

## II. UJI SPECIES DAN UJI PROVENANCE

Secara umum uji species dan uji 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:

- a. Pelaksanaan pembuatan tanaman belum menggunakan species-species yang telah teruji.
- b. Biji-biji yang digunakan sebagai bahan tanaman, dikumpulkan dari sumber-sumber benih yang juga belum teruji.

Kurangnya penelitian-penelitian kearah uji species dan uji provenans serta pengetrapannya di lapangan, sebagaimana tersebut di atas besar kemungkinannya 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 species dan uji provenans adalah materi dasar dalam pengembangan program penanaman dan pemuliaan pohon hutan.

### 2.1. Uji Species

Uji species adalah suatu cara yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan tentang species yang cocok dikembangkan pada daerah tertentu sebelum program yang lebih jauh dimulai atau sering disebut dengan rancangan untuk membandingkan species terseleksi yang akan dibangun atau ditanam pada dua atau lebih kondisi lingkungan untuk dipelajari species mana yang paling sesuai untuk tapak tertentu. Dipergunakan terutama untuk mengintroduksi species baru pada suatu areal. Lebih utama apabila dikombinasikan dengan uji provenance. Uji

species merupakan yang penting karena sering dikaitkan dengan hal kegagalan maupun keberhasilan suatu program pelaksanaan pembuatan tanaman secara menyeluruh. Penggunaan species 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 mikroklimat di lokasi seperti perladangan, pengembalaan dan kebakaran. Pada lokasi seperti ini species-species asli maupun yang diintroduksi (*exotic species*) akan mengalami problem yang sama. Dengan demikian bahwa species-species yang akan dulunya berkembang dengan baik dan di tanam pada areal tertentu yang secara ekologi berubah akan mengalami perkembangan yang tidak baik. Berdasarkan uraian di atas maka perlu pemilihan species yang tepat lewat uji species adalah sangat penting. Berbagai uji species 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 species adalah sebagai usaha untuk memilih species yang menguntungkan atau cocok baik species asli maupun *species exotic*, ditinjau dari segi nilai kepentingannya maupun produktifitasnya pada suatu areal tertentu. Uji species disebut juga *species screening test*.

#### Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan

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

##### a. Faktor silvikultur

Mempelajari faktor silvikultur akan sangat membantu didalam seleksi species yang akan diikuti dalam kegiatan pengujian. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Keadaan iklim di lokasi pengujian (curah hujan, temperatur, kelembaban udara dan angin)

2. 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).
3. Geografi tanah yang meliputi letaknya terhadap garis lintang, garis bujur, tinggi tempat, arah lereng dan sudut kemiringan.
4. Sifat ekologis dan penyebarannya dari species yang akan diuji.
5. Faktor-faktor biotik yang berpengaruh yaitu manusia, hewan domestik maupun liar, binatang-binatang serangga, binatang-binatang lain yang termasuk hama dan rumput.

b. Faktor ekonomi

Sebagaimana telah dijelaskan terdahulu bahwa uji species bertujuan untuk mendapatkan species yang menguntungkan untuk dikembangkan di daerah tertentu, baik dari segi pemanfaatan dan produktifitasnya. Produktifitas sangat erat hubungan dengan species-species yang mempunyai masa siklus yang pendek.

Sehingga species yang diseleksi mempunyai pertumbuhan yang cepat. Dengan perkataan lain sifat kecepatan tumbuh merupakan salah satu sifat yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan species yang akan dikembangkan tersebut. Disamping itu tujuan penanaman dari species yang diuji harus jelas dan ada kegunaannya. Seperti untuk tujuan penyediaan kayu bakar, ornamen, konservasi dan perlindungan tanah, atau produk-produk khusus. Species-species yang tidak mempunyai nilai tertentu diabaikan saja.

c. Faktor-faktor lain

1. Jika persediaan biji dari species yang akan dikembangkan adalah kecil, dan viabilitas biji mudah hilang, species ini seharusnya tidak perlu diikuti sertakan dalam pengujian,

kecuali ada cara-cara tertentu yang dapat memecahkan problem tersebut. Misalnya dengan cara pembiakan vegetatif.

