a. Sekretariat
 - b. Team penilai dan pelepas varitas
 - c. Team pembinaan, pengawasan dan sertifikasi

Tugas dari Badan Benih Nasional yaitu:

1. Merencanakan dan merumuskan peraturan-peraturan mengenai pembinaan, proteksi, dan pemasaran benih.
2. Mengajukan pertimbangan-pertimbangan kepada Menteri Pertanian tentang pengaturan benih yang meliputi:
 - a. Persetujuan untuk menetapkan atau menghapuskan sesuatu jenis, varitas atau kualitas benih.
 - b. Pengurusan mengenai proteksi dan pemasaran benih.

Tim Penilai dan Pelepas Varitas bertugas:

1. Merumuskan prosedur untuk penentuan penilaian, persetujuan pemasukan, pelepasan dan penarikan kembali varitas-varitas tanaman dalam program pertanian.
2. Memberikan nasihat teknis kepada Badan Benih Nasional dalam bidang yang berhubungan dengan persetujuan tentang pelepasan varitas atau penarikan kembali varitas yang telah ditentukan.
3. Menyusun daftar dari varitas-varitas yang telah diresmikan penyebarannya.

Tim Pembinaan, Pengawasan dan Sertifikasi bertugas:

1. Merumuskan kebijaksanaan umum tentang pengawasan, pemasaran, sertifikasi, dan pelaksanaannya.
2. Merumuskan peraturan dan prosedur terperinci untuk

- pelaksanaan pembinaan, pengawasan pemasaran benih dan sertifikasi apabila diminta oleh Menteri Pertanian.
3. Merumuskan kebijaksanaan perbenihan lainnya yang berhubungan dengan perkembangan berbagai unsur program benih dan kegiatan yang berhubungan dengan hal tersebut.
 4. Menyusun daftar dari varitas-varitas yang cocok untuk sertifikasi.

Suatu varitas hanya dapat disertifikasi bila telah dianjurkan oleh Tim Penilai dan Pelepas Varitas dari Badan Benih Nasional dan disetujui oleh Menteri Pertanian. Selanjutnya pelaksanaan sertifikasi benih dilaksanakan oleh Dinas Pengawas dan Sertifikasi Benih, dengan tugas pokoknya yaitu sertifikasi benih, pembinaan, pengaturan dan peningkatan mutu perbenihan tanaman pertanian.

Dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Menteri Pertanian No.190/kpts/org/5/1975 tentang susunan organisasi Departemen Pertanian, maka Dinas Pengawasan dan Sertifikasi Benih yang semula berada dalam lingkungan Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan sekarang terdapat Sub Direktorat Produksi Benih yang mempunyai tugas menyelenggarakan pembinaan dan pemberian bimbingan di bidang produksi benih bermutu.

Tujuan sertifikasi benih adalah memelihara kemurnian mutu benih dari varitas unggul serta menyediakannya secara kontinyu kepada petani.

Kemurnian mutu benih dinilai melalui kemurnian pertanaman yang dicerminkan di lapangan maupun kemurnian benih hasil pengujian di laboratorium. Benih berkualitas tinggi

adalah benih yang mermutu baik, baik dalam mutu genetik, fisiologis, maupun mutu fisik.

Apabila benih itu benih bersertifikasi, di samping memenuhi mutu tersebut, benih harus pula menunjukkan kebenaran, artinya keterangan-keterangan yang disebut dalam sertifikasi itu harus benar.

Sertifikasi benih hanya berlaku di provinsi atau daerah kawasan serta bagi benih dari semua jenis dan/atau varietas yang telah didaftar untuk sertifikasi pada Badan Benih Nasional.



VI. POLA PERKAWINAN

Banyak pola-pola perkawinan telah dianjurkan untuk pohon-pohon hutan. Tetapi secara umum, pola perkawinan dapat dibedakan menjadi 2 hal:

1. Pola keturunan yang tidak lengkap (*incomplete pedigree design*) dalam hal ini hanya satu induk yang diketahui
2. Pola keturunan yang lengkap (*complete pedigree design*) yaitu kedua induk diketahui.

A. *Incomplete Pedigree Design*

1. *Open Pollinated Mating*

Langkah yang paling mudah dan murah untuk menciptakan keturunan dari suatu populasi adalah keturunan yang merupakan hasil dari penyerbukan bebas atau penyerbukan dengan pertolongan angin dari pohon-pohon induk yang terseleksi. Cara yang sederhana ini dimulai dari pengumpulan biji hasil penyerbukan bebas dari pohon-pohon induk yang kemudian dilakukan pengujian. Biji-biji yang dimaksud boleh jadi dikumpulkan dari pohon-pohon induk yang berasal dari tegakan hutan alam, hutan tanaman, tegakan uji provenans, atau dari pohon-pohon penyusun kebun benih yang bergenotipe baik.

Biji hasil penyerbukan bebas sangat bermanfaat dalam menunjang beberapa tujuan *breeding*. Di antaranya dapat menyediakan suatu fungsi uji keturunan dengan memberikan estimasi terhadap kemampuan berkombinasi umum dari

induk-induknya (*parental general combining ability*), yang ini sangat diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan penjarangan terhadap pohon yang bergenetik jelek dari kebun benih, yang ditujukan untuk produksi. Apabila induk-induk yang berasal dari suatu kebun benih akan diuji keturunannya secara penyerbukan bebas, maka langkah yang paling baik adalah apabila benih-benih yang akan diuji tersebut diambil pada saat kebun benih sedang memproduksi benih secara besar-besaran. Penyerbukan pada kebun benih muda seringkali sangat berbeda dengan pola penyerbukan yang terjadi pada kebun benih yang telah produktif karena umur yang masih muda hanya sejumlah kecil klon dan seluruh klon penyusun *orchard* tersebut mampu memproduksi tepungsari. Oleh karena itu, biji-biji yang dikumpulkan dari kebun benih yang muda, besar kemungkinannya hanya merupakan hasil pembuahan dari sejumlah kecil pohon penyusun *orchard* yang telah memproduksi tepungsari. Kenyataannya, berdasarkan observasi dari beberapa kebun benih pinus taeda (*Loblolly pine*), telah menunjukkan bahwa di dalam kebun muda, kurang lebih 80% dari seluruh biji yang diproduksi, merupakan hasil dari 20% klon penyusunnya. Keadaan ini berlaku hingga umur 10-12 tahun. Setelah umur-umur itu hampir seluruh pohon penyusun *orchard* telah mampu untuk menghasilkan biji.

Breeding value hasil uji keturunan dari suatu kebun benih muda diperkirakan akan bias apabila pola penyerbukan yang terjadi berlangsung secara tidak acak. Sebagai contoh adalah apabila seluruh tepungsari yang ada di dalam suatu kebun benih hanya merupakan hasil dari suatu klon, maka estimasi terhadap kemampuan berkombinasi umum (*general combining ability*) dari induk-induk yang sedang diuji secara keseluruhan akan

dikacaukan dengan kemampuan berkombinasi secara (*specific combining ability*) di antara induk-induk yang disilangkan dan induk tunggal penghasil tepungsari. *Open pollinated test* dapat juga digunakan untuk menentukan besarnya *variant genetic additive* dan nilai heritabilitas terhadap populasi yang sedang diuji. Metode ini tidak dapat digunakan untuk menghitung besarnya *varians genetic non additive*, karena hanya satu induk saja yang diketahui.

2. *Polycross (Pollen Mix) Design*

Dalam suatu pola *polycross*, setiap induk betina disilangkan dengan menggunakan campuran tepungsari dari sejumlah pohon-pohon induk. Sebagaimana *open pollinated design*, *polycross design* dapat pula dipergunakan untuk mengestimasi *varians genetic additive*, heritabilitas, dan *breeding value* dari induk-induk yang terlibat secara efisien. Tetapi karena identitas dari induk-induk jantannya tidak diketahui, maka estimasi terhadap *varians genetic non additive* dan *specific combining ability* tidak mungkin dilakukan. Di samping itu, estimasi-estimasi terhadap *breeding value* yang diperoleh mungkin terlalu bias karena terjadi penyerbukan secara tidak *random* lewat tepungsari-tepungsari campuran tersebut.

