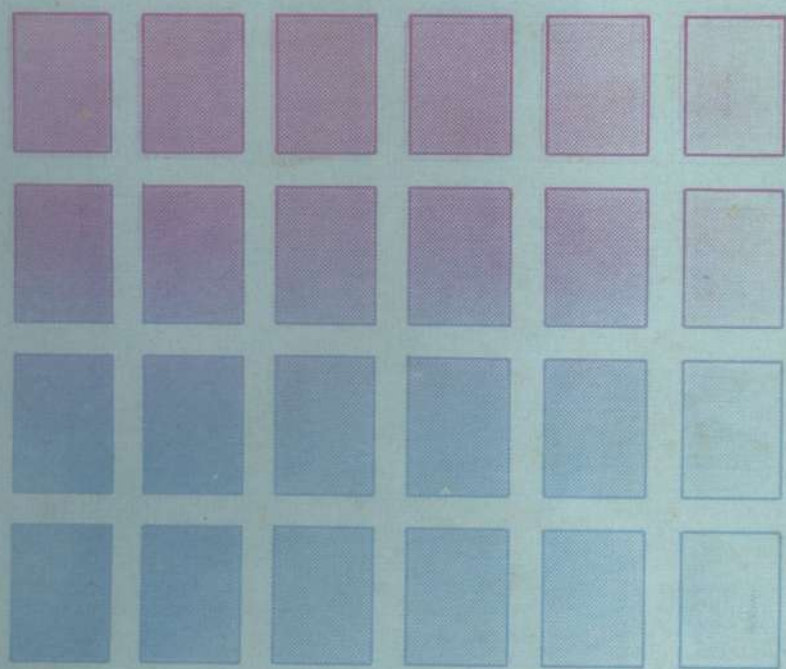


Pengantar Rancangan Percobaan Penelitian Pertanian



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan**

Pengantar Rancangan Percobaan Penelitian Pertanian

Disusun oleh:

Sutjihno



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

1986

Untuk anakku *Wasito Iriyanto* (Alm)

DAFTAR ISI

Prakata	v
Pendahuluan	1
Rancangan Percobaan	2
Dasar-dasar Merancang Percobaan	3
Rancangan Acak Lengkap	5
Rancangan Acak Kelompok Percobaan Satu Faktor	11
Rancangan Persegi Latin	17
Rancangan Acak Kelompok Percobaan Faktorial	26
Rancangan Acak Terpisah	33
Petunjuk Umum dalam Analisis Data	44
Pustaka	47
Daftar Istilah	48
Lampiran	50

PRAKATA

Pembangunan pertanian sangat bergantung pada keberhasilan penelitian dalam menciptakan teknologi unggul. Suatu penelitian dapat mencapai efektivitas dan efisiensi yang tinggi apabila direncanakan dengan sistematis. Oleh karena itu, perancangan percobaan adalah mata rantai awal proses penciptaan teknologi untuk petani. Akibatnya, apabila dalam perancangannya sudah salah, maka pencurahan biaya dan tenaga untuk proses penelitian selanjutnya merupakan suatu pemborosan.

Namun kenyataannya, banyak tenaga-tenaga yang terjun dalam bidang penelitian pertanian masih belum berbekal cukup pengetahuan tentang rancangan percobaan. Maka melalui buku ini penulis berusaha menyajikan suatu pengantar rancangan percobaan. Secara mendalam, pengetahuan ini dapat dipelajari lebih lanjut pada buku-buku yang terdaftar dalam Pustaka.

Walaupun penulis sudah berusaha menyajikan sebaik-baiknya, namun penulis yakin buku ini masih jauh dari sempurna. Saran-saran perbaikan dari pembaca sangat saya harapkan. Saya mengucapkan terima kasih kepada Dr. Subandi dan Dr. Sridodo yang berkesempatan untuk membaca dan memberi saran terhadap isi buku ini. Kepada semua pihak yang membantu penerbitan buku ini saya sampaikan pula penghargaan yang setinggi-tingginya.

Bogor, Juli 1986

Penulis

PENDAHULUAN

Maksud dari sesuatu percobaan, baik lapang maupun laboratorium, adalah untuk memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang telah digariskan oleh peneliti. Sebagai contoh: apakah varietas-varietas padi yang baru diintroduksi mempunyai daya hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas pembandingan. Atau, apakah pemberian suatu pupuk menyebabkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Kalau memang ya, dosis pupuk berapa yang harus diberikan agar diperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya.

Untuk mendapatkan jawaban yang lengkap dari sesuatu percobaan, perlu dibuat suatu rencana percobaan yang lengkap, meliputi:

1. Maksud dan tujuan percobaan.
2. Rancangan percobaan yang dipergunakan, termasuk banyaknya ulangan dan perlakuan-perlakuan yang dicoba.
3. Metode analisis data dan penarikan kesimpulan. Kita ambil contoh, misalnya percobaan pemupukan.

Sebagai dasar dalam pemilihan perlakuan yang akan dicoba, perlu dipertimbangkan hal-hal mengenai tingkat dosis, metode pemberian, dan penggunaan perlakuan baku atau kontrol. Dengan demikian, hipotesis dan kemudian kesimpulan dapat dibuat. Di samping itu, metode pengukuran dan pengambilan contoh perlu ditambahkan untuk analisis data hasilnya.

Agar hasil sesuatu percobaan dapat dipelajari oleh orang lain, maka setelah datanya dianalisis, perlu dibuat kesimpulan dari hasil-hasilnya. Agar kesimpulan tersebut dapat dibuat secara sempurna, pengetahuan tentang tempat percobaan dan jalannya percobaan sangat diperlukan, di samping pengetahuan tentang analisis sidik ragam, uji statistik seperti uji-t, uji-F, BNT, UBD, dan sebagainya.

Akhirul kalam, adalah menjadi tujuan dari tulisan ini untuk mencoba menjelaskan bagaimana merencanakan sesuatu percobaan, memilih rancangan percobaan, analisis data hasil percobaan, dan penarikan kesimpulan dari hasil-hasilnya.

RANCANGAN PERCOBAAN

Apakah rancangan percobaan itu? Rancangan suatu percobaan adalah suatu prosedur pengumpulan data percobaan, baik di lapang maupun di laboratorium, agar dapat ditarik kesimpulan berdasarkan ilmu statistik tentang pengaruh sesuatu perlakuan terhadap obyek tertentu.

Dalam rancangan percobaan, penentuan perlakuan (treatments) memegang peranan penting. Kesimpulan percobaan sering lebih banyak diperoleh dari percobaan yang perlakuan-perlakuaannya dipilih secara cermat terlebih dahulu. Adapun macam perlakuan berbeda-beda bergantung pada faktor yang akan diselidiki, seperti varietas, dosis pemupukan, insektisida/fungisida, dan sebagainya. Pengetahuan yang sempurna tentang bahan-bahan yang akan dipakai sering banyak menolong dalam pemilihan perlakuan yang baik. Dalam percobaan pemupukan misalnya, peneliti biasanya sudah mengetahui dosis yang terlalu rendah dan yang berlebihan untuk sesuatu tanaman. Dengan demikian perlakuan dapat dipilih dengan dosis pada batas-batas kemampuan tanaman itu. Kalau dalam percobaan itu ingin diketahui tanggapan hasil terhadap pemupukan, maka dosisnya dapat dibuat dalam beberapa tingkat, minimal 3 level. Di samping tanggapan hasil, dosis pupuk yang optimum dapat pula dihitung apabila harga per satuan masukan dan keluaran diketahui. Untuk memudahkan penghitungan, dosis yang dicoba biasanya dipilih dengan selang yang sama, misalnya 0, 45, 90, dan 135 kg N/ha. Hal itu tidak berlaku pada percobaan pemupukan saja, tetapi berlaku pula pada percobaan yang lain, seperti percobaan insektisida atau fungisida, meskipun kadang-kadang disusun menurut logaritma.

Perlakuan semacam di atas sering pula disusun dari dua faktor atau lebih, lengkap dengan kombinasi-kombinasinya. Sebagai contoh misalnya perlakuan-perlakuan yang terdiri dari 5 varietas padi dengan 4 tingkat nitrogen (0, 45, 90, dan 135 kg N/ha). Susunan perlakuan semacam ini disebut faktorial. Banyaknya perlakuan adalah $5 \times 4 = 20$. Dengan susunan semacam ini, maka dapat diteliti pula tanggapan varietas pada masing-masing dosis N, dan sebaiknya, atau secara umum disebut interaksi.

Apabila faktor yang diteliti banyak dan masing-masing faktor terdiri dari beberapa kombinasi, maka jumlah perlakuannya akan menjadi banyak sekali. Pada keadaan ini, susunan perlakuan secara faktorial sering dianggap kurang praktis.

Untuk mengatasi persoalan semacam itu, akhir-akhir ini telah diperkenalkan susunan perlakuan secara permukaan tanggapan, di mana perlakuan-perlakuan yang dicoba dipilih hanya beberapa perlakuan saja. Jadi tidak semuanya dicoba. Beberapa rancangan semacam ini telah diberikan oleh Cochran dan Cox (1954) lengkap dengan metode analisis datanya.

DASAR-DASAR MERANCANG PERCOBAAN

Kalau kita menanam suatu jenis jagung pada petakan yang dapat dikatakan "sama" keadaannya tentu kita harapkan hasilnya akan sama. Tetapi dalam kenyataannya hal itu jarang atau bahkan tak pernah terjadi. Perbedaan hasil antara dua petakan yang keadaannya sama dalam istilah statistik disebut galat percobaan (*experimental error*). Dalam sesuatu percobaan besarnya galat dipakai sebagai ukuran ketelitian dan dasar perbandingan antara rata-rata hasil perlakuan.

Dua sumber yang menyebabkan timbulnya galat percobaan adalah:

- 1). Adanya keragaman yang terdapat pada tempat percobaan diadakan. Pada percobaan di lapang, hal ini terutama karena adanya perbedaan kesuburan antar petak percobaan.
- 2). Tidak adanya keseragaman dalam pekerjaan percobaan secara fisik. Timbulnya perbedaan ini disebabkan terutama karena ketidakcermatan dalam penyelenggaraan percobaan.

Untuk merancang suatu percobaan secara efektif, ada tiga syarat pokok yang harus dipenuhi, yaitu: (a) ulangan (*replication*), (b) pengacakan (*randomization*), dan (c) pengelompokan (*local control*).

Ulangan

Sesuatu perlakuan yang dilaksanakan lebih dari satu kali dalam satu percobaan disebut ulangan. Ulangan dilakukan untuk menghitung besarnya galat percobaan dan untuk mempertinggi ketelitian. Sebagaimana telah disebutkan di muka, bahwa galat

percobaan timbul karena adanya perbedaan-perbedaan yang terdapat antara petakan-petakan percobaan yang keadaannya sama atau diperlakukan sama. Nyatalah di sini, bahwa tanpa adanya ulangan maka galat percobaan tidak dapat dihitung sehingga dasar untuk membandingkan rata-rata hasilnya tidak ada. Makin banyak ulangan, hasil percobaan akan makin teliti. Tetapi pada saat yang sama penyelenggaraannyapun makin susah dan mahal, sehingga perlu dicari ketentuan minimum berapa banyaknya ulangan untuk sesuatu percobaan yang masih memberikan hasil cukup teliti. Sebagai pegangan yang dapat dipakai untuk mendapatkan jumlah ulangan yang baik adalah:

$$(r - 1)(t - 1) = 15$$

dimana,

r = banyaknya ulangan, dan

t = banyak perlakuan.

Pengacakan

Untuk mendapatkan hasil yang dapat dipercaya, maka letak tiap perlakuan dalam percobaan perlu dilaksanakan secara acak (random). Hal ini untuk menjaga agar perlakuan bebas dari bias yang disebabkan oleh perbedaan lingkungan percobaan. Prinsip ini penting untuk keperluan penghitungan galat percobaan dan perbandingan rata-rata hasilnya. Pengacakan dapat dikerjakan dengan daftar acak atau secara undian. Adapun caranya dapat dilihat pada daftar bilangan acak terlampir.

Pengelompokan

Untuk meningkatkan efisiensi suatu percobaan, besarnya galat percobaan perlu dikontrol. Makin kecil galat, suatu percobaan makin baik, karena dapat membedakan perbedaan hasil yang kecil. Hal ini dapat dilakukan dengan;

1. Membagi tempat percobaan ke dalam beberapa petak atau kelompok. Di dalam masing-masing petak perlu diusahakan agar kesuburannya homogen.

2. Memperbaiki teknik penyelenggaraan percobaan, misalnya menabur pupuk dengan hati-hati dan merata, memberantas hama dan penyakit yang menyerang tanaman, menimbang hasilnya secara teliti, dan sebagainya.

Di samping ketiga hal tersebut di atas, tentu peneliti harus dapat memilih tempat yang akan dipergunakan untuk menyelenggarakan percobaan dan menggambarkan denah percobaan secara jelas. Ukuran petak serta tanda-tanda perlakuan pada masing-masing petakan percobaan perlu pula diberikan. Jarak tanam sebaiknya digambarkan pula.

