

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. Seedlot 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 seedlot dan ditanam berdampingan satu sama lain di persemaian atau di lapangan. Plot bias linier, persegi panjang atau segi empat sama sisi.
3. Ulangan adalah penempatan plot-plot dari seedlot 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 menentuka potensi genetic yang sebenarnya dari suatu seedlot adalah mengujinya pada beberapa tempat.
4. Blok adalah bagian dari suatu tanaman yang berisi satu plot untuk setiap seedlot. Blok lengkap berisi satu plot untuk setiap seedlot.
5. Sebuah eksperimen terdiri dari uji persemaian dan satu atau lebih tanaman yang dimaksudkan untuk pengujian sekelompok seedlot. Kebanyakan eksperimen modern melibatkan banyak seedlot 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. Seedlot-seedlot disusun secara acak di dalam blok untuk mencegah adanya sesuatu seedlot ditanam pada tempat yang jelek atau baik saja untuk semua blok, untuk mencegah adanya dua seedlot yang sama selalu berdekatan dan untuk menghindarkan bias selama pengukuran.
7. Presisi statistik adalah kemampuan suatu eksperimen untuk membedakan di antara seedlot dan ini seringkali diukur dengan Least Significant Difference (LSD), yaitu perbedaan terkecil yang dapat diperlihatkan dan secara statistic 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.

7.1. Rancangan Pembuatan Plot secara Umum

1. Rancangan Acak Lengkap berblok (Randomized Complete Block Design)

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

Presisi statistik lebih tinggi dibanding dengan rancangan acak lengkap (Completely Randomized Design) tetapi lebih rendah (terutama bila jumlah seedlotnya sangat besar) dibanding dengan "lattice" dan incomplete block eksperimen (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 seedlot tidak mencukupi untuk semua blok. Jika keadaannya demikian sebaiknya menanam setiap seedlot dalam setiap blok sejauh stok seedlot tersedia. Presisi statistic bervariasi, tinggi bagi seedlot-seedlot yang terwakili dalam semua blok dan lebih rendah bagi seedlot-seedlot yang tak lengkap.

3. Pengacakan lengkap (Complete Randomized)

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

4. Compact Family Design

Rancangan ini dimaksudkan untuk menguji beberapa kelompok seedlot, seedlot-seedlot untuk satu kelompok diusahakan lebih mengelompok satu sama lain dibandingkan dengan seedlot-seedlot 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 seedlot-seedlot yang termasuk dalam satu kelompok ditanam secara kompak pada subplot yang saling berdekatan, subplot-subplot yang berdekatan ini mewakili satu

kelompok seedlot 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 diantara 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 seedlot diwakili dalam setiap baris dan kolom. Jadi jumlah ulangansama dengan jumlah seedlot. Sungguhpun rancangan ini mampu menghasilkan ketelitian yang tinggi, tetapi jarang digunakan karena terbatas bagi eksperimen dengan jumlah seedlot yang kecil.

7.2. Pertimbangan Nonstatistik

Suatu eksperimen yang teliti bila varians eror rendah. Hal ini bias dicapai bila pohon-pohon ditanam dengan baik pada tempat tumbuh yang seragam dan baik serta dipelihara dengan baik dengancara 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). Didaerah 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 disbanding dengan pada tanaman biasa untuk species 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 seedlot yang sama. Dalam beberapa eksperimen, perbedaan ukuran sewaktu dipersemaian ini tetap kelihatan mungkin sampai umur 15 th, dan akibatnya menurunnya presisi dalam eksperimen. Oleh karena itu menyisihkan semai yang jelek sebelum penanaman merupakan praktek yang baik. Juga, membikin ulangan di persemaian atau rumah kaca merupakan cara yang baik, sehingga tidak ada seedlot yang mendapatkan perlakuan ekstra sebelum ditanam.

Selama pengangkutan sangatlah perlu untuk tetap menjaga identitas setiap semai sekalipun itu bekerja dengan beberapa ratus seedlot. 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 didalam blok.
- c. Dipersiapkan sebelumnya, untuk menjamin survival yang tinggi dan tidak adanya kompetisi terhadap tanaman yang baru.

- d. Terbuka dan relative babas 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. Praktek-praktek silvikultur barangkali akan menjadi lebih intensif sejalan dengan berkembangnya jaman, karena itu pemeliharaan yang lebih baik disbanding dengan pemeliharaan yang biasa seringkali dianjurkan.

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

Pemangkasan pada beberapa species 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. Dari sebab itu, serangga yang berat seringkali diinginkan dari pada 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 disbanding dengan jarak tanam pada tanaman biasa untuk species yang sama.

6. Penjarangan

Dalam suatu tanaman uji yang akan diubah menjadi kebun benih, hasil perbaikan maksimum bila dalam penjarangan menebang semua pohon dari seedlot-seedlot yang terjelek dan menebang pohon-pohon terjelek dari seedlot-seedlot terbaik. Jika data perbedaan genetik yang diinginkan, data tersebut akan menjadi lebih bernilai bila didasarkan pada jumlah pohon maksimum dari seedlot-seedlot 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 seedlot sama sewaktu penjarangan.