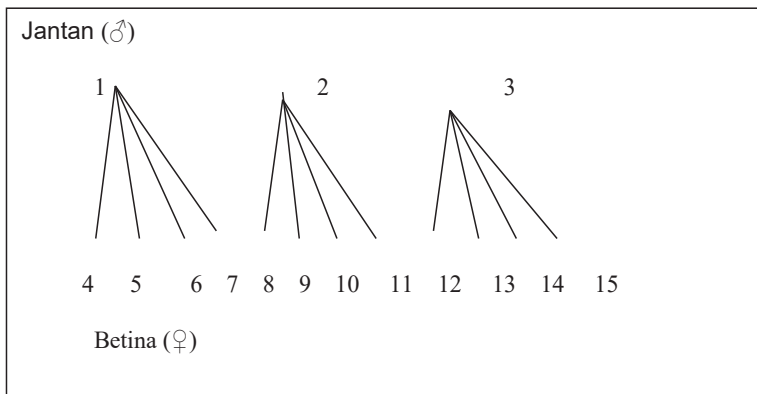
Penelitian-penelitian perlu dilakukan untuk mengetahui apakah bias yang dimaksud cukup besar pengaruhnya terhadap perkiraan *breeding value*. Sama halnya dengan *open pollinated design*, upaya-upaya seleksi yang menggunakan *pollen mix* biasanya terbatas, karena induk jantannya tidak diketahui dan proporsi dari induk-induk yang luar biasa baik boleh jadi juga sangat dikacaukan oleh satu atau dua induk yang mampu berkombinasi umum secara baik, yang terjadi tanpa disengaja dalam campuran tepungsari tersebut.

B. Complete Pedigree Design

1. Nested Design

Nested design adalah suatu pola penyerbukan terkendali yang telah digunakan di dalam pohon-pohon hutan yaitu dengan cara mengawinkan beberapa grup pohon induk kelamin tertentu, dengan grup-grup pohon induk lain yang berlainan. Oleh karena itu, uji keturunan dari biji hasil *nested design* merupakan uji keturunan famili “full-sib” yaitu keturunan dua induknya diketahui.

Penggunaan *nested design* memberikan kesempatan bagi para pemulia pohon untuk dapat menaksir besarnya varians genetik, baik *additive* maupun *non-additive*, dan heretabilitas. Tetapi desain ini mempunyai beberapa kelemahan. Sebagaimana digambarkan pada pola di bawah, yaitu bahwa penaksiran terhadap kemampuan berkombinasi umum *general combining ability* hanya dapat dicapai oleh kelompok induk yang lebih jarang (*rare sex*), karena kelompok induk lain lebih diketahui hanya digunakan dalam suatu persilangan tunggal.



Gambar 6.1. *Nested Design*

Keterangan.

Pada bagan di atas 1, 2, 3, 4 digunakan sebagai *the rarer sex* dan masing-masing dikawinkan dengan 4 induk betina yang berbeda.

2. *Factorial Design*

Factorial mating design disebut pula dengan istilah *tester design*, yaitu pola penyerbukan terkendali yang melibatkan beberapa induk jantan sebagai *tester* disilangkan dengan semua induk-induk betina dalam suatu populasi.

Di bidang kehutanan, induk-induk jantan yang ditetapkan sebagai *tester* biasanya 4 sampai 6 induk. *Factorial design* sangat bermanfaat untuk tujuan uji keturunan, karena *breeding value* seluruh sifat-sifat genetik di dalam populasi yang sedang diuji dapat diperkirakan. Di dalam pola ini komponen varians dan heretabilitas juga dapat ditaksir. Demikian pula, dengan persilangan yang telah dibuat tersebut, kemampuan berkombinasi khusus (*specific combining ability*) dapat pula ditaksir besarnya.

Satu kelemahan pada pola *factorial* atau *tester* ini adalah bahwa jumlah keturunan yang tidak berkerabat yang dapat disediakan sebagai induk-induk untuk generasi yang akan datang dibatasi oleh jumlahnya induk yang berfungsi sebagai *tester*.

Apabila 5 induk yang digunakan, seperti yang dilukiskan pada bagan di bawah, maka hanya 5 famili tidak berkerabat yang dapat dihasilkan, tanpa memperhatikan jumlah induk-induk betina yang digunakan pada program persilangan tersebut.

		Induk Jantan (♂)				
		1	2	3	4	5
Induk Betina (♀)	6	X	X	X	X	X
	7	X	X	X	X	X
	8	X	X	X	X	X
	9	X	X	X	X	X
	10	X	X	X	X	X
	11	X	X	X	X	X
	12	X	X	X	X	X
	13	X	X	X	X	X

Gambar 6.2. Gambar Bagan *Factorial Design*

Keterangan:

- 1, 2, 3, 4, 5 adalah induk jantan sebagai “tester”.
- X adalah tanda persilangan antara induk-induk tersebut.

Derivat dari *factorial mating design* telah pula dikenal, yaitu *disconnected factorial design*. Metode ini adalah membagi *breeding population* menjadi beberapa kelompok induk dan di dalam setiap kelompok tetap menggunakan pola faktori ‘*factorial design*’, dapat dibagi menjadi 3 kelompok yang masing-masing terdiri dari 6 induk. Selanjutnya, dari 6 induk tersebut, 3 induk merupakan induk jantan dan difungsikan sebagai *tester* dan 3 induk yang lain merupakan induk betina yang akan digunakan objek persilangan, sebagaimana bagan di bawah ini.

Disconnected factorial design mempunyai keuntungan dalam hal menaikkan jumlah famili-famili yang tidak berkerabat yang dapat diciptakan. Tetapi *disconnected factorial design* ternyata tidak seefisien *tester design* untuk tujuan uji keturunan karena individu yang berbeda dalam suatu kelompok dikawinkan

dengan induk-induk yang berbeda sehingga taksiran *general combining ability* induk-induk yang terlibat akan bias, induk-induk yang terdapat dalam masing-masing kelompok mempunyai kualitas sifat genetik yang berbeda.

		Induk Betina (♂)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Induk Betina (♀)	10	X	X	X						
	11	X	X	X						
	12	X	X	X						
	13				X	X	X			
	14				X	X	X			
	15				X	X	X			
	16							X	X	X
	17							X	X	X
	18							X	X	X

Gambar 6.3. Gambar Bagan-Bagan *Disconnected Factorial Design*

Breeding population dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil tersebut menggunakan pola faktorial. Pada bagan ini digunakan suatu *breeding population* dengan 18 induk.

3. *Single Pair Mating*

Pada metode *single pair mating*, masing-masing induk dikawinkan pada satu induk yang lain dalam suatu populasi. Cara ini dapat menciptakan jumlah famili-famili yang berkerabat dalam setiap generasi menjadi maksimum, dari sejumlah hasil proses persilangan. *Single pair mating* dengan induk-induk yang telah terbukti baik secara genetik akan sangat bermanfaat pada

program-program pemuliaan untuk menghasilkan populasi-populasi yang bermanfaat pada seleksi generasi tingkat lanjut.

		Induk Betina (♂)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Induk Betina (♀)	1		X								
	2										
	3				X						
	4										
	5						X				
	6										
	7								X		
	8										
	9										X
	10										

Gambar 6.4. Bagan *Single-Pair Mating*

Bagan ini menunjukkan setiap induk dikawinkan dengan satu induk yang dalam populasi. Dalam bagan tersebut, 10 induk telah disilangkan secara tunggal menghasilkan 5 persilangan. Induk-induk yang disajikan dalam contoh dianggap dari spesies monoceious, sehingga induk-induk tersebut dapat difungsikan baik sebagai induk jantan atau betina dalam skema persilangan.

4. *Full Diallel*

Sistem perkawinan yang paling luas dan sesuai adalah *full diallel* yaitu dengan mengawinkan masing-masing induk dengan induk-induk yang lain dalam suatu kombinasi penuh

termasuk persilangan resiprokal. Persilangan resiprokal (*reciprocal crosses*) adalah dua perkawinan yang di dalamnya melibatkan dua induk. Pada perkawinan pertama induk pertama difungsikan sebagai induk betina. Adapun induk kedua berfungsi sebagai induk jantan. Sebaliknya, pada perkawinan kedua, induk pertama sebagai induk jantan dan induk kedua sebagai induk betina. Apabila digambarkan adalah sebagai berikut : $A \text{♀} \times B \text{♂}$; $B \text{♀} \times A \text{♂}$. Suatu *full diallel* yang menggunakan 10 induk digambarkan sebagai berikut:

		Induk Betina (♂)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Induk Betina (♀)	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Gambar 6.5. Bagan Full Diallel

Keterangan:

Bagan: Seluruh induk saling dikawinkan termasuk *selfing*. sehingga dari 10 induk, menghasilkan 100 persilangan.