Berdasarkan bentuknya, percobaan dapat dibedakan antara lain:

1. Rancangan acak lengkap (completely randomized design).
2. Rancangan acak kelompok (randomized complete block design) pada percobaan satu faktor.
3. Rancangan persegi latin (latin square design).
4. Rancangan acak kelompok pada percobaan faktorial.
5. Rancangan petak terpisah (split plot design).

RANCANGAN ACAK LENGKAP

Rancangan ini merupakan rancangan yang paling sederhana dan biasanya tidak merupakan bentuk yang paling efisien untuk percobaan lapang. Bentuk ini terutama dipakai di rumah kaca atau laboratorium, yang keadaannya hampir homogen. Banyaknya perlakuan dapat berapa saja dan jumlah ulangan untuk tiap perlakuan tidak harus sama, walaupun lebih baik bila sama.

Perletakan tiap perlakuan perlu dilakukan secara acak pada seluruh tempat percobaan. Pengelompokan tidak diperlukan. Adapun keuntungan dari rancangan ini adalah sederhana dan fleksibel, sedang kerugiannya adalah kurang efisien dibandingkan dengan rancangan lain. Dengan perlakuan yang sama apabila percobaan dilaksanakan dengan menggunakan rancangan lain, rancangan acak kelompok misalnya, akan dapat memberikan nilai galat baku yang lebih kecil, yang berarti pula memberikan ketelitian yang lebih tinggi.

Bagan Percobaan

Misalnya kita akan membuat percobaan varietas padi pada sebidang tanah yang kesuburannya merata. Tujuannya adalah untuk membandingkan daya hasil 3 varietas padi unggul yang baru dengan varietas pembanding Syntha, masing-masing diulang 5 kali. Untuk itu maka diperlukan 4×5 petakan percobaan. Dan setelah diadakan pengacakan, diperoleh hasil percobaan seperti pada Gambar 1.

1 B	2 A	3 C	4 A	5 D
6 B	7 A	8 B	9 A	10 C
11 D	12 D	13 B	14 D	15 C
16 B	17 D	18 C	19 A	20 C

Perlakuan:

Pemupukan:

- A. PB 5
- B. PB 8
- C. C4-63
- D. Syntha

90 kg N/ha - 45 kg P_2O_5 /ha

Gambar 1. Bagan percobaan varietas padi dengan 4 varietas masing-masing diulang 5 kali.

Model Matematik

Nilai pengamatan pada tiap petakan percobaan yang dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap, secara matematik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}; \quad \begin{array}{l} i : 1,2,\dots,4 \\ j : 1,2,\dots,5 \end{array}$$

di mana,

- X_{ij} = nilai pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.
- μ = rata-rata umum.
- τ_i = pengaruh perlakuan yang ke-i.
- ϵ_{ij} = galat.

dengan ketentuan bahwa:

1. $Y_{ij} = \mu + \tau_i$ adalah linear dan aditif, dan $\sum \tau_i = 0$
2. ϵ_{ij} disebarkan secara bebas dan normal dengan nilai rata-rata dan keragaman = $(0, \sigma^2)$.

Tahap selanjutnya ialah menyusun tabel sidik ragam dalam bentuk:

SK	db	JK	KT
Perlakuan	t-1	P_{xx}	$P_{xx}/(t-1)$
Galat	t(r-1)	G_{xx}	$G_{xx}/t(r-1)$
Total	(t x r) - 1	T_{xx}	

Untuk analisis data hasilnya secara menyeluruh, perlu terlebih dahulu datanya disusun menurut daftar satu-arah sebagai berikut:

Ulangan (j)	Perlakuan (i)				
	1	2	3	4	
1	X_{11}	X_{21}	X_3	X_{41}	
2	X_{12}	X_{22}	X_3	X_{42}	
3	X_{13}	X_{23}	X_3	X_{43}	
4	X_{14}	X_{24}	X_3	X_{44}	
5	X_{15}	X_{25}	X_3	X_{45}	
Total	$\Sigma X_{1.}$	$\Sigma X_{2.}$	$\Sigma X_{3.}$	$\Sigma X_{4.}$	$\Sigma \Sigma X$
Rata-rata	$\bar{X}_{1.}$	$\bar{X}_{2.}$	$\bar{X}_{3.}$	$\bar{X}_{4.}$	$\bar{X}$

Dalam percobaan contoh, analisisnya diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil gabah kering (t/ha) lima varietas padi yang dicoba.

Ulangan	Varietas				
	A	B	C	D	
1.	4,55	4,26	4,15	2,06	
2.	5,01	4,52	4,02	2,99	
3.	5,23	3,23	3,67	3,01	
4.	5,62	4,57	4,14	3,10	
5.	4,91	3,51	3,64	3,38	
$\Sigma X_{i.} =$	25,32	20,09	19,62	15,04	80,07
$\bar{X}_{i.} =$	5,064	4,018	3,924	3,008	0,004

Analisis Statistik

Analisis sidik ragam terhadap hasil analisis sebelumnya diuraikan pada Tabel 2. Angka-angkanya diperoleh melalui cara yang dijelaskan pada uraian berikutnya.

Tabel 2. Sidik ragam data hasil gabah kering (t/ha) pada percobaan varietas padi.

SK	db	JK	KT	F
Varietas	3	10,6108	3,53693	20,79**
Galat	16	2,7218	0,17011	
Total	19	13,3326		

**Nyata pada 1%.

KK = 10,3%

dimana:

SK = sumber keragaman

db = derajat bebas

JK = jumlah kuadrat

KT = kuadrat tengah

F = Uji-F

Derajat bebas (db)

$$\begin{aligned} \text{db total} &= (\text{perlakuan} \times \text{ulangan}) - 1 \\ &= (t \times r) - 1 \\ &= (4 \times 5) - 1 = 19 \end{aligned}$$

$$\text{db varietas} = t - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{db galat} = t(r - 1) = 4(5 - 1) = 16$$

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\sum X)^2}{n} = \frac{(80,07)^2}{20} = 320,5605$$

n = jumlah seluruh pengamatan

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}\text{JK total} &= \sum \sum X_{ij}^2 - \text{FK} \\ &= 4,55^2 + 5,01^2 + \dots + 3,10^2 + 3,38^2 - \text{FK} \\ &= 333,8531 - 320,5605 = 13,3326\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK varietas} &= \frac{\sum (\sum X_{i.})^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(\sum X_{1.})^2 + (\sum X_{2.})^2 + (\sum X_{3.})^2 + (\sum X_{4.})^2}{5} - \text{FK} \\ &= \frac{25,32^2 + 20,09^2 + 19,62^2 + 15,04^2}{5} - \text{FK} \\ &= 331,1713 - 320,5605 = 10,6108\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK varietas} \\ &= 13,3326 - 10,6108 = 2,7218\end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Apabila nilai jumlah kuadrat dibagi dengan nilai derajat bebas maka akan didapat nilai kuadrat tengah. Untuk data percobaan varietas di atas nilai-nilainya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{KT}_{\text{varietas}} &= 10,6108/3 = 3,53693 \\ \text{KT}_{\text{galat}} &= 2,7218/16 = 0,17011\end{aligned}$$

Signifikansi Uji-F

Guna menentukan apakah nilai hasil uji-F-nya nyata atau tidak, nilai tersebut perlu dibandingkan dengan nilai F-tabel dengan derajat bebas (3,16), yang untuk taraf nyata 5% dan 1% masing-masing nilainya adalah 3,24 dan 5,29. Oleh karena nilai F-hitungnya lebih besar dari nilai F-tabel, baik pada taraf nyata 5% maupun 1%, maka hasil ujinya dinyatakan sangat nyata. Ini menunjuk bahwa antara varietas-varietas yang dicoba secara umum terdapat perbedaan yang sangat nyata.

Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{KT \text{ galat}}{\bar{X}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,17011}}{4,004} \times 100\% = 10,3\%$$

Nilai KK yang semakin kecil menunjukkan bahwa percobaan makin dapat dipercaya. Nilai yang dapat diterima bergantung pada jenis percobaannya. Percobaan hasil padi biasanya sekitar 10%.

RANCANGAN ACAK KELOMPOK PERCOBAAN SATU FAKTOR

Dalam bentuk ini tanah percobaan dibagi ke dalam beberapa kelompok. Masing-masing kelompok dibagi lagi menjadi beberapa petak, yang banyaknya sama dengan perlakuan yang dicoba. Jadi masing-masing perlakuan terdapat hanya satu kali di tiap kelompok sehingga kelompok sering disebut juga sebagai ulangan. Adapun tujuannya adalah untuk menjaga agar keragaman antara perlakuan-perlakuan di dalam sesuatu kelompok terjadi sekecil mungkin. Untuk itu sering dipilih bentuk kelompok yang hampir berbentuk bujur sangkar, atau kalau arah kesuburannya menuju ke satu arah, kelompok dibuat memanjang dan jurusannya dibuat melintang arah kesuburan tanah. Demikian pula kalau tanahnya miring, maka kelompok dibuat empat persegi panjang yang arahnya melintang terhadap arah kemiringan tanah.

Manfaat rancangan ini dibanding dengan rancangan acak lengkap ialah: adanya pembagian ke dalam kelompok, maka keragaman yang disebabkan oleh kelompok dapat disisihkan. Di samping itu, rancangan ini menurunkan galat percobaan, yang berarti pula meningkatkan ketelitian percobaan. Banyaknya perlakuan maupun ulangan tidak dibatasi. Analisis datanya pun masih sederhana. Namun rancangan ini tidak sesuai untuk perlakuan yang jumlahnya besar atau bila kelompok mempunyai keragaman yang sangat besar.

Bagan Percobaan

Perletakan perlakuan ke dalam kelompok harus secara acak dan untuk tiap kelompok diadakan pengacakan baru. Misalkan di suatu tempat dibuat percobaan guna meneliti pengaruh pemupukan N, P, K terhadap hasil jagung varietas H-6. Banyaknya perlakuan yang dicoba ada 6, terdiri dari 0, P, N, NP, NK, dan NPK. Masing-masing perlakuan diulang 4 kali. Setelah diacak dan dicoba, bagan hasil percobaan dijelaskan dengan Gambar 2.

I	B ₁	E ₁	A ₁	C ₁	F ₁	D ₁
II	E ₂	C ₂	A ₂	F ₂	D ₂	B ₂
III	A ₃	C ₃	B ₃	F ₃	D ₃	E ₃
IV	A ₄	D ₄	F ₄	B ₄	E ₄	C ₄

Perlakuan: A = 0, B = P, C = N, D = NP, E = NK, F = NPK

Varietas : Jagung H-6

Gambar 2. Bagan percobaan pemupukan NPK pada jagung varietas H-6.

Model Matematik

Dalam rancangan acak kelompok, model linear yang dipergunakan adalah:

$$X_{ij} = \mu + \rho_i + \tau_j + \epsilon_{ij}; \quad \begin{matrix} i : 1, 2, \dots, r \\ j : 1, 2, \dots, t \end{matrix}$$

di mana,

μ = rata-rata umum

ρ_i = pengaruh ulangan yang ke- i

τ_j = pengaruh perlakuan yang ke- j

ϵ_{ij} = galat

Seperti halnya pada rancangan acak lengkap ketentuannya, ialah bahwa:

1. $X_{ij} = \mu + \rho_i + \tau_j$ adalah linear dan aditif dengan $\sum \rho_i = \sum \tau_j = 0$, dan
2. ϵ_{ij} disebarkan secara normal dan bebas dengan nilai rata-rata dan keragaman $(0, \sigma^2)$.

Adapun kerangka sidik ragamnya adalah:

SK	db	JK	KT
Ulangan	$r - 1$	U_{xx}	$U_{xx}/(r - 1)$
Perlakuan	$t - 1$	P_{xx}	$P_{xx}/(t - 1)$
Galat	$(r - 1)(t - 1)$	G_{xx}	$G_{xx}/(r - 1)(t - 1)$
Total	$rt - 1$	T_{xx}	

Analisis Statistik

Untuk analisis data hasil percobaan pada Gambar 2, perlu terlebih dahulu disusun datanya menurut daftar dua-arah seperti yang tercantum dalam Tabel 3 berikut ini.

Setelah dianalisis, didapat hasil seperti yang tercantum dalam Tabel 4, yang cara-cara penghitungannya dapat dipelajari pada uraian berikutnya.

Tabel 3. Data hasil jagung pipilan kering (t/ha) menurut perlakuan dan ulangan.

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata
	I	II	III	IV		
A. O	0,87	0,57	1,17	1,25	3,86	0,96
B. P	2,26	1,95	2,52	2,53	9,26	2,32
C. N	1,60	1,22	2,16	2,36	7,33	1,83
D. NP	2,58	2,52	2,70	3,22	11,02	2,76
E. NK	2,60	2,42	2,01	3,01	10,04	2,51
F. NPK	2,75	2,52	2,86	3,16	11,29	2,82
Total	12,65	11,21	13,42	15,53	52,81	

Tabel 4. Sidik ragam data hasil jagung (t/ha).