2. Jika persediaan biji yang akan dikembangkan termasuk species yang sulit penanamannya, tidak saja karena bijinya, tetapi memang karena sulit tumbuh pada suatu lahan dengan kondisi alam tanpa perlakuan atau perawatan khusus, species 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 species yaitu :

1. Uji observasi (*observation test*)

Uji observasi ini dimaksudkan untuk menyeleksi species, dengan cara menumbuhkannya pada berbagai variasi tanah. Biasanya jumlah *seedling* yang dipergunakan untuk masing-masing species 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 species pada berbagai lokasi pengujian. Uji ini melibatkan lebih banyak species dan telah diperlukan ulangan plot-plot pengamatan di banyak lokasi. Apabila suatu lokasi pengujian belum nampak adanya variasi antar species yang dibandingkan, ulangan-

ulangan di lain lokasi perlu dibuat. Namun rancangan statistik belum diperlukan.

3. Uji penampilan species (*species performance test*)

Sebenarnya dua tahapan uji terdahulu dapat dilakukan bersama-sama dengan uji ini. Uji ini dimaksudkan untuk menyakinkan bahwa species-species yang diuji mampu tumbuh dengan baik didalam 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 species*. Selanjutnya apabila benih dari species-species 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 species yang dimaksudkan, karena sebagai bukti akhir dari species-species 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 ditengah, 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. Disamping itu analisis biaya pembuatannya juga perlu dicatat, untuk bahan pertimbangan. Dengan demikian dapat diketahui visibel tidaknya bila species 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 dibawah kondisi lingkungan yang bervariasi.

## 2.2. UJI PROVENANCE

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 :

- a. Kebanyakan pohon yang dihasilkan akan mengalami kerusakan atau kematian yang serius.
- b. Akan terbentuk tegakan yang tidak produktif dan lemah pada tingkat dewasa. Meskipun pada awal pertumbuhannya menggembirakan baik growth ataupun survivalnya.
- c. 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.
- d. Benih dari sumber yang tidak tepat, dapat merangsang timbulnya hama dan penyakit, yang jelas sangat berpengaruh terhadap produksi tegakan yang dihasilkan.
- e. 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 yang mempengaruhi cocok tidaknya ras tersebut tumbuh pada suatu daerah tertentu. Disamping itu biasanya pada jenis pohon terdapat variasi genetik yang berasosiasi dengan asalnya (provenans) yang sering kali lebih besar dibandingkan dengan variasi genetik antar individu pohon pada tegakan yang sama.

Lebih lanjut variabilitas provenans dipengaruhi oleh :

1. Ukuran penyebaran suatu species

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

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

Bila didalam penyebaran alamnya, diversitas lingkungan lebih besar, maka lebih besar pula variabilitas genetik yang berasosiasi dengan tempat tumbuhnya. Misalnya suatu species tersebut secara alami pada berbagai tipe iklim atau tanah, maka diharapkan variabilitas species 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 species 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 species yang penyebaran alaminya luas tetapi variabilitasnya kecil, tetapi ada species-species yang penyebaran alaminya sempit malahan variabilitasnya besar.

### 2.3. TUJUAN UJI PROVENANS

Secara umum tujuan dilakukannya uji provenans adalah sebagai berikut :

