

Rancangan Acak Lengkap (RAL) *(Completely Randomize Design)*

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

Pertemuan III

Latar Belakang

Definisi:

Rancangan Acak Lengkap dapat didefinisikan sebagai rancangan dengan beberapa perlakuan yang disusun secara random untuk seluruh unit percobaan

Kapan digunakan ?

- Biasanya digunakan jika kondisi **unit percobaan relatif homogen**
- Umumnya percobaan dilakukan **di laboratorium**
- **Unit percobaan tidak cukup besar** dan sederhana

Kelebihan RAL

- Bagan rancangan percobaan lebih mudah
- Analisis statistika terhadap subyek percobaan sederhana
- Fleksibel dalam penggunaan jumlah perlakuan dan jumlah ulangan
- Kehilangan informasi relatif sedikit dalam hal data hilang dibandingkan rancangan lain
- Banyak unit percobaan untuk tiap perlakuan tidak harus sama

Kekurangan RAL

- Rancangan hanya dapat digunakan dengan beberapa perlakuan (yang tidak banyak) serta untuk unit percobaan yang relatif homogen
- Apabila harus melibatkan cukup banyak unit percobaan, maka variabilitas seluruh unit percobaan akan cukup besar. Sehingga tidak disarankan menggunakan RAL karena tidak efisien.

Contoh Kasus

- Ingin melihat pemberian jenis ransum terhadap pertambahan berat badan sapi

Perlu dilihat sapi harus homogen dari segi:

- Umur sapi
- Jenis kelamin sapi
- Kandang
- Alat-alat yang digunakan
- Iklim
- Prilaku manusia



homogen

- Ingin melihat pemberian dosis pupuk terhadap peningkatan hasil padi

Perlu dilihat tanaman padi harus homogen dari segi:

- Tanah
- Jenis padi
- Alat-alat yang digunakan
- Iklim
- Prilaku manusia
- Radiasi
- Pengairan
- Perlingdungan hama penyakit
- Cara pemupukan



homogen

Pengacakan dan Bagan Percobaan

Kasus: suatu percobaan dengan 6 buah perlakuan (P1, P2, P3, P4, P5, P6) dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Artinya unit percobaan yang dilakukan $3 \times 6 = 18$ unit percobaan. Pengacakan perlakuan dilakukan langsung terhadap 18 unit percobaan. Bagan percobaan sebagai berikut:

P1	P2	P1	P3	P5	P1
P6	P4	P3	P4	P5	P2
P6	P6	P4	P5	P2	P3



Unit Percobaan

Tabulasi data dapat disajikan sebagai berikut:

Ulangan	Perlakuan						Total keseluruhan
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}	Y_{51}	Y_{61}	
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}	Y_{52}	Y_{62}	
3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}	Y_{53}	Y_{63}	
Total Perlakuan ($Y_{i.}$)	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	$Y_{3.}$	$Y_{4.}$	$Y_{5.}$	$Y_{6.}$	$Y_{..}$

Model Linier dalam RAL

Model tetap

1. Perlakuan yang digunakan berasal dari populasi yang terbatas
2. Pemilihan perlakuan dipilih secara langsung oleh peneliti
3. Kesimpulan hanya berlaku pada perlakuan yang dicobakan

Model acak

1. Perlakuan yang dicobakan merupakan contoh acak dari populasi perlakuan
2. Kesimpulan berlaku secara umum untuk seluruh populasi perlakuan

Model Linier dalam RAL

Bentuk Umum Model linier aditif untuk RAL:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \text{ atau } Y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} : pengamatan pada perlakuan ke i dan ulangan ke j

μ : rata-rata umum

τ_i : pengaruh perlakuan ke i

ε_{ij} : pengaruh galat percobaan pada perlakuan ke i dan ulangan ke j

Model Linier dalam RAL

Asumsi model tetap

$$\sum \tau_i = 0$$

$$\text{Var}(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2, \forall ij$$

$$\varepsilon_{ij} = N \sim (0, \sigma^2)$$

Asumsi model acak

$$\exists(\tau_i) = 0$$

$$\text{Var}(\tau_i) = \sigma^2_{\tau}$$

$$\text{Var}(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2, \forall ij$$

$$\varepsilon_{ij} = N \sim (0, \sigma^2)$$

Hipotesis:

$$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_t = 0$$

(Perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0$$

(Minimal ada 1 perlakuan berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Atau

$$H_0 : \mu_1 = \dots = \mu_t = \mu$$

(Perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$$H_1 : \text{Minimal ada sepasang } (i, j) \text{ dengan } \mu_i \neq \mu_j$$