SK	db	JK	KT	F
Ulangan	3	1,6266	0,5422	11,07 ^{**}
Perlakuan	5	9,8773	1,9755	40,32 ^{**}
Galat	15	0,7349	0,0490	
Total	23	12,2388		

^{**} Nyata pada taraf 1%.

KK = 10,1%.

Sumber Keragaman (SK)

Sebagaimana telah diterangkan dimuka, bahwa rancangan acak kelompok, petak percobaan dibagi ke dalam kelompok atau ulangan sehingga sumber keragamannya tidak hanya terdiri dari perlakuan dan galat tetapi juga ulangan/kelompok.

Derajat Bebas (db)

Besarnya derajat bebas untuk ulangan dan perlakuan sama dengan banyaknya ulangan atau perlakuan dikurangi satu, sedang derajat bebas galat sama dengan hasil perkalian derajat bebas ulangan x derajat bebas perlakuan. Jumlah ketiga-tiganya harus sama dengan derajat bebas total, yaitu $n - 1$.

Jumlah Kuadrat (JK)

Nilai jumlah kuadrat untuk masing-masing sumber keragaman dihitung sebagai berikut:

$$FK = \frac{(\sum \sum X)^2}{n} = \frac{(52,81)^2}{24} = 116,1820$$

n = jumlah seluruh pengamatan

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= \sum \sum X_{ij}^2 - FK \\ &= 0,87^2 + 0,57^2 + \dots + 3,16^2 - FK \\ &= 128,4208 - 116,1820 = 12,2388 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ ulangan} &= \sum (\sum X_{i.})^2 / t - FK \\ &= \frac{12,65^2 + \dots + 15,53^2}{6} - FK \\ &= 117,3086 - 116,1820 = 1,6266 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ perlakuan} &= \sum (\sum X_{.j})^2 / r - FK \\ &= \frac{3,86^2 + \dots + 11,29^2}{4} - FK \\ &= 126,0593 - 116,1820 = 9,8773 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ galat} &= JK \text{ total} - JK \text{ ulangan} - JK \text{ perlakuan} \\ &= 12,2388 - 1,6266 - 9,8773 \\ &= 0,7349 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Kuadrat tengah merupakan rata-rata jumlah kuadrat yang nilainya sama dengan jumlah kuadrat dibagi dengan derajat bebas, sehingga:

$$\text{KT ulangan} = \frac{1,6266}{3} = 0,5422$$

$$\text{KT perlakuan} = \frac{9,8773}{5} = 1,9755$$

$$\text{KT galat} = \frac{0,7349}{15} = 0,0490$$

Uji-F

Nilai uji-F didapat dengan membagi nilai KT dengan nilai KT galat, yang masing-masing adalah:

$$F\text{-ulangan} = \frac{0,5422}{0,0490} = 11,07$$

$$F\text{-perlakuan} = \frac{1,9755}{0,0490} = 40,32$$

Oleh karena nilai F-perlakuan lebih besar dari nilai F-tabel pada taraf nyata 1% maka antara perlakuan yang dicoba terdapat perbedaan yang sangat nyata.

Perbandingan Perlakuan

Untuk membandingkan angka rata-rata hasil perlakuan dan menentukan perlakuan-perlakuan mana yang memberikan perbedaan nyata dibanding dengan perlakuan kontrol, uji yang biasa dipergunakan adalah uji BNT yang rumusnya sebagai berikut:

$$\text{BNT}_\alpha = t_\alpha \sqrt{\frac{2 \text{ KT galat}}{r}}$$

di mana,

t = nilai t-tabel

α = taraf nyata

Untuk data dalam Tabel 3, nilainya adalah:

$$BNT_{0,05} = 2,13 (3,130) = 0,67 \text{ t/ha}$$

$$BNT_{0,01} = 2,95 (3,130) = 0,92 \text{ t/ha}$$

dan setelah kita perbandingkan dengan nilai rata-rata perlakuan A (perlakuan kontrol) ternyata hanya rata-rata perlakuan B yang tidak menunjukkan beda yang sangat nyata.

Di samping nilai BNT, biasanya diberikan pula nilai koefisien keragaman (KK) guna menunjukkan keragaman perlakuan secara menyeluruh, yang nilainya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{\bar{X}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,0490}}{2,20} \times 100\% = 10,1\% \end{aligned}$$

RANCANGAN PERSEGI LATIN

Bentuk ini dipakai apabila kesuburan tanahnya menuju ke dua arah, atau kalau tidak diketahui ke mana arah kesuburan tanah itu. Di sini tanah percobaan dibagi ke dalam baris dan kolom yang arahnya melintang satu sama lain. Hal ini memungkinkan untuk mengukur dan menyisihkan keragaman tanah percobaan ke dua arah dan dengan demikian menurunkan galat percobaan.

Dasar utama dalam rancangan persegi latin ialah tiap perlakuan hanya terdapat satu kali dalam tiap baris dan tiap kolom. Jadi banyaknya ulangan sama dengan banyaknya perlakuan. Oleh karenanya apabila perlakuannya banyak maka rancangan ini menjadi kurang praktis. Banyaknya perlakuan yang biasa digunakan ialah antara 5 dan 8. Apabila perlakuan yang dicoba hanya sedikit (4 atau kurang), rancangan acak kelompok dengan banyak ulangan biasanya memberikan hasil yang lebih efisien.

Bagan Percobaan

Dalam bagian ini digunakan contoh percobaan pengaruh insektisida terhadap hasil padi, untuk 5 perlakuan A, B, C, D, dan E, akan terdapat bagan percobaan seperti pada Gambar 3.

		Kolom				
Baris	I	E	B	D	C	A
		3,51	3,92	3,73	3,91	3,54
	II	D	A	B	E	C
		3,53	3,06	4,02	3,63	4,05
	III	B	D	C	A	E
IV		4,84	3,87	4,25	3,64	3,21
	IV	C	E	A	D	B
		4,55	3,52	3,44	3,05	4,52
V	V	A	C	E	B	D
		3,38	4,13	3,60	4,01	3,50

Perlakuan:

- A. Kontrol
- B. Endrin (FC)
- C. Dildrin (EC)
- D. γ -BHC (WP)
- E. DDT (WP)

Angka menunjukkan
hasil padi (t/ha)

Gambar 3. Bagan percobaan insektisida dalam rancangan persegi latin dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan.

Model Matematika

Untuk rancangan persegi latin model linearnya adalah:

$$X_{ijk} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk}; \quad \begin{array}{l} i : 1, 2, \dots, t \\ j : 1, 2, \dots, t \\ k : 1, 2, \dots, t \end{array}$$

di mana,

- μ = rata-rata umum
- ρ_i = pengaruh baris yang ke- i
- γ_j = pengaruh kolom yang ke- j
- τ_k = pengaruh perlakuan yang ke- k
- ε_{ijk} = galat

dengan ketentuan $\sum \rho_i = \sum \gamma_j = \sum \tau_k = 0$, sedang ketentuan lain sama dengan rancangan-rancangan yang diuraikan sebelum rancangan persegi latin.

Untuk analisis sidik ragam, dipergunakan kerangka:

SK	db	JK	KT
Baris	$t - 1$	B_{xx}	$B_{xx}/(t - 1)$
Kolom	$t - 1$	K_{xx}	$K_{xx}/(t - 1)$
Perlakuan	$t - 1$	P_{xx}	$P_{xx}/(t - 1)$
Galat	$(t - 1)(r - 1)$	G_{xx}	$G_{xx}/(t - 1)(r - 1)$

Analisis Statistik

Untuk penghitungan-penghitungan statistik data perlu disusun terlebih dahulu menurut tabel dua-arah (Tabel 5 dan 6). Dari tabel tersebut, kemudian dibuat analisis sidik ragam.

Sumber Keragaman (SK)

Sebagaimana dapat dipelajari dalam modelnya maka dapat disusun sumber keragaman seperti yang tercantum dalam Tabel 7, yaitu terdiri dari baris, kolom, perlakuan dan galat.

Tabel 5. Data hasil (t/ha) menurut kolom dan baris.

Baris (i)	Kolom (j)					Total
	I	II	III	IV	V	
I	3,51	3,92	3,73	3,91	3,54	18,61
II	3,53	3,06	4,02	3,63	4,65	18,29
III	4,84	3,87	4,25	3,64	3,21	19,81
IV	4,55	3,52	3,44	3,05	4,51	19,08
V	3,38	4,13	3,60	4,01	3,50	18,62
Total	19,81	18,50	19,04	18,24	18,82	94,41

Tabel 6. Data hasil (t/ha) menurut perlakuan dan baris.

Perlakuan (k)	Baris (i)					Total
	I	II	III	IV	V	
A. Kontrol	3,54	3,06	3,64	3,44	3,38	17,06
B. Endrin (EC)	3,92	4,02	4,84	4,52	4,01	21,31
C. Dildrin (EC)	3,91	4,05	4,25	4,55	4,13	20,89
D. γ BHC (WP)	3,73	3,53	3,67	3,05	3,50	17,68
E. DDT (WP)	3,51	3,63	3,21	3,52	3,60	17,47

Tabel 7. Analisis sidik ragam percobaan insektisida.

SK	db	JK	KT	F
Baris	4	0,2787	0,069675	1,020
Kolom	4	0,2886	0,072155	1,056
Perlakuan	4	3,3370	0,834275	12,211**
Galat	12	0,8198	0,068322	
Total	24	4,7344		

** Nyata pada taraf 1%.

KK = 6,9%.

Derajat Bebas (db)

Derajat bebas baris, kolom, dan perlakuan masing-masing besarnya = $(t - 1)$, dimana t adalah banyaknya perlakuan yang dicoba. Sedang besarnya derajat bebas untuk galat adalah $(t - 1)(t - 2)$. Jumlah keempatnya harus sama dengan derajat bebas total $(n - 1)$.

Jumlah Kuadrat (JK)

Nilai jumlah kuadrat untuk masing-masing sumber keragaman dihitung sebagai berikut:

$$FK = \frac{(\sum \sum X)^2}{n} = \frac{(944,1)^2}{25} = 356,52992$$

n = banyaknya pengamatan

$$\begin{aligned} \text{JK total} &= \sum \sum X_{ij}^2 - FK \\ &= 3,51^2 + 3,53^2 + \dots + 3,50^2 - FK \\ &= 361,2643 - 356,52992 = 4,73438 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK baris} &= \frac{\sum (\sum X_{i.})^2}{t} - FK \\ &= \frac{18,61^2 + \dots + 18,62^2}{5} - FK \\ &= 356,80842 - 356,52992 = 0,2787 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK kolom} &= \frac{\sum (\sum X_{.j})^2}{t} - FK \\ &= \frac{19,81^2 + \dots + 18,82^2}{5} - FK \\ &= 356,81954 - 356,52992 = 0,28962 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlakuan} &= \frac{\sum (\sum X_{..k})^2}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{17,06^2 + \dots + 17,47^2}{5} - \text{FK} \\
 &= 359,86702 - 356,52992 = 3,3371
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK baris} - \text{JK kolom} - \text{JK perlakuan} \\
 &= 4,73438 - 0,27870 - 0,28962 - 3,3371 \\
 &= 0,81986
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Nilai kuadrat tengah dihitung dengan membagi nilai jumlah kuadrat dengan derajat bebas yang bersangkutan. Sebagai contoh:

$$\text{KT perlakuan} = \frac{3,3371}{4} = 0,834275$$

Uji-F

Untuk mendapatkan nilai F caranya ialah dengan membagi masing-masing kuadrat tengah dengan nilai kuadrat tengah galat.

$$\text{F-perlakuan} = \frac{0,834375}{0,068322} = 12,211$$

Kemudian nilainya dibandingkan dengan nilai F-tabel dengan derajat bebas $(t - 1)$ dan $(t - 1)(t - 2)$ guna menentukan apakah hasil ujinya nyata atau tidak. Besarnya nilai F-tabel pada taraf nyata 5% dan 1% adalah:

$$\begin{aligned}
 F_{0,05} (4, 12) &= 3,26 \\
 F_{0,01} (4, 12) &= 5,41
 \end{aligned}$$

Oleh karena F-hitung nilainya lebih besar dari nilai $F_{0,1} (4, 12)$ maka kita nyatakan sangat nyata.

Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KT_{\text{galat}}}}{\bar{X}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,068322}}{3,776} \times 100\% = 6,9\%$$

Perbandingan Rata-rata Hasil Perlakuan

Oleh karena nilai F-nya menunjukkan hasil uji yang sangat nyata maka perlu diteliti lebih lanjut, insektisida yang mana yang memberikan pengaruh nyata kepada hasil. Untuk itu dapat pula dihitung besarnya nilai BNT pada taraf nyata 5% dan 1% guna membandingkan sembarang dua nilai rata-rata hasil perlakuan.