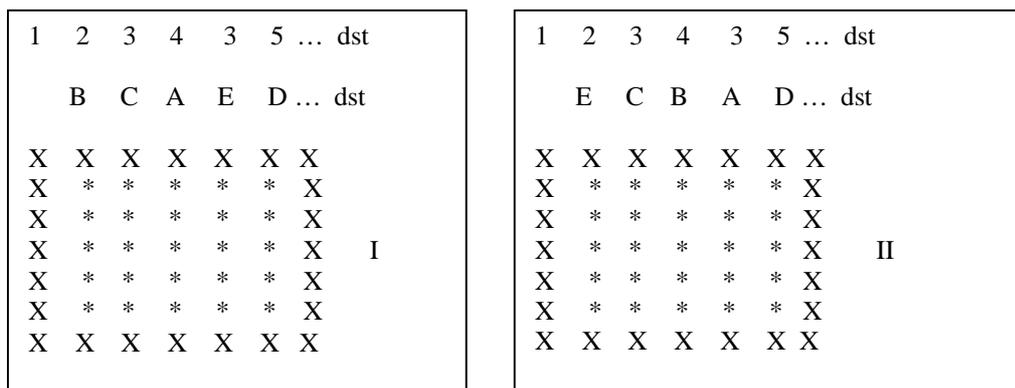
1. Mendapatkan sumber benih, yang mana benih dari sumber tersebut mampu beradaptasi dengan baik terhadap daerah pengembangannya, serta dalam waktu dekat telah dapat memberikan hasil secara menguntungkan. Hasil yang dimaksud berupa kecepatan tumbuh, prosentase jadi tanaman, bentuk batang, resistensi terhadap 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.

### 2.4. 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 dilapangan, 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 :

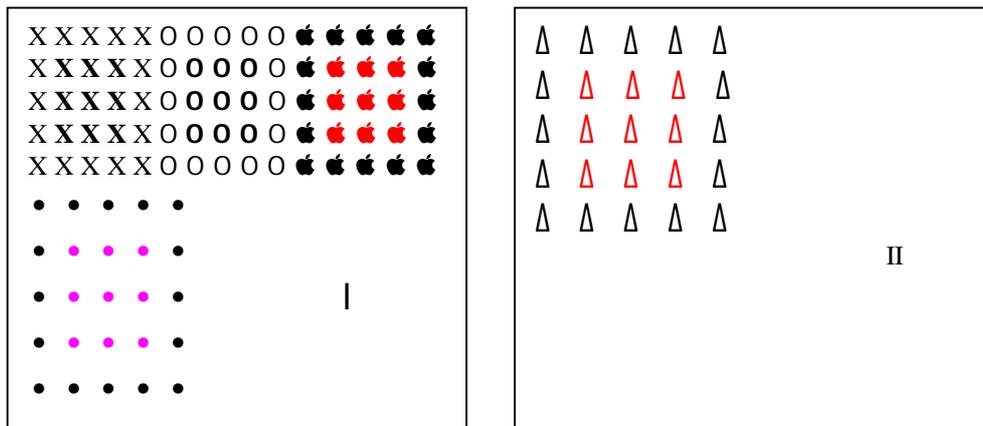
1, 2, 3, 4, 5, dst = baris

X = tanaman tepi (border rows)

\*\*\* = jumlah pohon plot per seedlot

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, apple, ., = Macam provenans yang dibandingkan dan didalam masing-masing blok. Disusun secara random

Cetak tebal dan warna = Jumlah pohon plot yang diamati. Dalam hal ini bila plot berbentuk 5 x 5 pohon, jumlah Pohon yang diamati adalah 9 pohon. Untuk 7 x 7 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 seedlot-seedlot 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 seedlot dengan seedlot yang lain dari

provenans yang diuji, kecuali lewat pengukuran. Tetapi adanya variasi individu yang muncul didalam 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.

## **2.5. ANALISIS UJI SPECIES DAN UJI PROVENANS**

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian uji species maupun uji provenans, pada umumnya cukup sederhana. Yaitu rancangan acak lengkap berblok (RCBD). Apabila antar perlakuan yang dibandingkan berbeda nyata, maka untuk mengetahui perlakuan yang paling baik, dalam hal ini berarti species 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 species. Species yang diuji misalnya species 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 species anda akan menggunakan 50 bibit ( 50 tree plot) sebagai unit eksperimen. Usahakan kondisi di dalam setiap blok sehomogen mungkin.

