

Materi: Uji Lanjut (Pertemuan ke-9)

Data hasil pengamatan produktivitas (ton/ha)

| Ulangan | V1 | V2 | V3 | V4 | |
|---------|------|------|------|------|------|
| 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 |

Ujilah apakah ada perbedaan produktivitas antar varietas!
Gunakan taraf nyata pengujian sebesar 5%.

Rancangan Acak Lengkap

| Sumber | Db | JK | KT | F |
|----------|----|--------|--------|-------|
| Varietas | 3 | 1.8225 | 0.6075 | 18.69 |
| Error | 8 | 0.26 | 0.0325 | |
| Total | 11 | 2.0825 | | |

F-table = 4.07

Karena $F\text{-hitung} > F\text{-tabel} \rightarrow \text{Tolak } H_0$

\rightarrow ada perbedaan pengaruh varietas

(antar varietas menghasilkan produktivitas yang berbeda)

Mana yang berbeda?

V1 dg V2, V1 dg V3, V1 dg V4, V2 dg V3, V2 dg V4, atau V3 dengan V4, ... atau V1, V2, V3, V4 semuanya berbeda?

\rightarrow *Perlu dilakukan uji lanjut*

Uji Lanjut atau Uji Perbandingan Berganda

Berdasarkan penerapannya, ada dua kelompok uji lanjut yang umum digunakan:

(1) Uji yang terencana → rancangan uji perbandingan nilai tengah sudah ditetapkan sebelumnya: uji **kontras orthogonal**, uji **Bonferroni**, dll.

↳ bebas

(2) Uji yang tidak terencana → pengujiannya dilakukan terhadap semua kombinasi nilai tengah perlakuannya: uji **LSD**, uji **Tukey**, uji **Duncan**, dll.

least significant difference

ASD

dlrt

paling gambapng

Uji LSD (Least Significant Difference)

Uji LSD atau uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Misalnya, kita ingin menguji hipotesis (dengan $\alpha=5\%$):

$$1. H_0: \mu_1 = \mu_2 \text{ vs } H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Kita hitung statistik uji LSD lebih dulu:

$$LSD = t_{sd} \rightarrow t = t_{tab} = t_{\alpha/2(dfG)} ; s_d = \sqrt{(2 KTG / r)}$$

$$LSD = t_{0.025(8)} \sqrt{(2 * 0.0325 / 3)} = 0.339$$

Kemudian kita hitung D, beda nilai dugaan μ_1 dengan μ_2 sbb:

$$D = |6.8 - 6.7| = 0.1$$

Karena $D < LSD \rightarrow$ terima H_0 ($\mu_1 = \mu_2$)

Uji LSD (Least Significant Difference)

Jika kita ingin menguji hipotesis perbandingan nilai tengah lainnya:

2. $H_0: \mu_1 = \mu_3$ vs $H_1: \mu_1 \neq \mu_3$;

3. $H_0: \mu_1 = \mu_4$ vs $H_1: \mu_1 \neq \mu_4$;

4. $H_0: \mu_2 = \mu_3$ vs $H_1: \mu_2 \neq \mu_3$;

5. $H_0: \mu_2 = \mu_4$ vs $H_1: \mu_2 \neq \mu_4$;

6. $H_0: \mu_3 = \mu_4$ vs $H_1: \mu_3 \neq \mu_4$.

Kita tetap berpatokan pada nilai LSD yang sudah dihitung:

$$\text{LSD} = 0.339$$

Uji LSD (Least Significant Difference)

Kemudian kita hitung D, beda nilai dugaan masing-masing kemudian kita bandingkan dengan LSD seperti berikut:

$$2. D = |6.8 - 7.7| = 0.9 > \text{LSD} \rightarrow \text{tolak } H_0 \quad (\mu_1 \neq \mu_3)$$

$$3. D = |6.8 - 7.1| = 0.3 < \text{LSD} \rightarrow \text{terima } H_0 \quad (\mu_1 = \mu_4)$$

$$4. D = |6.7 - 7.7| = 1.0 > \text{LSD} \rightarrow \text{tolak } H_0 \quad (\mu_2 \neq \mu_3)$$

$$5. D = |6.7 - 7.1| = 0.4 > \text{LSD} \rightarrow \text{tolak } H_0 \quad (\mu_2 \neq \mu_4)$$

$$6. D = |7.7 - 7.1| = 0.6 > \text{LSD} \rightarrow \text{tolak } H_0 \quad (\mu_3 \neq \mu_4)$$

Dari empat perlakuan, kita bisa menguji sebanyak 6 hipotesis perbandingan nilai tengah \rightarrow hasilnya ada yang terima & tolak H_0 .