Namun mengingat bahwa perlakuan yang dicoba juga dimaksudkan untuk membandingkan pengaruh insektisida bubuk (powder, WP) dengan cairan (EC), maka jumlah kuadrat perlu diuraikan ke dalam kelompok perbandingan. Dengan demikian penarikan kesimpulan dapat lebih dipermudah. Metode yang sering digunakan adalah **metode perbandingan derajat bebas tunggal** yang mempunyai persyaratan:

1. Besarnya pengaruh (Q) dari suatu perbandingan digambarkan dengan persamaan:

$$Q = c_1T_1 + c_2T_2 + \dots + c_tT_t = \sum c_kT_k$$

T_k = total perlakuan ke-k

c_k = koefisien; $\sum c_k = 0$

Banyaknya perbandingan maksimum (t - 1). Untuk perbandingan 1: **Kontrol vs Insektisida**, dapat disusun koefisiennya:

	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Total	17,06	21,31	20,89	17,68	1
Koefisien C_k	-4	1	1	1	

Seharusnya besar koefisien berturut-turut $-1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$ tetapi untuk menghindari pecahan digunakan angka bulat $-4, 1, 1, 1, 1$. Dengan demikian besar pengaruh perbandingan

1: Kontrol vs Insektisida adalah:

$$Q_1 = (-4)(17,06) + 21,31 + 20,89 + 17,68 + 17,47 = 9,11$$

Tabel perbandingan selengkapnya sebagai berikut:

Perbandingan (p)	Perlakuan (k)					Pengaruh (Q)	Σc_k^2
	1	2	3	4	5		
	Total						
	17,06	21,31	25,89	17,68	17,47		
	Koefisien (c_{pk})						
1. Kontrol vs Insektisida	-4	1	1	1	1	9,11	20
2. EC vs WP	0	1	1	-1	-1	7,05	4
3. Endrin vs Dildrin	0	1	-1	0	0	0,42	2
4. BHC vs DDT	0	0	0	1	-1	0,21	2

2. Kolom-baris koefisien harus ortogonal, yaitu setiap jumlah perkalian dua perbandingan sembarang sama dengan 0. Contohnya perbandingan 1 dan 3:

$$c_{11}c_{31} + c_{12}c_{32} + c_{13}c_{33} + c_{14}c_{34} + c_{15}c_{35} = 0$$

$$-4(0) + 1(1) + 1(-1) + 1(0) + 1(0) = 0$$

$$1 - 1 = 0$$

3. Jumlah kuadrat pengaruh dinyatakan:

$$JK_{Qp} = Q_p^2 / r (\Sigma c_p^2)$$

$$JK \text{ perlakuan} = Q_1^2 / r (\Sigma c_1) + \dots + Q_p^2 / r (\Sigma c_p)$$

$$\text{Jadi, } JK_{Q1} = 9,11^2/5 (20) = 0,8299$$

$$JK_{Q2} = 7,05^2/5 (4) = 2,4851$$

$$JK_{Q3} = 0,42^2/5 (2) = 0,0176$$

$$JK_{Q4} = 0,21^2/5 (2) = 0,0944$$

$$\Sigma JK_{Qp} = 3,3370$$

Nilai ini sama dengan JK perlakuan (lihat Tabel 7).

Untuk menguji signifikansi nilai rata-rata pengaruh masing-masing, dapat digunakan uji-t dengan jalan menghitung:

$$t = \frac{Q/r}{S_E}$$

$$\text{di mana } S_E = \sqrt{KT \text{ galat } (\Sigma c^2)/r}$$

Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel berikut:

Perbandingan	Rata-rata pengaruh (Q/r)	t
Kontrol vs Insektisida	1,822	3,485**
EC vs WP	1,410	6,031**
Endrin vs Dildrin	0,084	0,505
BHC vs DDT	0,042	0,254

**Nyata pada taraf 1%.

Pemberian insektisida secara umum meningkatkan hasil, sedang antara EC dibanding dengan WP, insektisida EC memberikan hasil yang lebih tinggi. Antara Endrin dengan Dildrin, ataupun antara BHS dengan DDT tidak terdapat perbedaan yang nyata.

RANCANGAN ACAK KELOMPOK PERCOBAAN FAKTORIAL

Dalam percobaan faktorial, pengaruh dua faktor atau lebih diselidiki secara bersama-sama. Apabila pengaruh suatu faktor diperkirakan akan berubah menurut tingkatan faktor tersebut, percobaan sering menggunakan rancangan faktorial. Ciri khas dari rancangan faktorial adalah susunan perlakuannya terdiri dari kombinasi lengkap antara tingkatan faktor-faktor yang diteliti. Susunan perlakuan semacam itu memungkinkan pula bagi peneliti untuk mempelajari pengaruh faktor yang satu pada tiap tingkat faktor yang lain atau dikenal sebagai pengaruh interaksi. Meskipun seandainya pengaruh interaksinya tidak nyata, keuntungan masih diperoleh pula karena pengaruh dosis masing-masing faktor dapat diteliti secara lebih luas di berbagai tingkat faktor yang lain. Mengenai pelaksanaan percobaan dapat dilaksanakan dalam rancangan apa saja. Pada umumnya banyak yang menyenangi rancangan acak kelompok.

Meskipun begitu, oleh karena apabila faktor yang diteliti banyak dan masing-masing faktor dicoba dalam beberapa kombinasi maka perlakuannya menjadi banyak sekali sehingga menjadi kurang praktis untuk dilaksanakan di lapang. Untuk mengatasi persoalan itu, akhir-akhir ini telah diketemukan rancangan permukaan respon dengan perlakuan yang terdiri dari hanya beberapa kombinasi antara tingkat faktor yang diteliti. Jadi tidak semua kombinasinya dicoba. beberapa rancangan tersebut telah dibuat oleh Cochran dan Cox (1956) lengkap dengan cara analisis datanya.

Sebagai contoh dapat dipelajari hasil percobaan interaksi galur-galur ubijalar x nitrogen yang dilaksanakan oleh Balittan Bogor di Tawangmangu pada MH 1982/83. Rancangan yang dipakai adalah rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan.

Bagan Percobaan

Bagan percobaan interaksi galur-galur ubijalar x nitrogen di Tawangmangu adalah sebagai berikut:

I	J	M	I	A	N	P	D	O	B	H	K	F	C	G	L	E
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

II	P	K	B	H	O	E	N	A	F	I	C	G	D	J	H	L
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

III	A	J	E	I	K	C	L	P	D	O	F	G	M	B	N	H
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Perlakuan:

A = V ₁ N ₀	E = V ₂ N ₀	I = V ₃ N ₀	M = V ₄ N ₀
B = V ₁ N ₄₅	F = V ₂ N ₄₅	J = V ₃ N ₄₅	N = V ₄ N ₄₅
C = V ₁ N ₉₀	G = V ₂ N ₉₀	K = V ₃ N ₉₀	O = V ₄ N ₉₀
D = V ₁ N ₁₃₅	H = V ₂ N ₁₃₅	L = V ₃ N ₁₃₅	P = V ₄ N ₁₃₅

Gambar 4. Bagan percobaan interaksi galur ubijalar dan nitrogen.

Model Matematik

Adapun model linear untuk tiap pengamatan pada percobaan faktorial adalah sebagai berikut:

$$X_{ij} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i : 1, 2, \dots, r$$

$$j : 1, 2, \dots, v$$

$$k : 1, 2, \dots, n$$

di mana:

- μ = rata-rata umum
- ρ_i = pengaruh kelompok yang ke-i
- α_j = pengaruh varietas yang ke-j
- β_k = pengaruh dosis N yang ke-k
- $(\alpha\beta)_{jk}$ = pengaruh interaksi varietas x N
- ϵ_{ijk} = galat

dengan ketentuan bahwa $\sum \rho_i = 0$, $\sum \alpha_j = \sum \beta_k = \sum (\alpha\beta)_{jk} = 0$.
Ketentuan lain ialah bahwa ϵ_{ijk} menyebar secara normal dan bebas dengan nilai rata-rata dan varian = $(0, \sigma^2)$.

Analisis Statistik

Untuk analisis data, data terlebih dahulu disusun menurut perlakuan dan ulangan (Tabel 8). Dan agar pengaruh masing-masing faktor dan interaksinya dapat ditentukan maka perlakuan-nya disusun dua arah, seperti yang tercantum dalam Tabel 9.

Dari analisis sidik ragam data, didapatkan sidik ragam seperti yang tercantum dalam Tabel 10. Cara penghitungannya diberikan pada keterangan berikutnya.

Sumber Keragaman (SK)

Dalam rancangan percobaan faktorial, sumber keragaman perlakuan diuraikan ke dalam faktor Varietas (V), Nitrogen (N), dan interaksi V x N. sedangkan sumber keragaman yang lain sama dengan pada rancangan acak kelompok biasa.

Derajat Bebas (db)

Oleh karena ada 4 galur ubijalar dan 4 tingkat dosis nitrogen yang dicoba, maka jumlah perlakuannya ada 16. Dengan 16 perlakuan, derajat bebasnya ada $16 - 1 = 15$. Penguraian derajat bebas perlakuan ke dalam faktor varietas, nitrogen dan interaksi V x N memberikan nilai derajat bebas masing-masing 3, 3, dan 9. Derajat bebas interaksi diperoleh dengan mengalikan derajat bebas masing-masing faktornya. Sedang derajat bebas galat diperoleh dari perkalian db kelompok dan db perlakuan.

Tabel 8. Data hasil ubijalar (kg/petak)

Perlakuan	Ulangan (i)			Total
	I	II	III	
V ₁ N ₀	6,60	9,55	4,95	21,10
N ₁	11,15	16,75	8,00	35,90
N ₂	14,90	15,75	12,20	42,85
N ₃	11,90	15,00	13,95	40,85
V ₂ N ₀	4,90	6,60	12,50	24,00
N ₁	8,15	10,00	12,45	30,60
N ₂	11,90	9,85	14,55	36,30
N ₃	11,80	10,30	14,95	37,05
V ₃ N ₀	6,05	5,95	3,90	15,90
N ₁	4,65	5,15	9,85	19,65
N ₂	5,70	10,75	13,75	30,20
N ₃	5,30	9,05	14,80	29,15
V ₄ N ₀	1,30	2,65	3,45	7,40
N ₁	1,80	2,45	6,22	10,47
N ₂	1,58	1,15	6,70	9,43
N ₃	1,75	1,25	7,55	10,55
Total	109,43	131,60	161,37	401,40

Tabel 9. Hasil ubijalar total 3 ulangan menurut varietas dan dosis nitrogen.

Varietas (j)	Nitrogen (k)				Total
	0	45	90	135	
Prambanan	21,10	35,90	42,85	40,85	140,70
No. 57/1	24,00	30,60	36,30	37,05	127,95
OP/IK7	15,90	19,65	30,20	29,15	94,90
Lokal	7,40	10,47	9,43	10,55	37,85
Total	68,40	96,62	118,78	117,60	

Tabel 10. Sidik ragam data hasil ubijalar.

SK	db	JK	KT	F
Kelompok	2	79,438	39,715	5,907 ^{**}
Perlakuan	15	712,266		
Varietas (V)	(3)	(527,153)	175,718	26,136 ^{**}
Nitrogen (N)	(3)	(139,328)	46,443	6,908 ^{**}
V x N	(9)	(45,785)	5,687	0,757
Galat	30	201,696		
Total	47	993,392		

^{**} Nyata pada taraf 1%.

KK = 31,01%.