(Minimal ada sepasang perlakuan berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Rumus untuk ulangan sama

FK : Faktor Koreksi

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{tr}$$

JKT : Jumlah Kuadrat Total

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

JKP : Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - FK$$

JKG : Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKP$$

Rumus untuk ulangan tidak sama

FK : Faktor Koreksi

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{\sum_{i=1}^t r_i}$$

JKT : Jumlah Kuadrat Total

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - FK$$

JKP : Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - FK$$

JKG : Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKP$$

Model Linier dalam RAL

Struktur tabel sidik ragam dapat disajikan sebagai berikut:

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Ulangan sama $r_1 = r_2 = \dots = r_t = r$				
Perlakuan	$t-1$	JKP	KTP=JKP/t-1	KTP/KTG
Galat	$t(r - 1)$	JKG	KTG=JKG/t(r - 1)	
Total	$tr - 1$	JKT		
Ulangan tidak sama $r_1 \neq r_2 \neq \dots \neq r_t$				
Perlakuan	$t-1$	JKP	KTP=JKP/t-1	KTP/KTG
Galat	$\sum(r_i - 1)$	JKG	KTG=JKG/ $\sum(r_i - 1)$	
Total	$\sum r_i - 1$	JKT		

Pengujian Hipotesis

- **Hipotesis**

$$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_t = 0$$

(Perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, t$$

(Minimal ada 1 perlakuan berpengaruh terhadap respon yang diamati)

- **Tingkat signifikansi** : $\alpha = 5\%$

- **Statistik Uji**

$$F \text{ Hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

- **Keputusan**

Tolak H_0 jika $F - \text{hitung} > F - \text{tabel}_{\alpha, db1, db2}$

- **Kesimpulan**

Penolakan H_0 berimplikasi bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati

KOEFISIEN KERAGAMAN (KK)

Koefisien keragaman (KK) atau disebut juga keragaman relatif terhadap besaran data adalah:

$$KK = \frac{\hat{\sigma}}{\bar{Y}} \times 100\% = \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{Y}_{..}} \times 100\%$$

Nilai KK yang terlalu besar bila dibandingkan dengan nilai biasa diperoleh peneliti, mencerminkan bahwa unit-unit percobaan yang digunakan tidak homogen.

KK merupakan indeks keterandalan yang baik bagi suatu percobaan. Semakin tinggi nilai KK makin rendah keandalan percobaan tsb.

Besarnya KK ideal tergantung pada bidang yang studi yang digeluti. Misal: untuk bidang pertanian dianggap wajar adalah 20% - 25%.

Contoh Kasus

Terdapat suatu penelitian mengenai kandungan nitrogen (mg) dari tanaman 'Red Clover' yang disuntik dengan jamur *Rhizobium trifolii* ditambah gabungan dari lima strain *Rhizobium melitoti*. Terdapat enam perlakuan, dimana 5 perlakuan merupakan penularan *R. Trifolii* dengan salah satu strain *R. melitoti* serta 1 perlakuan merupakan gabungan dari semua strain. Penularan dilakukan di rumah kaca, dimana setiap perlakuan dilakukan 4 pot tanaman. Jumlah pot yang disediakan adalah 24 buah dengan tanaman yang serupa. Penyuntikan 6 perlakuan dilakukan secara acak. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap

Perlakuan	: penyuntikan jamur <i>R. Trifolii</i> dan <i>R. Melitoti</i>
Unit Percobaan	: 24 tanaman 'Red Clover' di rumah kaca
Satuan Pengamatan	: satu tanaman 'Red Clover'
Faktor	: Strain <i>R. Melitoti</i>
Taraf/Level	: 6 strain

Hasil Pengukuran Kandungan Nitrogen (mg)

Ulangan	Perlakuan						Total Keseluruhan
	1	2	3	4	5	gabungan	
1	19.4	17.7	17	20.7	14.3	17.3	
2	32.6	24.8	19.4	21	14.4	19.4	
3	27	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1	
4	32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9	
Total Perlakuan ($Y_{i.}$)	111.1	95.6	57.4	81	52.1	72.7	
Rata – rata	27.7	23.9	14.35	20.25	13.02	18.175	

