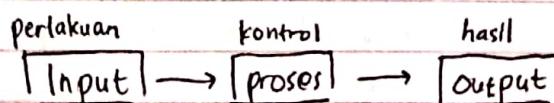


KULIAH 8

RANCANGAN PERCOBAAN

- Perlakuan = Prosedur yg pengaruhnya hendak diukur
- Satuan percobaan = satuan bahan tempat trfip satu perlakuan
- Satuan amatan = bagian percobaan yg diamati (respon)
- Faktor = Peubah bebas yg diduga berpengaruh terhadap respon (jenis perlakuan)
- 3 Azas Perancangan Percobaan
 - Ada ulangan
 - Ada proses pengacakan
 - Ada kontrol lokal.
- Yang mempengaruhi respon
 - Perlakuan
 - Faktor acak (selain perlakuan)
- * Ulangan = - Untuk memastikan perbedaan karena faktor pengacakan
 - Mengukur keragaman di antara varietas
 - Menduga Varians untuk melakukan uji
- * Pengacakan = Untuk menghilangkan bias
- * Kontrol lokal = - Mengontrol secara lokal
 - Bentuknya berupa melindungi percobaan dari pengaruh \neq lain
 - Harus diperlakukan sama
 - Agar keragaman kecil



- Hal \neq yg perlu diperhatikan dlm merancang percobaan :
 1. Tujuan
 2. Hipotesis \rightarrow Melakukan perlakuan
 3. Materi percobaan \rightarrow keragaman
 4. Respon yang diukur (produktivitasnya,)
 5. Faktor lain yg mempengaruhi (curah hujan, zat hara tanah, penyakit, dll) respon. Lalu perhatikan mana yg bisa dikendalikan mana yg tidak
 6. Hasil penelitian terdahulu
 7. Kontras \neq yg akan diperbandingkan
 8. Biaya \rightarrow Ulangan

Contoh percobaan 1 :

1. Perlakuan = Pemberian 3 macam hormon
2. Satuan percobaan = media tumbuh di poly bag
3. Satuan pengukuran = stek tanaman dlm polybag
4. Berapa ulangannya = 5
5. Satuan percobaannya yang dibutuhkan = 15
6. Respon yg diukur = panjang tunasnya, jumlah tunas
7. Faktor yg mempengaruhi respon = cahaya, kesuburan tanah, unsur = hara yg dibutuhkan stek, penyakit
8. Bentuk kontrol lokal = media harus seragam, hindari kontaminasi jamur, penyiraman yang sesuai

Tugas Kelompok

Contoh percobaan 1 :

1. Apa perlakuan? Melakukan 3 metode sosialisasi (S_1, S_2, S_3) terhadap ibu menyusui
2. Satuan percobaan = Setiap ibu menyusui yang diberi sosialisasi
3. Satuan pengukuran = Status gizi bayi dari ibu menyusui yang diberi sosialisasi
4. Berapa ulangannya = 10
5. Satuan percobaan yg dibutuhkan = $3 \times 10 = 30$
6. Respon yang diukur = tinggi badan bayi, berat badan bayi, lingkar kepala bayi
7. Faktor yg mempengaruhi respon = tingkat pengetahuan ibu, kesejahteraan keluarga, kualitas ASI, usia bayi
8. Kontrol lokal = usia bayi seragam, tingkat kesejahteraan keluarga seragam, latar belakang pendidikan ibu setara

Contoh Percobaan 2 :

1. Apa perlakuan? Penanaman 15 varietas padi
2. Satuan percobaan : Setiap petak di lahan percobaan yang berisi satu varietas padi
3. Satuan pengukuran : Performa setiap varietas padi di lahan percobaan
4. Berapa ulangannya : 3
5. Satuan percobaan yang dibutuhkan : $15 \times 3 = 45$
6. Respon yang diukur : pertumbuhan tanaman, jumlah anakan, produktivitas, dan kualitas gabah.
- 7) Faktor yg mempengaruhi respon : cahaya, tingkat kesuburan tanah, unsur-unsur hara yg dibutuhkan padi, hama, penyakit.
8. Bentuk kontrol lokal : ukuran petak harus seragam, hindari kontaminasi hama, penyiraman dan pemupukan yang merata.

