

**Bambang Admadi Harsojuwono  
I Wayan Arnata  
Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati**

# Rancangan Percobaan

**Teori, Aplikasi  
SPSS dan EXCEL**



  
**LINTASKATA**  
publishing

Rancangan Percobaan adalah suatu tindakan atau pengamatan khusus yang dilakukan untuk memperkuat atau melemahkan / meniadakan sesuatu yang meragukan, terutama kondisi yang ditentukan oleh peneliti. Selain itu, percobaan juga merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk menemukan beberapa prinsip atau pengaruh yang tidak / belum diketahui serta menguji, menguatkan atau menjelaskan pendapat atau kebenaran yang diketahui atau diduga.

Perancangan percobaan adalah suatu pola atau prosedur yang dipergunakan untuk mengumpulkan atau memperoleh data dalam penelitian. Dengan kata lain perancangan percobaan adalah prosedur untuk menempatkan perlakuan ke dalam unit-unit percobaan dengan tujuan mendapatkan data yang memenuhi persyaratan ilmiah.

Perlakuan sendiri adalah suatu prosedur yang akan diukur pengaruhnya dan dibandingkan satu dengan lainnya. Perlakuan-perlakuan percobaan selanjutnya ditempatkan dalam unit-unit percobaan yang merupakan bagian terkecil dari suatu percobaan. Unit percobaan dapat berupa petak-petak percobaan (untuk percobaan di lapangan) atau berupa kandang-kandang (untuk percobaan ternak ayam) atau juga sejumlah tertentu adonan (untuk percobaan pembuatan kue atau roti) atau jenis lainnya.

Semoga buku ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi para pembaca dan penggunanya.

  
**LINTASKATA**  
publishing

ISBN 978-602-99853-1-3



# **RANCANGAN PERCOBAAN**

**TEORI, APLIKASI SPSS DAN EXCEL**

**Oleh**

**Bambang Admadi Harsojuwono**

**I Wayan Arnata**

**Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati**





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya berkat rahmatNya, buku dengan judul “Rancangan Percobaan: Teori, Aplikasi SPSS dan Excel.” telah terselesaikan dan diterbitkan. Buku ini dimaksudkan sebagai bahan pustaka dalam memahami dan merancang suatu percobaan serta membantu menganalisis rancangan percobaan tersebut melalui aplikasi program SPSS dan Excel.

Buku ini merupakan buku edisi pertama yang diterbitkan, khususnya yang terkait dengan rancangan percobaan. Oleh karena itu, perlu mengalami revisi-revisi pada edisi berikutnya agar menjadi bahan pustaka yang lengkap dan memberikan kemudahan dalam pemahaman dan aplikasinya bagi para pembaca maupun pengguna lainnya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada penerbit Lintas Kata Publishing, yang telah mengedit, mencetak, menerbitkan serta memasarkan buku ini sehingga dapat dimanfaatkan secara luas di kalangan masyarakat. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan pada semua pihak yang membantu baik langsung maupun tidak langsung sehingga buku ini bisa terselesaikan dan diterbitkan tepat waktu.

Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi para pembaca dan penggunanya.

Malang, Juli 2011

Penulis,

Bambang Admadi Harsojuwono, I Wayan Arnata,  
Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati  
Rancangan Percobaan : Teori, Aplikasi SPSS dan Excel

Desain Cover : DS Priyadi  
Layout : Abdul Jamil

Diterbitkan oleh : Lintas Kata Publishing

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)  
Bambang Admadi Harsojuwono, I Wayan Arnata,  
Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati

vi + 126 halaman ; 14,7 cm x 21 cm  
Cetakan Pertama : Juli 2011

## DAFTAR ISI

### KATA PENGANTAR iii

#### I. PENDAHULUAN 1

- Metode Ilmiah 1
- Perancangan Percobaan 2
- Unsur-unsur Perancangan Percobaan 2
- Analisis Keragaman 4
- Pelaksanaan Percobaan 5
- Kesimpulan Hasil Analisis 5

#### II. RANCANGAN ACAK LENGKAP 6

- Karakteristik Rancangan Acak Lengkap (RAL) 6
- Ilustrasi 7
- Pengacakan 7
- Model Linier Aditif 9
- Hipotesis 10
- Analisis Data 10
- Koefisien Keragaman (KK) 12
- Studi Kasus 13
- Perhitungan Sidik Ragam 14
- Uji Perbandingan Berganda 15
- Sidik Ragam Menggunakan *Software SPSS* 17
- Sidik Ragam Menggunakan Excel 26
- Sidik Ragam Menggunakan Excel pada Rancangan Acak Lengkap 30

- Interpretasi 35
- Uji Perbandingan Berganda 35

#### III. RANCANGAN ACAK KELOMPOK 40

- Karakteristik Rancangan Acak Kelompok (RAK) 40
- Pengacakan 43
- Model Linier Aditif 44
- Hipotesis 45
- Analisis Data 45
- Koefisien Keragaman (KK) 48
- Studi Kasus 48
- Perhitungan Sidik Ragam 49
- Uji Perbandingan Berganda 51
- Sidik Ragam Menggunakan *Software SPSS* 51
- Sidik Ragam Menggunakan Excel 61
- Interpretasi 65
- Uji Perbandingan Berganda 65

#### IV. RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN 66

- Karakteristik Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) 66
- Ilustrasi 67
- Pengacakan 68
- Model Linier RBSL 72
- Hipotesis 72
- Analisis Data 73
- Koefisien Keragaman (KK) 75
- Studi Kasus 76
- Perhitungan Sidik Ragam 77

- Uji Perbandingan Berganda 81
- Sidik Ragam Menggunakan *Software SPSS* 81

## V. PERCOBAAN FAKTORIAL 92

- Karakteristik Percobaan Faktorial 92
- Ilustrasi 92
- Pengacakan 93
- Model Linier Aditif 94
- Hipotesis 94
- Analisis Data 95
- Koefisien Keragaman (KK) 98
- Penerapan Percobaan Faktorial 98
- Studi Kasus 98
- Perhitungan Sidik Ragam 100
- Uji Perbandingan Berganda 103
- Sidik Ragam Percobaan Faktorial Menggunakan *Software SPSS* 107
- Sidik Ragam Menggunakan Excel 120
- Uji Perbandingan Berganda dengan Excel 124

## SOAL LATIHAN 125

## LAMPIRAN 128

## DAFTAR PUSTAKA 144

## BIODATA PENULIS 145

# I. PENDAHULUAN

## Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah penerapan logika dan obyektivitas dalam mempelajari fenomena. Bagian terpenting dalam metode ilmiah adalah pengujian sesuatu yang telah diketahui (atau diduga) dan dirumuskan (dalam bentuk hipotesa-hipotesa) melalui percobaan atau pengamatan.

Berkaitan dengan hal tersebut maka untuk mempelajari atau memahami fenomena diperlukan penelitian ilmiah. Ada tiga tahapan yang harus dilalui dalam melakukan penelitian ilmiah yaitu 1) tahap persiapan yang mencakup segi pencarian dan perumusan masalah yang akan diteliti atau dipelajari, 2) pelaksanaan penelitian yang ditujukan untuk mengumpulkan data atau fakta sesuai dengan permasalahan yang dikemukakan, 3) pengolahan atau analisis data yang ditujukan untuk membuat kesimpulan hasil penelitian.

Pada dasarnya penelitian dapat dilaksanakan melalui survey, percobaan atau pengamatan saja sesuai dengan disiplin ilmu yang diteliti. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan atau perancangan yang betul-betul memadai agar kesimpulan yang dihasilkan dapat mewakili populasi yang dipelajari. Hal ini sangat diperankan oleh keberadaan statistika.

