

# **APERSEPSI I**

Ayu Indraswari Nurmaya Putri, S.Si., M.Sc

Pertemuan 11

# **Rancangan Dua Faktor dalam RAL**

*(Two Factors Experiments in Completely  
Randomized Design)*

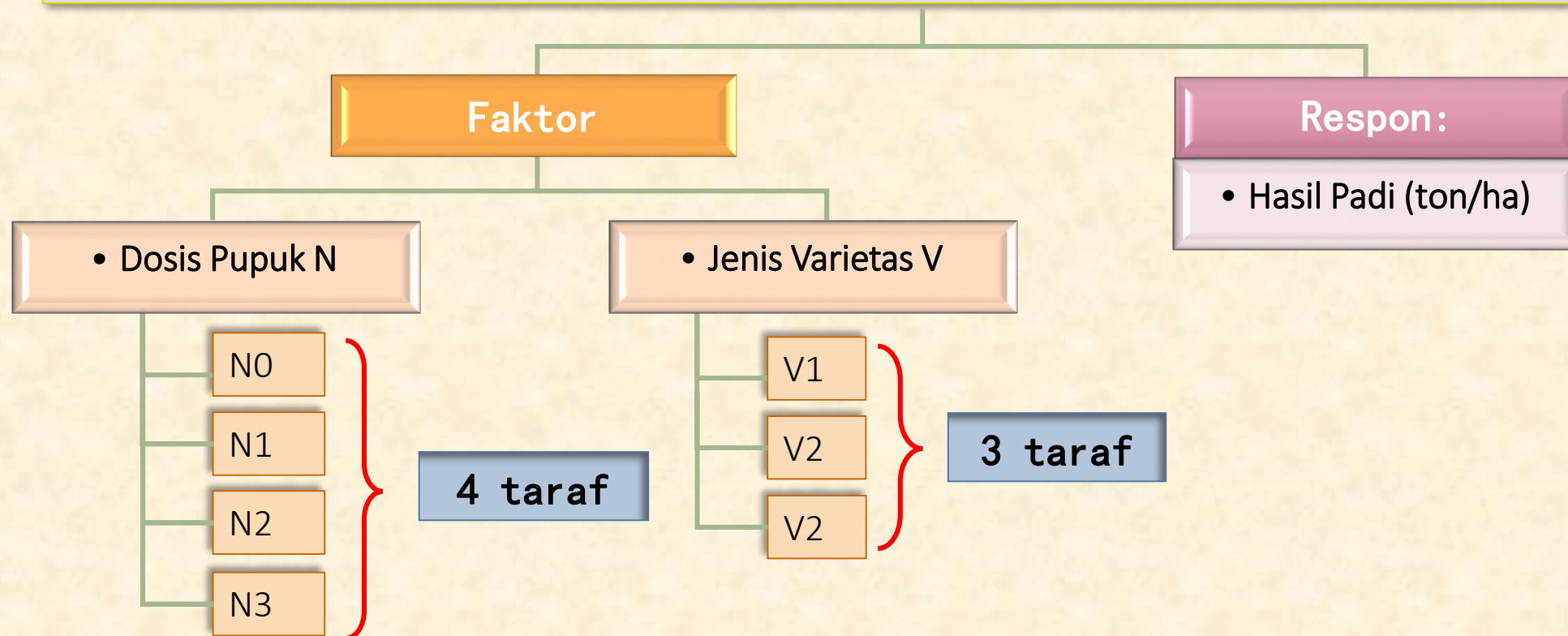
# Faktorial RAL

- ❑ Percobaan dua faktor dapat diaplikasikan secara langsung terhadap seluruh unit-unit percobaan jika unit percobaan relatif homogen
- ❑ Rancangan ini sering disebut rancangan dua faktor dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) atau disingkat faktorial RAL

**Faktorial RAL** adalah suatu percobaan dengan unit percobaan relatif homogen yang perlakuannya terdiri atas semua kemungkinan kombinasi taraf dari beberapa faktor

# Contoh Kasus

Seorang peneliti ingin mengetahui pengaruh **pemberian dosis pupuk N** dan **jenis varietas V** terhadap hasil padi (ton/ha). Banyaknya perlakuan adalah **12 kombinasi perlakuan**. Setiap kombinasi perlakuan ditanam pada petak lahan berukuran 2 m x 3 m dan **diulang sebanyak 3 kali**. Seluruh petak lahan **relatif homogen**



3 taraf x 4 taraf = 12  
kombinasi perlakuan



- |         |         |          |
|---------|---------|----------|
| 1. V1N0 | 5. V2N0 | 9. V3N0  |
| 2. V1N1 | 6. V2N1 | 10. V3N1 |
| 3. V1N2 | 7. V2N2 | 11. V3N2 |
| 4. V1N3 | 8. V2N3 | 12. V3N3 |

12 perlakuan x 3 ulangan = 36 unit  
percobaan atau 36 petak lahan



1	7	13	19	25	31
2	8	14	20	26	32
3	9	15	21	27	33
4	10	16	22	28	34
5	11	17	23	29	35
6	12	18	24	30	36

# Pengacakan

Nilai Pengacakan diperoleh dengan fungsi di MS. Excel yaitu **=RAND()** tekan ENTER. Kemudian diurutkan terkecil-terbesar.