Jika ada 10 perlakuan \rightarrow kita bisa membuat 45 hipotesis perbandingan nilai tengah perlakuan...!

\rightarrow Bagaimana menyajikan hasil pengujian supaya mudah dilihat?

Uji LSD (Least Significant Difference)

Menyajikan hasil pengujian perbandingan nilai tengah:

1. Urutkan nilai rataan perlakuan, dari kecil ke besar (bisa juga sebaliknya):

Perlakuan Rataan

| | | |
|----|-----|----|
| V2 | 6.7 | a |
| V1 | 6.8 | ab |
| V4 | 7.1 | b |
| V3 | 7.7 | c |

tergantung default software

2. Hitung perbedaan rataan yg terkecil dengan urutan ke-2,
 $D = |6.7 - 7.8| = 0.1$;
3. Jika $D < \text{LSD}$, beri huruf a (disamping rataan perlakuan urutan-1 dan urutan-2);
4. Selanjutnya hitung perbedaan rataan terkecil dengan urutan ke-3, $D = |6.7 - 7.1| = 0.4$;

Uji LSD (Least Significant Difference)

Menyajikan hasil pengujian perbandingan nilai tengah:

5. Jika $D > \text{LSD}$, berarti urutan ke-3 berbeda dengan urutan ke-1 (V2);
6. Selanjutnya pegang urutan ke-2 (V1), hitung perbedaan rata-rata urutan ke-2 dengan urutan ke-3, $D = |6.8 - 7.1| = 0.3$;
7. Jika $D < \text{LSD}$, beri huruf b disamping huruf a pada rata-rata perlakuan urutan-2 dan pada urutan ke-3;
8. Selanjutnya hitung perbedaan rata-rata ke-2 dengan urutan ke-4, $D = |6.8 - 7.7| = 0.9$;
9. Jika $D > \text{LSD}$, berarti urutan ke-2 berbeda dengan ke-4;
10. Selanjutnya hitung perbedaan rata-rata ke-3 dengan urutan ke-4, $D = |7.1 - 7.7| = 0.6$;
11. Jika $D > \text{LSD}$, berarti urutan ke-3 berbeda ke-4 dan beri huruf c pada perlakuan urutan ke-4 (V3) dan proses selesai.

Uji LSD (Least Significant Difference)

Hasil uji perbandingan nilai tengah dengan LSD:

| Perlakuan | Rataan |
|-----------|--------|
| V2 | 6.7 a |
| V1 | 6.8 ab |
| V4 | 7.1 b |
| V3 | 7.7 c |

Jika ada huruf yang sama berarti perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.

Berdasarkan penyajian ini dapat disimpulkan bahwa V1 dan V2 tidak berbeda nyata, V1 dan V4 juga tidak berbeda nyata, dan V3 berbeda nyata dengan lainnya (V1, V2, dan V4).

Kelemahan LSD: Cenderung menolak H_0 ...

Kecenderungan ini semakin besar dengan semakin banyaknya jumlah perlakuan yang diperbandingkan.

Uji LSD (Least Significant Difference)

Buatlah uji perbandingan nilai tengah dengan LSD jika ada 7 perlakuan (P1-P7) dengan nilai rata-rata sebagai berikut (diketahui nilai $LSD=3.2$) :

| Perlakuan | Rataan |
|-----------|--------|
|-----------|--------|

| | |
|----|-----|
| P1 | 9.7 |
|----|-----|

| | |
|----|------|
| P2 | 11.5 |
|----|------|

| | |
|----|-----|
| P3 | 7.1 |
|----|-----|

| | |
|----|-----|
| P4 | 3.4 |
|----|-----|

| | |
|----|------|
| P5 | 14.2 |
|----|------|

| | |
|----|-----|
| P6 | 8.8 |
|----|-----|

| | |
|----|-----|
| P7 | 5.0 |
|----|-----|

Uji Tukey (BNJ=Beda Nyata Jujur)

kebalikan dari BNT, BNJ lebih menerima H_0 jika perlakuannya semakin banyak

- BNJ dikenal tidak terlalu sensitif (cenderung menerima H_0)
→ baik digunakan untuk memisahkan perlakuan-perlakuan yang benar-benar berbeda
- Proses pengujiannya sama dengan LSD.