X = hasil persilangan

Dengan *full diallel*, seluruh informasi dari induk-induk yang digunakan terutama tentang *general combining ability* dari semua induk, *specific combining ability* dan seluruh hasil persilangan dan komponen varians dapat disajikan. *Full diallel* juga menghasilkan famili-famili yang tidak berkerabat dalam jumlah yang besar sehingga cocok untuk seleksi dimasa mendatang. Jadi, *full diallel* mungkin dapat menjadi pola *mating* yang ideal. Satu kelemahan dalam *full diallel* adalah karena banyaknya jumlah induk yang harus disilangkan, maka untuk pelaksanaan pola ini sangat mahal dan membutuhkan banyak waktu. Contohnya dengan 10 induk pada *full diallel* dihasilkan 100 hasil persilangan. Sehingga bila melibatkan 200 induk, maka 40.000 hasil persilangan akan diperoleh. Untuk memecahkan masalah ini, beberapa modifikasi telah diajukan, yang dimaksud untuk memperkecil jumlah hasil persilangan yang diperoleh. Secara umum, pola diallel tidak dapat digunakan untuk spesies-spesies yang dioecious karena pola ini memerlukan individu-individu yang dapat berfungsi sebagai induk betina dan induk jantan.

5. *Half Diallel*

Pola ini mirip dengan pola *full diallel*, tetapi tidak menggunakan *reciprocal crosses* termasuk *selfing half diallel* hampir memberikan informasi sekomplet *full diallel*. Padahal, biaya yang diinvestasikan untuk itu dan langkah yang dibuat adalah hanya separuhnya. Namun, hasil persilangan yang akan diperoleh dari metode ini dirasa masih cukup besar apabila induk yang terlibat cukup banyak. Apabila sebanyak 200 induk digunakan, maka hasil persilangan yang akan dicapai tidak termasuk *selfing* adalah $\frac{n(n-1)}{2} = 19.900$ individu. Adapun bagan dari *half diallel* adalah sebagai berikut:

		Induk Betina (♂)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Induk Betina (♀)	1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	2			X	X	X	X	X	X	X	X	
	3				X	X	X	X	X	X	X	
	4					X	X	X	X	X	X	
	5						X	X	X	X	X	
	6								X	X	X	
	7									X	X	
	8										X	
	9											X
	10											

Tidak ada persilangan resiprokal

Gambar 6.6. Bagan Modified diallel mating design

Keterangan:

Bagan *Half Diallel* hanya saja tiak terjadi *reciprocal crosses* maupun *selfing*

X = hasil persilangan

6. *Partial Diallel*

Beberapa modifikasi terhadap pola *diallel* yang paling menguntungkan kiranya telah dikembangkan dalam bentuk *partial diallel*. Salah satu tipe *partial diallel* di antaranya *systematic* atau *progressive mating scheme* yang disajikan berikut ini:

Dengan pola ini persilangan dibuat pada diagonal-diagonal tertentu. Diagonal dipilih sedemikian sehingga tidak ada 1 induk yang terlibat dalam banyak persilangan. Metode ini

banyak mempunyai keuntungan dibandingkan dengan *full diallel* maupun *half diallel*, terutama dalam kaitannya dengan usaha menciptakan hasil persilangan individu-individu yang tidak berkerabat dalam jumlah maksimum, memungkinkan untuk melakukan taksiran terhadap *general combining ability* dari setiap induk, estimasi terhadap *varians additive* dan *nonadditive*, dan taksiran nilai *specific combining ability* terhadap setiap individu yang berkombinasi.

Tipe Partial Diallel yang lain adalah *Disconnected Diallel* sebagaimana bagan berikut:

		Induk Betina (♂)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Induk Betina (♀)	1		X	X					X	X	X							X	X
	2			X	X					X	X	X							X
	3				X	X					X	X	X						
	4					X	X					X	X	X					
	5						X	X					X	X	X				
	6							X	X					X	X	X			
	7								X	X					X	X	X		
	8									X	X					X	X	X	
	9										X	X					X	X	X
	10	X										X	X					X	X
	11	X	X										X	X					X
	12	X	X	X										X	X				
	13		X	X	X										X	X			
	14			X	X	X										X	X		
	15				X	X	X										X	X	
	16					X	X	X										X	X
	17						X	X	X										X
	18							X	X	X									

Gambar 6.7. Gambar Bagan *Progressive Mating Scheme*

Merupakan modifikasi dari *full diallel*, dalam hal ini perkawinan hanya dibuat pada diagonal tertentu. Suatu *progressive mating scheme* dengan 18 induk melibatkan masing-masing induk dalam 10 persilangan (diagonal persilangan).

X = hasil persilangan.

		Induk Betina (♂)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Induk Betina (♀)	1		X	X	X	X	X												
	2			X	X	X	X												
	3				X	X	X												
	4					X	X												
	5						X												
	6																		
	7								X	X	X	X	X						
	8									X	X	X	X						
	9										X	X	X						
	10											X	X						
	11												X						
	12																		
	13														X	X	X	X	X
	14															X	X	X	X
	15																X	X	X
	16																	X	X
	17																		X
	18																		

Gambar 6.8. Gambar Bagan *Disconnected Diallel*

Dalam bagan ini populasi dibagi menjadi kelompok-kelompok, kemudian pada masing-masing kelompok diperlakukan pola *half diallel*. Dari bagan terlihat bahwa 3 kelompok dari 6 induk menghasilkan 45 hasil persilangan.

X = hasil persilangan.

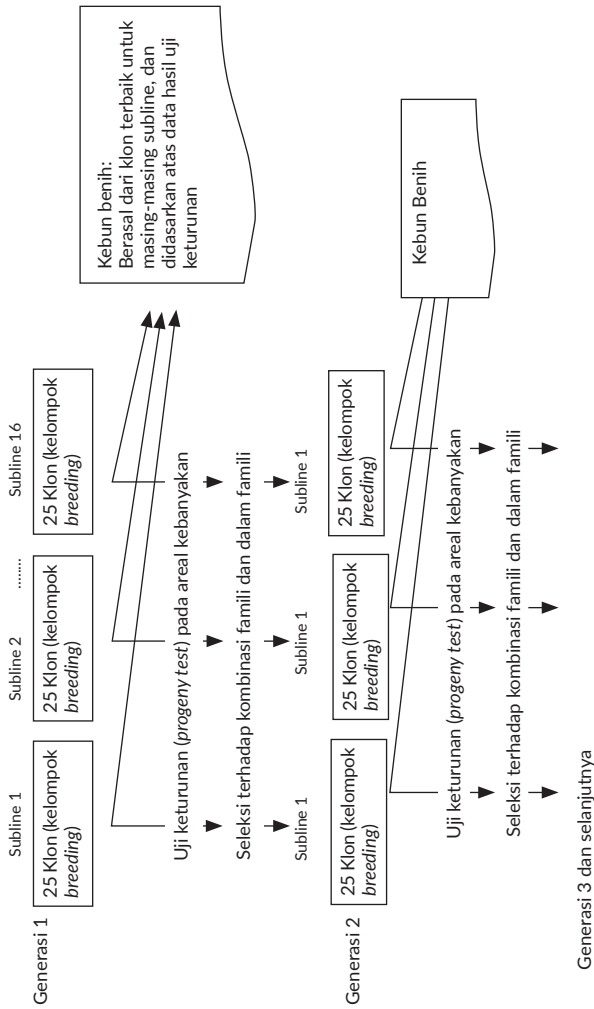
Dengan pola ini induk-induk dibagi menjadi 5 = 10 induk atau grup dan dalam grup-grup tersebut diperlakukan dengan pola *diallel* atau *half diallel*. Modal ini paling menguntungkan dan merupakan *diallel* yang lebih komplit, tetapi hasil persilangan yang diperoleh akan berkurang jumlahnya. Sebagai contoh, suatu *full diallel* dengan 18 induk akan diperoleh sebanyak $n^2 = 18^2 = 324$ hasil persilangan. *Half diallel* jumlah induk yang sama dan tidak termasuk *selfing* akan menghasilkan $\frac{n(n-1)}{2} = 153$ hasil persilangan. Tetapi dengan *disconnected diallel* yang menggunakan 3 kelompok dan 6 induk untuk masing-masing kelompok, akan diperoleh $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$ hasil persilangan per kelompok atau *diallel* atau 45 hasil persilangan untuk teknik induk (18 induk).