- Rancangan percobaan
 - perlakuan
 - lingkungan
 - respons

- Perancangan percobaan :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} ; i = 1, 2, \dots, p \\ j = 1, 2, \dots, r$$

dengan :

Y_{ij} = respons pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j

μ = rataan umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = error/galat pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j

↳ Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Contoh :

- RAL digunakan karena satuan percobaannya (petak² lahan yg ditanami) Seragam.
- μ rataan umum yg diduga oleh $\bar{Y}_{..} = 7,1$
- τ_i pengaruh perlakuan ke-i diduga dengan $\bar{\tau}_i - \bar{Y}$
- Hipotesisnya :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

$$H_1 : \text{Paling sedikit ada satu } \tau_i \neq 0$$

- Cara Menguji Hipotesis :

↳ diuji menggunakan uji F → ANOVA

Ada 3 sumber keragaman

perlakuan (Varietas)
 error (acak)
 total

Tabel ANOVA

Sumber	Db	JK	KT	F
Varietas				
Error				
Total				

Db = derajat bebas

JK = Jumlah kuadrat

KT = kuadrat tengah

F = F-hitung

$$\bar{Y} = \frac{\text{rataan setiap perlakuan}}{\text{banyaknya perlakuan}}$$

$$= \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \dots + \bar{y}_n}{n}$$

$$\text{rataan} = \frac{\text{Jumlah Perlakuan Ke-i}}{\text{banyaknya ulangan}}$$

Contoh untuk 4 perlakuan 3 ulangan

Derajat Bebas (Db)

$$Db \text{ varietas} = (\text{total perlakuan}) - 1$$

$$Db \text{ total} = n (\text{total perlakuan} \times \text{ulangan}) - 1$$

$$Db \text{ error} = Db \text{ total} - Db \text{ varietas}$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$JK \text{ Varietas} = \sum_{i=1}^3 3 (y_i - \bar{y}_{..})^2$$

$$= 3 \{ (\bar{y}_1 - \bar{y})^2 + (\bar{y}_2 - \bar{y})^2 + \dots + (\bar{y}_4 - \bar{y})^2 \}$$

$$JK \text{ Total} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (y_{ij} - \bar{y})^2$$

$$= (y_{11} - \bar{y})^2 + (y_{12} - \bar{y})^2 + \dots$$

$$JK \text{ Error} = JK \text{ Total} - JK \text{ Varietas}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT)} = \frac{JK}{Db}$$

$$F \text{ hitung} = \frac{KT \text{ (Varietas)}}{KT \text{ (Error)}}$$

- Bandingkan F -hitung dengan F -table = $F_x (V_1, V_2)$
dengan :

$$\alpha = 0,05$$

$$V_1 = Db \text{ varietas}$$

$$V_2 = Db \text{ error}$$

$$\text{Misal } F_x (V_1, V_2) = F_{0,05} (3,8) = 4,07 \rightarrow \text{lihat di tabel } F_{0,05} (V_1, V_2)$$

- Jika F -hitung > F -tabel maka Tolak H_0 (H_1 yang benar)

↳ Dalam kasus ini artinya ada perbedaan pengaruh varietas, antar varietas menghasilkan produktivitas yg berbeda.

TUGAS MINGGU 8
METODE PENUMPULAN DATA

No.