$$BNJ = q_{\alpha;p;dbg} S_{\bar{Y}} \quad S_{\bar{Y}} = \sqrt{KTG / r}$$

- Nilai $q_{\alpha;p;dbg}$ diperoleh dari Table Tukey, dimana p =jumlah perlakuan, dbg =derajat bebas galat; KTG =Kuadrat Tengah Galat dan r =jumlah ulangan.

Catatan:

Jika jumlah ulangan tidak sama, nilai r didekati dengan rata-rata

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

dengan r_i = jumlah ulangan perlakuan ke- i

Uji Tukey (BNJ=Beda Nyata Jujur)

- Nilai BNJ untuk data sebelumnya sbb:

$$BNJ = q_{0.05;4;8} \sqrt{0.0325 / 3} = 4.53 (0.104) = \overset{0.471}{\cancel{4.71}} \quad (\text{nilaiinya hampir selalu besar dari LSD})$$

- Dengan prosedur yang sama dengan uji LSD, diperoleh hasil uji BNJ sebagai berikut:

Perlakuan Rataan

V2 6.7 a

V1 6.8 a

V4 7.1 a

V3 7.7 b

Berdasarkan penyajian ini dapat disimpulkan bahwa V1, V2, dan V4 tidak berbeda nyata, sedangkan V3 berbeda nyata dengan lainnya (V1, V2, dan V4).