Multiple Population System

Satu pola *breeding* yang saat ini sedang populer di antaranya para ahli pemulia pohon (*tree breeders*), ialah *multiple population breeding*. MPS sebenarnya bukanlah suatu pola *mating* karena pola ini dapat melibatkan satu atau beberapa pola *mating* yang telah dikupas terdahulu. Menurut pola ini suatu *breeding population* yang besar dibagi ke dalam sejumlah kelompok-kelompok *breeding* yang lebih kecil. Persilangan hanya dilakukan di dalam masing-masing kelompok, kecuali pembangunan, bentukan sifat genetik dari individu-individu dalam kelompok *breeding* tetap dipelihara. Individu-individu yang terseleksi harus selalu tetap untuk kelompok *breeding* yang sama tanpa menghiraukan apakah itu pada generasi 1, 2 ataupun generasi-generasi selanjutnya. Masing-masing kelompok *breeding* biasanya terdiri dari 25 individu, dan karena

jumlahnya yang kecil tersebut, maka *inbreeding* di dalam masing-masing kelompok menjadi hal yang biasa.

Suatu contoh penggunaan *multiple population breeding* adalah *sublining*. Sistem ini dirancang dengan tujuan untuk menghindari *inbreeding* secara permanen di dalam suatu kebun benih. Dengan sistem ini dibuat sejumlah banyak kelompok-kelompok *breeding*. Walaupun *inbreeding* di dalam kelompok akan segera terjadi, tetapi untuk tujuan kebun benih, hanya akan ditanam individu-individu yang terbaik dari masing-masing kelompok *breeding*. Sistem *sublining breeding* telah dikembangkan untuk beberapa jenis spesies penting, seperti *Juglans nigra* (*black walnut*) dari Pinus taeda (*loblolly pine*). Suatu contoh dari *sublining breeding* yang digunakan untuk *Juglans nigra* (*black walnut*) yang melibatkan 16 kelompok *breeding*, masing-masing kelompok terdiri dari 25 induk. Ada beberapa *problem* yang muncul, dalam pelaksanaan *sublining system*. Pertama adalah adanya kesulitan sewaktu melakukan seleksi terhadap individu pohon yang terbaik dari setiap kelompok karena banyaknya jumlah perkawinan kerabat (*related mating*) yang terjadi. Kedua, pohon-pohon intred yang digunakan dalam kebun benih, untuk beberapa spesies ternyata menghasilkan pertumbuhan yang lambat, dan tidak banyak memproduksi organ-organ reproduktif.



Gambar 6.9. Bagan Sublining System

VII. TEKNIK PEMBUATAN PLOT DAN PENGUKURAN TANAMAN UJI

Bab ini akan membicarakan beberapa aspek yang penting dalam pemuliaan pohon uji di persemaian atau rumah kaca dan di lapangan. Yang pertama adalah mengenai definisi-definisi, kemudian bagian yang menguraikan rancangan-rancangan percobaan yang paling sederhana kebanyakan digunakan. Akan dibahas juga aspek-aspek yang bersifat statistik dan nonstatistik dalam pengujian, dilanjutkan dengan cara-cara sederhana di persemaian atau rumah kaca dan uji lapangan. Akhirnya dikemukakan beberapa petunjuk teknik pengukuran.

Definisi

1. *Seed lot* adalah sekelompok pohon yang berkerabat (satu klon, satu famili “half sib”, satu famili “full sib”, dsb. yang diberi nomor dan identifikasi sebagai satu unit selama eksperimen dilakukan.
2. Plot adalah suatu kelompok 1 sampai 100 pohon (atau lebih) yang termasuk dalam satu *seed lot* dan ditanam berdampingan satu sama lain di persemaian atau di lapangan. Plot bisa linier, persegi panjang atau segi empat sama sisi.
3. Ulangan adalah penempatan plot-plot dari *seed lot* yang sama pada lokasi yang berbeda di dalam satu tanaman (uji), di dalam tanaman yang berbeda atau dalam tahun yang berbeda. Ulangan sangat perlu karena kondisi tempat tumbuh selalu variabel dan karenanya jalan satu-satunya

- untuk menentukan potensi genetik yang sebenarnya dari suatu *seed lot* adalah mengujinya pada beberapa tempat.
4. Blok adalah bagian dari suatu tanaman yang berisi satu plot untuk setiap *seed lot*. Blok lengkap berisi satu plot untuk setiap *seed lot*.
 5. Sebuah eksperimen terdiri dari uji persemaian dan satu atau lebih tanaman yang dimaksudkan untuk pengujian sekelompok *seed lot*. Kebanyakan eksperimen modern melibatkan banyak *seed lot* dan beberapa tanaman yang terpisah, sering pada beberapa tempat negara.
 6. Acak, dimaksudkan letak urutan yang tak sama dan biasanya berhubungan dengan distribusi plot-plot di dalam blok. *Seed lot-seed lot* disusun secara acak di dalam blok untuk mencegah adanya sesuatu *seed lot* ditanam pada tempat yang jelek atau baik saja untuk semua blok, untuk mencegah adanya dua *seed lot* yang sama selalu berdekatan dan untuk menghindarkan bias selama pengukuran.
 7. Presisi statistik adalah kemampuan suatu eksperimen untuk membedakan di antara *seed lot* dan ini seringkali diukur dengan *Least Significant Difference (LSD)*, yaitu perbedaan terkecil yang dapat diperlihatkan dan secara statistik signifikan pada suatu batas kepercayaan tertentu.
 8. Efisiensi statistik adalah kemampuan suatu eksperimen untuk mendapatkan sebanyak mungkin informasi yang berguna per unit biaya, diukur dengan jumlah pohon yang ditanam, lama pengukuran, dsb.

A. Rancangan Pembuatan Plot Secara Umum

1. Rancangan acak lengkap berblok (*randomized complete block design*)

Pada rancangan ini, tanaman dibagi ke dalam sejumlah blok sama ukuran, setiap blok satu dan hanya satu plot untuk setiap *seed lot*. Urutan letak plot-plot di dalam blok adalah acak. Rancangan acak lengkap berblok umumnya banyak digunakan, mudah dimengerti dan relatif mudah dalam analisis statistiknya. Analisis statistik biasanya dilakukan sedemikian rupa untuk mengetahui perbedaan di antara *seed lot* dan di antara blok, variasi sisanya sebagai eror.

Presisi statistik lebih tinggi dibanding dengan rancangan acak lengkap (*completely randomized design*), tetapi lebih rendah (terutama bila jumlah *seed lot*-nya sangat besar) dibanding dengan “*lattice*” dan *incomplete block experiment* (eksperimen blok tak lengkap). Akan tetapi, analisis dapat dilakukan sedemikian rupa sehingga presisi akan sama seperti pada rancangan yang lebih “sophisticated”. Hal ini akan benar bila data dari setiap plot dianalisis dalam arti superioritas atau inferioritas dua atau tiga plot.

2. Rancangan acak lengkap berblok dengan beberapa blok tak lengkap

Sering terjadi bahwa kita menginginkan suatu rancangan acak lengkap, tetapi sejumlah *seed lot* tidak mencukupi untuk semua blok. Jika keadaannya demikian, sebaiknya menanam setiap *seed lot* dalam setiap blok sejauh stok *seed lot* tersedia. Presisi statistik bervariasi, tinggi bagi *seed lot*-*seed lot* yang terwakili dalam semua blok dan lebih rendah bagi *seed lot*-*seed lot* yang tak lengkap.

3. Pengacakan lengkap (*complete randomized*)

Semua *seed lot* mungkin diacak lengkap di dalam suatu tanaman. Rancangan ini tidak dianjurkan karena pengacakan yang baik relatif sulit dilakukan bila bekerja dengan ikatan-ikatan semai yang tidak dapat dikocok seperti kartu. Tanpa pengacakan yang baik, efisiensi statistik menjadi rendah. Juga suatu eksperimen acak lengkap tidaklah lebih mudah melaksanakannya dan menganalisisnya dibanding dengan suatu rancangan acak lengkap berblok.

4. *Compact Family Design*

Rancangan ini dimaksudkan untuk menguji beberapa kelompok *seed lot*, *seed lot-seed lot* untuk satu kelompok diusahakan lebih mengelompok satu sama lain dibandingkan dengan *seed lot-seed lot* dari kelompok lain. Jadi, rancangan ini sangat berguna bila menguji beberapa famili *half sib* dari beberapa tegakan, beberapa klon dari beberapa famili, dan sebagainya.

