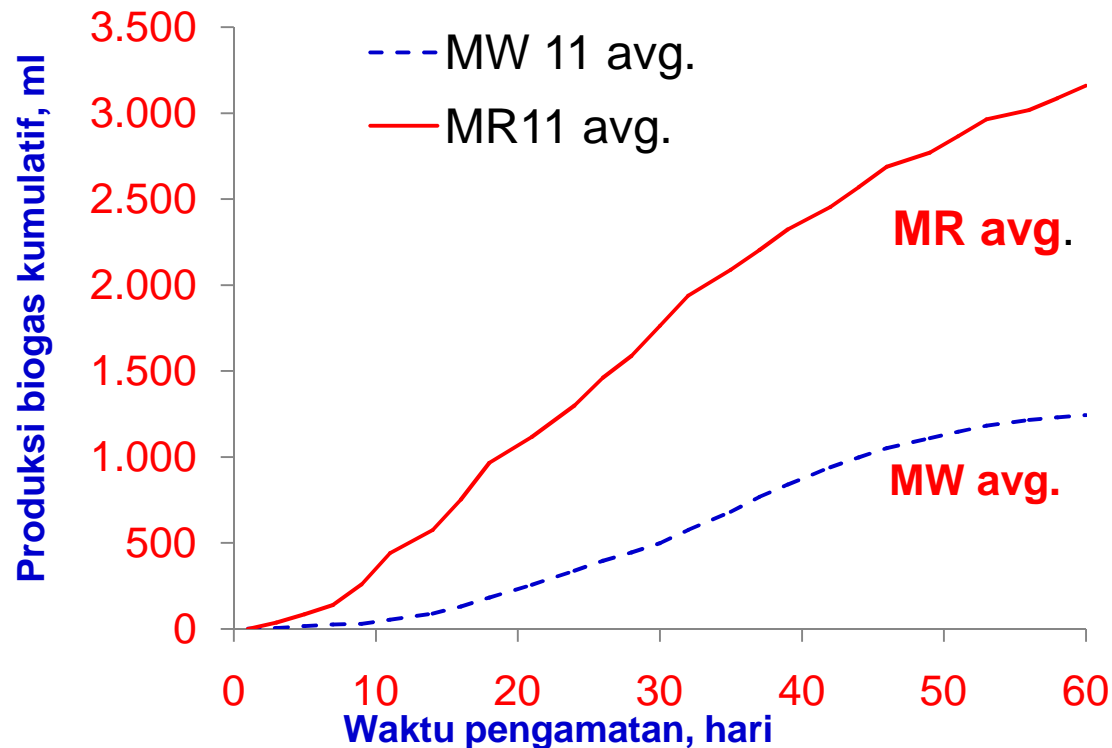


**MEMBANDINGKAN
DUA PERLAKUAN**

Contoh Hasil Penelitian

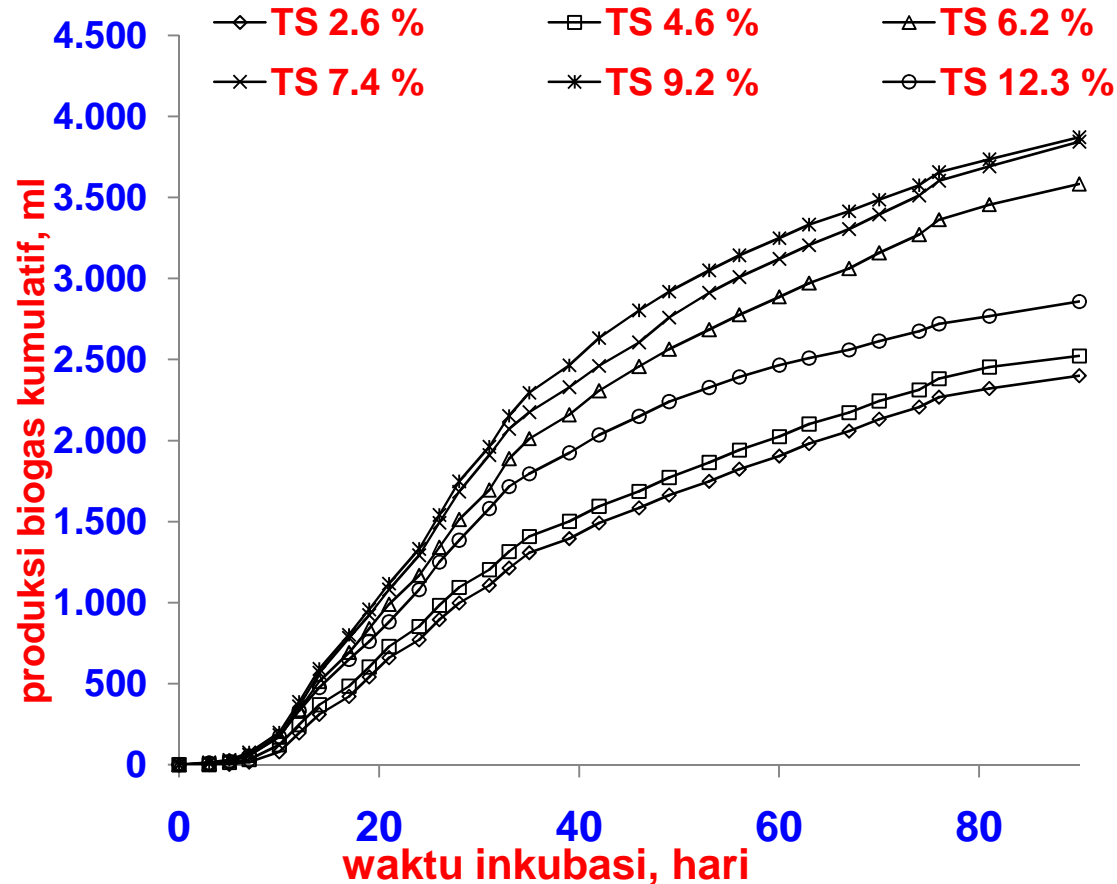
Pengaruh fluida rumen terhadap produksi biogas