Date

22 Okt 2022

Nama : Aida Darajati

NIM : 61401211016

Tugas 1

Bahan semai : A (garam dapur), B (urea), dan C (perak oksida)

Ulangan : 5

Bahan Semai	Curah hujan dari awan					Rataan	Jumlah
	1	2	3	4	5		
A	18	20	15	18	21	18,4	92
B	10	16	12	13	15	13,2	66
C	21	25	18	23	20	21,4	107
						17,7	265

Tabel ANOVA (Analysis of Variance)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hit	F _{0,05(2,12)}
Varietas	2	172,15	86,075	19,11065	3,89
Galat	12	73,2	6,1		
Total	14	245,35			

- Db varietas = Jumlah perlakuan (t) - 1 = 3 - 1 = 2
- Db total = perlakuan (t) x ulangan (r) - 1 = (3 . 5) - 1 = 14
- Db galat = Db total - Db varietas = 14 - 2 = 12
- Jumlah Kuadrat Varietas = $\sum_{i=1}^3 5 (y_i - \bar{y})^2$
 $= 5 \{(18,4 - 17,7)^2 + (13,2 - 17,7)^2 + (21,4 - 17,7)^2\}$
 $= 5 (0,49 + 20,25 + 13,69)$
 $= 172,15.$
- Jumlah kuadrat total = $\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 (y_{ij} - \bar{y})^2$
 $= \{(18 - 17,7)^2 + (20 - 17,7)^2 + (15 - 17,7)^2 + (18 - 17,7)^2 + (21 - 17,7)^2 + (10 - 17,7)^2 + (16 - 17,7)^2 + (12 - 17,7)^2 + (13 - 17,7)^2 + (15 - 17,7)^2 + (21 - 17,7)^2 + (25 - 17,7)^2 + (18 - 17,7)^2 + (23 - 17,7)^2 + (20 - 17,7)^2\}$
 $= (0,09 + 5,29 + 7,29 + 0,09 + 16,89 + 59,29 + 2,89 + 32,49 + 22,09 + 7,29 + 10,89 + 53,29 + 0,09 + 28,09 + 5,29)$
 $= 245,35$

- Jumlah kuadrat galat = JK total - JK varietas
 $= 245,35 - 172,15$
 $= 73,2$

- Kuadrat tengah varietas = $\frac{JK \text{ varietas}}{Db \text{ varietas}} = \frac{172,15}{2} = 86,075$

- Kuadrat tengah galat = $\frac{JK \text{ galat}}{Db \text{ galat}} = \frac{73,2}{12} = 6,1$

- $F_{\text{hitung}} = \frac{KT \text{ varietas}}{KT \text{ error}} = \frac{86,075}{6,1} = 14,11065$

- $F_{\text{table}} = F_{0,05}(V_1, V_2)$
 $= F_{0,05}(2, 12)$
 $= 3,89$

Hipotesisnya: $H_0 : T_1 = T_2 = T_3 = 0$

$H_1 : \text{Paling sedikit ada satu } T_i \neq 0$

Karena $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka tolak H_0 (H_1 yang benar), artinya ada bahan semai yang memberikan hasil yang berbeda.

Tugas 2

- Apa satuan percobaannya? Setiap petani yang diberi penyuluhan
- Satuan percobaan yang dibutuhkan? $3 \times 10 = 30$ satuan percobaan
- Cara mengacak perlakuan ke satuan percobaan:
 - Ada 3 perlakuan dan ada 10 ulangan \rightarrow butuh $3 \times 10 = 30$ satuan percobaan (petani)
 - Setiap petani diberi nomor 1 sampai 30
 - Bangkitkan bilangan acak untuk perlakuan metode ke-1 menggunakan tabel bilangan acak atau komputer; misalnya didapatkan bilangan acak 12, maka petani dengan nomor 12 mendapatkan perlakuan metode ke-1.
 - Ulangi pengacakan untuk perlakuan metode ke-1 (total 10 kali)
 - Lakukan pengacakan untuk perlakuan metode ke-2 sebanyak 10 kali dan metode ke-3 sebanyak 10 kali.

d). Teknis Percobaan di Lapangan :

- Menentukan faktor respon yang diukur, seperti kualitas hasil panen dan jumlah panen.
- Mencari tahu faktor yang mempengaruhi respon, seperti kualitas bibit, kandungan hara tanah, pupuk yang digunakan pada tanaman, pengairan, hama, dan tingkat pengetahuan atau pengalaman petani.
- Melakukan kontrol lokal dengan mencari kualitas bibit yang sama, menggunakan sawah dengan kandungan zat hara yang mirip setiap perlakuan, pengairan yang sama, pupuk yang seragam, menghindari tanaman dari kontaminasi hama, dan mencari petani dengan tingkat pengetahuan atau pengalaman yang setara.