Jumlah Kuadrat (JK)

Faktor Koreksi (FK):

$$FK = \frac{(\sum \sum \sum X_{...})^2}{n} = \frac{401,4^2}{48} = 3356,71$$

$$\begin{aligned} JK \text{ total} &= \sum \sum \sum X_{ijk}^2 - FK \\ &= 6,60^2 + \dots + 7,55^2 - FK \\ &= 4350,103 - 3356,71 = 993,392 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ kelompok} &= \Sigma (\sum \sum X_{i..})^2 / ab - FK \\ &= \frac{109,43^2 + 131,6^2 + 161,37^2}{4 \times 4} - FK \\ &= 3436,148 - 3356,71 \\ &= 79,438 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlakuan} &= \Sigma(\Sigma X_{.jk})^2/r - \text{FK} \\
 &= \frac{21,10^2 + 35,90^2 + \dots + 10,55^2}{3} - \text{FK} \\
 &= 4068,976 - 3356,71 \\
 &= 712,266
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK varietas} &= \Sigma(\Sigma X_{.j.})^2/rb - \text{FK} \\
 &= \frac{140,7^2 + \dots + 37,85^2}{3 \times 4} - \text{FK} \\
 &= 3883,863 - 3356,71 \\
 &= 527,153
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK nitrogen} &= \Sigma(\Sigma X_{..k})^2/ra - \text{FK} \\
 &= \frac{68,4^2 + \dots + 117,6^2}{3 \times 4} - \text{FK} \\
 &= 3496,038 - 3356,71 \\
 &= 139,328
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK V x N} &= \Sigma(\Sigma X_{.jk})^2/r - \text{FK} - \text{JK Var.} - \text{JK N} \\
 &= \frac{21,10^2 + \dots + 10,55^2}{3} - \text{FK} - \text{JK Var.} - \text{JK N} \\
 &= 4068,976 - 3356,71 - 527,153 - 139,328 \\
 &= 45,785
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK kelompok} - \text{JK perlakuan} \\
 &= 993,392 - 79,438 - 712,266 \\
 &= 201,696
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned}
 \text{KT kelompok} &= \text{JK kelompok/db kelompok} \\
 &= 79,438/2 = 39,715
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{KT perlakuan} &= \text{JK perlakuan/db perlakuan} \\ &= 712,226/15 = 47,484\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{KT varietas} &= \text{JK varietas/db varietas} \\ &= 527,153/3 = 175,718\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{KT nitrogen} &= \text{JK nitrogen/db nitrogen} \\ &= 139,328/3 = 46,443\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{KT V x N} &= \text{JK V x N/db V x N} \\ &= 45,785/9 = 5,087\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{KT galat} &= \text{JK galat/db galat} \\ &= 201,696/30 = 6,723\end{aligned}$$

Uji-F

Nilai uji-F diperoleh sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{KT sumber}}{\text{KT galat}}$$

yang apabila hipotesisnya benar akan disebarkan menurut penyebaran F dengan derajat bebas (db sumber, db galat). Pada umumnya uji-F hanya dikerjakan pada perlakuan yang diperhitungkan. Oleh karena dalam rancangan faktorial, derajat bebas perlakuan diuraikan ke dalam faktor-faktor dan interaksinya, maka uji-F-nya dihitung sesuai dengan penguraian tersebut. Untuk percobaan klon ubijalar x nitrogen yang dilaksanakan oleh Balittan Bogor nilai uji-F-nya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}F \text{ varietas} &= 175,718/6,723 = 26,136^{**} \\ F \text{ nitrogen} &= 46,443/6,723 = 6,908^{**} \\ F \text{ V x N} &= 5,087/6,723 = 0,757\end{aligned}$$

Apabila nilai-nilainya dibandingkan dengan nilai F-tabel pada taraf nyata 5% dan 1%, ternyata bahwa antara galur-galur dan antara dosis nitrogen yang dicoba terdapat perbedaan rata-rata hasil yang sangat nyata. Tetapi tidak demikian pada interaksinya.

Seperti halnya pada rancangan-rancangan lain, untuk menentukan perlakuan-perlakuan mana yang memberikan pengaruh nyata dibanding dengan perlakuan kontrol, diperlukan pula uji khusus seperti BNT atau UBD. besarnya nilai uji BNT untuk varietas, nitrogen dan interaksi V x N adalah

$$BNT_{\alpha} = \frac{\sqrt{2 \text{ KT galat (efektif)}}}{r}$$

di mana:

KT galat (efektif) = KT galat/banyaknya tingkatan faktor yang lain. Sebagai hasil penghitungan dari sidik ragam dalam Tabel 10 didapat nilai-nilai sebagai berikut:

	BNT	
	5%	1%
Varietas	1,799	2,604
Nitrogen	1,799	2,604
V x N	tn	tn

RANCANGAN PETAK TERPISAH

Dalam percobaan yang perlakuan-perlakuannya terdiri dari dua faktor atau lebih, kadang-kadang pengaruh salah satu faktor-nya telah dikethauli atau dianggap kurang penting, tetapi interaksinya dengan faktor yang lain perlu diteliti. Untuk itu, ketelitian faktor yang telah diketahui sering dikorbankan guna meningkatkan ketelitian faktor yang belum diketahui dan interaksi antara keduanya. Atau oleh karena dalam prakteknya percobaan susah dilaksanakan dalam petak-petak kecil, maka kedua faktor yang dicoba terpaksa diteliti dengan ketelitian yang tidak sama. Sebagai contoh, misalnya percobaan pengairan pada beberapa varietas padi. Untuk faktor pengairan memerlukan petakan yang besar-besaran, sedang untuk faktor varietas tidak. Oleh karenanya maka tanah yang akan dipakai untuk membuat percobaan pada mulanya dibagi-bagi kedalam petak yang besar untuk perlakuan pengairan atau faktor yang telah diketahui pengaruhnya, kemudian setiap petak besar dibagi menjadi petak-petak kecil untuk ditanami berbagai varietas padi yang akan diteliti.

Untuk melaksanakan percobaan semacam itu pada umumnya dipergunakan rancangan-rancangan petak terpisah (split plot design). Petak-petak yang besar disebut petak utama, sedang petak-petak kecil di dalam petak yang besar disebut anak petak. Seperti halnya pada rancangan lain, peletakan perlakuan pada setiap petakan perlu dilakukan secara acak agar hasilnya tidak terpengaruh oleh subyektivitas pelaksana percobaan. Percobaan semacam ini memberikan ketelitian yang lebih tinggi untuk perlakuan-perlakuan anak petak dan interaksi antara perlakuan anak petak dengan perlakuan petak utama.

Contoh lain percobaan yang menggunakan rancangan petak terpisah adalah percobaan yang memerlukan pengamatan beberapa kali pada waktu yang berlainan, seperti percobaan yang ditujukan untuk meneliti pengaruh insektisida pada pertumbuhan padi. Untuk meneliti pertumbuhan tanaman padi, waktu yang diperlukan pada umumnya mulai minggu ke-4 sampai waktu panen dengan interval 2 minggu.

Model Matematik

Dalam rancangan petak terpisah, galat untuk petakan utama dibedakan dengan galat untuk anak petak. Oleh karena itu, model linearnya adalah sebagai berikut:

$$X_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \epsilon_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, r$; r = jumlah ulangan

$j = 1, 2, \dots, a$; a = jumlah perlakuan petak utama

$k = 1, 2, \dots, b$; b = jumlah perlakuan anak petak

di mana,

μ = rata-rata umum

ρ_i = pengaruh ulangan yang ke- i

α_j = pengaruh perlakuan petak utama yang ke- j

ϵ_{ij} = galat perlakuan petak utama

β_k = pengaruh perlakuan anak petak yang ke- k

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara perlakuan anak petakan dengan perlakuan petak utama

δ_{ijk} = galat perlakuan anak petak

dengan ketentuan bahwa $\sum \rho_i = 0$; $\sum \alpha_j = \sum \beta_k = \sum (\alpha\beta)_{ij} = 0$, dan ϵ_{ij} maupun δ_{ijk} menyebar secara normal dan bebas, masing-masing dengan nilai rata-rata dan varian $(0, \sigma^2 + b\sigma_a^2)$ dan $(0, \sigma^2)$.

Bagan Percobaan

Sebagai contoh kami berikan disini percobaan pengairan padi sawah secara hipotesis dengan faktor pengairan terdiri dari 4 tingkat (5, 7,5 10, dan 12,5 cm) dan faktor varietas padi terdiri dari 3 varietas (PB 5, PB 20, PB 36). Setelah diacak terdapat bagan sebagai berikut:

III	II	I
Bb ₃	Dc ₂	Ba ₁
Ba ₃	Da ₂	Bc ₁
Bc ₃	Db ₂	Bb ₁
Ca ₃	Ab ₂	Dc ₁
Cc ₃	Ac ₂	Da ₁
Cb ₃	Aa ₂	Db ₁
Ac ₃	Ca ₂	Ac ₁
Aa ₃	Cc ₂	Ab ₁
Ab ₃	Cb ₂	Aa ₁
Db ₃	Bc ₂	Ca ₁
Dc ₃	Ba ₂	Cb ₁
Da ₃	Bb ₂	Cc ₁

Perlakuan:

Petak utama,

Anak petak,

A : 5,0 cm

a : PB 5

B : 7,5 cm

b : PB 20

C : 10,0 cm

c : PB 36

D : 12,5 cm

Gambar 5. Bagan percobaan pengairan padi sawah dengan menggunakan rancangan petak terpisah.

Data hasil percobaan tercantum dalam Tabel 11. Untuk memudahkan penghitungan jumlah kwadrat yang disebabkan faktor pengairan, vareitas, dan interaksi pengairan x varietas, telah dibuat pula tabel nilai total hasil 3 ulangan menurut tingkat pengairan dan varietas (Tabel 12).

Analisis Statistik

Analisis data secara statistik dengan metode analisis sidik ragam memberi hasil seperti yang tercantum dalam Tabel 13.

Tabel 11. Hasil gabah kering (t/ha) percobaan pengairan secara hipotesis.

PU	AP	Ulangan			Total
		I	II	III	
A	a	4,82	4,38	4,73	13,93
	b	4,01	4,03	4,81	12,85
	c	3,53	3,71	4,51	11,75
	Sub total	12,36	12,12	14,05	38,53
B	a	5,02	5,06	5,18	15,26
	b	4,51	5,02	4,82	14,35
	c	3,56	3,78	4,61	11,95
	Sub total	13,09	13,86	14,61	41,56
C	a	5,21	5,13	4,86	15,20
	b	4,62	4,80	4,82	14,24
	c	3,75	4,25	3,64	11,64
	Sub total	13,58	14,18	13,32	41,08
D	a	3,56	3,71	3,97	11,24
	b	4,02	4,22	3,05	11,29
	c	3,05	3,61	3,72	10,38
	Sub total	10,63	11,54	10,74	32,91
Total		49,66	51,70	52,72	154,08

Tabel 12. Nilai hasil (t/ha) total 3 ulangan menurut tingkat pengairan dan varietas padi.

Pengairan	Varietas			Total
	a	b	c	
A	13,93	12,85	11,75	38,53
B	15,26	14,35	11,95	41,56
C	15,20	14,24	11,64	41,08
D	11,24	11,29	10,38	32,91
Total	55,63	52,73	45,72	154,08

Tabel 13. Sidik ragam data hasil gabah kering.

SK	db	JK	KT	F
Ulangan	2	0,4046	0,20230	1,20
Pengairan (P)	3	5,2519	1,75063	10,38**
Galat P(a)	6	1,0123	0,16871	
Varietas (V)	2	4,3266	2,16330	18,79**
P x V	6	0,8510	0,14183	1,23
Galat V(b)	16	1,8413	0,11508	
Total	35	13,6878		

** Nyata pada taraf 1%.

Sumber Keragaman

Sumber-sumber keragaman yang mempengaruhi hasil pada tiap pengamatan dalam rancangan petak terpisah adalah: ulangan, faktor pada petak utama (P), galat P, faktor pada anak petak, interaksi anak petak x petak utama (P x V), dan galat V. Hal ini dapat dipelajari pada model linear yang mendasari data tiap pengamatan pada petak-petak percobaan.

Derajat Bebas

Ulangan = $T-1 = 2$; pengairan = $a-1 = 3$; galat P (a) = db ulangan x db pengairan = 6; varietas = $V-1 = 2$; $P \times V$ = db pengairan x db varietas = 6; galat V (b) = db varietas x db $P \times V$ x db ulangan = $(2+6) \times 2 = 16$; dan total $(a \times b \times r) - 1 = 35$.

Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\sum \sum \sum X)^2}{abr} \\ &= \frac{(154,08)^2}{36} = 659,4624\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK total} &= \sum \sum \sum X^2 - \text{FK} \\ &= 4,82^2 + 4,01^2 + \dots + 3,72^2 - \text{FK} \\ &= 673,1502 - 659,4624 = 13,6878\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK ulangan} &= \frac{\sum (\sum \sum X_{i..})^2}{ab} - \text{FK} \\ &= \frac{49,66^2 + 51,70^2 + 52,72^2}{4 \times 3} - \text{FK} \\ &= 659,8670 - 659,4624 = 0,4046\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK pengairan} &= \frac{\sum (\sum \sum X_{.j.})^2}{br} - \text{FK} \\ &= \frac{38,53^2 + \dots + 32,01^2}{3 \times 3} - \text{FK} \\ &= 664,7143 - 659,4624 = 5,2519\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK galat P(a)} &= \sum (\sum X_{ij.})^2 / b - \text{FK} - \text{JK ulangan} - \text{JK pengairan} \\ &= (12,36^2 + 12,12^2 + \dots + 10,74^2) / 3 - 659,4624 \\ &\quad - 0,4046 - 5,2519 \\ &= 1,0123\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK varietas} &= \Sigma (\Sigma \Sigma X_{..k})^2 / r a - \text{FK} \\
 &= \frac{55,63^2 + 52,73^2 + 45,72^2}{3 \times 4} - \text{FK} \\
 &= 663,7890 - 659,4624 = 4,3266
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK P} \times \text{V} &= \Sigma (\Sigma X_{.jk})^2 / r - \text{FK} - \text{JK pengairan} - \text{JK varietas} \\
 &= \frac{13,93^2 + \dots + 10,38^2}{3} - \text{FK} - \text{JK pengairan} - \\
 &\quad \text{JK varietas} \\
 &= 669,8919 - 659,4624 - 5,2519 - 4,3266 \\
 &= 0,8510
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat V(b)} &= \text{JK total} - \text{JK ulangan} - \text{JK pengairan} - \text{JK galat} \\
 &\quad \text{P(a)} - \text{JK varietas} - \text{JK P} \times \text{V} \\
 &= 13,6878 - 0,4046 - 5,2519 - 1,0123 - 4,3266 \\
 &\quad - 0,8510 \\
 &= 1,8413
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah

Kuadrat tengah didapat dengan membagi nilai jumlah kuadrat dengan derajat bebas yang bersangkutan. Sebagai contoh:

$$\text{KT galat P (a)} = \frac{1,0123}{6} = 0,16871$$

$$\text{KP galat V (b)} = \frac{1,8413}{16} = 0,11508$$

Perhatikan nilainya! KT galat V(b) nilainya lebih kecil dari KT galat P(a). Hal ini dapat dipergunakan untuk menerangkan mengapa faktor yang dipentingkan diletakkan pada anak petak, atau perlakuan-perlakuan pada anak petak ketelitiannya lebih tinggi dari yang pada petak utama.