NO URUT PERLAKUAN	PERLAKUAN	PENGACAKAN	PETAK KE-
1	V1N0	0,867420244	
2	V1N1	0,11264702	
3	V1N2	0,103083843	
4	V1N3	0,318593754	
5	V2N0	0,232099009	
6	V2N1	0,874339123	
7	V2N2	0,963190211	
8	V2N3	0,64362881	
9	V3N0	0,675327529	
10	V3N1	0,080097782	
11	V3N2	0,769814537	
12	V3N3	0,478665075	
13	V1N0	0,765022955	
14	V1N1	0,655158859	
15	V1N2	0,564180826	
16	V1N3	0,392992958	
17	V2N0	0,474293149	
18	V2N1	0,989646648	
19	V2N2	0,764444585	
20	V2N3	0,928873429	
21	V3N0	0,862275777	
22	V3N1	0,31613927	
23	V3N2	0,136094679	
24	V3N3	0,039689888	
25	V1N0	0,47644883	
26	V1N1	0,593594003	
27	V1N2	0,163628893	
28	V1N3	0,086051087	

NO URUT PERLAKUAN	PERLAKUAN	PENGACAKAN	PETAK KE-
20	V2N3	0,022385871	1
18	V2N1	0,101989016	2
28	V1N3	0,111889873	3
21	V3N0	0,138314095	4
32	V2N3	0,161224068	5
33	V3N0	0,224895848	6
23	V3N2	0,270255858	7
17	V2N0	0,323323482	8
16	V1N3	0,361508067	9
24	V3N3	0,36764179	10
8	V2N3	0,430095349	11
13	V1N0	0,436351698	12
36	V3N3	0,462649403	13
3	V1N2	0,469756795	14
9	V3N0	0,605318265	15
6	V2N1	0,702215233	16
25	V1N0	0,779118849	17
5	V2N0	0,80271472	18
14	V1N1	0,808886837	19
19	V2N2	0,809102906	20
10	V3N1	0,829527385	21



# Langkah–Langkah Pengacakan

1. Buka lembar kerja Ms. Excel
2. Ketikkan nomor urut perlakuan (1-12) dan nama perlakuan diulang 3 kali.
3. Bangkitkan bilangan acak dengan fungsi =RAND( ) kemudian tekan ENTER pada cell pertama, kemudian tarik sebanyak 36 (karena akan ada 36 petak lahan)
4. Copy-kan 36 bilangan acak ke sheet yang lain dengan paste spesial pilih angka
5. Urutkan bilangan acak dari yang terkecil ke terbesar
6. Ketikkan nomor 1 – 36 pada cell “petak ke-”

# Has i l Pengacakan

1 V2N3	7 V3N2	13 V3N3	19 V1N1	25 V1N1	31 V2N1
2 V2N1	8 V2N0	14 V1N2	20 V2N 2	26 V1N2	32 V1N0
3 V1N3	9 V1N3	15 V3N0	21 V3N1	27 V1N1	33 V2N2
4 V3N0	10 V3N3	16 V2N1	22 V2N0	28 V3N1	34 V3N3
5 V2N3	11 V2N3	17 V1N0	23 V3N2	29 V3N2	35 V1N2
6 V3N0	12 V1N0	18 V2N0	24 V3N1	30 V1N3	36 V2N2

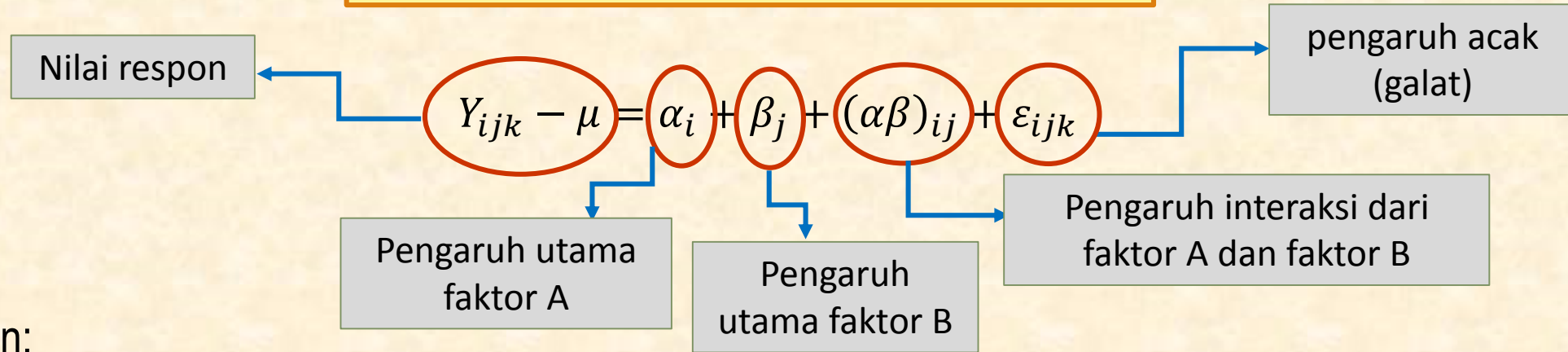


# Tabulasi Data

	Ulangan	N0	N1	N2	N3	Total ( $Y_{i..}$ )
V1	1	$Y_{111}$	$Y_{121}$	$Y_{131}$	$Y_{141}$	$Y_{1..}$
	2	$Y_{112}$	$Y_{122}$	$Y_{132}$	$Y_{142}$	
	3	$Y_{113}$	$Y_{123}$	$Y_{133}$	$Y_{143}$	
	<b>Total (<math>Y_{1j.}</math>)</b>	<b><math>Y_{11.}</math></b>	<b><math>Y_{12.}</math></b>	<b><math>Y_{13.}</math></b>	<b><math>Y_{14.}</math></b>	
V2	1	$Y_{211}$	$Y_{221}$	$Y_{231}$	$Y_{241}$	$Y_{2..}$
	2	$Y_{212}$	$Y_{222}$	$Y_{232}$	$Y_{242}$	
	3	$Y_{213}$	$Y_{223}$	$Y_{233}$	$Y_{243}$	
	<b>Total (<math>Y_{2j.}</math>)</b>	<b><math>Y_{21.}</math></b>	<b><math>Y_{22.}</math></b>	<b><math>Y_{23.}</math></b>	<b><math>Y_{24.}</math></b>	
V3	1	$Y_{311}$	$Y_{321}$	$Y_{331}$	$Y_{341}$	$Y_{3..}$
	2	$Y_{312}$	$Y_{322}$	$Y_{332}$	$Y_{342}$	
	3	$Y_{313}$	$Y_{323}$	$Y_{333}$	$Y_{343}$	
	<b>Total (<math>Y_{3j.}</math>)</b>	<b><math>Y_{31.}</math></b>	<b><math>Y_{32.}</math></b>	<b><math>Y_{33.}</math></b>	<b><math>Y_{34.}</math></b>	
<b>Total (<math>Y_{.j.}</math>)</b>		<b><math>Y_{.1.}</math></b>	<b><math>Y_{.2.}</math></b>	<b><math>Y_{.3.}</math></b>	<b><math>Y_{.4.}</math></b>	<b><math>Y_{...}</math></b>