Apa kesimpulan Saudara?

Apakah produksi biogas pada MR avg lebih besar dari MW avg??

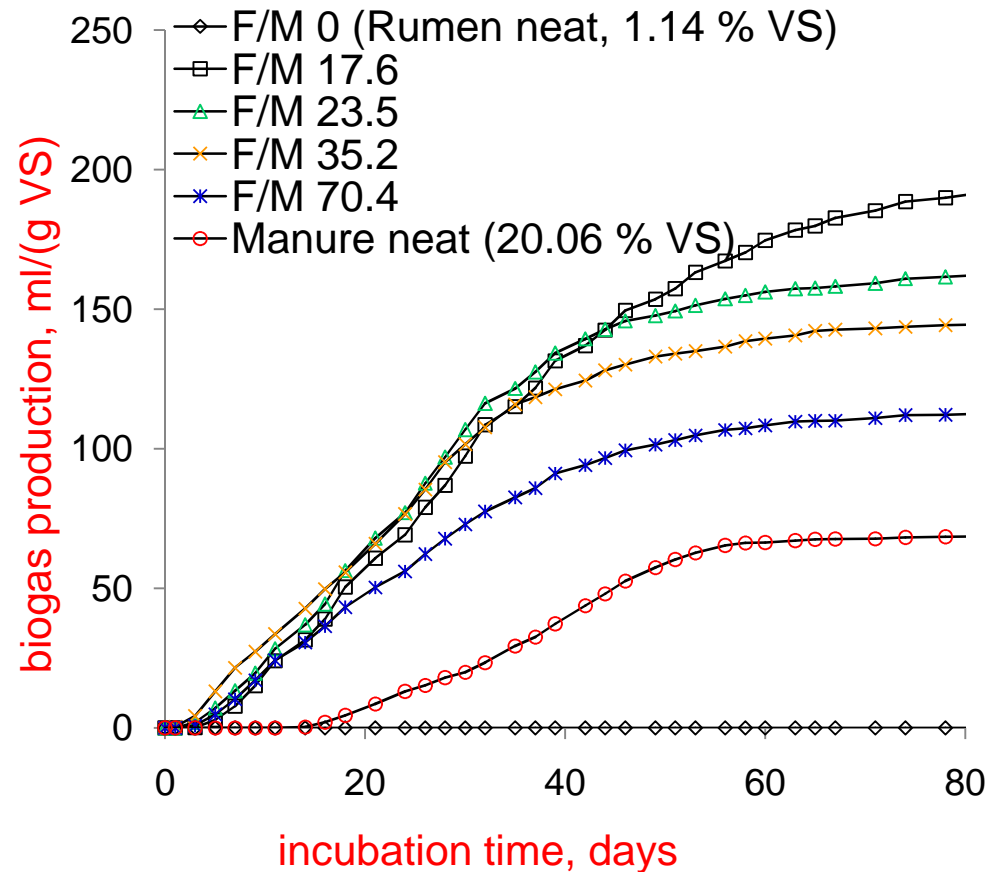
Pengaruh Konsentrasi Total Solid (TS) Terhadap Produksi Biogas



Apakah produksi biogas pada TS 9,2 % paling tinggi??!
Apakah produksi biogas pada TS 2,6 % paling rendah??