Uji-F

Untuk menguji apakah antara nilai rata-rata hasil perlakuan pada petak utama secara umum terdapat perbedaan yang nyata atau tidak, ujinya adalah:

$$F = \frac{KT \text{ pengairan}}{KT \text{ galat P (a)}}$$

$$= \frac{1,75063}{0,16871} = 10,38^{**}$$

Sedangkan antara nilai rata-rata hasil perlakuan pada anak petak ataupun pengaruh interaksi antara pengairan dengan varietas, ujinya adalah:

$$F = \frac{KT \text{ varietas}}{KT \text{ galat (b)}}$$

$$= \frac{2,16330}{0,11508} = 18,78^{**}$$

$$F = \frac{KT \text{ interaksi P x V}}{KT \text{ galat (b)}}$$

$$= \frac{0,14183}{0,11508} = 1,23^{tn}$$

Setelah dibandingkan dengan nilai F-total, ternyata hanya faktor pengairan dan varietas yang memberikan perbedaan pengaruh nyata pada hasil tetapi interaksinya tidak.

Perbandingan antara Perlakuan

Guna menentukan perlakuan-perlakuan yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan pembanding, dapat dipergunakan uji BNT. Sedangkan apabila tidak ada perlakuan pembanding, dapat digunakan UBD.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Mengingat bahwa rancangan petak terpisah mempunyai 2 galat maka perlu dibedakan:

1. Perbedaan 2 rata-rata petak utama.

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \times \sqrt{\frac{2 \text{ KT galat (a)}}{rb}}$$

$$BNT_{0,05} = 2,447 \times \sqrt{\frac{2(0,16871)}{3 \times 3}} = 0,47$$

$$BNT_{0,01} = 3,707 \times \sqrt{\frac{2(0,16871)}{3 \times 3}} = 0,72$$

2. Perbedaan 2 rata-rata anak petak.

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \times \sqrt{\frac{2 \text{ KT galat (b)}}{ra}}$$

$$BNT_{0,05} = 2,120 \times \sqrt{\frac{2(0,11508)}{3 \times 4}} = 0,29$$

$$BNT_{0,01} = 2,921 \times \sqrt{\frac{2(0,16871)}{3 \times 4}} = 0,40$$

3. Perbedaan 2 rata-rata hasil anak petak pada petak utama yang sama.

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \times \sqrt{\frac{2 \text{ KT galat (b)}}{r}}$$

$$BNT_{0,05} = 2,120 \times \sqrt{\frac{2(0,11508)}{3}} = 0,59$$

$$BNT_{0,01} = 2,921 \times \sqrt{\frac{2(0,11508)}{3}} = 0,61$$

4. Perbedaan 2 rata-rata hasil petak utama pada anak petak yang sama atau 2 rata-rata hasil anak petak pada petak utama yang berlainan.

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \times \sqrt{\frac{2[KT \text{ galat} + (a-1)KT \text{ galat} (b)]}{rb}}$$

Besarnya nilai t terletak antara nilai $t_{\alpha} (a)$ dan nilai $t_{\alpha} (b)$ yang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t_{0,05} &= \frac{(b-1)KT \text{ galat} (b) t (a) + KT \text{ galat} (a) t (b)}{(b-1)KT \text{ galat} (b) + KT \text{ galat} (a)} \\ &= \frac{(3-1)(0,11508)(2,12) + (0,16871)(245)}{(3-1)(0,11508) + 0,16871} \\ &= 2,258 \end{aligned}$$

sehingga nilai-nilai BNT-nya adalah:

$$BNT_{0,05} = 2,258(0,2970) = 0,67$$

$$BNT_{0,01} = 3,245(0,2970) = 0,96$$

Dari hasil percobaan contoh di atas, apabila perlakuan pengairan B sebagai pembandingan maka hanya perlakuan pengairan D yang menunjukkan perbedaan hasil nyata, yang lain-lain tidak. Untuk perlakuan anak petak apabila varietas c sebagai pembandingan maka ternyata varietas-varietas a dan b menunjukkan rata-rata hasil yang sangat nyata.

Uji Berganda Duncan (UBD)

Apabila tanpa perlakuan pembanding maka dapat dipergunakan UBD yang rumusnya:

$$UBD = SSR_p S_{\bar{x}} \quad p = 2, 3, \dots, t$$

di mana,

SSR_p = nilai dari tabel New Multiple Range Test dengan db galat

$S_{\bar{x}}$ = galat baku untuk nilai rata-rata.

Adapun pelaksanaannya dapat dikerjakan sebagai berikut:

1. Susun nilai rata-rata hasilnya secara berurut dari yang tertinggi ke yang terendah atau sebaliknya.
2. Hitung besarnya standard error nilai rata-rata:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{n}}$$

n = banyaknya angka yang menyusun nilai rata-rata.

3. Hitung besarnya nilai UBD untuk $p = 2, 3, 4, \dots, t$ dengan mengalikan nilai SSR_p dari tabel dengan nilai $S_{\bar{x}}$.
4. Kelompokkan nilai rata-ratanya menurut hasil pengujian yang nyata.

Untuk data percobaan pengairan padi sawah tersebut di muka, ujinya adalah sebagai berikut:

Faktor pengairan:

Perlakuan	D	A	C	B
Rata-rata hasil	3,657	4,270	4,565	4,518

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{0,16871}{3 \times 3}} = 0,140$$

	P		
	2	3	4
SSR	3,46	3,58	3,64
UBD	0,484	0,501	0,510

Rata-rata perlakuan yang tertinggi ($B = 4,168$) kurangi UBD tertinggi ($0,510$). Perlakuan yang rata-ratanya lebih kecil dari hasil pengurangan ini ($4,108$) berarti berbeda nyata dengan B. Perlakuan yang berbeda nyata ini adalah D, sedangkan di antara A, B, dan C tidak berbeda nyata. Oleh karena itu, tarik garis melintasi B, C, dan A.

Tahap selanjutnya mengurangi rata-rata perlakuan tertinggi kedua ($C = 4,565$) dengan UBD tertinggi kedua ($0,501$), sehingga diperoleh angka $4,064$. Karena jawabannya bahwa A tidak beda nyata dengan C sudah dijawab sebelumnya, maka garis tidak perlu dibuat. Demikian juga tahap selanjutnya memberi jawaban bahwa A berbeda nyata dengan B. Biasanya dalam tabel dinyatakan dengan huruf.

Perlakuan	Hasil (t/ha)
A	4,27 a
B	4,62 a
C	4,57 a
D	3,66 b

PETUNJUK UMUM DALAM ANALISIS DATA

Sebagaimana telah diterangkan di muka bahwa dalam model linear setiap rancangan percobaan berlaku ketentuan bahwa pengaruh sumber-sumber keragaman terhadap suatu data pengamatan sifatnya linear aditif dan jumlahnya sama dengan nol. Di samping itu komponen galat menyebar secara normal dan bebas dengan nilai rata-rata dan varian ($0, \sigma^2$).

Bagaimana apabila ketentuan tersebut di atas tidak dipenuhi? Berbagai macam metode analisis non-parametrik dapat dipilih dan dipergunakan untuk mengatasi persoalan. Cara lain ialah dengan memodifikasi data atau analisis. Mengubah skala pengamatan dengan transformasi telah terbukti sangat berguna dalam banyak hal terutama apabila datanya bersifat multiplikatif atau apabila varian perlakuan-perlakuannya tidak homogen.

Apabila antara rata-rata dan varian perlakuan-perlakuan diketahui hubungannya, maka datanya dapat ditransformasi agar mendekati penyebaran normal. Pada umumnya non-normalitas, non-aditivitas dan heterogenitas varian terdapat secara bersamaan. Yang ideal ialah apabila bisa didapat suatu transformasi yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan sekaligus ketiga persoalan tersebut di atas. Namun hal ini jarang terdapat. Apabila ada tetapi tidak dapat untuk menyelesaikan seluruhnya, maka pilihlah yang dapat untuk menyelesaikan masalah non-aditivitas terlebih dahulu, baru kemudian masalah heterogenitas varian. Sedang apabila tidak ada transformasi satu pun yang dapat dipergunakan sebaiknya dibuat modifikasi dalam analisis sidik ragam.

Beberapa transformasi yang biasa dipergunakan ialah:

1. Transformasi akar, $\sqrt{x}$.

Untuk data pengamatan yang terdiri dari bilangan bulat kecil-kecil seperti jumlah anakan/rumpun, tanaman yang terserang ganjur pada setiap petak-petak percobaan, banyaknya rumput/petak, sering sebelum analisis, datanya ditransformasi terlebih dahulu ke x . Transformasi ini dilakukan karena data semacam itu cenderung untuk memiliki varian yang sebanding dengan nilai rata-ratanya. Apabila kebanyakan dari datanya kecil dan terdapat angka nol, transformasi $\sqrt{x - 3/8}$, $\sqrt{x - \frac{1}{2}}$, $\sqrt{x - 1}$ sangat dianjurkan untuk dipergunakan.

2. Transformasi logaritma, $\log x$.

Untuk data pengamatan yang bersifat multiplikatif atau simpangan bakunya sebanding dengan rata-ratanya, transformasi $\log x$ sering memberikan hasil yang baik. Apabila terdapat angka nol, $\log (x+1)$ biasa dipergunakan.

3. Arcsin transformasi, $\arcsin \sqrt{x}$.

Bentuk transformasi lain adalah $\arcsin \sqrt{x}$. Transformasi ini banyak dianjurkan untuk ditetapkan pada data nisbah (ratio), baik yang dinyatakan dalam desimal ataupun dalam persen. Adapun caranya dapat dipermudah dengan menggunakan tabel atau kalkulator.

Kecuali hal-hal tersebut di atas, kadang-kadang satu atau dua data pengamatan hilang atau tidak normal sehingga perlu dibuatnya nilai pengamatan. Untuk itu, dalam statistik telah diketemukan suatu metode yang dapat dipergunakan untuk menduga besarnya nilai pengamatan yang hilang atau mengganti nilai pengamatan yang abnormal secara teliti. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{X}_{ij} = \frac{rB_j + tT_i - T_{ij}}{(r - 1)(t - 1)}$$

di mana,

- B_j : total blok/ulangan ke-j di mana terdapat data hilang
 T_i : total perlakuan ke-i di mana terdapat data hilang
 T_{ij} : total seluruh
 r : banyak blok/ulangan
 t : banyaknya perlakuan

Contoh:

Perlakuan (i)	Ulangan (j)			Total
	1	2	3	
1	2	4	6	12
2	3	5	7	15
3	4		8	12
4	5	7	9	21
Total	14	16	30	60

$$\begin{aligned}\hat{X}_{32} &= \frac{3(16) + 4(12) - 60}{(3 - 1)(4 - 1)} \\ &= \frac{36}{6} = 6\end{aligned}$$

Apabila terdapat lebih dari satu pengamatan yang hilang dapat dikerjakan secara iterasi beberapa kali sampai didapat nilai dugaan yang mantap.

PUSTAKA

1. **Cochran, W.G. and G.M. Cox. 1957.** Experimental designs. Second ed. New York - John Wiley & Sons. London. Sydeney. 611p.
2. **Kemthorne, O. 1973.** The design and analysis of experiments. New York. Robert E. Klinger Publishing. Huntington.
3. **Ostle, B. and R.W. Mensing. 1975.** Statistics in research. Third Ed. New Delhi. Oxford & IBF Publishing. 596p.
4. **Scheffe, H. 1967.** The analysis of variance. John Wiley and Sons. New York.
5. **Snedecor, G.M. and W.G. Cochran. 1980.** Statistical methods. Seventh Ed. Ames. Iowa. The Iowa State University Press. 507p.
6. **Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980.** Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. Second Ed. Tokyo-McGraw-Hill Kogahusha. 633p.
7. **Sudjana, M.A. 1980.** Design dan analisis eksperimen. Penerbit TARSITO. Bandung. 266p.
8. **Walter, T.F. 1967.** Experimental design. Theory and application. Indian Ed. Gulab Primiani, Oxford & IBH Publishing. New Delhi. 544p.
9. **William, H.B. 1968.** Handbook of tables for probability and statistics. 2nd ed. The chemical rubber co. Cleveland. Ohio. 642 p.