Dalam rancangan ini *seed lot-seed lot* yang termasuk dalam satu kelompok ditanam secara kompak pada subplot yang saling berdekatan, subplot-subplot yang berdekatan ini mewakili satu kelompok *seed lot* dan dalam hal ini berupa plot. Plot-plot harus diacak di dalam blok, subplot di dalam plot bisa diacak atau tidak.

Rancangan ini ideal bila perbedaan di dalam kelompok adalah kecil dibandingkan dengan perbedaan di antara kelompok, karena presisi statistik adalah tinggi untuk menguji perbedaan di dalam kelompok.

5. *Latin Square*

Dalam *latin square*, suatu tanaman dibagi ke dalam jumlah

baris dan kolom yang sama, dan satu plot untuk setiap *seed lot* diwakili dalam setiap baris dan kolom. Jadi, jumlah ulangan sama dengan jumlah *seed lot*. Sungguhpun rancangan ini mampu menghasilkan ketelitian yang tinggi, tetapi jarang digunakan karena terbatas bagi eksperimen dengan jumlah *seed lot* yang kecil.

B. Pertimbangan Nonstatistik

Suatu eksperimen yang teliti bila varians eror rendah. Hal ini bisa dicapai bila pohon-pohon ditanam dengan baik pada tempat tumbuh yang seragam dan baik serta dipelihara dengan baik dengan cara yang sama. Sasarannya adalah mendapatkan tanaman dengan survival awal paling tidak sebesar 90% (98% sering dicapai), pohon-pohon tumbuh kuat, semua pohon mudah ditemukan lagi. Hasil-hasil dari tanaman yang tak terpelihara kecil nilainya.

1. Pemeliharaan dan kualitas bibit

Kebanyakan tanaman eksperimen dibuat melalui semai yang ditumbuhkan pada suatu persemaian atau rumah kaca. Di daerah tropika semai sering ditumbuhkan di tempat terbuka dengan media tanah dalam kantong (plastik misalnya). Di daerah iklim sedang biasanya ditumbuhkan di bedengan pada udara, dan sekarang mulai populer di dalam rumah kaca dengan media dalam kantong. Pilihan ini tergantung pada biaya dan keseragaman. Pilihannya adalah metode yang menjamin diperolehnya semai yang baik dengan biaya yang dapat diterima.

Oleh karena keseragaman dan kualitas yang tinggi adalah penting, maka sebaiknya benih ditabur dengan jarak tanam yang sama serta cukup lebar tanpa adanya kompetisi

yang berat sampai waktu penanaman. Jarak tanam yang digunakan biasanya lebih lebar dibanding dengan pada tanaman biasa untuk spesies yang sama. Pemeliharaan ekstra untuk memberikan kondisi yang seragam dan baik melalui penyiapan tanah yang hati-hati, pendangiran, pemupukan, dan penyiangan biasanya dianjurkan.

Sungguhpun dengan pemeliharaan yang baik, beberapa variabilitas dalam kondisi pertumbuhan masih dijumpai, dan sebagai hasilnya beberapa semai mungkin tumbuh tiga kali lebih tinggi dari lainnya dalam *seed lot* yang sama. Dalam beberapa eksperimen, perbedaan ukuran sewaktu di persemaian ini tetap kelihatan mungkin sampai umur 15 tahun, dan akibatnya munurunnya presisi dalam eksperimen. Oleh karena itu, menyisihkan (seleksi) semai yang jelek sebelum penanaman merupakan praktik yang baik. Juga, membikin ulangan di persemaian atau rumah kaca merupakan cara yang baik sehingga tidak ada *seed lot* yang mendapatkan perlakuan ekstra sebelum ditanam. Selama pengangkutan sangatlah perlu untuk tetap menjaga identitas setiap semai sekalipun itu bekerja dengan beberapa ratus *seed lot*. Juga penting untuk bekerja cepat dan hati-hati sehingga semai tidak terlalu lama menunggu untuk ditanam. Dengan perencanaan yang hati-hati dan bimbingan yang baik hal tersebut adalah mungkin.

2. Seleksi tempat tumbuh

Tempat tumbuh sebaiknya memiliki syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Berkualitas rata-rata atau di atas rata-rata untuk menjamin survival yang tinggi dan pertumbuhan yang baik.

- b. Seragam, paling tidak di dalam blok.
- c. Dipersiapkan sebelumnya, untuk menjamin survival yang tinggi dan tidak adanya kompetisi terhadap tanaman yang baru.
- d. Terbuka dan relatif bebas halangan.
- e. Cukup luas untuk mengakomodasi paling tidak satu blok lengkap, diharapkan (tidak harus) bahwa tempat tumbuh cukup luas untuk mengakomodasi beberapa blok lengkap yang saling berdekatan.
- f. Terjamin kelangsungan pemakaiannya.
- g. Mudah dikunjungi.

3. Pemeliharaan sesudah penanaman

Survival awal yang tinggi dan pertumbuhan yang baik adalah penting bagi hasil-hasil yang baik. Praktik-praktik silvikultur barangkali akan menjadi lebih intensif sejalan dengan berkembangnya zaman. Karena itu, pemeliharaan yang lebih baik dibanding dengan pemeliharaan yang biasa seringkali dianjurkan.

Bila gulma merupakan *problem*, mestilah diberantas. Tumbuhnya vegetasi berkayu, terutama dari spesies yang sama mesti dikontrol secara periodik untuk mencegah kekacauan, mencegah kompetisi yang tak diinginkan, dan memudahkan pengukuran.

Pemangkasan pada beberapa spesies yang sulit menggugurkan cabangnya adalah perlu.

4. Pengendalian hama dan penyakit

Di daerah dengan banyak ternak yang digembalakan secara liar, pemagaran sangat perlu, tetapi ini merupakan tambahan biaya yang cukup mahal.

Data ketahanan terhadap serangga atau penyakit mungkin sangat diharapkan, dan dapat didapatkan hanya dari tanaman yang mendapat serangan berat. Oleh sebab itu, serangga yang berat seringkali diinginkan daripada dikendalikan. Serangan hama yang ringan dan tidak merusak biasanya diabaikan.

Sebaliknya, seringkali perlu untuk mengendalikan serangan hama yang ringan yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan atau cacatnya pertumbuhan. Bila tingkatan serangan lebih kecil dari 10%, kita tidak akan mendapatkan data yang terpercaya pada perbedaan genetik dalam ketahanan terhadap hama atau penyakit.

5. Jarak tanam

Kebanyakan tanaman eksperimen dirancang untuk digunakan sebagai arboreta pemuliaan atau kebun benih, juga untuk melengkapi data pertumbuhan. Pohon-pohon berbunga lebat bila tajuknya tidak bersinggungan satu sama lain.

Kebanyakan tanaman eksperimen akan dijarangi satu kali atau lebih. Sebaiknya menunda penjarangan sampai kita yakin tidak akan menebang suatu pohon yang mungkin akhirnya menjadi yang terbaik bila tetap dipertahankan. Bila intensitas penjarangan cukup tinggi sehingga cukup banyak pohon yang harus ditebang barangkali penggunaan jarak tanam yang sama atau sedikit lebih lebar dibanding dengan jarak tanam pada tanaman biasa untuk spesies yang sama.

6. Penjarangan

Dalam suatu tanaman uji yang akan diubah menjadi kebun benih, hasil perbaikan maksimum bila dalam penjarangan

menebang semua pohon dari *seed lot*-*seed lot* yang terjelek dan menebang pohon-pohon terjelek dari *seed lot*-*seed lot* terbaik. Jika data perbedaan genetik yang diinginkan, data tersebut akan menjadi lebih bernilai bila didasarkan pada jumlah pohon maksimum dari *seed lot*-*seed lot* terbaik yang dipertahankan sampai umur daur. Bila hanya data korelasi tanaman muda dan dewasa yang merupakan tujuan utama, yang paling baik adalah mempertahankan jumlah pohon di dalam setiap *seed lot* sama sewaktu penjarangan.

Penebangan semua pohon dari *seed lot* terjelek hanya mungkin pada eksperimen dengan plot kecil. Dalam eksperimen dengan plot besar adalah perlu untuk menebang beberapa pohon dari semua *seed lot* untuk menghindarkan adanya jarak tanam yang tak diinginkan.