Tugas 3

$$a) \text{Buktikan } JK(\text{Perlakuan}) = r \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^p \frac{y_i^2}{r} - \frac{\bar{y}_{..}^2}{n}$$

$$r \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2 = r \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i^2 - 2\bar{y}_i \bar{y}_{..} + \bar{y}_{..}^2)$$

$$= r \left(\sum_{i=1}^p \frac{y_i^2}{r^2} - 2 \sum_{i=1}^p \frac{y_i}{r} \cdot \frac{y_{..}}{n} + \frac{y_{..}^2}{n^2} \sum_{i=1}^p 1 \right)$$

$$= \sum_{i=1}^p \frac{y_i^2}{r^2} \cdot r - \frac{2y_i \cdot y_{..}}{nr} r + \frac{y_{..}^2}{n^2} rp$$

$$i = 1, 2, \dots, p$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

$$n = p \times r$$

$$\text{Terbukti bahwa } JK(\text{perlakuan}) = r \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^p \frac{y_i^2}{r} - \frac{\bar{y}_{..}^2}{n}.$$

$$b) \text{Buktikan } JK(\text{Total}) = \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \frac{\bar{y}_{..}^2}{n}$$

$$\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^n (y_{ij}^2 - 2y_{ij} \bar{y}_{..} + \bar{y}_{..}^2)$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n y_{ij} \frac{y_{..}}{n} + \frac{y_{..}^2}{n^2} \sum_{i=1}^n 1$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \frac{2y_{..} y_{..}}{n} + \frac{y_{..}^2}{n^2} \cdot n = \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{n}$$

$$\text{Terbukti bahwa } JK(\text{total}) = \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{n}.$$

DILAM

Soal No. 4

c) Buktikan $\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{i..})^2 = JK(\text{total}) - JK(\text{Perlakuan})$

$$\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{i..})^2 = \sum_{i=1}^n (y_{ij}^2 - 2y_{ij}\bar{y}_{i..} + \bar{y}_{i..}^2)$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - 2 \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_i}{r} \sum_{j=1}^r y_{ij} + \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_{i..}^2}{r^2} \sum_{j=1}^r 1$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - 2 \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_i}{r} y_{i..} + \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_{i..}^2}{r^2} \cdot r$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - 2 \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_i^2}{r} + \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_{i..}^2}{r}$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_{i..}^2}{r}$$

$JK(\text{Total}) - JK(\text{Perlakuan})$

$$= \left(\sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \frac{\bar{y}_{..}^2}{n} \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{y_{ij}^2}{r} - \frac{\bar{y}_{i..}^2}{n} \right)$$

$$= \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_{i..}^2}{r}$$

Terbukti bahwa $\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{i..})^2 = JK(\text{total}) - JK(\text{Perlakuan})$.

] Sama

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

]

Contoh data untuk Materi 9

No _____
Date _____

Data hasil pengamatan produktivitas (ton/ha)

Ulangan	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	
1	6,7	6,5	7,8	7,4	
2	6,9	6,7	7,7	6,9	
3	6,8	6,9	7,6	7,0	
Jumlah	20,4	20,1	23,1	21,3	84,9
Rataan	6,8	6,7	7,7	7,1	7,1

taraf pengujian 5%.