DAFTAR ISTILAH

Percobaan: Prosedur secara sistematis untuk membuat pengamatan dengan faktor lingkungan terkendali sedemikian rupa sehingga dapat ditarik kesimpulan tentang pengaruh perlakuan terhadap obyek yang diteliti.

Perlakuan: Faktor yang diubah-ubah dan diteliti pengaruhnya pada sesuatu obyek dalam percobaan.

Unit percobaan: Sepetak tanah, 10 tanaman, atau seekor binatang yang membentuk sebuah ulangan dari satu perlakuan.

Percobaan faktorial: Sebuah percobaan yang ditujukan untuk menguji dua atau lebih faktor secara bersama-sama.

Interaksi: Tendensi sesuatu faktor untuk mempunyai pengaruh yang berlainan pada berbagai tingkat faktor yang lain.

Rancangan persegi latin: Suatu rancangan percobaan dimana banyaknya baris dan kolom sama dengan banyaknya perlakuan, dan masing-masing perlakuan terdapat satu kali dalam masing-masing baris dan kolom.

Simpangan baku: Pengukuran keragaman yang didapat dengan mengambil akar-kuadrat jumlah-kuadrat simpangan masing-masing peubah dari rata-ratanya, dibagi dengan banyaknya pengamatan. Untuk menduga simpangan baku dari sampel, pembagiannya bukan n tetapi $n-1$.

Galat baku: Biasa disebut juga simpangan baku rata-rata hasil. Besaran ini diduga dengan membagi simpangan baku dengan akar-kuadrat banyaknya pengamatan.

Beda nyata terkecil: Perbedaan terkecil antara dua rata-rata yang dapat dianggap nyata pada taraf nyata tertentu, disingkat BNT (LSD, Least Significant Difference).

Galat: Pengaruh faktor bukan perlakuan terhadap pengamatan.

Jumlah kuadrat: Merupakan jumlah kuadrat simpangan masing-masing pengamatan dari rata-ratanya.

$$X^2 = (Y - X)^2$$

Koefisien keragaman: Sebuah indeks untuk mengukur ketepatan percobaan. Semakin kecil nilainya, percobaan semakin dapat dipercaya.

- Kuadrat tengah: Jumlah kuadrat dibagi dengan derajat bebas.
- Nilai tabel: Sesuatu nilai yang didapat dalam tabel.
- Pengacakan (randomization): Suatu proses untuk mendapatkan penyesuaian acak dengan metode obyektif.
- Petak percobaan: Sering digunakan secara tidak benar untuk menunjukkan seluruh percobaan, seperti dalam istilah pengujian.
- Rancangan acak kelompok (randomized block design): Sebuah percobaan di mana seluruh areal dibagi menjadi beberapa kelompok/blok dan semua perlakuan diatur dalam masing-masing kelompok secara acak.
- Rancangan acak terpisah (split plot design): Sebuah rancangan percobaan di mana salah satu faktornya diletakkan di dalam petak utama dan faktor yang lain diletakkan di dalam petak-petak kecil di dalam petak utama yang disebut anak petak.
- Rata-rata hasil: Jumlah pengamatan dibagi dengan banyaknya pengamatan, biasanya disebut rata-rata hitung, kecuali ditentukan lain.
- Sumber keragaman: Komponen-komponen percobaan untuk dihitungkan jumlah kuadrat dan kuadrat tengahnya.
- Taraf nyata: Derajat ketidak-mungkinan bahwa perbedaan hasil pengamatan disebabkan karena kebetulan (chance). Apabila 5% kejadian-berbeda disebabkan karena kebetulan, dikatakan bahwa perbedaannya nyata pada taraf 5% atau nyata. Perbedaan yang melebihi taraf nyata 1% sering disebut sangat nyata.
- Uji-F: Perbandingan antara dua nilai varian atau kuadrat tengah.
- Uji-t: Perbandingan simpangan rata-rata sampel dari rata-rata populasi dengan simpangan baku populasi yang diduga.
- Ulangan: Pengulangan perlakuan yang sama dua kali atau lebih.

Lampiran 1

TABEL BILANGAN ACAK

Untuk mengacak suatu gugus dari 10 butir atau kurang, mulailah pada satu titik acak dalam tabel dan ikuti baik ke arah baris, kolom atau diagonal ke sembarang arah. Tulislah angka yang lebih kecil dari jumlah butir tanpa mengulangi angka yang didapat sebelumnya. Jika ingin mengacak lebih dari 10 butir, ambillah 2 baris atau lebih atau kolom untuk membentuk bilangan dari 2 angka atau lebih dan prosedur yang sama dengan diatas.

8	2	0	3	1	4	5	8	2	1	7	2	7	3	8	5	5	2	9	0	6	3	1	6	4
0	8	7	3	3	1	9	7	5	2	5	7	6	9	8	0	3	6	2	5	1	2	7	5	2
2	3	3	8	6	1	4	2	4	0	2	6	1	8	9	5	2	6	9	8	3	4	0	1	0
4	7	5	5	6	3	0	7	7	1	9	1	6	1	7	4	1	7	1	3	7	9	9	3	7
1	9	3	9	5	3	4	9	5	5	2	7	5	8	0	3	4	8	8	1	2	7	5	3	4
2	8	7	8	1	4	1	4	9	4	2	4	1	5	2	9	4	6	2	1	5	2	8	1	9
8	4	8	5	1	3	9	6	6	0	7	2	1	9	0	2	0	6	7	0	6	0	1	3	0
0	3	8	8	4	7	5	1	5	1	7	3	4	5	2	0	7	4	7	9	6	6	7	7	4
3	5	3	1	9	3	7	4	9	5	0	2	0	1	4	6	2	5	4	5	8	5	0	9	2
3	4	5	9	5	2	7	9	8	9	0	5	5	8	5	1	7	7	3	5	5	4	7	7	2
4	1	5	3	0	9	1	3	7	2	5	8	7	7	1	3	6	3	9	7	8	7	9	1	7
7	2	9	5	6	7	8	5	4	5	3	4	5	4	1	9	8	6	7	5	7	9	3	1	5
5	9	2	8	9	8	6	4	4	1	5	3	7	7	0	8	0	2	5	6	0	6	1	2	0
1	3	3	3	9	0	5	2	8	7	4	0	9	0	3	7	3	1	7	9	4	5	5	2	8
4	6	0	1	0	8	6	2	1	0	0	5	0	3	1	5	4	9	0	3	7	4	7	0	1
7	7	0	6	6	8	2	8	8	5	8	9	5	6	4	0	5	9	1	8	0	5	4	9	4
3	3	8	5	7	5	7	4	3	4	5	7	9	6	9	5	0	7	7	6	6	8	8	5	9
9	1	7	1	3	6	9	2	9	1	9	4	2	3	3	0	8	1	8	7	7	6	4	7	2
6	2	2	8	0	9	4	5	3	7	2	5	4	6	6	5	6	6	5	0	4	6	5	6	8
1	7	5	9	0	0	2	0	5	6	5	8	5	1	9	5	3	3	7	4	0	5	8	2	4
0	3	9	6	9	4	7	3	5	7	0	6	5	4	7	1	1	8	5	3	2	8	0	9	8
3	0	8	2	8	1	4	4	1	6	7	6	6	9	9	9	7	5	8	9	6	4	5	9	0
0	4	9	1	2	2	0	1	3	2	4	6	7	9	1	8	8	2	9	8	3	2	6	2	9
7	2	5	1	4	4	9	6	5	2	8	5	5	1	0	8	2	6	2	0	6	9	2	2	3
9	9	2	5	7	4	3	1	2	3	6	4	1	5	2	4	0	4	2	2	8	7	1	8	2
2	0	9	1	8	9	4	4	6	1	4	8	6	7	9	2	5	0	6	9	3	3	0	1	2
6	5	2	6	1	2	1	7	7	1	4	7	8	1	4	2	7	3	7	4	0	0	1	2	3
1	2	9	9	6	4	2	5	3	2	7	4	3	2	3	3	8	5	3	3	6	5	5	3	2
3	2	8	3	7	9	6	0	4	8	6	0	5	4	1	1	4	9	0	5	0	9	4	4	1
0	9	8	4	1	1	9	5	8	3	2	4	6	7	3	4	4	9	2	3	7	2	5	7	8
6	7	5	3	4	2	1	5	5	0	1	2	4	7	5	5	2	6	8	7	8	2	8	0	3
4	6	9	9	6	7	8	5	8	1	2	9	2	6	2	4	4	9	0	5	4	5	4	5	0
9	7	7	1	9	2	6	5	6	3	3	6	3	6	8	3	9	9	8	7	7	2	7	9	7
7	5	3	3	3	3	7	3	7	6	7	3	9	1	1	2	3	9	0	9	5	9	6	5	7
2	8	1	3	1	3	4	2	1	0	3	1	2	3	2	0	2	3	9	7	7	5	0	6	9
6	0	9	4	8	8	5	5	3	7	9	0	0	0	0	1	9	2	0	6	1	5	8	4	2
3	5	9	0	7	7	0	1	8	1	2	9	3	4	6	9	2	8	9	8	9	8	6	5	5
4	4	8	1	1	7	4	4	7	4	4	4	1	6	5	9	3	6	5	9	8	3	2	4	3
6	3	9	7	0	6	2	5	3	3	2	6	0	5	1	2	4	3	7	1	0	7	8	2	1

Sebaran-t Student
NILAI PERSENTASE, SEBARAN-t STUDENT

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\sqrt{nx} \Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}} dx$$

$\frac{F}{n}$	.60	.75	.90	.95	.975	.99	.995	.9995
1	.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	.265	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

Sumber: William (9)

Lampiran 3.

NILAI PERSENTASE, SEBARAN-F

$$F(F') = \int_0^F \frac{\Gamma\left(\frac{m+n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} \frac{m}{2} n x^{\frac{m}{2}-1} (n+mx)^{-\frac{m+n}{2}} dx = .95$$

$\frac{m}{n}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.4	190.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	168.51	190.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50	19.50
3	169.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.47	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.39	2.35	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.43	2.39	2.35	2.31	2.27	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.43	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.80	2.70	2.62	2.55	2.49	2.44	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.92	2.76	2.66	2.58	2.51	2.45	2.40	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.37	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.48	2.42	2.36	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.07	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

$F' = \frac{1}{F} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{S_2}{m} = \frac{S_1}{m}$, dimana $F' = S_1/m$ dan $F = S_2/m$ adalah kuadrat tengah bebas, angka perkiraan varian biasa σ^2 dan didasarkan berturut-turut pada derajat bebas m dan n.

Sumber: William (9)

NILAI PERSENTASE, SEBARAN-F

$$F(P) = \int_0^P \frac{\Gamma\left(\frac{m+n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} m^{\frac{m}{2}} n^{\frac{n}{2}} x^{\frac{m+n}{2}-1} (n+mx)^{-\frac{m+n}{2}} dx = .99$$