Penjarangan biasanya dilakukan dalam beberapa tingkatan, yaitu pertama penebangan *seed lot*-*seed lot* terjelek, kemudian pohon-pohon terjelek dari *seed lot* yang ditinggalkan. Penjarangan mesti dilakukan cukup awal untuk memberikan pohon yang ditinggalkan ruangan yang cukup untuk tumbuh. Sungguhpun demikian, jangan dilakukan demikian awalnya sehingga akan terjadi kemungkinan penebangan pohon-pohon yang kelak akan menjadi pohon yang baik.

Sebenarnya jarak tanam yang seragam pada tanaman uji sangat diinginkan, tetapi hal ini sulit dicapai. Dalam kebanyakan eksperimen, biasanya dilakukan kompromi dan mempertahankan beberapa *seed lot* atau menebang beberapa *seed lot* yang baik untuk mendapatkan jarak tanam akhir yang agak seragam.

7. Larikan tanaman

Baik untuk pemeliharaan ataupun pengukuran akan lebih mudah bila arah larikan sedemikian lurus sehingga kita dengan mudah berjalan mengikuti larikan, memotong larikan atau ke arah diagonal.

8. Tanaman batas (*border raw*)

Pada tanaman eksperimen sebaiknya mananam tanaman batas sebanyak 1 atau 2 larik dengan spesies yang sama. Semua tanaman batas mesti dipetakan, tetapi tidak perlu diukur.

9. Pelabelan dan pemetaan

Tidak cara yang memuaskan untuk memberikan label secara permanen pada waktu semai ditanam. Oleh karena itu, pemetaan mesti dilakukan untuk memungkinkan pekerja yang akan datang menemukan pohon kembali dan mengukurnya. Sebaiknya menanam dahulu kemudian baru dipetakan, dengan demikian menghindari subjektivitas menanam *seed lot* tertentu pada tempat tertentu.

Label-label digantungkan pada semai sebelum diangkut dari persemaian, dan label tetap terbaca sampai beberapa bulan sesudah penanaman. Label mesti digantungkan pada semai sehingga tidak hilang pada waktu penanaman serta label sebaiknya tidak mengganggu pertumbuhan semai.

Peta tanaman mestilah cermat dan lengkap untuk memungkinkan seseorang 20 tahun yang akan datang dapat menemukan lokasi tanaman dan setiap pohon dalam tanaman, serta dapat mengukur dan membuat laporan dengan baik tanpa bantuan orang lain. Oleh karena itu, peta harus mengandung hal-hal sebagai berikut:

- a. Nomor tanaman.
- b. Nama spesies, tipe, dan rancangan eksperimen.
- c. Data lokasi.
- d. Deskripsi tempat tumbuh, vegetasi penutup tanah, perlakuan terhadap tempat tumbuh, waktu, personil, metode penanaman.
- e. Arah mata angin.
- f. Pernyataan ukuran plot, jumlah blok, dan jarak tanam.
- g. Pernyataan informasi lain tentang identitas *seed lot* yang dapat diidentifikasi hanya dengan nomor pada peta.
- h. Peta tanaman sebenarnya, menunjukkan lokasi setiap plot dan tanaman batas dan menunjukkan batas blok.

Pada peta sebaiknya dicantumkan keterangan mengenai baris dan kolom. Baris dinyatakan dengan angka, sedangkan kolom dinyatakan dengan huruf atau sebaliknya. Misalnya satu *tree plot* mungkin dapat diidentifikasi sebagai B-4, A-106, dan sebagainya. Tetapi bila lebih dari satu *tree plot* (semua ukurannya sama), hanyalah nomor *seed lot* yang perlu ditulisi dalam plot. Dengan demikian, misalnya untuk 4 *tree plot* (linier) pada kolom mungkin A (untuk kolom tanaman batas), B-E (untuk kolom B, C, D dan E), F-I dan seterusnya. Jadi, pada peta akan menjadi ringkas.

Peta berikut informasi haruslah dibuat di lapangan segera sesudah pekerjaan penanaman selesai dikerjakan (lebih pada hari yang sama). Bila dikerjakan dengan rapi, peta ini dapat difotokopi dan digunakan sebagai peta permanen. Banyak pemulia pohon lebih senang membuat peta dengan mesin ketik dan memperbanyak sampai

beberapa lembar untuk menjamin adanya kehilangan peta dan untuk diberikan kepada orang-orang yang membutuhkannya.

Peta yang besar tidaklah praktis digunakan di lapangan. Sebaiknya membuat setiap peta tanaman dengan ukuran kertas tulis (kuarto atau folio) atau membagi-bagi peta itu menjadi beberapa halaman (bila ada beberapa ribu plot di dalam satu tanaman).

10. Pemuliaan dan aspek demonstrasi tanaman uji

Tanaman uji biasanya digunakan sebagai arboreta pemuliaan. Nilai pemuliaan tanaman uji dapat ditingkatkan dengan jarak tanam lebar, pembungaan yang lebat, pemeliharaan yang baik, ukurannya cukup luas yang memungkinkan adanya seleksi di dalam maupun di antara *seed lot*, dan mempertahankan jumlah maksimum *seed lot*-*seed lot* terbaik sampai daur.

Hasil-hasil pemuliaan pohon biasanya disebarkan ke para pemakainya yaitu para praktisi melalui publikasi populer dibanding dengan publikasi ilmiah serta melalui studi tur ke tanaman uji. Nilai demonstrasi tanaman uji dapat ditingkatkan dengan jalan pemeliharaan yang baik, larikan yang baik, pertumbuhan yang baik, ukuran plot kecil (akan tetapi satu tree plot kurang baik dibanding plot yang berisi 2 atau lebih) dan kemudahan dikunjungi. Beberapa tanaman yang berukuran kecil dapat dikunjungi lebih banyak orang daripada satu tanaman tetapi berukuran besar.

C. Pertimbangan Statistik

1. Ukuran Plot dan Jumlah Blok Per Tanaman

Ukuran plot lebih kecil menyebabkan ukuran blok lebih kecil pula, variabilitas tempat tumbuh di dalam blok semakin berkurang sehingga perbandingan di antara *seed lot* di dalam blok yang sama menjadi lebih terpercaya. Dengan demikian, presisi statistik lebih besar dalam suatu tanaman yang berisi plot ukuran kecil dan banyak blok dibanding dengan tanaman yang berisi plot ukuran besar dan sedikit blok.

Ada perbedaan di dalam tipe informasi yang dihasilkan oleh plot ukuran kecil dan besar. Dengan plot kecil (atau dengan plot linier untuk sembarang ukuran), setiap pohon tumbuh di dalam kompetisi dengan yang lainnya dari genotipe tanaman tak serupa, dan dari sebab itu mungkin tidak tumbuh pada kecepatan yang sama seperti dalam tanaman biasa yang terdiri dari pohon-pohon dengan genotipe yang serupa. Dalam plot segi empat sama sisi, plot-plot di sebelah dalam tanaman batas berbatasan dengan pohon-pohon dari *seed lot* yang sama, dan dari sebab itu tumbuh seperti bila ditanam dalam kondisi tegakan biasa, suatu plot yang besar mestilah paling tidak berukuran 7 x 7 pohon (total 49 pohon) atau lebih baik 11 x 11 pohon (total 121 pohon) yang berisi beberapa pohon setelah dijarangkan.

Perbedaan tipe informasi barangkali tidak ada selama sepertiga yang pertama dari satu rotasi uji, dan mungkin hanyalah sedikit sesudah plot ukuran kecil dijarangkan dengan menebang semua pohon dari *seed lot*-*seed lot* terjelek. Dalam pandangan bahwa adanya pengorbanan presisi statistik dan efisiensi dalam penggunaan plot besar, mayoritas eksperimen

dewasa ini menggunakan 4-10 *tree plot* dengan 8-10 ulangan setiap tanaman.

2. Arah Plot dan Blok

Suatu tanaman eksperimen akan menghasilkan hasil-hasil yang baik (yaitu varians eror yang tak dapat dijelaskan adalah kecil) bila dilakukan sedemikian rupa sehingga variasi tempat tumbuh di antara plot di dalam sesuatu blok sekecil mungkin. Hal ini dapat dicapai bila plot-plot sejajar dengan gradien tempat tumbuh dan blok-blok tegak lurus dengan gradien tempat tumbuh (bila ada gradien). Di daerah yang miring atau berbukit plot-plot searah dengan kemiringan dan blok-blok harus sejajar dengan arah kontur.