Banyaknya ulangan (r) = 4
 Banyaknya perlakuan (t) = 6

PENYELESAIAN:

1. Model

Model yang cocok adalah model tetap, karena hanya terdapat 6 perlakuan yang tersedia untuk percobaan ini. Sehingga model liniernya adalah

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, 6 \text{ dan } j = 1, 2, \dots, 4$$

Dimana:

Y_{ij} : kandungan nitrogen dari tanaman ke j yang memperoleh perlakuan ke i

μ : rata-rata umum (rata-rata populasi) kandungan nitrogen

τ_i : pengaruh perlakuan ke i

ε_{ij} : pengaruh galat percobaan pada tanaman ke j yang memperoleh perlakuan ke i

2. Hipotesis

H_0 : $\tau_1 = \dots = \tau_6 = 0$

(Tidak ada pengaruh penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti terhadap kandungan nitrogen tanaman "Red clover")

H_1 : Minimal ada satu i dengan $\tau_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, 6$

(minimal ada penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti yang berpengaruh terhadap kandungan nitrogen tanaman "Red Clover")

3. Langkah-langkah perhitungan:

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{tr} = \frac{469.9^2}{24} = 9200.25$$

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK = (19.4^2 + 17.7^2 + \dots + 16.9^2) - 9200.25 = 884.73$$

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - FK = \frac{(111.1^2 + 95.6^2 + 57.4^2 + 81^2 + 52.1^2 + 72.7^2)}{4} - 9200.25 = 634.25$$

$$JKG = JKT - JKP = 884.74 - 634.25 = 250.48$$

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Perlakuan	5	634.25	126.851	9.1157
Galat	18	250.48	13.915	
Total	23	884.73		

4. Pengujian Hipotesis:

- **Hipotesis**

$$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_6 = 0$$

(artinya penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti tidak berpengaruh terhadap kandungan nitrogen tanaman “Red Clover” atau tidak ada perbedaan penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti terhadap kandungan nitrogen tanaman “Red Clover “)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, 6$$

(artinya minimal ada penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti yang berpengaruh terhadap kandungan nitrogen tanaman “Red Clover” atau ada perbedaan penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti terhadap kandungan nitrogen tanaman “Red Clover “)

- **Tingkat signifikansi** : $\alpha = 5\%$

- **Statistik Uji**

$$F \text{ Hitung} = \frac{KTP}{KTG} = 9.1157$$

- **Keputusan**

diperoleh:

$$F - \text{hitung} = 9.1157$$

$$F - \text{tabel}_{\alpha, db1, db2} = F - \text{tabel}_{0.05; t-1; t(r-1)} = F - \text{tabel}_{0.05; 5; 18} = 2.773 \text{ (LIHAT TABEL F)}$$

Sehingga keputusannya:

$$\text{Tolak } H_0 \text{ karena } F - \text{hitung} > F - \text{tabel}_{\alpha, db1, db2}$$

$$\text{Tolak } H_0 \text{ karena } 9.1157 > 2.773$$

- **Kesimpulan**

Minimal ada penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti yang berpengaruh terhadap kandungan nitrogen tanaman “Red Clover” atau ada perbedaan penyuntikan jamur R. Trifolli dan Melitoti terhadap kandungan nitrogen tanaman “Red Clover “)

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06

LATIHAN

Untuk mengetahui apakah pemberian pupuk yang berbeda memberikan tingkat produksi yang berbeda, seorang peneliti melakukan percobaan dilampungan dengan 4 dosis pemupukan (0, 100, 200, 300 ; kg/ha) yang diberikan terhadap tanaman jagung arjuna. Setiap perlakuan diulang 5x pada petak lahan 3x4m². Data pengamatan diperoleh sebagai berikut:

Dosis	Ulangan				
	1	2	3	4	5
0	5,5	5	5	5,2	6
100	3,3	4,5	3,9	4,9	4,8
200	6,5	5,8	5,8	6,5	6,8
300	5,2	6	7,5	7,2	5,8

- Tuliskan model linier lengkap dengan keterangan dari rancangan diatas !
- Susunlah hipotesis untuk menguji pengaruh dosis pupuk !
- Susun tabel sidik ragamnya ! Ujilah pada taraf nyata 5%
- Apa kesimpulan yang dapat Anda tarik ?