Secara garis besar, peran statistika dalam penelitian ilmiah meliputi deskriptif, analisis dan peramalan. Deskriptif adalah mereduksi jumlah data yang besar menjadi jumlah data yang kecil. Jumlah data yang kecil ini digunakan untuk memberi ciri atau karakteristik dari jumlah data yang besar. Jumlah data yang memberikan ciri ini dapat diberi nama nilai tengah atau rerata, ragam, kemiringan dan sebagainya. Sementara itu peran statistika kedua adalah analisis. Dengan analisis dapat diperoleh jawaban apakah sejumlah data mengikuti sebaran tertentu atau tidak. Jika diketahui terdapat dua

atau lebih sampel, maka dengan analisis dapat ditunjukkan jawaban apakah sampel-sampel tersebut berasal dari populasi yang sama atau tidak. Selanjutnya peran statistika yang ketiga adalah peramalan. Dengan peramalan, dapat menentukan keadaan yang akan datang berdasarkan keadaan yang sudah terjadi.

### **Perancangan Percobaan**

Percobaan adalah suatu tindakan atau pengamatan khusus yang dilakukan untuk memperkuat atau melemahkan / meniadakan sesuatu yang meragukan, terutama kondisi yang ditentukan oleh peneliti. Selain itu, percobaan juga merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk menemukan beberapa prinsip atau pengaruh yang tidak / belum diketahui serta menguji, menguatkan atau menjelaskan pendapat atau kebenaran yang diketahui atau diduga.

Perancangan percobaan adalah suatu pola atau prosedur yang dipergunakan untuk mengumpulkan atau memperoleh data dalam penelitian. Dengan kata lain perancangan percobaan adalah prosedur untuk menempatkan perlakuan ke dalam unit-unit percobaan dengan tujuan mendapatkan data yang memenuhi persyaratan ilmiah.

Perlakuan sendiri adalah suatu prosedur yang akan diukur pengaruhnya dan dibandingkan satu dengan lainnya. Perlakuan-perlakuan percobaan selanjutnya ditempatkan dalam unit-unit percobaan yang merupakan bagian terkecil dari suatu percobaan. Unit percobaan dapat berupa petak-petak percobaan (untuk percobaan di lapangan) atau berupa kandang-kandang (untuk percobaan ternak ayam) atau juga sejumlah tertentu adonan (untuk percobaan pembuatan kue atau roti) atau jenis lainnya.

### **Unsur-unsur Perancangan Percobaan**

Unsur utama dalam perancangan percobaan ada tiga yaitu ulangan atau replikasi, pengacakan atau randomisasi serta galat atau kesalahan percobaan. Berikut penjelasan uraian unsur-unsur percobaan tersebut.

#### **a. Ulangan**

Suatu perlakuan terjadi lebih dari satu kali atau menempati lebih dari satu unit percobaan disebut perlakuan mengalami ulangan. Fungsi ulangan untuk mendapatkan presisi pendugaan dan memungkinkan adanya kesalahan atau galat. Jika perlakuan tidak mengalami pengulangan maka tidak mungkin mengukur besarnya kesalahan atau penyimpangan. Hal ini berperan penting dalam pengujian hipotesis, penentuan selang kepercayaan, koefisien keragaman dan sebagainya. Makin banyak ulangan maka peluang untuk mendapatkan keragaman perlakuan semakin besar, akibatnya presisi pendugaan akan semakin meningkat. Selanjutnya, untuk menentukan banyaknya ulangan agar presisi pendugaannya tinggi sangat sulit untuk dijelaskan karena dipengaruhi beberapa faktor diantaranya keseragaman (homogenitas) tempat (media) dan materi percobaan, sifat yang berhubungan dengan perlakuan, tingkat presisi yang diinginkan serta sifat dari percobaan itu sendiri.

Percobaan yang sifatnya kritis akan memerlukan ulangan lebih banyak dibanding dengan percobaan untuk eksplorasi. Selain itu, tenaga, biaya dan waktu juga menentukan banyaknya ulangan. Percobaan dengan pengamatan yang sifatnya merusak seperti membedah perut tikus atau kelinci maka akan mempengaruhi biaya penelitian dan berdampak pada banyaknya ulangan yang diperlukan dalam suatu percobaan.

#### **b. Pengacakan**

Pengacakan dalam rancangan percobaan diperlukan untuk menghindarkan dari pengaruh subyektivitas, karena dalam penelitian ilmiah diperlukan logika dan obyektivitas. Oleh karena itu diperlukan suatu cara pengacakan agar subyektivitas menjadi tidak berperan. Cara yang paling mudah dan sederhana adalah menggunakan metode lotre atau membuat undian untuk menempatkan perlakuan dalam unit percobaan. Cara lain yang dianjurkan adalah menggunakan tabel bilangan acak yang terdapat pada buku-buku statistika atau menggunakan program-program statistika untuk mengeluarkan

bilangan-bilangan acak dan hasil pengacakannya. Dengan pengacakan ini maka perlakuan yang ditempatkan dalam unit-unit percobaan akan menimbulkan keragaman baik keragaman dalam perlakuan maupun keragaman antar perlakuan.

### **c. Galat Percobaan**

Suatu perlakuan yang diulang dan ditempatkan pada unit-unit percobaan yang serba sama, tidak mungkin diperoleh pengamatan yang sama antara satu dengan lainnya. Kegagalan dari unit-unit percobaan ini disebut dengan galat atau kesalahan percobaan. Oleh karena itu, galat atau kesalahan percobaan adalah keanekaragaman (variabilitas) yang disebabkan oleh ketidakmampuan materi percobaan yang diperlakukan sama untuk berperilaku sama.

Galat percobaan berguna untuk menguji ada tidaknya pengaruh perlakuan atau menguji asal perlakuan dari populasi yang sama atau tidak. Selain itu, untuk menunjukkan efisiensi dari suatu rancangan percobaan, pengukur keragaman suatu pengamatan dan unit-unit percobaan.

Guna memperkecil galat atau kesalahan percobaan, dapat dilakukan dengan membagi-bagi materi / media percobaan ke dalam kelompok-kelompok / grup-grup yang homogen. Selanjutnya, setiap kelompok / grup harus menempatkan perlakuan di dalamnya dan ulangan ditempatkan pada kelompok / grup yang lain.

### **Analisis Keragaman**

Analisis keragaman adalah suatu uji yang diterapkan untuk data hasil percobaan yang dikumpul pada variable terkontrol. Analisis ini ditujukan untuk melokalisasi variabel-variabel bebas yang penting dalam penelitian serta menentukan interaksi dan responnya. Dengan demikian, analisis keragaman berfungsi untuk memudahkan analisis dan interpretasi data hasil percobaan serta untuk mengetahui keanekaragaman (variabilitas) dari perlakuan. Dalam analisis keragaman akan diuraikan keragaman total ke dalam komponen-komponen keragamannya.

### **Pelaksanaan Percobaan**

Tujuan pokok percobaan adalah memperoleh data atau informasi atau fakta yang terkait dengan perlakuan yang dipelajari pengaruhnya. Perlakuan-perlakuan tersebut disusun atau dibuat untuk menjawab obyektivitas sasaran penelitian. Oleh karena itu, kualitas data sangat ditentukan oleh kesesuaian perlakuan dan cara memperoleh data tersebut.

Cara memperoleh atau mengumpulkan data sangat ditentukan oleh perencanaan media/ tempat percobaan dan penentuan perlakuan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pemilihan rancangan percobaan yang tidak tepat akan menurunkan presisi dan efisiensinya sehingga mempengaruhi kesimpulan yang dihasilkan. Pemilihan perlakuan yang tidak tepat akan berdampak pada hasil yang tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, cara memperoleh data juga ditentukan oleh pelaksanaan percobaan, baik dari segi teknik pelaksanaan maupun yang terkait dengan pengamatan terhadap karakteristik obyek yang diteliti. Hal ini berhubungan dengan waktu pengamatan dan pencatatan hasil pengukuran / pengamatan.