Usahakan kondisi di dalam setiap blok sehomogen mungkin. Perlakuan (species) 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 (species).

Susun perlakuan secara acak di dalam setiap blok seperti gambar 3 Berikut ini.

| <b>Blok</b> |           |           |  |
|-------------|-----------|-----------|--|
| I           | II        | III       |  |
| Species A   | Species D | Species A |  |
| Species C   | Species B | Species C |  |
| Species B   | Species A | Species B |  |
| Species D   | Species C | Species D |  |

Gambar 2.3. Rancangan penyusunan plot.

Katakanlah anda hendak melakukan pengukuran tinggi pohon yang dinyatakan di dalam m, misalnya hasilnya setelah dirata-rata setiap speciesnya seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hasil rata-rata setelah hasil pengukuran di lapangan

| Species                           | 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 species tumbuh tidak sama cepatnya. Dengan kata lain terdapat variasi dari species A ke species D. Untuk menentukan apakah variasi tersebut disebabkan oleh species 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<br>(Sumber Variasi) | Db (Derajat Bebas) | JK<br>(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 (Species)    | $t-1=v_2$          | 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

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

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

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

Langkah 6 : Hitunglah jumlah kuadrat blok

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

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

Langkah 7 : Hitunglah jumlah kuadrat perlakuan (species)

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

$$\text{JKP} = \frac{227.609}{3} - 56.718,75 = 723,583$$

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

Langkah 9 : Hitunglah rata-rata kuadrat error dan perlakuan dengan jalan membagi kuadratnya dengan derajat bebas masing-masing.

$$\begin{aligned}\text{KTK} &= \frac{\text{JKK}}{v1} \\ &= \frac{183,50}{2} = 91,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{v2} \\ &= \frac{723,58}{3} = 241,19\end{aligned}$$

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

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

Langkah 10 : 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 (Species) | 3             | 723,583        | 241,194           | 2,766    | 4,76    | 9,78  |
| Error               | 6             | 523,167        | 87,195            |          |         |       |
| Total               | 11            | 1.430,250      |                   |          |         |       |

$$\text{FK} = 56.718,75$$

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

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

$$= \frac{\sqrt{87,195}}{68,75} \times 100\%$$
$$= 13,58\%$$

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

## 2.6. 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 eksperimental. 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 dari pada 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 mestilah 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 standard 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 tinggi di lapangan

| Perlakuan    | Persen Hidup (%) |
|--------------|------------------|
| 1. Species A | 80,67            |
| 2. Species B | 70,33            |
| 3. Species C | 63,67            |
| 4. Species 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 (Nitrogen) | 3             | 723,583        | 241,194           | 2,766    | 4,76   | 9,78  |
| Error                | 6             | 523,167        | 87,195            |          |        |       |
| Total                | 11            | 1.430,250      |                   |          |        |       |

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

Nilai LSD ini sekarang dapat digunakan untuk menentukan perbedaan diantara harga rata-rata. Bila perbedaan diantara 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

$$KTG = 87,195$$

$$\text{Galat} = 6$$

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

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

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

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

$$V = DB$$

$$= 2,447 \times 7,62$$

$$= 18,65$$

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

Tabel 2.8. Urutkan nilai rata-rata mulai dari yang terkecil

| Jenis | Rata-rata | huruf | rentang |
|-------|-----------|-------|---------|
| Sm    | 60,33a    | a     | 78,98   |
| Sj    | 63,67a    | a 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<br>(Sumber Variasi) | Db (Derajat Bebas) | JK<br>(Jumlah Kuadrat) | KT (Rata-rata Kuadrat) | F hitung | F Tabel |    |
|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|----------|---------|----|
|                        |                    |                        |                        |          | 5%      | 1% |
| Kelompok               | k-1=v1             | JKK                    | JKK/v1                 | KTK/KTG  | (v1,v3) |    |
| Perlakuan (Species)    | 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)

| Species | 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 masukan 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)