Pengaruh nisbah F/M terhadap produksi biogas



Apa kesimpulan Saudara??

Apakah produksi biogas pada F/M 17,6 paling tinggi?

ANALISIS KOMPARATIF

- = analisis komparasi = analisis perbedaan
= analisis variabel (data) untuk mengetahui perbedaan antara dua kelompok data (variabel) atau lebih
- => teknik statistik yang digunakan = uji statistik yaitu pengujian hipotesis komparatif
- => sering disebut **UJI SIGNIFIKANSI**
(test of significance)

Contoh analisis komparatif 2 sampel yang berkorelasi

1. perbandingan kemampuan kerja pegawai sebelum dan sesudah diberi pelatihan
2. Perbandingan nilai pretest dan posttest
3. Perbandingan kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol
4. Perbandingan yield reaksi kimia antara katalis A dan katalis B
5. dll

Contoh analisis komparatif 2 sampel yang tidak berkorelasi

1. Perbandingan kinerja Reaktor Fixed Bed dengan Reaktor Fluidized bed
2. Perbandingan pendapatan dosen dengan pegawai
3. Perbandingan IP mahasiswa Teknik Kimia dengan mahasiswa Teknik Sipil

Analisis komparatif 2 sampel berkorelasi

==> Uji statistik t untuk data interval/rasio

1. Menentukan formulasi hipotetis

a. Ho : tidak perbedaan positif antara kelompok I dan II

H1 : ada perbedaan positif antara kelompok I dan II

b. Ho tidak ada perbedaan negatif

H1 : ada perbedaan negatif

c. Ho : tidak perbedaan

H1 : ada perbedaan

2. Menentukan taraf nyata (α) dan t tabel; nilai t tabel memiliki derajat kebebasan (db) = n-1

3. Menentukan kriteria pengujian

- Ho diterima (H1 ditolak) bila $t < t$ tabel
- Ho ditolak (H1 diterima) bila $t > t$ tabel

4. Menentukan nilai uji statistik

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n(n-1)}}$$

\bar{X} = rata2 skor kelompok I

\bar{Y} = rata skor kelompok II

D = jumlah skor kelompok I dan II

n = jumlah data

5. Membuat kesimpulan

=> menyimpulkan H_0 diterima atau tidak

Analisis komparatif 2 sampel tak berkorelasi

==> Uji statistik t untuk data interval/rasio

1. Menentukan formulasi hipotetis

a. H_0 : tidak perbedaan positif antara kelompok I dan II

H_1 : ada perbedaan positif antara kelompok I dan II

b. H_0 tidak ada perbedaan negatif

H_1 : ada perbedaan negatif

c. H_0 : tidak perbedaan

H_1 : ada perbedaan

2. Menentukan taraf nyata (α) dan t tabel; nilai t tabel memiliki derajat kebebasan (db) = $n_1 + n_2 - 2$

3. Menentukan kriteria pengujian

- H_0 diterima (H_1 ditolak) bila $t < t$ tabel
- H_0 ditolak (H_1 diterima) bila $t > t$ tabel

4. Menentukan nilai uji statistik

$$t_0 = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n_1} + \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n_2}}{(n_1 + n_2 - 2)}} \times \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}$$

\bar{X} = rata2 skor kelompok I

\bar{Y} = rata skor kelompok II

n_1 dan n_2 = jumlah data kelompok 1 dan 2

5. Membuat kesimpulan

=> menyimpulkan H_0 diterima atau tidak

Contoh masalah:

Data yield dari percobaan di industri dengan 2 metoda yang berbeda (A dan B)

No	Metode	Yield	Metode	Yield
1	A	89,7	B	84,7
2	A	81,4	B	86,1
3	A	84,5	B	83,2
4	A	84,8	B	91,9
5	A	87,3	B	86,3
6	A	79,7	B	79,3
7	A	85,1	B	82,6
8	A	81,7	B	89,1
9	A	83,7	B	83,7
10	A	84,5	B	88,5

Masalah :

- Dari dua metoda yang digunakan, apakah ada perbedaan yang signifikan??
- Bila ada perbedaan, metode manakah yang lebih baik??