### **Kesimpulan Hasil Analisis**

Kesimpulan hasil analisis sangat dipengaruhi oleh tujuan, fungsi dan presisi percobaan, pemilihan perlakuan dalam percobaan, pemenuhan syarat yang diperlukan baik dalam pemilihan rancangan, pelaksanaan percobaan, pengukuran, pengorganisasian data hasil pengukuran, penentuan sampel maupun metode dan teknik analisisnya. Hal-hal tersebut akan dijelaskan pada bab-bab selanjutnya.

## II. RANCANGAN ACAK LENGKAP

### Karakteristik Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Karakteristik yang perlu diketahui jika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu keragaman atau variasi hanya disebabkan oleh perlakuan yang dicobakan dan perlakuan tersebut merupakan level-level dari satu faktor tertentu. Misal faktor yang ingin dikaji pengaruhnya adalah Varietas. Perlakuan yang dicobakan adalah Varietas 1 ( $V_1$ ), Varietas 2 ( $V_2$ ) dan Varietas 3 (level-level dari varietas). Selanjutnya faktor-faktor di luar perlakuan atau faktor lingkungan pada unit percobaan dikondisikan serbasama (homogen) serta penempatan perlakuannya dalam unit-unit percobaan dilakukan secara acak lengkap.

Adanya karakteristik dari RAL yang harus dipenuhi seperti di atas, maka penggunaan rancangan ini relatif terbatas, misalnya, rancangan biasanya dipergunakan untuk percobaan-percobaan yang dilaksanakan di laboratorium, di dalam rumah kaca atau pada kondisi-kondisi lain yang faktor lingkungannya dapat dikendalikan.

Keuntungan dalam menggunakan RAL adalah banyaknya perlakuan dan ulangan hanya dibatasi oleh banyaknya unit percobaan yang tersedia. Selain itu banyaknya ulangan bisa berbeda antar perlakuan dengan perlakuan lainnya serta analisis yang digunakan sederhana. Kerugian dalam penggunaan RAL adalah kerugian informasi karena data yang hilang relative kecil dibanding rancangan lainnya, selain itu banyaknya derajat bebas (db) untuk menduga galat percobaan kondisinya maksimum. Sementara itu, kekurangan RAL adalah sering kali tidak efisien karena pengacakan tidak dibatasi dan galat percobaan mencakup seluruh keragaman antar unit percobaan kecuali yang disebabkan oleh perlakuan.

### Ilustrasi

Suatu penelitian yang ingin mengetahui pengaruh suhu penyimpanan terhadap konsentrasi vitamin C pada sirup jeruk dalam kemasan. Pada penelitian ini ditentukan terlebih dahulu suhu penyimpanan sirup jeruk yang akan dicobakan, misalnya suhu 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 °C. Suhu penyimpanan yang dicobakan ini disebut sebagai perlakuan. Sirup jeruk yang dibuat dengan proses yang sama dan telah tercampur secara homogen, kemudian dikemas dengan volume dan jenis botol yang sama. Sirup jeruk dalam setiap botol kemasan ini disebut unit percobaan. Selanjutnya unit-unit percobaan ini diberi perlakuan suhu penyimpanan yang dicobakan. Masing-masing perlakuan diberi pengulangan sebanyak tiga (3) kali untuk menghasilkan keragaman atau variasi antar satu pengamatan dengan pengamatan lainnya (konsentrasi Vitamin C). Percobaan yang menggunakan suhu penyimpanan sebagai perlakuan, dilaksanakan dalam laboratorium atau ruang khusus dengan kondisi lingkungan di luar suhu penyimpanan yang dapat dikendalikan, misalnya kelembaban, penerangan dan lain sebagainya.

Berkaitan dengan uraian di atas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan selain perlakuan suhu penyimpanan yaitu kondisi lingkungan harus serba sama (homogen), sirup yang dipergunakan berasal dari bahan dan proses yang sama, begitu juga dengan volume dan kemasan yang dipergunakan serba sama. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa keragaman atau variasi dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) hanya disebabkan oleh faktor perlakuan saja.

### Pengacakan

Penerapan perlakuan pada unit percobaan dalam RAL dilaksanakan secara acak lengkap terhadap seluruh unit percobaan. Begitu juga untuk setiap ulangan mempunyai peluang yang sama besar untuk menempati setiap unit percobaan. Pengacakan ini dapat dilakukan dengan pengundian, menggunakan bilangan acak ataupun menggunakan software statistika. Unit-unit percobaan mempunyai keseragaman karena kondisi lingkungannya yang terkendali sehingga tidak mempengaruhi keragaman percobaan. Misalnya



uraian percobaan di atas yang melibatkan enam perlakuan suhu (S) yaitu sebut saja S<sub>1</sub> untuk suhu penyimpanan 10 °C, S<sub>2</sub> untuk suhu penyimpanan 15 °C, dan seterusnya sampai diperoleh S<sub>6</sub> untuk suhu penyimpanan 35 °C dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Dengan demikian unit percobaan yang dilibatkan sebanyak 3x6 = 18 unit percobaan. Pengacakan perlakuan dilakukan langsung terhadap 18 unit percobaan, sehingga bagan percobaannya dapat dilihat pada Gambar 1 seperti berikut ini.

S1	S3	S1	S5	S5	S2
S6	S4	S3	S4	S1	S2
S6	S6	S4	S5	S2	S3

Gambar 1. Bagan pengacakan pada RAL

Jika menggunakan RAL dengan perlakuan sebanyak t dan ulangan sebanyak r, maka diperoleh unit percobaan sebanyak (t x r). Misalnya ingin meneliti pengaruh suhu penyimpanan terhadap konsentrasi vitamin C pada sirup jeruk, dengan perlakuan suhu terdiri atas 6 suhu yaitu 10, 15, 20, 25, 30 dan 35°C dengan simbol S<sub>10</sub>; S<sub>15</sub>, S<sub>20</sub>, S<sub>25</sub>, S<sub>30</sub> dan S<sub>35</sub>. Selanjutnya perlakuan diulang 3 kali (i = 1, 2, 3), maka unit-unit percobaannya adalah :

S<sub>10<sub>1</sub></sub> = Perlakuan S<sub>10</sub> pada ulangan ke- 1  
S<sub>10<sub>2</sub></sub> = Perlakuan S<sub>10</sub> pada ulangan ke- 2  
.....  
.....  
S<sub>35<sub>2</sub></sub> = Perlakuan S<sub>35</sub> pada ulangan ke- 2  
S<sub>35<sub>3</sub></sub> = Perlakuan S<sub>35</sub> pada ulangan ke- 3

Jika perlakuannya mulai dari S<sub>0</sub> hingga S<sub>t</sub> dengan ulangan dari U<sub>1</sub> hingga U<sub>r</sub> maka tabulasinya seperti tergambar pada Tabel 1 di bawah ini.

TABEL 1. TABULASI PERLAKUAN DAN ULANGAN PADA RAL

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	i...	r		
S <sub>0</sub>	Y <sub>10</sub>	Y <sub>20</sub>	Y <sub>i0</sub>	Y <sub>r0</sub>	TA <sub>0</sub>	
S <sub>1</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>i1</sub>	Y <sub>r1</sub>	TA <sub>1</sub>	
S <sub>2</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>i2</sub>	Y <sub>r2</sub>	TA <sub>2</sub>	
S <sub>3</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>i3</sub>	Y <sub>r3</sub>	TA <sub>3</sub>	
...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	
S <sub>j</sub>	Y <sub>ij</sub>	Y <sub>2j</sub>	Y <sub>ij</sub>	Y <sub>rj</sub>	TA <sub>j</sub>	
S <sub>t</sub>	Y <sub>it</sub>	Y <sub>2t</sub>	Y <sub>it</sub>	Y <sub>rt</sub>	TA <sub>t</sub>	
Jumlah	T <sub>y1</sub>	T <sub>y2</sub>	T <sub>yi</sub>	T <sub>yr</sub>	T <sub>ij</sub>	
Rerata						( $\bar{y}_{ij}$ )

### Model Linier Aditif

Secara umum model aditif linier dari Rancangan Acak Lengkap sebagai berikut :

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

dimana: i = 1, 2, ..., t dan j=1, 2, ...,r

Y<sub>ij</sub> = Pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Rerata umum

τ<sub>i</sub> = Pengaruh perlakuan ke-I = μ<sub>i</sub> - μ

ε<sub>ij</sub> = Pengaruh acak pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

Berdasarkan model di atas dapat diketahui bahwa keragaman atau variasi hanya disebabkan oleh perlakuan yang dicobakan dan galat.

## Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan dalam rancangan acak lengkap, dijelaskan seperti berikut ini.

$H_0$  :  $\tau_1 = \dots = \tau_6 = 0$  (semua perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\tau_i \neq 0$  atau

$H_0$  :  $\mu_1 = \dots = \mu_6 = \mu$  (semua perlakuan memberikan respon yang sama)

$H_1$  : paling sedikit ada sepasang perlakuan ( $i, i'$ ) dimana  $\mu_i \neq \mu_{i'}$

## Analisis Data

Data yang didapat dengan menggunakan rancangan acak lengkap akan dianalisis keragamannya atau dilakukan sidik ragam. Guna mempermudah pelaksanaan analisis data maka perlu diketahui dan digunakan rumus-rumus berikut ini.

a) Faktor koreksi (FK) merupakan nilai untuk mengoreksi ( $\mu$ ) dari ragam data ( $\tau$ ) sehingga dalam sidik ragam nilai  $\mu = 0$

$$FK = (T_{ij})^2 / (r \times t)$$

b)  $JKT = T(Y_{ij}^2) - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{rt})^2 \} - FK$

c)  $JKP = \{ (TA)^2 / r \} - FK = (TA_0)^2 + (TA_1)^2 + \dots + (TA_n)^2 / r - FK$

d)  $JKG = JKT - JKP$

e)  $KTP = JKP / db \text{ perlakuan} = JKP / v_1$

f)  $KTG = JKG / db \text{ galat} = JKG / v_2$

yang dapat dinyatakan dalam rumus perhitungannya sebagai berikut :

a) Menghitung Faktor Koreksi (FK)

b) Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)

c) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

d) Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

e) Menghitung derajat bebas (db): db perlakuan =  $t-1$

db galat =  $t(r-1)$

db total =  $tr - 1$

$$FK = \frac{Y^2}{N}, N = tr = \sum_{i=1}^t r_i$$

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

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

$$JKG = JKT - JKP$$

f) Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) =  $JKP / (t-1)$

g) Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG) =  $JKG / (t(r-1))$

Selanjutnya rumus-rumus perhitungan tersebut ditabulasi ke dalam tabel sidik ragam pada Tabel 2 seperti berikut ini.

TABEL 2. SIDIK RAGAM PADA RAL

Sumber keragaman	db	JK	KT	$F_{hitung}$	F tabel	
					( $\alpha=5\%$ )	( $\alpha=5\%$ )
Perlakuan	$t-1$	JKP	$KTP = 7 KP / t-1$	$KTP / KTG$		
Galat	$t(r-1)$	JKG	$KTG = 7KG / t(r-1)$			
Total	$tr - 1$	JKT				

Setelah rumus-rumus perhitungan digunakan dan hasil perhitungan mengisi tabel sidik ragam maka dilanjutkan dengan uji F yaitu membandingkan F hitung dengan F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ), derajat bebas perlakuan dan galat tertentu. Nilai F hitung dicari dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$F_{hitung} = (S\tau)^2 / (Se)^2 = KTP / KTG$$

di mana;  $(S\tau)^2$  = ragam data akibat perlakuan

$(Se)^2$  = akibat non-perlakuan atau kuadrat tengah galat

KTP = kuadrat tengah perlakuan

KTG = kuadrat tengah galat

Nilai F hitung yang telah diketahui dibandingkan dengan F tabel (yang dapat dilihat pada tabel titik kritis sebaran F pada level nyata tertentu, dalam hal ini digunakan level nyata ( $\alpha$ ) 5 % dan 1 % pada derajat bebas perlakuan dan galat. Secara umum uji F membandingkan hipotesis nol ( $H_0$ ) dengan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) seperti di bawah ini.

$$H_0: \tau = \varepsilon \text{ vs } H_1: \tau \neq \varepsilon,$$

Jika F hitung < F tabel ( $\alpha=5$  %) berarti perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_0$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Jika F hitung > F tabel ( $\alpha=5$  %) berarti perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_1$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Selanjutnya, jika F hitung > F tabel ( $\alpha=1$  %) berarti perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_1$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 1 %.

### Koefisien Keragaman (KK)

Koefisien keragaman (KK) adalah koefisien yang menunjukkan derajat ketepatan (*accuracy* atau *precision*) serta keandalan kesimpulan suatu percobaan. Koefisien ini juga dinyatakan sebagai persen rerata dari rerata umum percobaan. Nilai koefisien keragaman dituliskan seperti berikut ini.

$$KK = \left\{ \sqrt{\frac{KTG}{\bar{y}}} \right\} \times 100 \% ;$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } \bar{y} \text{ (rerata umum)} &= T_{ij} / r.t \\ &= \sum Y_{ij} / r.t \end{aligned}$$

Nilai KK yang semakin kecil maka derajat ketepatan dan keandalan akan semakin tinggi, demikian pula validitas kesimpulan yang diperoleh semakin tinggi. Namun demikian tidak ada ketentuan nilai KK yang dianggap baik karena sangat dipengaruhi berbagai faktor, antara lain:

- Heterogenitas bahan. Jika heterogenitasnya besar maka dapat memperbesar nilai KK
- Kontrol lokal. Jika kontrol lokal dapat dilakukan maka akan memperkecil nilai KK
- Selang perlakuan. Jika selang perlakuan yang semakin lebar nilai kisarannya akan memperbesar nilai KK
- Ulangan percobaan. Jika ulangan percobaan semakin banyak akan mengecilkan nilai KK.

### Studi Kasus

Percobaan tentang pengaruh konsentrasi hormon tumbuh terhadap produksi kedelai di tanah, ditujukan untuk menguji hipotesis bahwa konsentrasi hormon berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai secara nyata.

TABEL 3. DATA PERCOBAAN PENGARUH KONSENTRASI HORMON TUMBUH TERHADAP PRODUKSI KEDELA

Konsentrasi hormon (ppm)	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
0.00 ( $H_0$ )	8,0	8,1	7,5	7,7	31,3	7,825
0.25 ( $H_1$ )	8,3	8,2	8,3	7,9	32,7	8,175
0.50 ( $H_2$ )	8,9	8,1	8,3	8,0	33,3	8,325
0.75 ( $H_3$ )	9,3	9,0	8,2	8,7	35,2	8,800
1.00 ( $H_4$ )	9,7	9,0	8,8	9,0	36,5	9,125
1.25 ( $H_5$ )	9,5	8,9	8,5	8,9	35,8	8,950
Jumlah	53,7	51,3	49,6	50,2	204,8	
Rerata						8,533

Sumber : Hanafiah (2003)

## Perhitungan Sidik Ragam

Berdasarkan data yang tertera maka sidik ragam dilakukan melalui tahapan perhitungan sebagai berikut :

- 1) Menghitung faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{Y_{..}}{tr} = \frac{952.5^2}{(6)(4)} = 1.747,627$$

- 2) Menghitung jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - FK = 8,0^2 + 8,3^2 + \dots + 9,0^2 + 8,9^2 - 1.747,627 = 7,533$$

- 3) Menghitung jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \sum_r \frac{Y_r^2}{r} - FK = \frac{31,3^2 + 32,7^2 + \dots + 35,8^2}{4} - 1.747,627 = 5,073$$