# Model Linier Faktorial RAL

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$



Keterangan:

$i = 1, 2, \dots, a$ ;  $j = 1, 2, \dots, b$ ;  $k = 1, 2, \dots, r$

$Y_{ijk}$  : nilai pengamatan pada unit percobaan ulangan ke- $k$  yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $j$  dari faktor B

$\mu$  : rata-rata umum

$\alpha_i$  : pengaruh utama taraf ke- $i$  dari faktor A

$\beta_j$  : pengaruh utama taraf ke- $j$  dari faktor B

$(\alpha\beta)_{ij}$  : pengaruh interaksi taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $j$  dari faktor B

$\varepsilon_{ijk}$  : pengaruh acak dari unit percobaan ulangan ke- $k$  yang memperoleh kombinasi perlakuan  $ij$

# Analisis Ragam Faktorial RAL

$$FK = \frac{Y_{\dots}^2}{abr}$$

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$JK(A) = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i\cdot\cdot}^2}{br} - FK$$

$$JK(B) = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{\cdot j\cdot}^2}{ar} - FK$$

$$JKP = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij\cdot}^2}{r} - FK$$

$$JK(AB) = JKP - JK(A) - JK(B)$$

$$JKG = JKT - JK(A) - JK(B) - JK(AB)$$

# Tabel Analisis Ragam Faktorial RAL

Model tetap  
(A dan B tetap)

Model acak  
(A dan B acak)

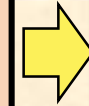
Model campuran  
(A acak dan B tetap)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung	F-hitung	F-hitung
Faktor A	$a - 1$	JK(A)	KT(A)	KT(A) / KTG	KT(A) / KT(AB)	KT(A) / KTG
Faktor B	$b - 1$	JK(B)	KT(B)	KT(B) / KTG	KT(B) / KT(AB)	KT(B) / KT(AB)
Interaksi faktor A dan faktor B	$(a - 1)(b - 1)$	JK(AB)	KT(AB)	KT(AB) / KTG	KT(AB) / KTG	KT(AB) / KTG
Galat	$ab(r - 1)$	JKG	KTG			
Total	$abr - 1$	JKT				

# Model Tetap

## Pengaruh Utama Faktor A

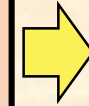
- $H_0$  :  $\alpha_1 = \dots = \alpha_a = 0$   
(tidak ada perbedaan respon di antara taraf faktor A yang dicobakan)
- $H_1$  : minimal ada satu  $i$  sehingga  $\alpha_i \neq 0$   
(ada perbedaan respon di antara taraf faktor A yang dicobakan)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(A) ; dbg)

## Pengaruh Utama Faktor B

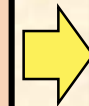
- $H_0$  :  $\beta_1 = \dots = \beta_b = 0$   
(tidak ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)
- $H_1$  : minimal ada satu  $j$  sehingga  $\beta_j \neq 0$   
(ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(B) ; dbg)

## Pengaruh Interaksi Faktor A dan Faktor B

- $H_0$  :  $(\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} \dots = (\alpha\beta)_{ab} = 0$   
(tidak ada pengaruh interaksi terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  : minimal ada sepasang  $(i, j)$  sehingga  $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$   
(ada pengaruh interaksi terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(AB) ; dbg)

# Model Acak

## Pengaruh Utama Faktor A

- $H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha} = 0$   
(keragaman faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha} > 0$   
(keragaman faktor A berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(A) ; db(AB))

## Pengaruh Utama Faktor B

- $H_0$  :  $\sigma^2_{\beta} = 0$   
(keragaman faktor B tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  :  $\sigma^2_{\beta} > 0$   
(keragaman faktor B berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(B) ; db(AB))

## Pengaruh Interaksi Faktor A dan Faktor B

- $H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} = 0$   
(keragaman interaksi tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} > 0$   
(keragaman interaksi berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(AB) ; dbg)

# Model Campuran

## Pengaruh Utama Faktor A

- $H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha} = 0$   
(keragaman faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha} > 0$   
(keragaman faktor A berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(A) ; dbg)

## Pengaruh Utama Faktor B

- $H_0$  :  $\beta_1 = \dots = \beta_b = 0$   
(tidak ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)
- $H_1$  : minimal ada satu  $j$  sehingga  $\beta_j \neq 0$   
(ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(B) ; db(AB))

## Pengaruh Interaksi Faktor A dan Faktor B

- $H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} = 0$   
(keragaman interaksi tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} > 0$   
(keragaman interaksi berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel ( $\alpha$  ; db(AB) ; dbg)



# **Contoh Terapan Faktorial RAL**

# Contoh Terapan Faktorial RAL

Ada 3 jenis material untuk pembuatan baterai (A, B, C) dicobakan pada 3 temperatur (15°F, 70°F, 125°F). Dari percobaan tersebut ingin diketahui apakah jenis material dan suhu mempengaruhi daya tahan baterai? Apakah jenis material tertentu cocok untuk suhu tertentu? Dari percobaan tersebut diperoleh data daya tahan baterai sebagai berikut :

Material	Suhu		
	15	70	125
A	130	34	20
	74	80	82
	155	40	70
	180	75	58
B	150	136	25
	159	106	70
	188	122	58
	126	115	45
C	138	174	96
	168	150	82
	110	120	104
	160	139	60