RAL

Sumber	Db	JK	KT	F	
Varietas	3	1,8225	0,6075	18,69	F-table = 4,07
Error	8	0,26	0,0325		
Total	11	2,0825			

F_{hitung} > F_{tabel} → Tolak H₀

Hipotesis perbandingan nilai tengah

1. H₀: M₁ = M₂ VS H₁: M₁ ≠ M₂
2. H₀: M₁ = M₃ VS H₁: M₁ ≠ M₃
3. H₀: M₁ = M₄ VS H₁: M₁ ≠ M₄
4. H₀: M₂ = M₃ VS H₁: M₂ ≠ M₃
5. H₀: M₂ = M₄ VS H₁: M₂ ≠ M₄
6. H₀: M₃ = M₄ VS H₁: M₃ ≠ M₄.

Banyaknya hipotesis = n C₂ ; n = banyaknya perlakuan

Materi 9

Uji Lanjut (Uji Perbandingan Berganda)

Ketika menolak H_0 , artinya ada perbedaan pengaruh varietas, mana yg berbeda?
 → Perlu uji lanjut

Kelompok Uji Lanjut → Uji yg terencana

Rancangan uji perbandingan nilai tengah sudah ditetapkan sebelumnya: uji kontras orthogonal, Bonferroni, dll.

→ Uji yang tidak terencana

Pengujianya dilakukan terhadap semua kombinasi nilai tengah perlakuan: uji LSD, uji Turkey, duncan dll.

1 Uji LSD (BNT = Beda Nyata Terkecil)

- Misalnya ingin menguji hipotesis (dengan $\alpha = 5\%$):
 - 1. $H_0: \mu_1 = \mu_2$ vs $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
 - Hitung statistik uji LSD dahulu

$$LSD = t.S_d \quad \text{dengan } t = t_{tabel} = t_{\frac{\alpha}{2}(dfG)} ; \quad S_d = \sqrt{\frac{2 KTG}{r}}$$

- Hitung D , beda nilai dugaan μ_1 dengan μ_2

$$D = |\text{rataan } V_1 - \text{rataan } V_2| \quad V = \text{varietas}$$

- Jika $D < LSD \rightarrow \text{terima } H_0 (\mu_1 = \mu_2)$

Contoh:

$$LSD = t_{0,025(8)} \cdot \sqrt{2 \cdot 0,0325 / 3} = 0,339$$

$$D = |6,8 - 6,7| = 0,1$$

$$D < LSD \rightarrow \text{terima } H_0 (\mu_1 = \mu_2)$$

Jika ingin menguji hipotesis lainnya, gunakan nilai LSD yg sudah dihitung
 $LSD = 0,339$

Hitung nilai D pada masing-masing hipotesis lalu bandingkan dengan LSD

↳ hasilnya ada yang terima & tolak H_0

Menyajikan hasil pengujian nilai tengah supaya mudah dilihat?

- Mengurutkan nilai rataan perlakuan

V_4 6,7

V_1 6,8

V_4 7,1

V_3 7,7

- Hitung perbedaan rataan urutan 1 dengan urutan 2

$$D = |6,7 - 7,8| = 0,1$$

Jika $D < LSD$ beri huruf a di samping rataan urutan 1 dan urutan 2

- Hitung perbedaan rataan urutan 1 dengan urutan 3

$$D = |6,7 - 7,1| = 0,4$$

Jika $D > LSD$, berarti urutan 3 berbeda dengan urutan 1, skip

- Pegang urutan 2

- Hitung perbedaan rataan urutan 2 dengan urutan 3

$$D = |6,8 - 7,1| = 0,3$$

Jika $D < LSD$ beri huruf b disamping rataan urutan 2 dan 3

- Hitung perbedaan urutan 2 dengan urutan 4

$$D = |6,8 - 7,7| = 0,9$$

$D > LSD$, berbeda, skip

- Pegang urutan 3

- Hitung perbedaan rataan urutan 3 dengan urutan 4

$$D = |7,1 - 7,7| = 0,6$$

$D > LSD$, berbeda

Karena urutan 4 belum diberi huruf maka beri huruf c.

- Proses Selesai

Hasil

V_2 6,7 a

V_1 6,8 ab

V_4 7,1 b

V_3 7,7 c

Jika ada huruf yg sama
maka perlakuan tersebut
tidak berbeda nyata.