- 4) Menghitung jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP = 7,533 - 5,053 = 2,460$$

- 5) Menghitung derajat bebas (db)

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$Db \text{ galat} = t(r - 1) = 6(4 - 1) = 18$$

$$Db \text{ total} = t.r - 1 = (4 \cdot 1) - 1 = 23$$

- 6) Menghitung kuadrat tengah (KT)

$$\text{Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)} = JKP / (t - 1) = 5,073 / 5 = 1,015$$

$$\text{Kuadrat Tengah Galat (KTG)} = JKG / (t(r - 1)) = 2,460 / 18 = 0,137$$

- 7) Menghitung F hitung

$$F \text{ hitung} = KTP / KTG = 1,015 / 0,134 = 7,424$$

- 8) Menghitung nilai koefisien keragaman (KK)

$$KK = \{ \sqrt{(KT \text{ galat})} \} / \bar{y} \times 100 \% = \{ \sqrt{(0,134)} \} / 8,533 \times 100 \% = 1,57 \%$$

- 9) Pembuatan tabel sidik ragam

TABEL 4. SIDIK RAGAM PERCOBAAN PENGARUH KONSENTRASI HORMON TUMBUH TERHADAP PRODUKSI KEDELAI

Sumber keragaman	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F tabel	
					α = 5 %	α = 1 %
Perlakuan	5	5,073	1,015	7,424**	2.772853	4.247882
Galat	18	2,460	0,137			
Total	23	7,533				

Berdasarkan tabel sidik ragam (uji F) di atas diketahui bahwa F hitung > F tabel pada level nyata (α) = 1% (dengan tanda \*\*). Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh konsentrasi hormon tumbuh yang sangat nyata terhadap produksi kedelai yang berarti bahwa H<sub>0</sub> diterima pada level nyata (α) = 1% sementara itu H<sub>0</sub> ditolak. <sup>1</sup>

## Uji Perbandingan Berganda

Uji F di atas menyimpulkan adanya pengaruh perlakuan yang dicobakan, namun belum menunjukkan perlakuan-perlakuan yang berbeda antara satu dengan lainnya. Oleh karena itu diperlukan uji perbandingan antar perlakuan yang dikenal dengan uji perbandingan berganda. Ada beberapa uji perbandingan berganda yang dapat digunakan namun dalam hal ini dibatasi hanya tiga jenis uji perbandingan berganda saja yaitu Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Least Significance Difference* (LSD), Beda Nyata Jujur (BNJ) atau *Honest Significance Difference* (HSD) serta Uji Jarak Duncan atau *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Ketiga uji perbandingan berganda tersebut mempunyai karakteristik masing-masing. Uji BNT digunakan untuk perbandingan yang direncanakan, perlakuan yang dibandingkan tidak terlalu banyak biasanya maksimum 5 perlakuan dan nilai F hitung harus lebih besar dari F tabel. Sementara itu, uji BNJ mempunyai dasar pemikiran yang sama dengan BNT yaitu berdasarkan selang kepercayaan, tetapi titik kritisnya (*Studentized Range*) tergantung pada banyaknya perlakuan,

derajat bebas galat percobaan dan level nyata yang dipilih. Selain itu, uji BNJ digunakan untuk semua perbandingan yang mungkin, sifatnya kurang sensitif dan tidak perlu melihat F hitung harus lebih besar dari F tabel. Sementara itu, Uji Duncan dibandingkan dengan kedua uji di atas mempunyai ketelitian yang lebih baik dan digunakan untuk semua perbandingan yang mungkin tanpa melihat F hitung lebih besar dari F tabel.

Masing-masing dari ketiga uji perbandingan berganda tersebut di atas mempunyai rumus pembanding sebagai berikut :

a. Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$BNT(\alpha) = t \text{ tabel } (\alpha/2, dbG) \cdot S_d \text{ dengan } S_d = \sqrt{(2 \text{ KTG} / r)}$$

Nilai t tabel ( $\alpha/2$ , dbG) adalah titik kritis sebaran t untuk level nyata ( $\alpha$ ) dan derajat bebas galat (dbG) tertentu. Sementara itu  $S_d$  adalah galat baku beda, KTG adalah kuadrat tengah galat dan r adalah ulangan atau banyaknya pengamatan.

b. Beda Nyata Jujur (BNJ)

$$BNJ^{(a)} = q(p, dbG, \alpha/2) \cdot S_{\bar{y}} \text{ dengan } S_{\bar{y}} = \sqrt{(KTG / r)}$$

Nilai  $q^{(a)}$  ( $p, dbG, \alpha/2$ ) adalah titik kritis studentized range untuk jumlah perlakuan ( $p$ ), derajat bebas galat (dbG) dan level nyata ( $\alpha$ ) tertentu. Sementara itu  $S_{\bar{y}}$  adalah galat baku beda, KTG adalah kuadrat tengah galat dan r adalah ulangan atau banyaknya pengamatan.

c. Jarak Berganda Duncan

$$JNT(\alpha, p, dbG) = JND(\alpha, p, dbG) \cdot S_{\bar{y}} \text{ dengan } S_{\bar{y}} = \sqrt{(KTG / r)}$$

JNT( $\alpha, p, dbG$ ) merupakan jarak nyata terkecil (JNT) pada level nyata, jumlah perlakuan ( $p$ ) dan derajat bebas galat (dbG) tertentu. Sedangkan JND ( $\alpha, p, dbG$ ) adalah jarak nyata Duncan (JND) pada level nyata, jumlah perlakuan ( $p$ ) dan derajat bebas galat (dbG) tertentu. Sementara itu,  $S_{\bar{y}}$  adalah galat baku beda, KTG adalah kuadrat tengah galat dan r adalah ulangan atau banyaknya pengamatan.

## Sidik Ragam Menggunakan Software SPSS

Sidik ragam menggunakan *software SPSS* ditujukan untuk mempercepat perhitungan tanpa menghilangkan pemahaman rancangan percobaannya. Berdasarkan data yang sama seperti tersebut di atas yang menggunakan rancangan acak lengkap, maka penggunaan *software SPSS* mengikuti langkah-langkah berikut ini.

1. Mengentri data ke **SPSS Data Viewer** dengan terlebih dahulu mengubah formatnya menjadi seperti Gambar 2, di bawah ini.

	Hormon	Produksi	var
1	1	8.0	
2	1	8.1	
3	1	7.5	
4	1	7.7	
5	2	8.3	
6	2	8.2	
7	2	8.3	
8	2	7.9	
9	3	8.9	
10	3	8.1	
11	3	8.3	
12	3	8.0	
13	4	9.3	
14	4	9.0	
15	4	8.2	
16	4	8.7	
17	5	9.7	
18	5	9.0	
19	5	8.8	
20	5	9.0	
21	6	9.5	
22	6	8.9	