HASIL PERHITUNGAN DENGAN EXCEL

F-Test Two-Sample for Variances

	<i>A</i>	<i>B</i>
Mean	84.24	85.54
Variance	8.4204444	13.32488889
Observations	10	10
df	9	9
F	0.6319336	
P(F<=f) one-tail	0.2524455	
F Critical one-tail	0.3145749	

Analisis komparatif lebih dr 2 sampel berkorelasi

1. Anova 1 arah; dg 1 faktor berpengaruh:
 - Anova 1 arah dengan sampel sama banyaknya
 - Anova 1 arah dg sampel tidak sama banyaknya
2. Anova 2 arah; dg 2 faktor berpengaruh

TEKNIK ANALISIS VARIAN (ANOVA)

==> untuk menentukan apakah perbedaan yang terdapat di dalam sampel adalah akibat dari variasi acak atau memang ada sumbangan dari variasi sistematis akibat perlakuan

==> teknik untuk menganalisis atau menguraikan seluruh (total) variasi atas bagian-bagiannya yang bermakna

===> dengan **CARA** menguraikan total variasi dalam 2 bagian penting yaitu :

1. variasi **antar perlakuan**, yang mengukur variasi AKIBAT PERLAKUAN yang beraturan/sistematis dan acak
2. variasi **internal pengamatan**, yang hanya mengukur variasi acak

ANALISIS VARIAN SATU ARAH

Hipotesis

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

H_1 = paling sedikit ada dua di antara rata-ran tersebut tidak sama

No Sampel	Perlakuan					
	1	2	i		k	
	y_{11}	y_{21}	y_{i1}		y_{k1}	
	y_{12}	y_{22}	y_{i2}		y_{k2}	
	$y_{1.}$	$y_{2.}$	$y_{i.}$		$y_{k.}$	
	y_{1n}	y_{2n}	y_{in}		y_{kn}	
Total	$T_{1.}$	$T_{2.}$	$T_{i.}$		$T_{k.}$	$T_{..}$
Rata-rata	$\check{Y}_{1.}$	$\check{Y}_{2.}$	$\check{Y}_{i.}$		$\check{Y}_{k.}$	$\check{Y}_{..}$

Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{I=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{nk}$$

Jumlah kuadrat perlakuan (JKA)
$$JKA = \sum_{i=1}^k T_{i\cdot}^2 - \frac{T^2}{nk}$$

Jumlah kuadrat galat (JKG)
$$JKG = JKT - JKA$$

Analisis varians

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rataan kuadrat	F hitungan
Perlakuan	JKA	k-1	$s_1^2 = \frac{JKA}{k-1}$	$f = \frac{s_1^2}{s^2}$
Galat	JKG	k(n-1)	$s^2 = \frac{JKG}{k(n-1)}$	
total	JKT	nk-1		

Menentukan kriteria pengujian : Ho diterima (H1 ditolak) bila $f < F$ tabel
 Ho ditolak (H1 diterima) bila $f > F$ tabel

CONTOH SOAL ANOVA 1 ARAH

Pada percobaan di industri seorang insinyur ingin menyelidiki apakah terdapat beda yang signifikan terhadap rata-rata penyerapan uap air dalam beton di antara lima adukan beton yang berbeda. Adukan beton berbeda dalam persen berat komponen penting. Sampel dibiarkan kena uap air selama 48 jam. Dari tiap adukan diambil 6 buah sampel untuk diuji, sehingga seluruhnya diperlukan 30 sampel.

No Sampel	Adukan beton, % berat					
	1	2	3	4	5	
	551	595	639	417	563	
	457	580	615	449	631	
	450	508	511	517	522	
	731	583	573	438	613	
	499	633	648	415	656	
	632	517	677	555	679	
Total	3320	3416	3663	2791	3664	16.854
Rata-rata	553,33	569,33	610,50	465,17	610,67	561,80

Saudara diminta membuat kesimpulan dari percobaan tersebut.