Kesimpulan :

V_1 dan V_2 tidak berbeda nyata

V_1 dan V_4 tidak berbeda nyata

V_3 berbeda nyata dengan lainnya (V_1 , V_2 , dan V_4)

Kelemahan LSD : Cenderung menolak H_0

Kecenderungan ini semakin besar dgn semakin banyaknya jumlah perlakuan yg diperbandingkan.

2 Uji Tukey (BNJ = Beda Nyata Jujur)

- BNJ dikenal tidak terlalu sensitif (cenderung menerima H_0)
→ digunakan untuk memisahkan perlakuan yang benar ≠ berbeda.
- Proses pengujinya sama dgn LSD.

$$BNJ = q_{\alpha; p; dbg} S_{\bar{Y}}$$

$$S_{\bar{Y}} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

p = jumlah perlakuan

dbg = derajat bebas galat

KTG = kuadrat tengah galat

r = jumlah ulangan

$q_{\alpha; p; dbg}$ = diperoleh dari tabel Tukey

Catatan:

Jika jumlah ulangan tidak sama, nilai r didekati dengan rataan harmonik

$$(r_h) = \frac{p}{\sum_{i=1}^p \frac{1}{r_i}}$$

r_i = jumlah ulangan perlakuan ke- i

- Nilai BNJ untuk data sebelumnya sbb :

$$BNJ = q_{0,05; 4; 8} \sqrt{0,0325/3} = 4,53(0,104) = 4,71$$

- dengan prosedur yang sama dengan uji LSD, diperoleh hasil :

Perlakuan Rataan

V_2	6,7	a
V_1	6,8	a
V_4	7,1	a
V_3	7,7	b

- Kesimpulan :

V_1, V_2 , dan V_4 tidak berbeda nyata

V_3 berbeda nyata dengan lainnya (V_1, V_2 , dan V_4)

3 Uji Duncan (DMRT)

↳ Memberikan segugus nilai pembanding yang nilainya meningkat sejalan dengan jarak peringkat dua buah perlakuan yang akan diperbandingkan.

$$R_p = r_{\alpha; p; \text{dbg}} S_{\bar{Y}}$$

$$S_{\bar{Y}} = \sqrt{\frac{KTB}{r}}$$

$r_{\alpha; p; \text{dbg}}$ = nilai tabel Duncan pada taraf α
 p = jarak peringkat dua perlakuan
 dbg = derajat bebas galat

Catatan:

- Jika jumlah ulangan tidak sama, nilai r dapat didekati dengan r_h seperti tukey.
- Duncan lebih baik dari LSD dan Tukey
- Uji Duncan untuk data sebelumnya :

Karena ada 4 perlakuan, maka ada 3 kemungkinan R_p -nya, yaitu R_2 , R_3 , dan R_4 . Berdasarkan tabel DMRT diperoleh nilai :

$$R_2 = r_{0,05; 2; 8} \sqrt{0,0325/3} = 3,26 (0,104) = 0,339$$

$$R_3 = r_{0,05; 3; 8} \sqrt{0,0325/3} = 3,39 (0,104) = 0,352$$

$$R_4 = r_{0,05; 4; 8} \sqrt{0,0325/3} = 3,47 (0,104) = 0,361$$

- Saat membandingkan perlakuan urutan1 dan urutan2 (V_2 dan V_1) gunakan pembanding R_2
- Saat membandingkan urutan1 dan urutan3 (V_2 dan V_4) gunakan pembanding R_3
- Saat membandingkan urutan1 dan urutan4 (V_2 dan V_3) gunakan pembanding R_4

Didapatkan :

V_2 6,7 a

V_1 6,8 ab

V_4 7,1 b

V_3 7,7 c

Berdasarkan penyajian ini dapat disimpulkan bahwa

V_1 dan V_2 tidak berbeda nyata

V_1 dan V_4 tidak berbeda nyata

V_3 berbeda nyata dengan lainnya (V_1 , V_2 , dan V_4)