# Perhitungan

Material (A)	Suhu (B)			Jumlah $Y_{i..}$
	15	70	125	
A	539	229	230	998
B	623	479	198	1300
C	576	583	342	1501
<b>Jumlah (<math>Y_{.j}</math>)</b>	<b>1738</b>	<b>1291</b>	<b>770</b>	<b><math>Y_{...} = 3799</math></b>

$$FK = \frac{Y_{...}^2}{abr} = \frac{3799^2}{3 \times 3 \times 4} = 400900,0278$$

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK = (130^2 + 74^2 + \dots + 104 + 60^2) - 400900,0278 = 77646,972$$

$$JK(A) = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i..}^2}{br} - FK = \frac{(998^2 + 1300^2 + 1501^2)}{3 \times 4} - 400900,0278 = 10683,722$$

$$JK(B) = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j.}^2}{ar} - FK = \frac{(1738^2 + 1291^2 + 770^2)}{3 \times 4} - 400900,0278 = 39118,722$$

# Perhitungan

$$JKP = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij} \cdot^2}{r} - FK = \frac{(539^2 + 229^2 + 230^2 + \dots + 583^2 + 342^2)}{4} - 400900,0278 = 59416,222$$

$$\begin{aligned} JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\ &= 59416,222 - 10683,722 - 39118,722 \\ &= 9613,778 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JK(A) - JK(B) - JK(AB) \\ &= 77646,972 - 10683,722 - 39118,722 - 9613,778 \\ &= 18230,75 \end{aligned}$$

# Tabel Analisis Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung	F-tabel
<b>Faktor A</b>	2	10683,722	5341,861	7,91	3,354
<b>Faktor B</b>	2	39118,722	19559,361	28,97	3,354
<b>Interaksi faktor A dan faktor B</b>	4	9613,778	2403,444	3,56	2,728
<b>Galat</b>	27	18230,75	675,213		
<b>Total</b>	35	77646,972			

# Kesimpulan

Ada perbedaan respon di antara taraf faktor A (material)

$$F \text{ hitung} = 7,91 > F \text{ tabel} (0,05 ; 2 ; 27) = 3,354$$

Ada perbedaan respon di antara taraf faktor B (suhu)

$$F \text{ hitung} = 28,97 > F \text{ tabel} (0,05 ; 2 ; 27) = 3,354$$

Pengaruh interaksi antara faktor A (material) dan faktor B (suhu) berbeda nyata

$$F \text{ hitung} = 3,56 > F \text{ tabel} (0,05 ; 4 ; 27) = 2,728$$

# **Rancangan Dua Faktor dalam RAK**

*(Two Factors Experiments in Randomized  
Complete Block Design)*



# Faktorial RAK

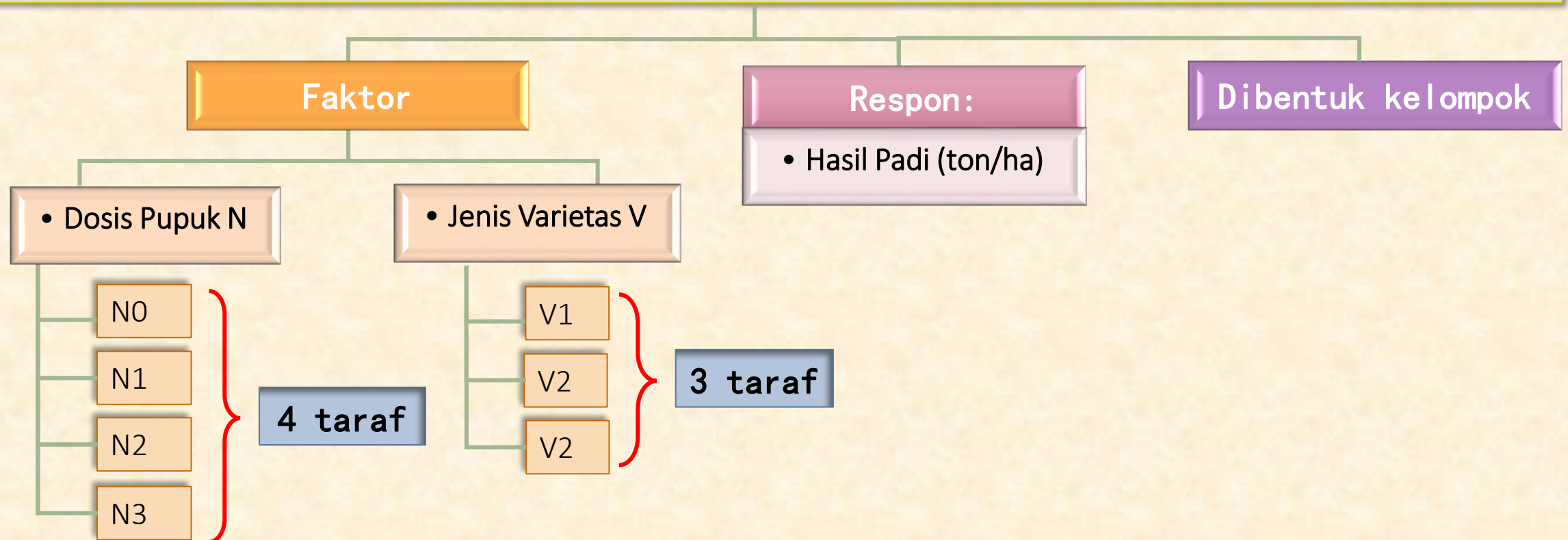
- ❑ Percobaan dua faktor dapat diaplikasikan secara langsung terhadap seluruh unit-unit percobaan jika unit percobaan heterogen (satu sumber keragaman)
- ❑ Rancangan ini sering disebut rancangan dua faktor dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) atau disingkat faktorial RAK

**Faktorial RAK** adalah suatu percobaan dengan unit percobaan heterogen (satu sumber keragaman) yang perlakuannya terdiri atas semua kemungkinan kombinasi taraf dari beberapa faktor

# Contoh Kasus

Seorang peneliti ingin mengetahui pengaruh **pemberian dosis pupuk N** dan **jenis varietas V** terhadap hasil padi (ton/ha). Banyaknya perlakuan adalah **12 kombinasi perlakuan**.