Dengan plot yang berisi 6 pohon atau kurang, biasanya tidak mungkin mendemonstrasikan suatu perbedaan dalam efisiensi di antara bentuk plot 1 x 6, 2 x 3, atau 3 x 2. Plot bentuk jalur dengan lebar 1 pohon paling mudah dalam penanaman dan pengukuran, bentuk plot yang demikian ini yang kebanyakan digunakan.

Akan terjadi kekacauan bila di dalam suatu tanaman, ukuran plot serta arah plot tidak sama. Pada waktu penanaman, tinggalkan saja tempat yang kosong bila sesuatu pohon hilang dari ikatan plot, atau buang saja bila kelebihan pohon di dalam ikatan plot. Batas-batas blok tidak perlu dalam bentuk yang teratur, dan adalah lebih baik membiarkan batas blok tidak teratur daripada meninggalkan plot kosong.

3. Menghitung Jumlah Blok Per Tanaman yang Diinginkan

Untuk suatu set pengukuran, rata-rata kuadrat eror adalah suatu ukuran jumlah variasi yang tidak dapat dijelaskan yang disebabkan oleh perbedaan di antara *seed lot* atau blok. Semakin

kecil nilai rata-rata kuadrat error, semakin baik pula eksperimen tersebut. Hal tersebut tergantung pada pemeliharaan yang diberikan pada tanaman dan juga rancangan yang digunakan. Nilai rata-rata kuadrat error akan semakin kecil bila tanaman dipelihara dengan baik serta rancangan yang digunakan baik dengan plot berukuran kecil.

Standar error untuk rata-rata *seed lot* adalah suatu ukuran tingkat kepercayaan nilai rata-rata dan dihitung sebagai akar dari rata-rata kuadrat error dibagi dengan jumlah plot per *seed lot*.

LSD (*least significant difference*) nilainya mendekati sama dengan standar error dari rata-rata *seed lot* dikalikan dengan suatu konstanta kira sebesar 3,2 (tingkat kepercayaan 5%) atau 4,2 (tingkat kepercayaan 1%). Untuk menentukan jumlah blok yang diinginkan, yang pertama kita harus menentukan terlebih dahulu berapa nilai LSD yang kita kehendaki. Hal ini sebenarnya merupakan keputusan yang bebas, tetapi ada beberapa petunjuk. Dalam beberapa eksperimen, LSD sebesar 6% dari nilai rata-rata (mean) dan hal ini diinginkan. Atau kita dapat melakukan perkiraan berapa besarnya variabilitas genetik materi yang akan diuji dan memutuskan bahwa eksperimen tidak akan bernilai jika tingkat kepercayaan tertentu tidak dicapai.

Bila ukuran plot yang diinginkan dan besarnya nilai LSD telah ditentukan, langkah berikutnya adalah menentukan besarnya nilai rata-rata kuadrat error. Nilai ini bervariasi sesuai dengan kondisi tempat tumbuh dan cara pembuatan tanaman yang digunakan, yang hanya dapat ditentukan pengukuran yang sebenarnya pada tanaman yang ada yang mirip dengan tanaman eksperimen yang akan dibuat. Langkah

terakhir adalah membagi rata-rata kuadrat eror dengan akar standar eror dari rata-rata *seed lot* yang diinginkan sehingga mendapatkan jumlah blok yang diinginkan pula.

D. Petunjuk Pengukuran dan Pencatatan Data

Suatu tanaman yang ditanam dalam waktu 1-2 hari mungkin akan berlangsung sampai 50 tahun dan diukur beberapa kali dalam periode itu jika daur tanaman tersebut berumur panjang. Akhirnya, waktu yang digunakan untuk pengukuran dan analisis jauh lebih lama daripada waktu untuk membuat tanaman tersebut. Adanya tambahan waktu pada waktu penanaman akan berharga asal pekerjaan tersebut memudahkan pengukuran dan analisis dikemudian hari. Juga perbaikan dalam teknik pengukuran dan analisis sangat berharga. Problema yang dihadapi demikian bervariasi dan tidak mungkin akan menguraikan hal tersebut dalam tulisan ini, dan di sini hanya akan diberikan beberapa petunjuk bagaimana menghemat waktu atau mendapatkan hasil yang lebih baik.

1. Petunjuk Pengukuran

Bila plot jalur digunakan, berjalanlah memotong di tengah-tengah plot daripada searah plot. Hal ini lebih mudah dilakukan di dalam orientasi terhadap plot, serta banyak menghemat waktu bila mengukur sifat-sifat yang tidak memerlukan harus datang ke setiap pohon (di dalam plot).

Ukurlah pada kecermatan $1/20$ sampai $1/25$ dari kisaran nilai di antara nilai ekstrim. Bila pohon terpendek dan tertinggi adalah 20 dan 45 m (perbedaan = 25 m), ukurlah dengan kecermatan 1 m.

Bila dalam pengukuran sudah menggunakan nilai kecermatan, jangan menggunakan angka desimal atau pecahan

bila mencatat harga rata-rata plot. Hal ini akan membutuhkan waktu ekstra untuk perhitungan di kantor padahal tambahan kecermatan yang diperoleh tidak banyak artinya.

Kematian diukur atau dicatat sebagai mati atau hidup. Umumnya presisi statistik akan jauh lebih besar bila sifat yang diukur dinyatakan dalam kuantitas per pohon (misalnya, 25% daun diserang hama A) daripada dinyatakan sebagai ada serangan atau tidak (misalnya pohon diserang oleh hama A).

Kecermatan biasanya yang paling besar adalah bila satu sifat diukur pada suatu saat. Hal ini terutama benar bagi sifat-sifat seperti warna daun atau jumlah buah, dan sebagainya.

Sekali melakukan pengukuran mestilah diselesaikan sampai analisis statistiknya. Hindari penumpukan data yang tidak dapat dianalisis yang akhirnya tidak akan mempunyai nilai.

Tinggi dapat diukur dalam interval periode tertentu. Serangan hama misalnya sebaiknya diukur sesudah kerusakan terjadi. Jadi, jadwal pengukuran sebaiknya agak fleksibel.

Bila variasi di dalam plot mengikuti distribusi normal (biasanya demikian) terdapat kecenderungan suatu korelasi yang tinggi di antara rata-rata plot yang didasarkan pada pengukuran 25%-50% pohon tertinggi dan rata-rata plot yang didasarkan pada pengukuran seluruh pohon di dalam plot. Penggunaan jalan pintas ini menyebabkan peningkatan yang sama pada semua rata-rata *seed lot*, tetapi ini tidaklah mengapa bila digunakan dalam membandingkan dan bukan data yang sebenarnya yang diinginkan. Pengukuran pada 25%-50% pohon per plot yang ditentukan secara acak menyebabkan menurunnya presisi statistik.

Apabila beberapa pohon per plot diukur, yang kita catat hanyalah rata-rata plot. Perhitungan rata-rata tersebut kita lakukan pada pikiran kita dan ini relatif mudah pada angka-angka yang tidak begitu besar.

Dalam pengukuran bekerja secara tim (2 sampai 3 orang) akan lebih enak dan efisien, terutama jika ukuran plot dan pohonnya cukup besar. Bila plot dan pohonnya kecil, pekerjaan yang terlatih seringkali bekerja sendirian akan lebih efisien.

2. File Pencatatan Data

Suatu tipe file pencatatan data yang umumnya digunakan terdiri dari:

- a. File dari kertas manila dan dicantumkan : nomor tanaman, spesies, dan lokasinya
- b. Peta tanaman yang dilem pada muka bagian dalam file
- c. Halaman untuk pencatatan data, disiapkan segera sesudah tanaman dibuat, halaman kertas dibuat bergaris, satu garis untuk satu plot, pada halaman kertas sisi kiri dari atas ke bawah ditulis kolom, baris dan nomor blok.
- d. Halaman kosong untuk mencatat sifat yang diukur, tanggal pengukuran, personil, tipe pengukuran dan unit setiap data pengukuran.
- e. Halaman untuk perhitungan statistik.

File disiapkan segera sesudah penanaman diselesaikan, setiap tanaman dibuatkan satu file, terpisah dari tanaman lainnya. Duplikat atau triplikatnya sebaiknya dibikinkan juga untuk orang-orang yang tertarik pada eksperimen ini.