VIII. Percentage Points of the Studentized Range Statistic (*continued*)

| | | $q_{.05}(p, f)$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | p | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | 18.1 | 26.7 | 32.8 | 37.2 | 40.5 | 43.1 | 45.4 | 47.3 | 49.1 | 50.6 | 51.9 | 53.2 | 54.3 | 55.4 | 56.3 | 57.2 | 58.0 | 58.8 | 59.6 | |
| 2 | 6.09 | 8.28 | 9.80 | 10.89 | 11.73 | 12.43 | 13.03 | 13.54 | 13.99 | 14.39 | 14.75 | 15.08 | 15.38 | 15.65 | 15.91 | 16.14 | 16.36 | 16.57 | 16.77 | |
| 3 | 4.50 | 5.88 | 6.83 | 7.51 | 8.04 | 8.47 | 8.85 | 9.18 | 9.46 | 9.72 | 9.95 | 10.16 | 10.35 | 10.52 | 10.69 | 10.84 | 10.98 | 11.12 | 11.24 | |
| 4 | 3.93 | 5.00 | 5.76 | 6.31 | 6.73 | 7.06 | 7.35 | 7.60 | 7.83 | 8.03 | 8.21 | 8.37 | 8.52 | 8.67 | 8.80 | 8.92 | 9.03 | 9.14 | 9.24 | |
| 5 | 3.61 | 4.54 | 5.18 | 5.64 | 5.99 | 6.28 | 6.52 | 6.74 | 6.93 | 7.10 | 7.25 | 7.39 | 7.52 | 7.64 | 7.75 | 7.86 | 7.95 | 8.04 | 8.13 | |
| 6 | 3.46 | 4.34 | 4.90 | 5.31 | 5.63 | 5.89 | 6.12 | 6.32 | 6.49 | 6.65 | 6.79 | 6.92 | 7.04 | 7.14 | 7.24 | 7.34 | 7.43 | 7.51 | 7.59 | |
| 7 | 3.34 | 4.16 | 4.68 | 5.06 | 5.35 | 5.59 | 5.80 | 5.99 | 6.15 | 6.29 | 6.42 | 6.54 | 6.65 | 6.75 | 6.84 | 6.93 | 7.01 | 7.08 | 7.16 | |
| 8 | 3.26 | 4.04 | 4.53 | 4.89 | 5.17 | 5.40 | 5.60 | 5.77 | 5.92 | 6.05 | 6.18 | 6.29 | 6.39 | 6.48 | 6.57 | 6.65 | 6.73 | 6.80 | 6.87 | |
| 9 | 3.20 | 3.95 | 4.42 | 4.76 | 5.02 | 5.24 | 5.43 | 5.60 | 5.74 | 5.87 | 5.98 | 6.09 | 6.19 | 6.28 | 6.36 | 6.44 | 6.51 | 6.58 | 6.65 | |
| 10 | 3.15 | 3.88 | 4.33 | 4.66 | 4.91 | 5.12 | 5.30 | 5.46 | 5.60 | 5.72 | 5.83 | 5.93 | 6.03 | 6.12 | 6.20 | 6.27 | 6.34 | 6.41 | 6.47 | |
| 11 | 3.11 | 3.82 | 4.26 | 4.58 | 4.82 | 5.03 | 5.20 | 5.35 | 5.49 | 5.61 | 5.71 | 5.81 | 5.90 | 5.98 | 6.06 | 6.14 | 6.20 | 6.27 | 6.33 | |
| 12 | 3.08 | 3.77 | 4.20 | 4.51 | 4.75 | 4.95 | 5.12 | 5.27 | 5.40 | 5.51 | 5.61 | 5.71 | 5.80 | 5.88 | 5.95 | 6.02 | 6.09 | 6.15 | 6.21 | |
| 13 | 3.06 | 3.73 | 4.15 | 4.46 | 4.69 | 4.88 | 5.05 | 5.19 | 5.32 | 5.43 | 5.53 | 5.63 | 5.71 | 5.79 | 5.86 | 5.93 | 6.00 | 6.06 | 6.11 | |
| 14 | 3.03 | 3.70 | 4.11 | 4.41 | 4.64 | 4.83 | 4.99 | 5.13 | 5.25 | 5.36 | 5.46 | 5.56 | 5.64 | 5.72 | 5.79 | 5.86 | 5.92 | 5.98 | 6.03 | |
| 15 | 3.01 | 3.67 | 4.08 | 4.37 | 4.59 | 4.78 | 4.94 | 5.08 | 5.20 | 5.31 | 5.40 | 5.49 | 5.57 | 5.65 | 5.72 | 5.79 | 5.85 | 5.91 | 5.96 | |
| 16 | 3.00 | 3.65 | 4.05 | 4.34 | 4.56 | 4.74 | 4.90 | 5.03 | 5.15 | 5.26 | 5.35 | 5.44 | 5.52 | 5.59 | 5.66 | 5.73 | 5.79 | 5.84 | 5.90 | |
| 17 | 2.98 | 3.62 | 4.02 | 4.31 | 4.52 | 4.70 | 4.86 | 4.99 | 5.11 | 5.21 | 5.31 | 5.39 | 5.47 | 5.55 | 5.61 | 5.68 | 5.74 | 5.79 | 5.84 | |
| 18 | 2.97 | 3.61 | 4.00 | 4.28 | 4.49 | 4.67 | 4.83 | 4.96 | 5.07 | 5.17 | 5.27 | 5.35 | 5.43 | 5.50 | 5.57 | 5.63 | 5.69 | 5.74 | 5.79 | |
| 19 | 2.96 | 3.59 | 3.98 | 4.26 | 4.47 | 4.64 | 4.79 | 4.92 | 5.04 | 5.14 | 5.23 | 5.32 | 5.39 | 5.46 | 5.53 | 5.59 | 5.65 | 5.70 | 5.75 | |
| 20 | 2.95 | 3.58 | 3.96 | 4.24 | 4.45 | 4.62 | 4.77 | 4.90 | 5.01 | 5.11 | 5.20 | 5.28 | 5.36 | 5.43 | 5.50 | 5.56 | 5.61 | 5.66 | 5.71 | |
| 24 | 2.92 | 3.53 | 3.90 | 4.17 | 4.37 | 4.54 | 4.68 | 4.81 | 4.92 | 5.01 | 5.10 | 5.18 | 5.25 | 5.32 | 5.38 | 5.44 | 5.50 | 5.55 | 5.59 | |
| 30 | 2.89 | 3.48 | 3.84 | 4.11 | 4.30 | 4.46 | 4.60 | 4.72 | 4.83 | 4.92 | 5.00 | 5.08 | 5.15 | 5.21 | 5.27 | 5.33 | 5.38 | 5.43 | 5.48 | |
| 40 | 2.86 | 3.44 | 3.79 | 4.04 | 4.23 | 4.39 | 4.52 | 4.63 | 4.74 | 4.82 | 4.90 | 4.98 | 5.05 | 5.11 | 5.17 | 5.22 | 5.27 | 5.32 | 5.36 | |
| 60 | 2.83 | 3.40 | 3.74 | 3.98 | 4.16 | 4.31 | 4.44 | 4.55 | 4.65 | 4.73 | 4.81 | 4.88 | 4.94 | 5.00 | 5.06 | 5.11 | 5.15 | 5.20 | 5.24 | |
| 120 | 2.80 | 3.36 | 3.69 | 3.92 | 4.10 | 4.24 | 4.36 | 4.47 | 4.56 | 4.64 | 4.71 | 4.78 | 4.84 | 4.90 | 4.95 | 5.00 | 5.04 | 5.09 | 5.13 | |
| ∞ | 2.77 | 3.32 | 3.63 | 3.86 | 4.03 | 4.17 | 4.29 | 4.39 | 4.47 | 4.55 | 4.62 | 4.68 | 4.74 | 4.80 | 4.84 | 4.89 | 4.93 | 4.97 | 5.01 | |