4 Uji Kontras Ortogonal

Pada banyak percobaan, perlakuan yg kita cobakan memiliki pola pengelompokan tertentu. Sebagai contoh, jika pada percobaan 4 varietas sebelumnya diketahui bahwa V_1 dan V_2 adalah varietas yang sudah umum (konvensional) ditanam petani, sedangkan V_3 dan V_4 adalah varietas temuan baru yang ingin diperbandingkan hasilnya dengan varietas konvensional tersebut. Dalam kondisi ini, kita tidak tertarik membandingkan perlakuan secara individu secara keseluruhan, tetapi kita ingin membandingkan antar kelompok perlakuan. Antar kelompok varietas konvensional (V_1 dan V_2) dengan varietas temuan baru (V_3 dan V_4), dan membandingkan antara varietas konvensional (V_1 vs V_2) dan antara varietas temuan baru (V_3 dan V_4).

Hipotesis yg diuji :

1. $H_0 = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{M_3 + M_4}{2}$ vs $H_1 = \frac{M_1 + M_2}{2} \neq \frac{M_3 + M_4}{2}$
2. $H_0 = M_1 = M_2$ vs $H_1 = M_1 \neq M_2$
3. $H_0 : M_3 = M_4$ vs $H_1 : M_3 \neq M_4$

Dalam bentuk lain, ketiga hipotesis tersebut dapat ditulis :

$$1. H_0 : \frac{1}{2}M_1 + \frac{1}{2}M_2 - \frac{1}{2}M_3 - \frac{1}{2}M_4 = 0$$

$$\text{atau } H_0 = M_1 + M_2 - M_3 - M_4 = 0$$

2. $H_0 : M_1 - M_2 = 0$
3. $H_0 : M_3 - M_4 = 0$

Dalam bentuk kontras orthogonal dapat dituliskan :

Kontras	Perlakuan			
	V_1	V_2	V_3	V_4
1. V_1, V_2 VS V_3, V_4	1	1	-1	-1
2. V_1 VS V_2	1	-1	0	0
3. V_3 VS V_4	0	0	1	-1

Pengujian hipotesis tersebut umumnya diintegrasikan ke dalam ANOVA sehingga perlu mencari Jumlah Kuadrat (JK) masing-masing kontras.

$$\text{JK (Kontras)} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k c_i Y_i \right)^2}{\sum_{i=1}^k c_i^2}$$

c_i = koefisien kontras ke- i

Y_i = jumlah perlakuan ke- i

r = jumlah ulangan.

$$\text{JK (Kontras 1)} = \frac{\{1(20,4) + 1(20,1) - 1(23,1) - 1(21,3)\}^2}{3\{1^2 + 1^2 + (-1)^2 + (-1)^2\}} = 1,2675$$

$$\text{JK (Kontras 2)} = \frac{\{1(20,4) - 1(20,1)\}^2}{3\{1^2 + (-1)^2\}} = 0,0150$$

$$\text{JK (Kontras 3)} = \frac{\{1(23,1) - 1(21,3)\}^2}{3\{1^2 + (-1)^2\}} = 0,5400$$

Jika diintegrasikan dengan tabel ANOVA, akan diperoleh:

Sumber	D _b	JK	KT	F	F _{tabel}
Varietas	3	1,8225	0,6075	18,69	4,07
K1: V ₁ , V ₂ VS V ₃ , V ₄	1	1,2675	1,2675	39,00	5,32
K2: V ₁ VS V ₂	1	0,0150	0,0150	0,46	5,32
K3: V ₃ VS V ₄	1	0,5400	0,5400	16,62	5,32
Error	8	0,2600	0,0325		
Total	11	2,0825			

Berdasarkan tabel anova diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Produktivitas Varietas temuan baru (V₃ dan V₄) berbeda dengan varietas konvensional (V₁ dan V₂)
2. Produktivitas V₁ dan V₂ tidak berbeda nyata
3. Produktivitas V₃ dan V₄ berbeda nyata.