m \ n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4032	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.98	9.92	9.85	9.79	9.73	9.69	9.60	9.51	9.42
6	13.12	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.78	7.66	7.56	7.47	7.39	7.33	7.23	7.14	7.06
7	11.22	9.35	8.43	7.83	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.18	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	10.00	8.38	7.69	7.09	6.73	6.46	6.26	6.10	6.00	5.91	5.81	5.67	5.52	5.38	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95
9	9.00	7.56	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.45	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	8.10	6.84	6.39	5.94	5.59	5.34	5.20	5.09	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	7.30	6.24	5.81	5.41	5.06	4.81	4.69	4.59	4.49	4.40	4.26	4.11	3.96	3.88	3.80	3.72	3.64	3.56	3.48
12	6.60	5.68	5.27	4.91	4.59	4.34	4.24	4.15	4.06	3.98	3.84	3.69	3.54	3.46	3.38	3.30	3.22	3.14	3.06
13	6.00	5.20	4.81	4.47	4.17	3.92	3.82	3.74	3.66	3.59	3.45	3.30	3.15	3.07	2.99	2.91	2.83	2.75	2.67
14	5.50	4.80	4.43	4.11	3.83	3.58	3.48	3.40	3.33	3.26	3.12	2.97	2.82	2.74	2.66	2.58	2.50	2.42	2.34
15	5.00	4.40	4.05	3.75	3.48	3.24	3.14	3.07	3.00	2.93	2.79	2.64	2.49	2.41	2.33	2.25	2.17	2.09	2.01
16	4.60	4.10	3.77	3.48	3.22	2.98	2.88	2.81	2.74	2.67	2.53	2.38	2.23	2.15	2.07	1.99	1.91	1.83	1.75
17	4.30	3.90	3.58	3.30	3.05	2.82	2.72	2.65	2.58	2.51	2.37	2.22	2.07	1.99	1.91	1.83	1.75	1.67	1.59
18	4.00	3.70	3.39	3.12	2.88	2.65	2.55	2.48	2.41	2.34	2.20	2.05	1.90	1.82	1.74	1.66	1.58	1.50	1.42
19	3.80	3.50	3.20	2.93	2.70	2.47	2.37	2.30	2.23	2.16	2.02	1.87	1.72	1.64	1.56	1.48	1.40	1.32	1.24
20	3.60	3.30	3.00	2.73	2.50	2.27	2.17	2.10	2.03	1.96	1.82	1.67	1.52	1.44	1.36	1.28	1.20	1.12	1.04
21	3.40	3.10	2.80	2.53	2.30	2.07	1.97	1.90	1.83	1.76	1.62	1.47	1.32	1.24	1.16	1.08	1.00	0.92	0.84
22	3.20	2.90	2.60	2.33	2.10	1.87	1.77	1.70	1.63	1.56	1.42	1.27	1.12	1.04	0.96	0.88	0.80	0.72	0.64
23	3.00	2.70	2.40	2.13	1.90	1.67	1.57	1.50	1.43	1.36	1.22	1.07	0.92	0.84	0.76	0.68	0.60	0.52	0.44
24	2.80	2.50	2.20	1.93	1.70	1.47	1.37	1.30	1.23	1.16	1.02	0.87	0.72	0.64	0.56	0.48	0.40	0.32	0.24
25	2.60	2.30	2.00	1.73	1.50	1.27	1.17	1.10	1.03	0.96	0.82	0.67	0.52	0.44	0.36	0.28	0.20	0.12	0.04
26	2.40	2.10	1.80	1.53	1.30	1.07	0.97	0.90	0.83	0.76	0.62	0.47	0.32	0.24	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00
27	2.20	1.90	1.60	1.33	1.10	0.87	0.77	0.70	0.63	0.56	0.42	0.27	0.12	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	2.00	1.70	1.40	1.13	0.90	0.67	0.57	0.50	0.43	0.36	0.22	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	1.80	1.50	1.20	0.93	0.70	0.47	0.37	0.30	0.23	0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	1.60	1.30	1.00	0.73	0.50	0.27	0.17	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.70	0.50	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
∞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$F = \frac{1}{2} - \frac{S_1/S_2}{m/n}$ dimana $\frac{1}{2} = S_1/m$ dan $\frac{1}{2} = S_2/n$ adalah kuadrat tengah bebas, angka perkiraan varian biasa σ^2 dan didasarkan berturut-turut pada derajat bebas m dan n.

Sumber: William (9)

Lampiran 5.

NILAI KRITIK UNTUK UJI BERGANDA DUNCAN YANG BARU

TARAF PROTEKSI $P = (.95)^{P-1}$

TARAF NYATA $\alpha = .05$

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626
8	3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579
9	3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522
11	3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501
12	3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484
13	3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470
14	3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.425	3.444	3.457
15	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446
16	2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437
17	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429
18	2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421
19	2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415
20	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409
24	2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390
30	2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371
40	2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352
60	2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333
120	2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314
∞	2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294

P	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10	3.525	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11	3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12	3.491	3.496	3.498	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13	3.478	3.484	3.488	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14	3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.484	3.485	3.485	3.485
15	3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.480	3.481	3.481	3.481
16	3.449	3.458	3.465	3.470	3.473	3.477	3.478	3.478	3.478
17	3.441	3.451	3.459	3.465	3.469	3.473	3.475	3.476	3.476
18	3.435	3.445	3.454	3.460	3.465	3.470	3.472	3.474	3.474
19	3.429	3.440	3.449	3.456	3.462	3.467	3.470	3.472	3.473
20	3.424	3.436	3.445	3.453	3.459	3.464	3.467	3.470	3.472
24	3.406	3.420	3.432	3.441	3.449	3.456	3.461	3.465	3.469
30	3.389	3.405	3.418	3.430	3.439	3.447	3.454	3.460	3.466
40	3.373	3.390	3.405	3.418	3.429	3.439	3.448	3.456	3.463
60	3.355	3.374	3.391	3.406	3.419	3.431	3.442	3.451	3.460
120	3.337	3.359	3.377	3.394	3.409	3.423	3.435	3.446	3.457
∞	3.320	3.343	3.363	3.382	3.399	3.414	3.428	3.442	3.454

Sumber: William (9)

NILAI KRITIK UNTUK UJI BERGANDA DUNCAN YANG BARU

TARAF PROTEKSI $P = (.95)^{1/r-1}$ TARAF NYATA $\alpha = .05$

$\frac{P}{r}$	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	3.033	4.033	4.033
5	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485
15	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481
16	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478
17	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476
18	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
19	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
20	3.473	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
24	3.471	3.475	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477
30	3.470	3.477	3.481	3.484	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
40	3.469	3.479	3.486	3.492	3.497	3.500	3.503	3.504	3.504
60	3.467	3.481	3.492	3.501	3.509	3.515	3.521	3.525	3.529
120	3.466	3.483	3.498	3.511	3.522	3.532	3.541	3.548	3.555
∞	3.466	3.486	3.505	3.522	3.536	3.550	3.562	3.574	3.584

$\frac{P}{r}$	38	40	50	60	70	80	90	100
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485
15	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481
16	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478
17	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476
18	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
19	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
20	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
24	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477
30	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
40	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504
60	3.531	3.534	3.537	3.537	3.537	3.537	3.537	3.537
120	3.561	3.566	3.585	3.596	3.600	3.601	3.601	3.601
∞	3.594	3.603	3.640	3.668	3.690	3.708	3.722	3.735

Sumber: William (9)

NILAI KRITIK UNTUK UJI BERGANDA DUNCAN YANG BARU

TARAF PROTEKSI $P = (.99)^{r-1}$ TARAF NYATA $\alpha = .01$

$\frac{p}{r}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03
2	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
3	8.261	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321
4	6.512	6.677	6.740	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756
5	5.702	5.893	5.989	6.040	6.065	6.074	6.074	6.074	6.074
6	5.243	5.439	5.549	5.614	5.655	5.680	5.694	5.701	5.703
7	4.949	5.145	5.260	5.334	5.383	5.416	5.439	5.454	5.464
8	4.746	4.939	5.057	5.135	5.189	5.227	5.256	5.276	5.291
9	4.596	4.787	4.906	4.986	5.043	5.086	5.118	5.142	5.160
10	4.482	4.671	4.790	4.871	4.931	4.975	5.010	5.037	5.058
11	4.392	4.579	4.697	4.780	4.841	4.887	4.924	4.952	4.975
12	4.320	4.504	4.622	4.706	4.767	4.815	4.852	4.883	4.907
13	4.260	4.442	4.560	4.644	4.706	4.755	4.793	4.824	4.850
14	4.210	4.391	4.508	4.591	4.654	4.704	4.743	4.775	4.802
15	4.168	4.347	4.463	4.547	4.610	4.660	4.700	4.733	4.760
16	4.131	4.309	4.425	4.509	4.572	4.622	4.663	4.696	4.724
17	4.099	4.275	4.391	4.475	4.539	4.589	4.630	4.664	4.693
18	4.071	4.246	4.362	4.445	4.509	4.560	4.601	4.635	4.664
19	4.046	4.220	4.335	4.419	4.483	4.534	4.575	4.610	4.639
20	4.024	4.197	4.312	4.395	4.459	4.510	4.552	4.587	4.617
24	3.956	4.126	4.239	4.322	4.386	4.437	4.480	4.516	4.546
30	3.889	4.056	4.168	4.250	4.314	4.366	4.409	4.445	4.477
40	3.825	3.988	4.098	4.180	4.244	4.296	4.339	4.376	4.408
60	3.762	3.922	4.031	4.111	4.174	4.226	4.270	4.307	4.340
120	3.702	3.858	3.965	4.044	4.107	4.158	4.202	4.239	4.272
∞	3.643	3.796	3.900	3.978	4.040	4.091	4.135	4.172	4.205

$\frac{p}{r}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03
2	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
3	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321
4	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756
5	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074
6	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703
7	5.470	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472
8	5.302	5.309	5.314	5.316	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317
9	5.174	5.185	5.193	5.199	5.203	5.205	5.206	5.206	5.206
10	5.074	5.088	5.098	5.106	5.112	5.117	5.120	5.122	5.124
11	4.994	5.009	5.021	5.031	5.039	5.045	5.050	5.054	5.057
12	4.927	4.944	4.958	4.969	4.978	4.986	4.993	4.998	5.002
13	4.872	4.889	4.904	4.917	4.928	4.937	4.944	4.950	4.956
14	4.824	4.843	4.859	4.872	4.884	4.894	4.902	4.910	4.916
15	4.783	4.803	4.820	4.834	4.846	4.857	4.866	4.874	4.881
16	4.748	4.768	4.786	4.800	4.813	4.825	4.835	4.844	4.851
17	4.717	4.738	4.756	4.771	4.785	4.797	4.807	4.816	4.824
18	4.689	4.711	4.729	4.745	4.759	4.772	4.783	4.792	4.801
19	4.665	4.686	4.705	4.722	4.736	4.749	4.761	4.771	4.780
20	4.642	4.664	4.684	4.701	4.716	4.729	4.741	4.751	4.761
24	4.573	4.596	4.616	4.634	4.651	4.665	4.678	4.690	4.700
30	4.504	4.528	4.550	4.569	4.586	4.601	4.615	4.628	4.640
40	4.436	4.461	4.483	4.503	4.521	4.537	4.553	4.566	4.579
60	4.368	4.394	4.417	4.438	4.456	4.474	4.490	4.504	4.518
120	4.301	4.327	4.351	4.372	4.392	4.410	4.426	4.442	4.456
∞	4.235	4.261	4.285	4.307	4.327	4.345	4.363	4.379	4.394

Sumber: William (9)

NILAI KRITIK UNTUK UJI BERGANDA DUNCAN YANG BARU

TARAF PROTEKSI $P = (.99)^{r-1}$ TARAF NYATA $\alpha = .01$

P	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	
2	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	90.03
3	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	14.04
4	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	8.321
5	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.756
6	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	6.074
7	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.703
8	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.472
9	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.317
10	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.206
11	5.059	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.124
12	5.006	5.010	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.061
13	4.960	4.966	4.970	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	5.011
14	4.921	4.929	4.935	4.938	4.940	4.940	4.940	4.940	4.972
15	4.887	4.897	4.904	4.909	4.912	4.914	4.914	4.914	4.940
16	4.858	4.869	4.877	4.883	4.887	4.890	4.892	4.892	4.914
17	4.832	4.844	4.853	4.860	4.865	4.869	4.872	4.872	4.892
18	4.808	4.821	4.832	4.839	4.846	4.850	4.854	4.854	4.872
19	4.788	4.802	4.812	4.821	4.828	4.833	4.838	4.841	4.857
20	4.769	4.784	4.795	4.805	4.813	4.818	4.823	4.827	4.843
24	4.710	4.727	4.741	4.752	4.762	4.770	4.777	4.783	4.830
30	4.650	4.669	4.685	4.699	4.711	4.721	4.730	4.738	4.788
40	4.591	4.611	4.630	4.645	4.659	4.671	4.682	4.692	4.744
60	4.530	4.553	4.573	4.591	4.607	4.620	4.633	4.645	4.700
120	4.469	4.494	4.516	4.535	4.552	4.568	4.583	4.596	4.655
∞	4.408	4.434	4.457	4.478	4.497	4.514	4.530	4.545	4.609

P	38	40	50	60	70	80	90	100
1	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03
2	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
3	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321
4	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756
5	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074
6	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703
7	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472
8	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317
9	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206
10	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124
11	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061
12	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011
13	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972
14	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940
15	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914
16	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892
17	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874
18	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858
19	4.844	4.845	4.845	4.845	4.845	4.845	4.845	4.845
20	4.832	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833
24	4.791	4.794	4.802	4.802	4.802	4.802	4.802	4.802
30	4.750	4.755	4.772	4.777	4.777	4.777	4.777	4.777
40	4.708	4.715	4.740	4.754	4.761	4.764	4.764	4.764
60	4.665	4.673	4.707	4.730	4.745	4.755	4.761	4.765
120	4.619	4.630	4.673	4.703	4.727	4.745	4.759	4.770
∞	4.572	4.584	4.635	4.675	4.707	4.734	4.756	4.776

Sumber: William (9)

BUKU TERBARU PUSLITBANGTAN

1. **KEDELAI.** 509 halaman disunting oleh:
Sadikin Somaatmadja et al
2. **Hasil Penelitian Jagung, Sorgum, dan Terigu.**
249 halaman disunting oleh: Subandi et al
3. **Laporan Tahunan 1983/84.** 137 halaman.

Informasi lebih lanjut hubungi:

Bidang Penyaluran Hasil Penelitian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Jalan Merdeka 99, Bogor, Telp. (0251): 24089, 21755, 28399