Uji Duncan (DMRT=Duncan Multiple Range Test)

- Memberikan segugus nilai pembanding yang nilainya meningkat sejalan dengan jarak peringkat dua dua perlakuan yang akan diperbandingkan

perbedaan
peringkat

$$\leftarrow R_p = r_{\alpha;p;dbg} S_{\bar{Y}} \quad S_{\bar{Y}} = \sqrt{KTG / r}$$

dimana $r_{\alpha;p;dbg}$ adalah nilai Tabel Duncan pada taraf α , jarak peringkat dua perlakuan p , dan derajat bebas galat sebesar dbg .

- Jika jumlah ulangan tidak sama, nilai r dapat didekati dengan rataan harmonik (r_h) seperti sebelumnya.
- Uji DMRT dipandang lebih baik daripada LSD dan uji Tukey.

orang-orang cenderung lebih memilih Uji Duncan

Uji Duncan (DMRT=Duncan Multiple Range Test)

- Karena ada 4 perlakuan, maka ada 3 kemungkinan Rp-nya, yaitu R2, R3, dan R4. Berdasarkan Table DMRT diperoleh nilai R sebagai berikut:

$$R_2 = r_{0.05;2;8}\sqrt{0.0325/3} = 3.26(0.104) = 0.339$$

$$R_3 = r_{0.05;3;8}\sqrt{0.0325/3} = 3.39(0.104) = 0.352$$

$$R_{\cancel{2}4} = r_{0.05;\cancel{2}^4;8}\sqrt{0.0325/3} = \cancel{3.26}^{3.47}(0.104) = 0.361$$

- Pada saat membandingkan perlakuan urutan ke-1 dengan urutan ke-2 (V2 vs V1) kita gunakan pembanding R2. Pada saat membandingkan urutan ke-1 dengan ke-3 (V2 vs V4) kita gunakan pembanding R3. Jika membandingkan urutan ke-1 dengan ke-4 (V2 vs V3) maka kita gunakan pembanding R4.