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{8,05^2}{12} \\ &= \frac{64,8025}{12} \\ &= 5,40 \end{aligned}$$

Langkah 5 : Hitunglah Jumlah kuadrat Total

JK 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

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= 5,9113 - 5,40 \\ &= 0,5113 \end{aligned}$$

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

$$JKK = \frac{21,6321}{4} - 5,400 = 0,008025$$

Langkah 7 : Hitunglah jumlah kuadrat perlakuan (species)

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

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

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKK - JKP \\ &= 0,5113 - 0,008025 - 0,4142 \\ &= 0,089075 \end{aligned}$$

Langkah 9 : Hitunglah rata-rata kuadrat error dan perlakuan dengan jalan membagi kuadratnya dengan derajat bebas masing-masing.

$$\begin{aligned} KTK &= \frac{JKK}{v1} \\ &= \frac{0,008025}{2} = 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KTP &= \frac{JKP}{v2} \\ &= \frac{0,4142}{3} = 0,138 \end{aligned}$$

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



Dari data Tabel 2.11, di atas dapat dilihat bahwa F hit lebih kecil dari F tabel maka pengaruh blok, tetapi pengaruh perlakuan F hit 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 eksperimental. 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 dari pada 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 mestilah 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 standard 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 2.13.

Tabel 2.13. Tabel rata-rata hasil pengukuran tinggi di lapangan

| Perlakuan    | Rata-rata Tinggi Tanaman (m) |
|--------------|------------------------------|
| 1. Species A | 0,96                         |
| 2. Species B | 0,75                         |
| 3. Species C | 0,52                         |
| 4. Species 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          |                   |          |        |       |

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

Nilai LSD ini sekarang dapat digunakan untuk menentukan perbedaan diantara harga rata-rata. Bila perbedaan diantara 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

$$KTG = 0,015$$

$$\text{Galat} = 6$$

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

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

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

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

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

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

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 diantara 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 provenance 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

| Provenance | 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 <sub>hitung</sub> | F <sub>table</sub> |    |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----|
|                |                 |                |                   |                     | 5%                 | 1% |
| Perlakuan      | t-1 = V1        | JKP            | JKP/V1            | KTP/<br>KTG         | F(V1, V2)          |    |
| Galat          | (rt-1)-(t-1)=V2 | JKG            | JKG/V2            |                     |                    |    |
| Total          | Rt-1            |                |                   |                     |                    |    |

Ket;  $t_n = F_{hit} \leq F_{table}$

(\*) nyata =  $F_{hit} \geq F_{table} 5\%$

(\*\*) Sangat nyata =  $F_{hit} \geq F_{table} 1\%$

FK = .....

Catatan tidak ada baris untuk ulangan (atau blok)

Langkah 2 : Hitunglah jumlah total seperti Tabel 2.20.

Tabel 2.20. Jumlah Total Perlakuan

| Provenance | 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

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

Langkah 6 : Hitunglah jumlah kuadrat perlakuan

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

Langkah 7 : Hitunglah Varians Error

$$\text{Dengan mengurangi varians perlakuan terhadap varian total} = 0,24 - 0,18 = 0,06$$

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

$$\text{Rata-rata kuadrat perlakuan} = 0,18 : 2 = 0,09$$

$$\text{Rata-rata kuadrat Galat} = 0,06 : 6 = 0,01$$

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 <sub>hitung</sub> | F <sub>tabel</sub> |       |
|----------------|---------------|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------|
|                |               |                |                   |                     | 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

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

$T_{0,01}(6) = 10,92$

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

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

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

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

| Provenance  | Rata-rata | huruf | rentang |
|-------------|-----------|-------|---------|
| Berau       | 1,60a     | a     | 2,02    |
| Ma. Wahau   | 1,60a     | a     | 2,32    |
| PT ITCI Bpp | 1,90a     | a     |         |