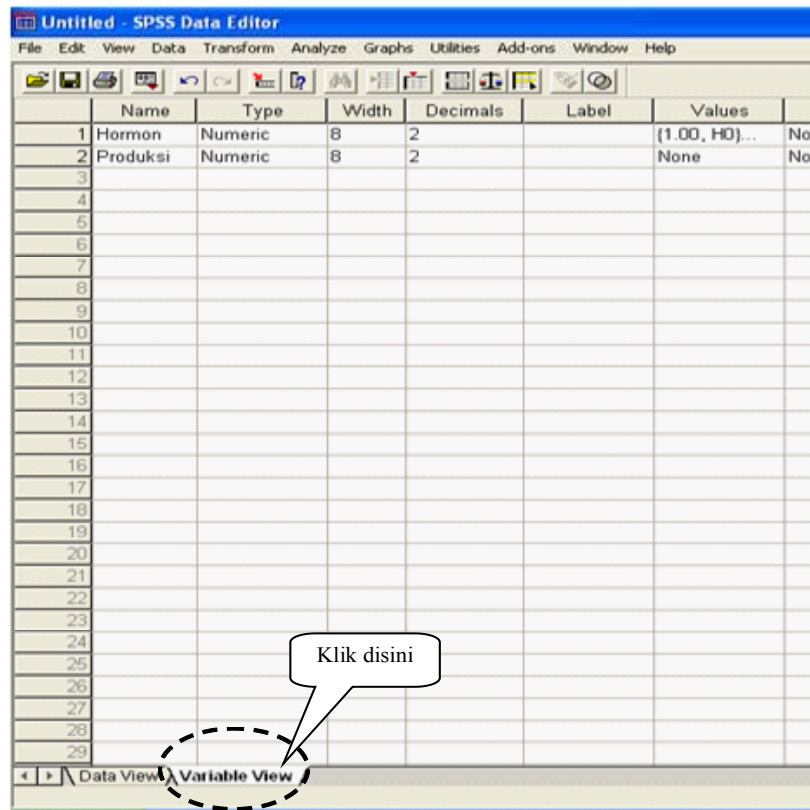
Gambar 2. Tampilan SPSS data editor



Keterangan

H<sub>0</sub> : Konsentrasi hormon 0 ppm diberi kode 1  
H<sub>1</sub> : Konsentrasi hormon 0,25 ppm diberi kode 2  
H<sub>2</sub> : Konsentrasi hormon 0,5 ppm diberi kode 3  
H<sub>3</sub> : Konsentrasi hormon 0,75 ppm diberi kode 4  
H<sub>4</sub> : Konsentrasi hormon 1 ppm diberi kode 5  
H<sub>5</sub> : Konsentrasi hormon 1,25 ppm diberi kode 6

2. Pada **Variable View** masing-masing kode dapat didefinisikan seperti Gambar 3 berikut ini.



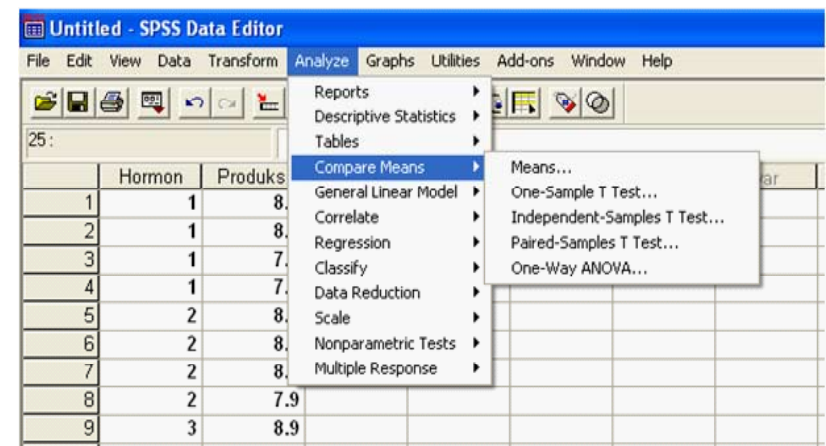
Gambar 3. Tampilan variable view

3. Pada kolom **Value** pada tampilan **Value Labels** didefinisikan masing-masing kode konsentrasi hormon, seperti Gambar 4 di bawah ini.



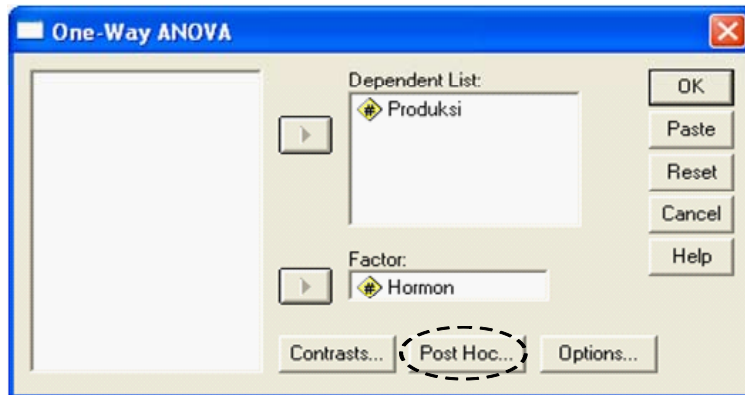
Gambar 4. Tampilan value labels

4. Untuk melakukan proses analisis, klik **Analyze, Compare Mean, One-Way Anova**, seperti Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Tampilan langkah analisis

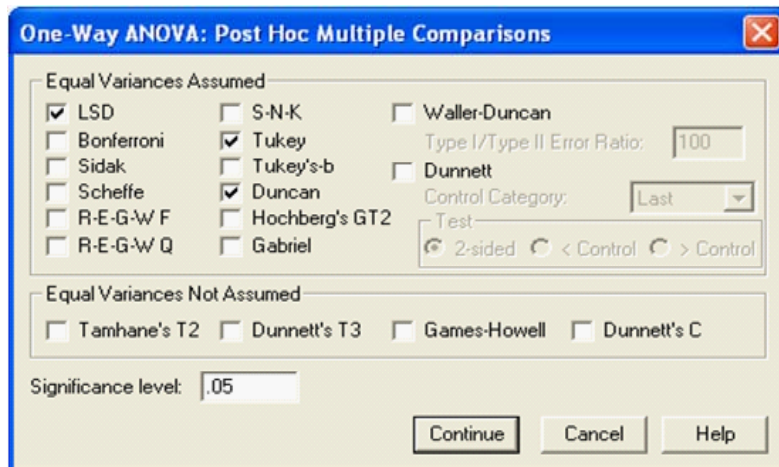
- Selanjutnya dari kotak dialog **One-Way Anova**, dilakukan pemindahan variabel produksi ke kolom **Dependent List** dan Hormon ke kolom **Faktor**, sehingga muncul kotak dialog seperti Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Tampilan kotak dialog one-way anova

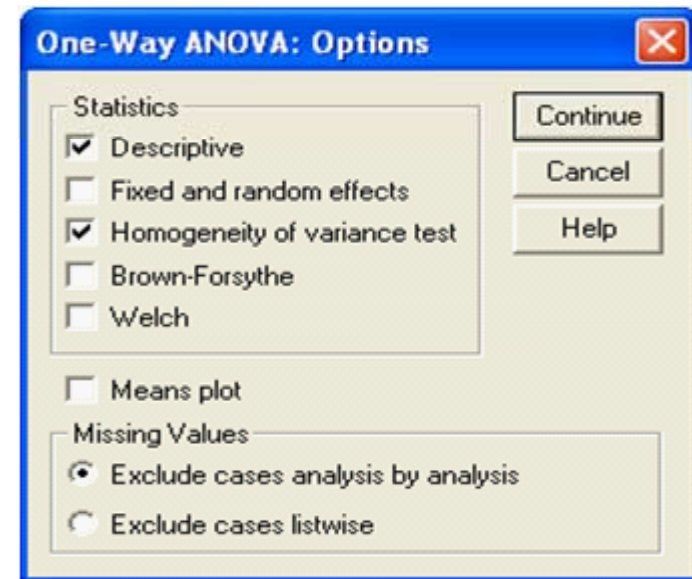
- Untuk melakukan uji beda rata-rata, klik **Post Hoc**, sehingga muncul kotak dialog seperti Gambar 7 di bawah ini.

Pilihlah uji lanjut yang diinginkan kemudian klik **Continue**



Gambar 7. Tampilan kotak dialog one-way anova : post hoc multiple comparisons

- Untuk melihat hasil analisis deskriptif dari data yang diolah dilakukan pemilihan **Options** dari kotak dialog **One-Way Anova**, sehingga muncul kotak dialog seperti Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Kotak dialog one-way anova : options

- Setelah pengisian selesai, maka dari kotak dialog One -Way Anova klik Continue, sehingga hasil analisis / output akan menampilkan tabel-tabel berikut ini.

a) Tabel Descriptives

Tabel descriptives pada Tabel 5 memberikan informasi tentang statistik deskriptif, rerata, standar deviasi, standar error dan lain-lain.