Setiap kombinasi perlakuan ditanam pada petak lahan berukuran 2 m x 3 m. Kemiringan lahan berbeda-beda sehingga **kesuburan lahan heterogen**



3 taraf x 4 taraf = 12  
kombinasi perlakuan



- |         |         |          |
|---------|---------|----------|
| 1. V1N0 | 5. V2N0 | 9. V3N0  |
| 2. V1N1 | 6. V2N1 | 10. V3N1 |
| 3. V1N2 | 7. V2N2 | 11. V3N2 |
| 4. V1N3 | 8. V2N3 | 12. V3N3 |

12 perlakuan x 3 blok = 36 unit  
percobaan atau 36 petak lahan



1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12

I

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12

II

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12

III

# Langkah-Langkah Pengacakan

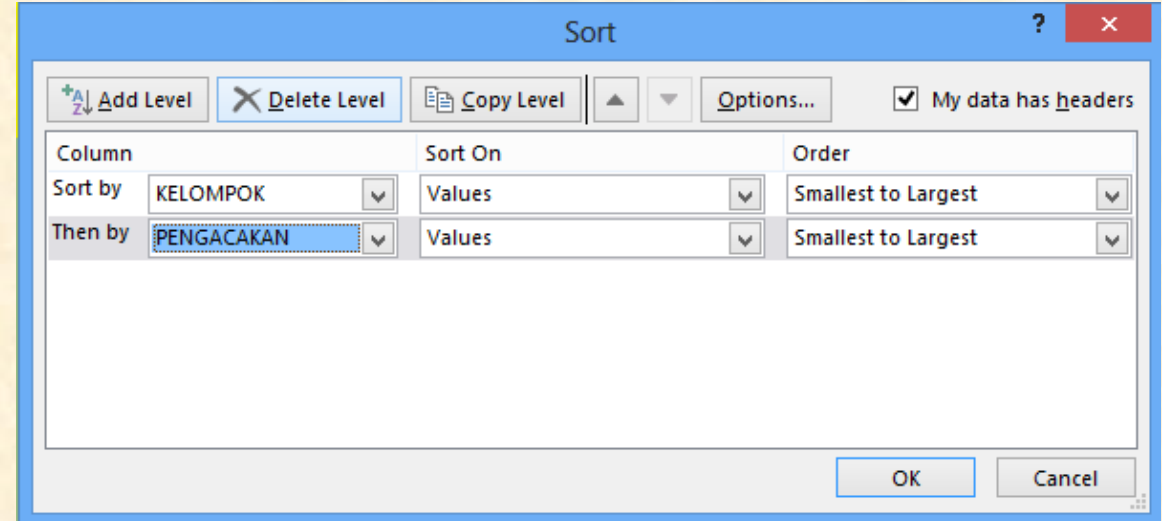
NO URUT PERLAKUAN	PERLAKUAN	PENGACAKAN	KELOMPOK
1	V1N0	0,189793073	1
2	V1N1	0,159369422	1
3	V1N2	0,48452818	1
4	V1N3	0,786509744	1
5	V2N0	0,365150049	1
6	V2N1	0,12716378	1
7	V2N2	0,698128697	1
8	V2N3	0,436046621	1
9	V3N0	0,026432599	1
10	V3N1	0,377414057	1
11	V3N2	0,803749066	1
12	V3N3	0,604041544	1
13	V1N0	0,662392784	2
14	V1N1	0,908680096	2
15	V1N2	0,694185169	2
16	V1N3	0,776186406	2
17	V2N0	0,791942001	2
18	V2N1	0,722554994	2
19	V2N2	0,997356705	2
20	V2N3	0,306470606	2
21	V3N0	0,136118599	2
22	V3N1	0,324716963	2
23	V3N2	0,79804618	2
24	V3N3	0,59399717	2
25	V1N0	0,324759028	3
26	V1N1	0,201100682	3
27	V1N2	0,271431051	3
28	V1N3	0,281835485	3
29	V2N0	0,630240298	3
30	V2N1	0,71474377	3
31	V2N2	0,844484032	3
32	V2N3	0,00675912	3
33	V3N0	0,528133818	3
34	V3N1	0,621493275	3
35	V3N2	0,925462612	3
36	V3N3	0,548605212	3

1. Buka lembar kerja Ms. Excel
2. Buat kolom:
  - Nomor urut perlakuan diulang 3 kali
  - Perlakuan diulang 3 kali
  - Kelompok 1, 2, 3
3. Bangkitkan bilangan acak dengan fungsi =RAND( ) kemudian tekan ENTER, kemudian tarik sebanyak 36 bilangan.

# Langkah-Langkah Pengacakan

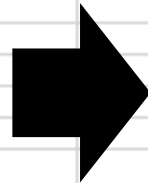
NO URUT PERLAKUAN	PERLAKUAN	PENGACAKAN	KELOMPOK
1	V1N0	0,411364528	1
2	V1N1	0,805971172	1
3	V1N2	0,21958604	1
4	V1N3	0,457283736	1
5	V2N0	0,109539061	1
6	V2N1	0,706263286	1
7	V2N2	0,99998862	1
8	V2N3	0,281662239	1
9	V3N0	0,026695016	1
10	V3N1	0,247321459	1
11	V3N2	0,540546182	1
12	V3N3	0,218018205	1
13	V1N0	0,909665507	2
14	V1N1	0,023546055	2
15	V1N2	0,256022422	2
16	V1N3	0,379904228	2
17	V2N0	0,113852234	2
18	V2N1	0,367334079	2
19	V2N2	0,753180325	2
20	V2N3	0,975057009	2
21	V3N0	0,443776114	2
22	V3N1	0,51862136	2
23	V3N2	0,835050098	2
24	V3N3	0,249918133	2
25	V1N0	0,792172329	3
26	V1N1	0,031419237	3
27	V1N2	0,124390423	3
28	V1N3	0,350201199	3
29	V2N0	0,842362022	3
30	V2N1	0,713657722	3
31	V2N2	0,821348924	3
32	V2N3	0,841058095	3
33	V3N0	0,129444948	3
34	V3N1	0,462598166	3
35	V3N2	0,540043195	3
36	V3N3	0,466005738	3