VII. Significant Ranges for Duncan's Multiple Range Test (*continued*)


| $r_{.05}(p, f)$ | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| f | p | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 1 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 |
| 2 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 | 6.09 |
| 3 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 4 | 3.93 | 4.01 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 4.02 |
| 5 | 3.64 | 3.74 | 3.79 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.83 |
| 6 | 3.46 | 3.58 | 3.64 | 3.68 | 3.68 | 3.68 | 3.68 | 3.68 | 3.68 | 3.68 | 3.68 | 3.68 |
| 7 | 3.35 | 3.47 | 3.54 | 3.58 | 3.60 | 3.61 | 3.61 | 3.61 | 3.61 | 3.61 | 3.61 | 3.61 |
| 8 | 3.26 | 3.39 | 3.47 | 3.52 | 3.55 | 3.56 | 3.56 | 3.56 | 3.56 | 3.56 | 3.56 | 3.56 |
| 9 | 3.20 | 3.34 | 3.41 | 3.47 | 3.50 | 3.52 | 3.52 | 3.52 | 3.52 | 3.52 | 3.52 | 3.52 |
| 10 | 3.15 | 3.30 | 3.37 | 3.43 | 3.46 | 3.47 | 3.47 | 3.47 | 3.47 | 3.48 | 3.48 | 3.48 |
| 11 | 3.11 | 3.27 | 3.35 | 3.39 | 3.43 | 3.44 | 3.45 | 3.46 | 3.46 | 3.48 | 3.48 | 3.48 |
| 12 | 3.08 | 3.23 | 3.33 | 3.36 | 3.40 | 3.42 | 3.44 | 3.44 | 3.46 | 3.48 | 3.48 | 3.48 |
| 13 | 3.06 | 3.21 | 3.30 | 3.35 | 3.38 | 3.41 | 3.42 | 3.44 | 3.45 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 14 | 3.03 | 3.18 | 3.27 | 3.33 | 3.37 | 3.39 | 3.41 | 3.42 | 3.44 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 15 | 3.01 | 3.16 | 3.25 | 3.31 | 3.36 | 3.38 | 3.40 | 3.42 | 3.43 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 16 | 3.00 | 3.15 | 3.23 | 3.30 | 3.34 | 3.37 | 3.39 | 3.41 | 3.43 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 17 | 2.98 | 3.13 | 3.22 | 3.28 | 3.33 | 3.36 | 3.38 | 3.40 | 3.42 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 18 | 2.97 | 3.12 | 3.21 | 3.27 | 3.32 | 3.35 | 3.37 | 3.39 | 3.41 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 19 | 2.96 | 3.11 | 3.19 | 3.26 | 3.31 | 3.35 | 3.37 | 3.39 | 3.41 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 20 | 2.95 | 3.10 | 3.18 | 3.25 | 3.30 | 3.34 | 3.36 | 3.38 | 3.40 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 30 | 2.89 | 3.04 | 3.12 | 3.20 | 3.25 | 3.29 | 3.32 | 3.35 | 3.37 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 40 | 2.86 | 3.01 | 3.10 | 3.17 | 3.22 | 3.27 | 3.30 | 3.33 | 3.35 | 3.47 | 3.47 | 3.47 |
| 60 | 2.83 | 2.98 | 3.08 | 3.14 | 3.20 | 3.24 | 3.28 | 3.31 | 3.33 | 3.47 | 3.48 | 3.48 |
| 100 | 2.80 | 2.95 | 3.05 | 3.12 | 3.18 | 3.22 | 3.26 | 3.29 | 3.32 | 3.47 | 3.53 | 3.53 |
| ∞ | 2.77 | 2.92 | 3.02 | 3.09 | 3.15 | 3.19 | 3.23 | 3.26 | 3.29 | 3.47 | 3.61 | 3.61 |

 f = degrees of freedom.

Uji Duncan (DMRT=Duncan Multiple Range Test)

- Dengan prosedur yang sama dengan uji LSD & uji Tukey, diperoleh hasil uji DMRT sebagai berikut:

Perlakuan Rataan

| | | |
|----|--------|---|
| V2 | 6.7 a |  |
| V1 | 6.8 ab | |
| V4 | 7.1 b | |
| V3 | 7.7 c | |

Berdasarkan penyajian ini dapat disimpulkan bahwa V1 dan V2 tidak berbeda nyata, V1 dan V4 juga tidak berbeda nyata, sedangkan V3 berbeda nyata dengan lainnya (V1, V2, dan V4).

Uji Kontras Ortogonal

Pada banyak percobaan, perlakuan yang kita cobakan memiliki pola pengelompokan tertentu. Sebagai contoh, jika pada percobaan empat varietas sebelumnya diketahui bahwa V1 dan V2 adalah varietas yang sudah umum (konvensional) ditanam petani, sedangkan V3 dan V4 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 (V1 dan V2) dengan varietas temuan baru (V3 dan V4), dan membandingkan antar varietas konvensional (V1 vs V2) dan antar varietas temuan baru (V3 dan V4).