3. Petunjuk Pencatatan Data

Di dalam analisis apakah kita akan menggunakan komputer atau tidak, sebaiknya di dalam pencatatan data

dilakukan seperti akan dianalisis dengan komputer. Data harus dicatat dengan jelas dan rapi sesuai dengan baris dan kolom yang tersedia. Data harus dicatat hanya dalam bentuk angka (tidak ada desimal, garis miring, dsb.). Data dicatat pada setiap ruangan yang tersedia, dan semua data untuk sesuatu hal harus pada satu garis. Bila hal-hal tersebut dilakukan dengan baik, kita akan dapat melakukan pengukuran dalam beberapa hari dan terus menyiapkan kartu komputer tanpa menyalin data lagi. Atau, bila kita lebih senang menganalisis dengan tangan biasa, pencatatan data seperti di atas akan memudahkan pekerjaan.

Di dalam eksperimen dengan pohon, kita seringkali menginginkan menggunakan data yang dikumpulkan 15-20 tahun sebelumnya. Sebaliknya, data yang dikumpulkan hari ini mungkin berguna untuk 15-20 tahun yang akan datang. Sangatlah penting melengkapi deskripsi informasi yang cukup setiap data pengukuran agar supaya orang yang tertarik akan data tersebut mudah mengerti.



DAFTAR PUSTAKA

- Arihidayanto, 2010. Modul Sertifikasi Benih.
- Baker, F.S., T.W. Daniel dan J.A. Helms, 1992. *Prinsip-Prinsip Silvikultur*. Edisi Kedua. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Terjemahan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Balai Perbenihan Tanaman Hutan. 2006. *Manual Seleksi Pohon Plus*. Balai Perbenihan Tanaman Hutan Jawa dan Madura. Sumedang. Jawa Barat.
- Balitbang. 2004. *Laporan Pemeliharaan Kebun Benih Meranti 100 ha di Semoi*. Departemen Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kalimantan. Samarinda.
- Bratawinata, A.A. 1986. Prospek Pengembangan Jenis-jenis Lokal (Dipterocarps) Pada Pelaksanaan Timber Estate. *Prosiding Seminar Pembangunan HTI Dengan Jenis Meranti*. h 156-162. Departemen Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Samarinda.
- Departemen Kehutanan. 1986. *Pedoman Pembuatan Persemaian*. Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi. Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 1991. *Dendrologi*. Departemen Kehutanan Pusat Pembinaan Pendidikan dan Latihan Kehutanan, Bogor.
- Effendi, R dan D. Leppe. 2000. Pertumbuhan *Shorea parvifolia* Pada Areal terbuka di Hutan Penelitian Wanariset Sangai Kalimantan Tengah. h 11-21. Forestry And Estate crop Research And Development Agency. Badan Penelitian

- Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor. Indonesia.
- Fadli, M. 2000. Pertumbuhan Karet dan Meranti dengan Tumpangsari Kenaf Pada Rehabilitasi Hutan Bekas Kebakaran di Hutan Pendidikan Bukit Soeharto. *Skripsi* Fakultas Kehutanan UNMUL Samarinda.
- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Fourth Edition, Longman Group, Ltd. England.
- FWI. 2003. Hutan-Hutan Indonesia. *Forest Watch Indonesia*. Jaringan Monitoring Hutan Independen. Bogor.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Gurtjita, C. 1986. Prospek Permudaan Alam Meranti Dalam Menunjang Pembangunan Hutan Tanaman Industri di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Pembangunan HTI Dengan Jenis Meranti*. h 59-71. Departemen Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Samarinda.
- Hanafiah, K.A. 2001. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi (Edisi Revisi)*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Penerbit PT Raja Grafindo Persada Jakarta, Jakarta.
- Hanafiah, K.A. 2003. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi (Edisi Ketiga)*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Penerbit PT Raja Grafindo Persada Jakarta, Jakarta.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid III. h 1249-1852. Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta. Terjemahan Bahasa Indonesia Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.

- Ishak, A.F. 2003. *Paradigma Hutan Lestari dan Pemberdayaan Masyarakat Lokal*. Indo Media Jakarta.
- Jumin, HB. 1992. *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologis*. Rajawali Pers Jakarta, Jakarta.
- Kebler, P.J.A dan K. Sidiyasa. 1999. *Pohon-Pohon Hutan Kalimantan Timur*. Pedoman Mengenal 280 Jenis Pohon Pilihan di Daerah Balikpapan-Samarinda. MOFEC-Tropenbos-Kalimantan Project.
- Masano, 1985. Perkembangan Pertumbuhan Tanaman *Shorea leprosula* Miq. Di Kebun Percobaan Haurbentes. Buletin Penelitian dan Pengembangan Hutan Bogor No.467 h 12-35.
- Moenandir, J. 1993. *Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Na'iem, M. 1985. *Pemuliaan Pohon*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Oka, I.N. 1998. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Kehutanan. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P. 1/Menhut-II/2009 tentang *Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan*
- Pratomo, S. 1971. *Experimental Design untuk Para Peneliti Pertanian*. Universitas Mulawarman Samarinda.
- Priadjati, A. dan Rayan. 1998. The effect of shading on the growth of *Shorea cf. johorensis* seeds in the nursery (Pengaruh sungkup terhadap pertumbuhan benih *Shorea cf. johorensis* di persemaian). *Buletin Penelitian Kehutanan*. Vol. 13 No. 1, 1998. h 55-59. Badan Litbang Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan. Samarinda.
- Ruchaemi, A. 2002. *Analisis Pertumbuhan dan Hasil*. Laboratorium Biometrika Hutan Fakultas Kehutanan. Universitas Mulawarman Samarinda.

- Sastrosupadi, A. 2003. *Penggunaan Regresi, Korelasi, Koefisien Lintas Untuk Penelitian Bidang Pertanian*. Bayumedia Publishing. Malang Jawa Timur. 185 h.
- Smits, W.T.M. 1986. Sistem Stek dan Cabutan untuk Pengadaan Bibit Dipterocarpaceae. *Prosiding Seminar Pembangunan HTI Dengan Jenis Meranti*. h 76-91. Departemen Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Samarinda.
- Soetrisno, K. 1995. *Diktat Silvikultur*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda.
- Soeseno, O.H. 1993. *Peranan Pemuliaan Pohon Dalam Peningkatan Produktivitas Hutan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suarji, J. 1990. *Penyebaran dan Pertumbuhan Alam Shorea leprosula Pada Relief yang Berbeda di Bukit Soeharto*. Samarinda.
- Sudjana. 1975. *Metode Statistika*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Sugiarto dan E. Sugandi. 1994. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Andi Offset Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sutiono, Y. dan Sugama. 1999. Pertumbuhan tahun keempat Provenance Trial *Acacia mangium* di Areal PT Tanjung Redeb Hutani. *Prosiding Pertemuan Tahunan Jaringan Kerja Litbang Terpadu Perusahaan HTI Patungan Lingkup PT Inhutani I Yogyakarta 1999*. h 14-28.
- Sutisna, M. 2001. *Silvikultur Hutan Alami di Indonesia*. Bahan Kuliah Pada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Sutisna, M. 2004. Peluang Silvikultur Intensif di Hutan Alami Produksi. *Makalah Lokakarya Tim Fasilitasi Sistem Silvikultur Intensif diselenggarakan oleh Direktorat*

Jenderal Bina Produksi Kehutanan Departemen Kehutanan
Jakarta, tanggal 16-18 September 2004.

Lita, S. 2004. *Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo Persada,
Jakarta.

Wati, E. 2000. Percobaan Pengaruh Penyimpanan Bibit
Terhadap Persentase Hidup Beberapa Jenis Anakan
Cabutan Dipterocarpaceae. *Buletin Penelitian Kehutanan*
Vol.14 No.2. h 23-34. Balai Penelitian Kehutanan
Samarinda.

BIODATA PENULIS



Jumani, S.Hut., M.P. memperoleh pendidikan Sarjana S1 dari Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Prodi Manajemen Hutan dan Magister Ilmu Kehutanan di Universitas Mulawarman. Telah mempublikasikan buku dan artikel di sejumlah media massa, buletin, majalah ilmiah, jurnal nasional terindeks, Google Scholar, dan SINTA dengan fokus bidang Pemuliaan. Aktif sebagai Editor Jurnal Agrifor: Ilmu Pertanian dan Kehutanan, Kepala UPT Infokom Tahun 2010 sampai saat ini.