4. Copy-kan 36 bilangan acak ke sheet yang lain dengan paste spesial pilih angka
5. Blok mulai dari kolom “perlakuan” hingga “kelompok”, klik menu data pilih sort, maka akan muncul seperti dibawah ini





NO URUT PERLAKUAN	PERLAKUAN	PENGACAKAN	KELOMPOK
1	V1N0	0,574726237	1
2	V1N1	0,039472629	1
3	V1N2	0,300047784	1
4	V1N3	0,066428694	1
5	V2N0	0,779735897	1
6	V2N1	0,773026507	1
7	V2N2	0,765760665	1
8	V2N3	0,287667875	1
9	V3N0	0,486467876	1
10	V3N1	0,864347801	1
11	V3N2	0,132057042	1
12	V3N3	0,947372162	1
13	V1N0	0,992840466	2
14	V1N1	0,576273661	2
15	V1N2	0,565577035	2
16	V1N3	0,050330579	2
17	V2N0	0,368146832	2
18	V2N1	0,803372789	2
19	V2N2	0,876604126	2
20	V2N3	0,185921677	2
21	V3N0	0,95897825	2
22	V3N1	0,761516504	2
23	V3N2	0,428633403	2
24	V3N3	0,262562135	2
25	V1N0	0,122321281	3
26	V1N1	0,115611669	3
27	V1N2	0,472310416	3
28	V1N3	0,876260025	3
29	V2N0	0,969082661	3
30	V2N1	0,432824637	3
31	V2N2	0,358296082	3
32	V2N3	0,218383855	3
33	V3N0	0,543073901	3
34	V3N1	0,017469086	3
35	V3N2	0,793619902	3
36	V3N3	0,567302329	3



NO URUT PERLAKUAN	PERLAKUAN	PENGACAKAN	KELOMPOK
1	V3N0	0,026695016	1
2	V2N0	0,109539061	1
3	V3N3	0,218018205	1
4	V1N2	0,21958604	1
5	V3N1	0,247321459	1
6	V2N3	0,281662239	1
7	V1N0	0,411364528	1
8	V1N3	0,457283736	1
9	V3N2	0,540546182	1
10	V2N1	0,706263286	1
11	V1N1	0,805971172	1
12	V2N2	0,999988862	1
13	V1N1	0,023546055	2
14	V2N0	0,113852234	2
15	V3N3	0,249918133	2
16	V1N2	0,256022422	2
17	V2N1	0,367334079	2
18	V1N3	0,379904228	2
19	V3N0	0,443776114	2
20	V3N1	0,51862136	2
21	V2N2	0,753180325	2
22	V3N2	0,835050098	2
23	V1N0	0,909665507	2
24	V2N3	0,975057009	2
25	V1N1	0,031419237	3
26	V1N2	0,124390423	3
27	V3N0	0,129444948	3
28	V1N3	0,350201199	3
29	V3N1	0,462598166	3
30	V3N3	0,466005738	3
31	V3N2	0,540043195	3
32	V2N1	0,713657722	3
33	V1N0	0,792172329	3
34	V2N2	0,821348924	3
35	V2N3	0,841058095	3
36	V2N0	0,842362022	3