Penyelesaian:

1. $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_5$
2. $H_1 =$ paling sedikit ada dua di antara rata-rata tersebut tidak sama
3. $\alpha = 0,05$

No Sampel	Adukan beton, % berat					
	1	2	3	4	5	
	551	595	639	417	563	
	457	580	615	449	631	
	450	508	511	517	522	
	731	583	573	438	613	
	499	633	648	415	656	
	632	517	677	555	679	
Total	3320	3416	3663	2791	3664	T = 16.854
Rata-rata	553,33	569,33	610,50	465,17	610,67	561,80

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rataan kuadrat	F hitungan
Perlakuan	85.356	$k-1 = 4$	$s_1^2 = \frac{JKA}{k-1}$ $= 21.339$	$f = \frac{s_1^2}{s^2}$ $= 4,3$
Galat	124.021	$k(n-1)$ $= 25$	$s^2 = \frac{JKG}{k(n-1)}$ $= 4.961$	
Total	209.377	$nk-1 = 29$		

Kesimpulan :

f hitung = 4,30 lebih besar dari F tabel \Rightarrow Tolak H_0

dan simpulkan bahwa kelima adukan tidak mempunyai penyerapan rataan yang sama.

HASIL ANALISA DENGAN EXCEL

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
1	6	3320	553.33	12134
2	6	3416	569.33	2302.7
3	6	3663	610.5	3593.5
4	6	2791	465.17	3318.6
5	6	3664	610.67	3455.5

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	85356.4667	4	21339	4.3015	0.00875	2.7587
Within Groups	124020.333	25	4960.8			
Total	209376.8	29				

KESIMPULAN : $P < 0,05 \Rightarrow$ adukan komposisi beton berpengaruh signifikan terhadap kekuatan beton

Pengaruh waktu penyimpanan inokulum terhadap produksi biogas

Hari ke	0 bln, kum	3 bln, kum	6 bulan kumulatif	Hari ke	0 bln, kum	3 bln, kum	6 bulan kumulatif
0	0	0	0	38	1780.5	2079	1976
2	45	0	67.5	43	1990.5	2190.5	2118.5
6	103	56	245	49	2250.5	2252.5	2218.5
8	165.5	94	449	51	2270.5	2257.5	2247
10	195.5	159	599.5	53	2320.5	2262.5	2272
13	244.5	594	759.5	55	2345.5	2269	2276
16	514.5	840	977	57	2372	2271	2276
20	855.5	1326	1247	59	2382	2275	2292
27	1088	1701.5	1549.5	62	2387	2291	2320.5
29	1273	1853.5	1673.5	64	2407	2329	2333
31	1460.5	1910.5	1773.5	66	2419.5	2356.5	2340
34	1573	1991	1881	69	2428	2397	2354
36	1653	2033.5	1951	72	2441	2397	2362
				74	2447	2397	2368

ANOVA 2 ARAH

=> 2 variabel (A dan B)

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rataan kuadrat	F hitungan	F Tabel
Perlakuan (A)	JKA	a-1	$s_1^2 = \frac{JKA}{a-1}$	$f_1 = \frac{s_1^2}{s^2}$	
Perlakuan (B)	JKB	b-1	$s_2^2 = \frac{JK_B}{b-1}$	$f_2 = \frac{s_2^2}{s^2}$	
Interaksi AB	JKAB	(a-1)(b-1)	$s_3^2 = \frac{JK_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$f_3 = \frac{s_3^2}{s^2}$	
Galat	JKG	axbx(n-1)	$s^2 = \frac{JK_G}{(axb)(n-1)}$		
Total	JKT	abn-1			

Menghitung JKA, JKB, JKAB

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^a T_{i\cdot}^2}{b \times n} - \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{abn}$$

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^b T_{\cdot j}^2}{a \times n} - \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{abn}$$

$$JKT = \sum_{I=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{nk}$$

$$JKAB = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a T_{i\cdot}^2}{b \times n} - \frac{\sum_{j=1}^b T_{\cdot j}^2}{a \times n} + \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{abn}$$

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JKAB$$

ANOVA 2 ARAH

Contoh Kasus: Pengaruh SRT dan jenis biodigester terhadap komposisi biogas

SRT	BioDALTi		Konvensional	
	CH ₄ , %	CO ₂ , %	CH ₄ , %	CO ₂ , %
20	59.9	16.40	60.5	17.2
	62.34	18.31	61.23	15.16
30	56.67	17.88	54.29	18.22
	58.89	20.33	57.99	21.76
40	61.22	15.65	60.01	20.56
	62.71	17.21	59.11	19.23
60	65.09	18.75	63.67	18.9
	63.55	16.88	64.67	20.45

Apakah sistem BioDALTi memberikan konsentrasi CH₄ lebih tinggi dibandingkan dengan sistem konvensional?

Apakah SRT berpengaruh terhadap kadar CH₄ yang diperoleh?

Apakah ada efek interaksi??