Hipotesis yang diuji:

1. $H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \frac{\mu_3 + \mu_4}{2}$ vs $H_1: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \neq \frac{\mu_3 + \mu_4}{2}$
2. $H_0: \mu_1 = \mu_2$ vs $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
3. $H_0: \mu_3 = \mu_4$ vs $H_1: \mu_3 \neq \mu_4$

Uji Kontras Ortogonal

Dalam bentuk lain, ketiga hipotesis tersebut dapat ditulis sbb:

1. $H_0: \frac{1}{2}\mu_1 + \frac{1}{2}\mu_2 - \frac{1}{2}\mu_3 - \frac{1}{2}\mu_4 = 0$
atau $H_0: \mu_1 + \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 = 0$
2. $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
3. $H_0: \mu_3 - \mu_4 = 0$

Dalam bentuk kontras orthogonal dapat dituliskan sbb:

| Kontras | Perlakuan | | | |
|-------------------|-----------|----|----|----|
| | V1 | V2 | V3 | V4 |
| 1. V1,V2 vs V3,V4 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| 2. V1 vs V2 | 1 | -1 | 0 | 0 |
| 3. V3 vs V4 | 0 | 0 | 1 | -1 |

Uji Kontras Ortogonal

Pengujian hipotesis tersebut umumnya diintegrasikan ke dalam ANOVA, sehingga perlu dicari Jumlah Kuadrat masing-masing kontras dengan rumus sbb:

$$JK(Kontras) = \frac{\left(\sum_{i=1}^k C_i Y_{i.} \right)^2}{r \sum_{i=1}^k C_i^2}$$

C_i = koefisien kontras ke-i
 $Y_{i.}$ = jumlah perlakuan ke-i
 r = jumlah ulangan

$$JK(Kontas1) = \frac{\{1(20.4) + 1(20.1) - 1(23.1) - 1(21.3)\}^2}{3\{1^2 + 1^2 + (-1)^2 + (-1)^2\}} = 1.2675$$

$$JK(Kontas2) = \frac{\{1(20.4) - 1(20.1)\}^2}{3\{1^2 + (-1)^2\}} = 0.0150$$

$$JK(Kontas3) = \frac{\{1(23.1) - 1(21.3)\}^2}{3\{1^2 + (-1)^2\}} = 0.5400$$

Uji Kontras Ortogonal

Jika diintegrasikan dengan Tabel Anova yang diperoleh sebelumnya, akan diperoleh hasil sbb:

kelebihan KO, karena ortogonal, jumlah JK nya itu sama

| Sumber | Db | JK | KT | F | Ftabel |
|--------------------|----|--------|--------|-------|--------|
| Varietas | 3 | 1.8225 | 0.6075 | 18.69 | 4.07 |
| K1: V1,V2 vs V3,V4 | 1 | 1.2675 | 1.2675 | 39.00 | 5.32 |
| K2: V1 vs V2 | 1 | 0.0150 | 0.0150 | 0.46 | 5.32 |
| K3: V3 vs V4 | 1 | 0.5400 | 0.5400 | 16.62 | 5.32 |
| Error | 8 | 0.2600 | 0.0325 | | |
| Total | 11 | 2.0825 | | | |

Berdasarkan Tabel Anova di atas 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.

kesimpulannya kalo perbandingannya punya struktur kelompok tertentu, maka gunakan KO

Rancangan Acak Lengkap

Lakukan uji perbandingan berganda menggunakan uji Duncan untuk percobaan Tugas sebelumnya (Percobaan hujan buatan).

| 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 |

Terima Kasih

Jawaban Latihan Uji LSD

Diketahui nilai $LSD=3.2$:

| Perlakuan | Rataan |
|-----------|---------|
| P4 | 3.4 a |
| P7 | 5.0 ab |
| P3 | 7.1 bc |
| P6 | 8.8 cd |
| P1 | 9.7 cd |
| P2 | 11.5 de |
| P5 | 14.2 e |

Jawaban Latihan Uji Duncan

| Sumber | DB | JK | KT | F | F-tabel |
|-------------|----|--------|--------|-------|---------|
| Bahan Semai | 2 | 172.13 | 86.067 | 14.11 | 3.89 |
| Error | 12 | 73.20 | 6.100 | | |
| Total | 14 | 245.33 | | | |

$$S_{\bar{Y}} = \sqrt{6.10/5} = 1.105$$

$$R_2 = r_{0.05;2;12} \times 1.105 = 3.08 \times 1.105 = 3.402$$

$$R_3 = r_{0.05;2;12} \times 1.105 = 3.23 \times 1.105 = 3.567$$

| Bahan Semai | Rataan |
|-------------|--------|
| B | 13.2 a |
| A | 18.4 b |
| C | 21.4 b |