TABEL 5. TABEL DESCRIPTIVES

### Output One-way

#### Descriptives

Produksi

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95 % Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Ho (0 ppm)	4	7.825	.2754	.1377	7.387	8.263	7.5	8.1
H1 (0,25 ppm)	4	8.175	.1893	.0946	7.874	8.476	7.9	8.3
H3 (0,5 ppm)	4	8.325	.4031	.2016	7.684	8.966	8.0	8.9
H4 (0,57 ppm)	4	8.800	.4690	.2345	8.054	9.546	8.2	9.3
H5 (1 ppm)	4	9.125	.3948	.1974	8.497	9.753	8.8	9.7
H6 (1,25 ppm)	4	8.950	.4123	.2062	8.294	9.606	8.5	9.5
Total	24	8.533	.5723	.1168	8.292	8.775	7.5	9.7

#### b) Tabel Test of Homogeneity of Variances

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah perlakuan kita berasal dari varian yang sama, mengingat untuk melakukan uji ini asumsi kehomogenan harus terpenuhi yaitu semua populasi atau perlakuan yang dicobakan harus mempunyai varian yang sama. Hipotesis yang diajukan dari uji ini adalah:

- Ho : Semua populasi mempunyai varian yang sama
- H1 : Semua populasi mempunyai varian yang tidak sama

Sementara itu, dasar pengambilan keputusan adalah :

- Jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka Ho diterima
- Jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka H1 ditolak

Berdasarkan tabel Test of Homogeneity of Variances (Tabel 6) di bawah ini, nilai probabilitasnya sebesar 0,761 lebih besar dari 0,05 artinya Ho diterima, sehingga dapat

disimpulkan bahwa semua populasi atau perlakuan yang dicobakan mempunyai varian yang sama, sehingga uji dapat dilanjutkan.

TABEL 6. TEST OF HOMOGENEITY OF VARIANCES

#### Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.516	5	18	.761

#### c. Tabel Analysis of Variance (ANOVA)

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah semua populasi mempunyai rata-rata yang sama. Hipotesis yang diajukan dari analisis ini adalah :

- Ho : Semua populasi mempunyai rata-rata yang sama
- H1 : Semua populasi mempunyai rata-rata yang tidak sama

Atau

- Ho : Konsentrasi hormon tidak berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai
- H1 : Konsentrasi hormon berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai

Sementara itu dasar pengambilan keputusannya adalah :

- Jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka Ho diterima
- Jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka Ho ditolak

Berdasarkan tabel ANOVA (Tabel 7) di bawah ini dapat dilihat bahwa probabilitasnya sebesar  $0,001 < 0,05$  sehingga

Ho ditolak, artinya konsentrasi hormon berpengaruh nyata terhadap produksi kedelai.

TABEL 7. ANOVA

Produksi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.073	5	1.015	7.424	.001
Within Groups	2.460	18	.137		
Total	7.533	23			

d. Tabel Multiple Comparisons

Hasil kesimpulan dari tabel ANOVA adalah konsentrasi hormon berpengaruh nyata terhadap produksi kedelai, selanjutnya muncul pertanyaan 'konsentrasi hormon berapa yang memberikan produksi tertinggi?' atau 'perlakuan-perlakuan mana saja yang berbeda?'. Oleh karena itu perlu dilakukan uji lanjut beda rata-rata. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan tersebut dapat melihat tanda \* pada kolom Mean Difference pada tabel Multiple Comparisons seperti pada Tabel 8 di bawah ini, kalau terdapat tanda \* maka ada perbedaan yang signifikan.

TABEL 8. MULTIPLE COMPARISONS

Post Hoc Tests

Dependent Variable: Produksi		Multiple Comparisons						
		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval			
					Lower Bound	Upper Bound		
Tukey HSD	(I) Hormon	(J) Hormon						
	H0 (0 ppm)	H1 (0,25 ppm)	-.3600	.2014	.701	-1,181	.461	
		H3 (0,5 ppm)	-.6000	.2014	.426	-1,331	.131	
		H4 (0,57 ppm)	-.6750*	.2014	.016	-1,300	-.444	
		H5 (1 ppm)	-1,3000*	.2014	.001	-2,121	-.480	
		H5 (1,25 ppm)	-1,1250*	.2014	.005	-1,855	-.394	
	H1 (0,25 ppm)	H0 (0 ppm)	.3600	.2014	.701	-.461	1,181	
		H3 (0,5 ppm)	-.1600	.2014	.662	-.691	.691	
		H4 (0,57 ppm)	-.6250	.2014	.211	-1,450	.200	
		H5 (1 ppm)	-.8600*	.2014	.030	-1,701	-.119	
		H5 (1,25 ppm)	-.7750	.2014	.076	-1,600	.050	
	H3 (0,5 ppm)	H0 (0 ppm)	.6000	.2014	.426	-.131	1,331	
		H1 (0,25 ppm)	.1600	.2014	.662	-.691	.691	
		H4 (0,57 ppm)	-.4750	.2014	.480	-1,300	.350	
		H5 (1 ppm)	-.8000	.2014	.062	-1,621	-.371	
		H5 (1,25 ppm)	-.6250	.2014	.211	-1,450	.200	
	H4 (0,57 ppm)	H0 (0 ppm)	.6750*	.2014	.016	-.444	1,801	
		H1 (0,25 ppm)	.6250	.2014	.211	-.200	1,450	
		H3 (0,5 ppm)	.4750	.2014	.480	-.350	1,300	
		H5 (1 ppm)	-.2000	.2014	.816	-1,100	.500	
		H5 (1,25 ppm)	-.1500	.2014	.962	-.901	.591	
	H5 (1 ppm)	H0 (0 ppm)	1,3000*	.2014	.001	.480	2,121	
		H1 (0,25 ppm)	.9400*	.2014	.020	.119	1,761	
		H3 (0,5 ppm)	.6000	.2014	.426	-.131	1,331	
		H4 (0,57 ppm)	.2250	.2014	.810	-.500	1,050	
		H5 (1,25 ppm)	.1750	.2014	.862	-.590	1,030	
	H5 (1,25 ppm)	H0 (0 ppm)	1,1250*	.2014	.005	.254	1,991	
		H1 (0,25 ppm)	.1750	.2014	.876	-.690	1,030	
		H3 (0,5 ppm)	.6250	.2014	.211	-.200	1,450	
		H4 (0,57 ppm)	.1600	.2014	.662	-.381	.691	
H5 (1 ppm)		-.1750	.2014	.862	-1,000	.550		
LSD	(I) Hormon	(J) Hormon						
	H0 (0 ppm)	H1 (0,25 ppm)	-.3600	.2014	.197	-.960	.240	
		H3 (0,5 ppm)	-.6000	.2014	.072	-1,040	.040	
		H4 (0,57 ppm)	-.6750*	.2014	.002	-1,524	-.428	
		H5 (1 ppm)	-1,3000*	.2014	.000	-1,844	-.761	
		H5 (1,25 ppm)	-1,1250*	.2014	.000	-1,674	-.573	
	H1 (0,25 ppm)	H0 (0 ppm)	.3600	.2014	.197	-.240	.960	
		H3 (0,5 ppm)	-.1600	.2014	.573	-.690	.260	
		H4 (0,57 ppm)	-.6250*	.2014	.038	-1,174	-.070	
		H5 (1 ppm)	-.8600*	.2014	.002	-1,488	-.401	
		H5 (1,25 ppm)	-.7750*	.2014	.008	-1,324	-.228	
	H3 (0,5 ppm)	H0 (0 ppm)	.6000	.2014	.072	-.040	1,040	
		H1 (0,25 ppm)	.1600	.2014	.573	-.260	.690	
		H4 (0,57 ppm)	-.4750	.2014	.086	-1,024	.074	
		H5 (1 ppm)	-.8000*	.2014	.002	-1,340	-.261	
		H5 (1,25 ppm)	-.6250*	.2014	.038	-1,174	-.070	
	H4 (0,57 ppm)	H0 (0 ppm)	.6750*	.2014	.002	-.428	1,524	
		H1 (0,25 ppm)	.6250*	.2014	.038	-.070	1,174	
		H3 (0,5 ppm)	.4750	.2014	.086	-.024	1,024	
		H5 (1 ppm)	-.2250	.2014	.230	-.874	.224	
		H5 (1,25 ppm)	-.1500	.2014	.573	-.690	.260	
	H5 (1 ppm)	H0 (0 ppm)	1,3000*	.2014	.000	.761	1,844	
		H1 (0,25 ppm)	.9400*	.2014	.002	.401	1,490	
		H3 (0,5 ppm)	.6000*	.2014	.007	.261	1,340	
		H4 (0,57 ppm)	.2250	.2014	.230	-.224	.674	
		H5 (1,25 ppm)	.1750	.2014	.512	-.324	.224	
	H0 (0 ppm)	H0 (0 ppm)	H1 (0,25 ppm)	1,1250*	.2014	.000	.570	1,674
			H1 (0,25 ppm)	.7750*	.2014	.008	.220	1,124
			H3 (0,5 ppm)	.6250*	.2014	.038	.070	1,174
			H4 (0,57 ppm)	.1600	.2014	.573	-.260	.690
		H5 (1 ppm)	-.1750	.2014	.512	-.724	.274	