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

Penjaranganm biasanya dilakukan dalam beberapa tingkatan, yaitu pertama penebangan seedlot-seedlot terjelek, kemudian pohon-pohon terjelek dari seedlot yang ditinggalkan. Penjarangan mestilah dilakukan cukup awal untuk memberikan pohon yang ditinggalkan ruangan yang cukup untuk tumbuh. Sungguhpun demikian janganlah dilakukan demikian awalnya sehingga akan terjadi kemungkinan penebangan pohon-pohon yang kelah akan menjadi pohon yang baik.

Sebenarnya jarak tanam yang seragam pada tanman uji sangat diinginkan, tetapi hal ini sulit dicapai. Dalam kebanyakan eksperimen, biasanya dilakukan kompromi dan mempertahankan beberapa seedlot atau menebang beberapa seedlot 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 kearah diagonal.

8. Tanaman batas (Border raw)

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

9. Pelebelan dan pemetaan

Tidak cara yang memuaskan untuk memberikan label secara permanent pada waktu semai ditanam. Oleh karena itu, pemetaan mestilah dilakukan untuk memungkinkan pekerja yang akan datang

menemukan pohon kembali dan mengukurnya. Sebaiknya menanam dahulu kemudian baru dipetakan, dengan demikian menghindari subyektifitas menanam seedlot 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 species, 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 seedlot 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 seedlot yang perlu dituliskan 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 kan 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 permanent. Banyak pemulia pohon lebih senang membuat pta 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 seedlot, dan mempertahankan jumlah maksimum seedlot-seedlot terbaik sampai daur.

Hasil-hasil pemuliaan pohon biasanya disebarkan ke para pemakainya yaitu para praktisi melalui publikasi populer disbanding 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 disbanding plot yang berisi 2 atau lebih) dan kemudahan dikunjungi. Beberapa tanaman yang berukuran kecil dapat dikunjungi lebih banyak orang dari pada satu tanaman tetapi berukuran besar.

7.3. 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 seedlot di dalam blok yang sama menjadi lebih terpercaya. Dengan demikian presisi statistic 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 genotype yang tak serupa, dan dari sebab itu mungkin tidak tumbuh pada kecepatan yang sama seperti dalam tanaman biasa yang terdiri dari pohon-pohon dengan genotype yang serupa. Dalam plot segi empat sama sisi, plot-plot di sebelah dalam tanaman batas berbatasan dengan pohon-pohon dari seedlot 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 seedlot-seedlot terjelek. Dalam pandangan bahwa adanya pengorbanan presisi statistic 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 gradient tempat tumbuh dan blok-blok tegak lurus dengan gradient tempat tumbuh (bila ada gradient). Di daerah yang miring atau berbukit plot-plot searah dengan kemiringan dan blok-blok harus sejajar dengan arah kontur.

Dengan plot yang berisis 6 pohon atau kurang, biasanya tidak mungkin mendemonstrasikan suatu perbedaan dalam efisiensi diantara 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 dari pada 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 seedlot atau blok. Semakin kecil nilai rata-rata kuadrat eror, semakin baik pula eksperimen tersebut. Hal tersebut tergantung pada pemeliharaan yang diberikan pada tanaman dan juga rancangan yang digunakan. Nilai rata-rata kuadrat eror akan semakin kecil bila tanaman dipelihara semakin baik serta rancangan yang digunakan baik dengan plot berukuran kecil.

Standar eror untuk rata-rata seedlot adalah suatu ukuran tingkat kepercayaan nilai rata-rata dan dihitung sebagai akar dari rata-rata kuadrat eror dibagi dengan jumlah plot per seedlot.

LSD (Least significant difference) nilainya mendekati sama dengan standard eror dari rata-rata seedlot 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 beberapa berapa besarnya variabilitas genetic 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 eror. 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 seedlot yang diinginkan sehingga mendapatkan jumlah blok yang diinginkan pula.

7.4. Petunjuk pengukuran dan pencatatan data

Suatu tanaman yang dibuat dalam waktu 1-2 hari mungkin akan berlangsung sampai 50 tahun dan diukur beberapa kali dalam periode itu. Akhirnya waktu yang digunakan untuk pengukuran dan analisis jauh lebih lama dari pada 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 diantara 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, janganlah menggunakan angka decimal 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) dari[ada 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, hindarkan penumpukan data yang tidak dapat dianalisis yang akhirnya tiak 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 seedlot, 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 relative mudah pada angka-angka yang tidak begitu besar.

Dalam pengukuran bekerja secara team (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, species 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 computer 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 mestilah dicatat hanya dalam bentuk angka (tidak ada decimal, 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 diskripsi informasi yang cukup setiap data pengukuran agar supaya orang yang tertarik akan data tersebut mudah mengerti.