# Has i l Pengacakan

I

V3N0	V2N0	V3N3	V1N2	V3N1	V2N3
V1N0	V1N3	V3N2	V2N1	V1N1	V2N2

II

V1N1	V2N0	V3N3	V1N2	V2N1	V1N3
V3N0	V3N1	V2N2	V3N2	V1N0	V2N3

III

V1N1	V1N2	V3N0	V1N3	V3N1	V3N3
V3N2	V2N1	V1N0	V2N2	V2N3	V2N0

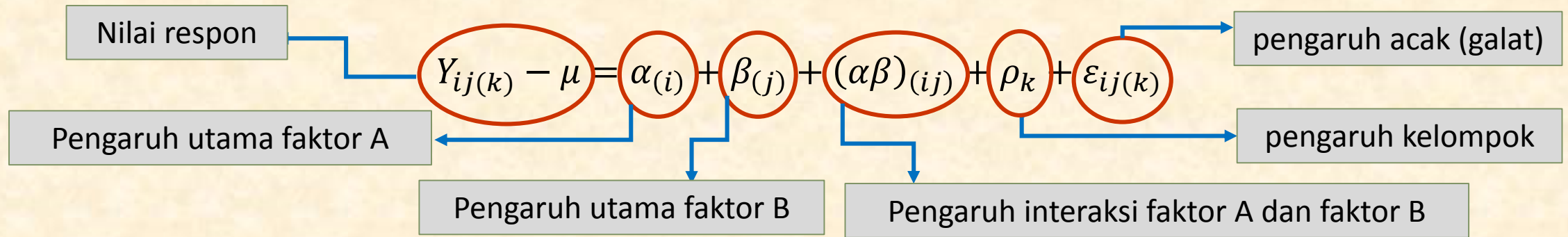


# Tabulasi Data

	Kelompok	N0	N1	N2	N3	Total ( $Y_{i..}$ )
V1	1	$Y_{111}$	$Y_{121}$	$Y_{131}$	$Y_{141}$	$Y_{1..}$
	2	$Y_{112}$	$Y_{122}$	$Y_{132}$	$Y_{142}$	
	3	$Y_{113}$	$Y_{123}$	$Y_{133}$	$Y_{143}$	
	<b>Total (<math>Y_{1j.}</math>)</b>	<b><math>Y_{11.}</math></b>	<b><math>Y_{12.}</math></b>	<b><math>Y_{13.}</math></b>	<b><math>Y_{14.}</math></b>	
V2	1	$Y_{211}$	$Y_{221}$	$Y_{231}$	$Y_{241}$	$Y_{2..}$
	2	$Y_{212}$	$Y_{222}$	$Y_{232}$	$Y_{242}$	
	3	$Y_{213}$	$Y_{223}$	$Y_{233}$	$Y_{243}$	
	<b>Total (<math>Y_{2j.}</math>)</b>	<b><math>Y_{21.}</math></b>	<b><math>Y_{22.}</math></b>	<b><math>Y_{23.}</math></b>	<b><math>Y_{24.}</math></b>	
V3	1	$Y_{311}$	$Y_{321}$	$Y_{331}$	$Y_{341}$	$Y_{3..}$
	2	$Y_{312}$	$Y_{322}$	$Y_{332}$	$Y_{342}$	
	3	$Y_{313}$	$Y_{323}$	$Y_{333}$	$Y_{343}$	
	<b>Total (<math>Y_{3j.}</math>)</b>	<b><math>Y_{31.}</math></b>	<b><math>Y_{32.}</math></b>	<b><math>Y_{33.}</math></b>	<b><math>Y_{34.}</math></b>	
<b>Total (<math>Y_{.j.}</math>)</b>		<b><math>Y_{.1.}</math></b>	<b><math>Y_{.2.}</math></b>	<b><math>Y_{.3.}</math></b>	<b><math>Y_{.4.}</math></b>	<b><math>Y_{...}</math></b>

# Model Linier Faktorial RAK

$$Y_{ij(k)} = \mu + \alpha_{(i)} + \beta_{(j)} + (\alpha\beta)_{(ij)} + \rho_k + \varepsilon_{ij(k)}$$



Keterangan:

$i = 1, 2, \dots, a$  ;  $j = 1, 2, \dots, b$  ;  $k = 1, 2, \dots, r$

$Y_{ij(k)}$  : nilai pengamatan pada unit percobaan ulangan ke- $k$  yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $j$  dari faktor B

$\mu$  : rataan umum

$\alpha_{(i)}$  : pengaruh utama taraf ke- $i$  dari faktor A

$\beta_{(j)}$  : pengaruh utama taraf ke- $j$  dari faktor B

$\rho_k$  : pengaruh dari kelompok

$(\alpha\beta)_{ij}$  : pengaruh interaksi taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $j$  dari faktor B

$\varepsilon_{ij(k)}$  : pengaruh acak dari unit percobaan ulangan ke- $k$  yang memperoleh kombinasi perlakuan  $ij$

# Analisis Ragam Faktorial RAK

$$FK = \frac{Y_{\dots}^2}{abr}$$

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$JK(A) = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i\cdot\cdot}^2}{br} - FK$$

$$JK(B) = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{\cdot j\cdot}^2}{ar} - FK$$

$$JKP = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij\cdot}^2}{r} - FK$$

$$JKK = \sum_{k=1}^r \frac{Y_{\cdot\cdot k}^2}{ab} - FK$$

$$JK(AB) = JKP - JK(A) - JK(B)$$

$$JKG = JKT - JK(A) - JK(B) - JK(AB)$$

# Tabel Analisis Ragam Faktorial RAK

Model tetap  
(A dan B tetap)

Model acak  
(A dan B acak)

Model campuran  
(A acak dan B tetap)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung	F-hitung	F-hitung
Faktor A	$a - 1$	JK(A)	KT(A)	KT(A) / KTG	KT(A) / KT(AB)	KT(A) / KTG
Faktor B	$b - 1$	JK(B)	KT(B)	KT(B) / KTG	KT(B) / KT(AB)	KT(B) / KT(AB)
Interaksi faktor A dan faktor B	$(a - 1)(b - 1)$	JK(AB)	KT(AB)	KT(AB) / KTG	KT(AB) / KTG	KT(AB) / KTG
Kelompok	$r - 1$	JKK	KTK	KTK / KTG	KTK / KTG	KTK / KTG
Galat	$(ab - 1)(r - 1)$	JKG	KTG			
Total	$abr - 1$	JKT				

# Model Tetap

## Pengaruh Utama Faktor A

- $H_0$  :  $\alpha_1 = \dots = \alpha_a = 0$   
(tidak ada perbedaan respon di antara taraf faktor A yang dicobakan)
- $H_1$  : minimal ada satu  $i$  sehingga  $\alpha_i \neq 0$   
(ada perbedaan respon di antara taraf faktor A yang dicobakan)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(A) ; dbg)

## Pengaruh Utama Faktor B

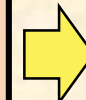
- $H_0$  :  $\beta_1 = \dots = \beta_b = 0$   
(tidak ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)
- $H_1$  : minimal ada satu  $j$  sehingga  $\beta_j \neq 0$   
(ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(B) ; dbg)

## Pengaruh Interaksi Faktor A dan Faktor B

- $H_0$  :  $(\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} \dots = (\alpha\beta)_{ab} = 0$   
(tidak ada pengaruh interaksi terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  : minimal ada sepasang  $(i, j)$  sehingga  $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$   
(ada pengaruh interaksi terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(AB) ; dbg)

## Pengaruh Kelompok

- $H_0$  :  $\rho_1 = \rho_2 \dots = \rho_r = 0$   
(tidak ada pengaruh kelompok terhadap respon yang diamati)
- $H_1$  : minimal ada satu  $k$  dengan  $\rho_k \neq 0$   
(ada pengaruh kelompok terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(K) ; dbg)

# Model Acak

## Pengaruh Utama Faktor A

$H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha} = 0$   
(keragaman faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha} > 0$   
(keragaman faktor A berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(A) ; db(AB))