ANOVA 2 ARAH

Seorang peneliti ingin menguji hipotesis penelitiannya bahwa penambahan unsur Kalsium (Ca) ke dalam pakan ayam akan meningkatkan tingkat kekerasan kulit telur pada dua bangsa ayam A dan B. Penambahan Ca diberikan sebesar 0, 1, 2, 3, dan 4 % masing-masing terhadap 10 ekor ayam petelur. Setiap ayam petelur dikandangkan secara terpisah dan setiap ayam petelur yang dilibatkan dikondisikan homogen. Nilai total hasil penelitian diperoleh sebagai berikut:

Perlakuan	0	1	2	3	4	Total ayam
Ayam A	8,04	8,15	10,00	13,00	15,71	54,90
Ayam B	7,52	8,05	12,01	14,10	14,05	55,73
Total Ca	15,56	16,20	22,01	27,10	29,76	110,63

Lakukan pengujian pada taraf 5 %, apabila diketahui KTG = 0,45.
Berikan kesimpulan Saudara

Model linear

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

Hipotesis

1. $H_0 = \alpha_1 = \alpha_2$

$H_1 = \alpha_1 \neq \alpha_2$

2. $H_0 = \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

$H_1 =$ paling sedikit ada dua β di antara rata-rata tersebut tidak sama

3. $H_0 = (\alpha\beta)_{ij} = 0$

$H_1 = (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$

3. Sidik ragam

Kode : A = Penambahan Ca = a perlakuan

B = bangsa ayam = b perlakuan

Ulangan (n) = 10

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rataan kuadrat	F hitungan	F Tabel (interpolasi)
Perlakuan Ca (A)	JKA	$a-1 = 5-1$ $= 4$	$s_1^2 = \frac{JKA}{a-1}$ $= 8,06/4 = 2,01$	$f_1 = \frac{s_1^2}{s^2}$ $= 4,47$	$F_{0,05(4;90)} = 2,98$
Bangsa Ayam (B)	JKB	$b-1 = 2-1$ $= 1$	$s_2^2 = \frac{JKB}{b-1}$ $= 0,01$	$f_2 = \frac{s_2^2}{s^2}$ $= 0,022$	$F_{0,05(1;90)} = 3,95$
Interaksi AB	JKAB	$(a-1)(b-1) =$ $(5-1)(2-1) = 4$	$s_3^2 = \frac{JKAB}{(a-1)(b-1)}$ $= 0,41/4 = 0,10$	$f_3 = \frac{s_3^2}{s^2}$ $= 0,22$	$F_{0,05(4;90)} = 2,98$
Galat	JKG	$axb(n-1)$ $= 5 \times 2 \times (10-1)$ $= 90$	$= KTG = 0,45$ $s^2 = \frac{JKG}{ab(n-1)}$		
Total	JKT	$abn-1$ $= (5 \times 2 \times 10) - 1 = 99$			

Menghitung JKA, JKB, JKAB

$$\begin{aligned}
 JKA &= \frac{\sum_{i=1}^a T_{i\cdot}^2}{b \times n} - \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{a \times b} \\
 &= \frac{(15,56^2 + 16,20^2 + \dots + 29,76^2)}{2 \times 10} - \frac{(110,63^2)}{(5 \times 2 \times 10)} \\
 &= 130,45 - 122,39 \\
 &= 8,06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKB &= \frac{\sum_{j=1}^b T_{\cdot j}^2}{a \times n} - \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{a \times b} \\
 &= \frac{(54,9^2 + 55,73^2)}{5 \times 10} - 122,39 \\
 &= 122,40 - 122,39 \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKAB &= \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a T_{i\cdot}^2}{b \times n} - \frac{\sum_{j=1}^b T_{\cdot j}^2}{a \times n} + \frac{T^2_{\cdot\cdot}}{a \times b} \\
 &= \frac{(8,04^2 + 8,15^2 + 10^2 + 13^2 + \dots + 12,01^2 + 14,10^2 + 14,05^2)}{10} - 130,45 - 122,40 + 122,39 \\
 &= 130,87 - 130,45 - 122,40 + 122,39 \\
 &= 0,41
 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

1. Pada perlakuan penambahan Ca, F hitung lebih besar F tabel, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan penambahan Ca yang berbeda memberikan respon yang berbeda terhadap yang tingkat kekerasan kulit telur.
2. Bangsa ayam yang berbeda tidak memberikan respon yang berbeda dengan adanya perlakuan penambahan Ca
3. Tidak ada interaksi antara bangsa ayam dengan penambahan Ca