## Pengaruh Utama Faktor B

$H_0$  :  $\sigma^2_{\beta} = 0$   
(keragaman faktor B tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\beta} > 0$   
(keragaman faktor B berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(B) ; db(AB))

## Pengaruh Interaksi Faktor A dan Faktor B

$H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} = 0$   
(keragaman interaksi tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} > 0$   
(keragaman interaksi berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(AB) ; dbg)

## Pengaruh Kelompok

$H_0$  :  $\sigma^2_{\rho} = 0$   
(keragaman kelompok tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\rho} > 0$   
(keragaman kelompok berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(K) ; dbg)



# Model Campuran

## Pengaruh Utama Faktor A

$H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha} = 0$   
(keragaman faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha} > 0$   
(keragaman faktor A berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(A) ; dbg)

## Pengaruh Utama Faktor B

$H_0$  :  $\beta_1 = \dots = \beta_b = 0$   
(tidak ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)

$H_1$  : minimal ada satu  $j$  sehingga  $\beta_j \neq 0$   
(ada perbedaan respon di antara taraf faktor B yang dicobakan)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(B) ; db(AB))

## Pengaruh Interaksi Faktor A dan Faktor B

$H_0$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} = 0$   
(keragaman interaksi tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\alpha\beta} > 0$   
(keragaman interaksi berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(AB) ; dbg)

## Pengaruh Kelompok

$H_0$  :  $\sigma^2_{\rho} = 0$   
(keragaman kelompok tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  :  $\sigma^2_{\rho} > 0$   
(keragaman kelompok berpengaruh terhadap respon yang diamati)



Tolak  $H_0$  jika :  
F hitung > F tabel  
( $\alpha$  ; db(K) ; dbg)



# **Contoh Terapan Faktorial RAK**

Seorang mahasiswa Ilmu Tanah melaksanakan penelitian tentang pengaruh olah tanah dan bahan organik terhadap indeks stabilitas agregat tanah Ultisols Kentrong. Percobaan dibentuk 3 kelompok karena kemiringan lahan berbeda-beda.

- Olah tanah (faktor A) :  
a1=conservation tillage, a2=minimum tillage, a3=zero tillage
- Bahan organik (faktor B) : b0=0 ton/ha, b1=10 ton/ha, b2=20 ton/ha, b3=30 ton/ha.

Olah Tanah (A)	Pupuk Organik (B)	Kelompok (K)			Grand Total $\Sigma AB$
		1	2	3	
a1	b0	154	151	165	470
	b1	166	166	160	492
	b2	177	178	176	531
	b3	193	189	200	582
a2	b0	143	147	139	429
	b1	149	156	171	476
	b2	160	164	136	460
	b3	190	166	169	525
a3	b0	139	134	145	418
	b1	162	147	166	475
	b2	181	161	149	491
	b3	161	172	182	515
<b>Grand Total</b>	<b><math>\Sigma K</math></b>	<b>1975</b>	<b>1931</b>	<b>1958</b>	<b>5864</b>

Olah Tanah (A)	Pupuk Organik (B)				$\Sigma A = Y_{i..}$
	b0	b1	b2	b3	
a1	470	492	531	582	2075
a2	429	476	460	525	1890
a3	418	475	491	515	1899
$\Sigma B = Y_{.j.}$	1317	1443	1482	1622	5864

$$FK = \frac{Y_{...}^2}{abr} = \frac{5864^2}{3 \times 4 \times 3} = 955180,44$$

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK = (154^2 + 151^2 + 165^2 + \dots + 182^2) - 955180,44 = 9821,56$$

$$JK(A) = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i..}^2}{br} - FK = \frac{(2075^2 + 1890^2 + 1899^2)}{4 \times 3} - 955180,44 = 1813,39$$

$$JK(B) = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j}^2}{ar} - FK = \frac{(1317^2 + 1443^2 + 1482^2 + 1622^2)}{3 \times 3} - 955180,44 = 5258,00$$

$$JKP = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij}^2}{r} - FK = \frac{(470^2 + 492^2 + 531^2 + \dots + 515^2)}{3} - 955180,44 = 7534,89$$

$$JK(AB) = JKP - JK(A) - JK(B) = 463,5$$

$$JKK = \sum_{k=1}^r \frac{Y_{..k}^2}{ab} - FK = \frac{(1975^2 + 1931^2 + 1958^2)}{3 \times 4} - 955180,44 = 82,05$$

$$JKG = JKT - JKK - JK(A) - JK(B) - JK(AB) = 2204,61$$

<b>Sumber Keragaman</b>	<b>Derajat Bebas (DB)</b>	<b>Jumlah Kudarat (JK)</b>	<b>Kuadrat Tengah (KT)</b>	<b>F-hitung</b>	<b>F-tabel</b>
<b>Faktor A</b>	2	1813,39	906,69	9,05	3,44
<b>Faktor B</b>	3	5258	1752,67	17,49	3,05
<b>Interaksi faktor A dan faktor B</b>	6	463,5	77,25	0,77	2,55
<b>Kelompok</b>	2	82,05	41,03	0,41	3,44
<b>Galat</b>	22	2204,61	100,21		
<b>Total</b>	35				

# Kesimpulan

Ada perbedaan respon di antara taraf faktor A (olah tanah)

$$F \text{ hitung} = 9,05 > F \text{ tabel} (0,05 ; 2 ; 22) = 3,44$$

Ada perbedaan respon di antara taraf faktor B (bahan organik)

$$F \text{ hitung} = 17,49 > F \text{ tabel} (0,05 ; 3 ; 22) = 3,05$$

Pengaruh interaksi antara faktor A (olah tanah) dan faktor B (bahan organik) tidak berbeda nyata

$$F \text{ hitung} = 0,77 < F \text{ tabel} (0,05 ; 6 ; 22) = 2,55$$

Pengaruh kelompok tidak berbeda nyata

$$F \text{ hitung} = 0,41 < F \text{ tabel} (0,05 ; 2 ; 22) = 3,44$$