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

e. Tabel Homogeneous Subsets

Pada tabel ini perlakuan-perlakuan yang mempunyai rerata sama dikelompokkan menjadi satu. Dengan menggunakan

uji BNJ terlihat bahwa perlakuan-perlakuan berada dalam 3 subsets, yaitu :

$$H_0 = H_1 = H_3$$

$$H_1 = H_3 = H_4 = H_6$$

$$H_3 = H_4 = H_6 = H_5$$

Sementara itu dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan, perlakuan-perlakuan berada dalam 3 subset sebagai berikut :

$$H_0 = H_1 = H_3$$

$$H_3 = H_4$$

$$H_4 = H_5 = H_6, \text{ seperti terlihat pada Tabel 9 di bawah ini.}$$

TABEL 9. HOMOGENEOUS SUBSETS

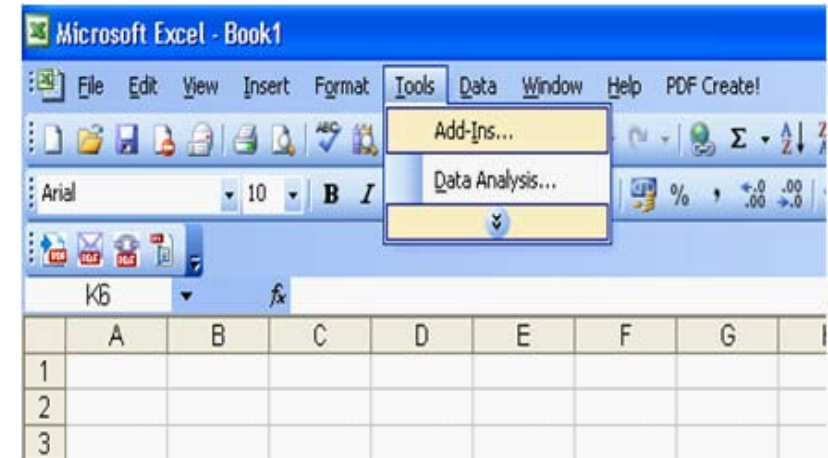
Produksi					
	Hommon	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Tukey HSD *	H0 (0 ppm)	4	7.825		
	H1 (0,25 ppm)	4	8.175	8.175	
	H3 (0,5 ppm)	4	8.325	8.325	8.325
	H4 (0,57 ppm)	4		8.800	8.800
	H6 (1,25 ppm)	4		8.950	8.950
	H5 (1 ppm)	4		9.125	9.125
	Sig.		.428	.076	.063
Duncan *	H0 (0 ppm)	4	7.825		
	H1 (0,25 ppm)	4	8.175		
	H3 (0,5 ppm)	4	8.325	8.325	
	H4 (0,57 ppm)	4		8.800	8.800
	H6 (1,25 ppm)	4		8.950	8.950
	H5 (1 ppm)	4		9.125	9.125
	Sig.		.088	.088	.254

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

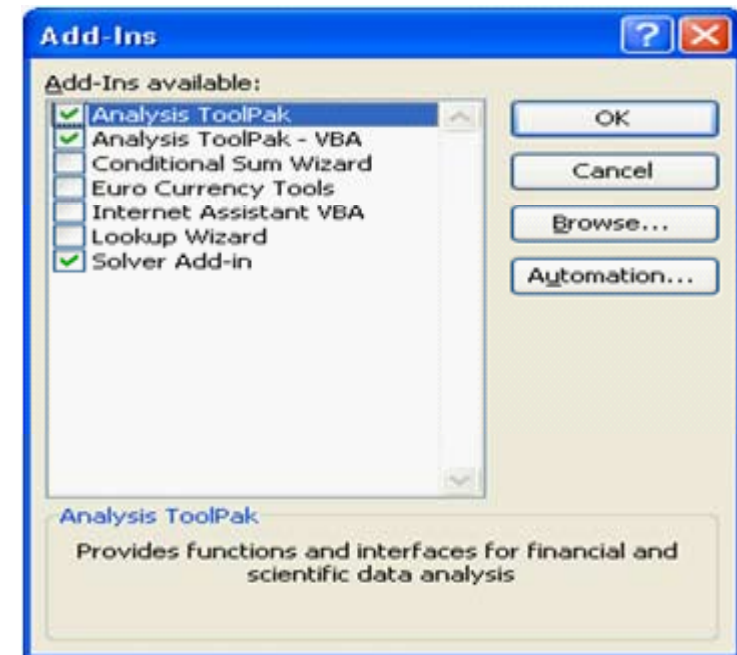
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

## Sidik Ragam Menggunakan Excel

Sidik ragam dengan Excel diawali dengan memunculkan item Data Analysis..., oleh karena itu harus menginstal melalui menu Tools, kemudian dipilih Add-Ins... seperti Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Tampilan menu Excel



Gambar 10. Tampilan menu add-ins

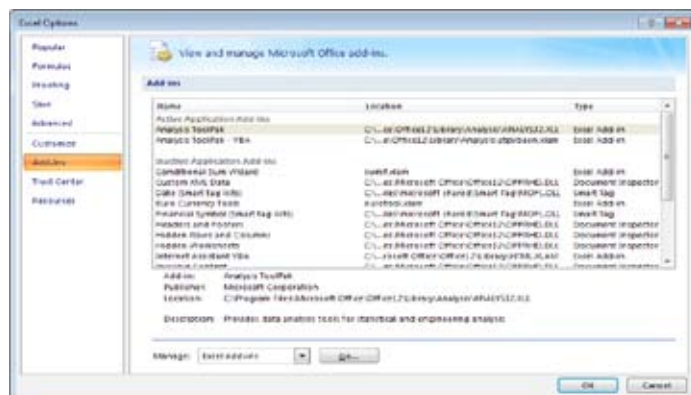


Pada menu **Add-Ins** dilakukan pencentangan atau memilih menu yang akan dipergunakan untuk analisis statistic, seperti terlihat pada Gambar 10 di bawah ini. Setelah pencentangan selesai lalu klik **OK**. Jika tidak ada menu tools dapat dilakukan dengan cara klik tanda **Office Button** kemudian memilih **Excel Options** seperti gambar di bawah ini.



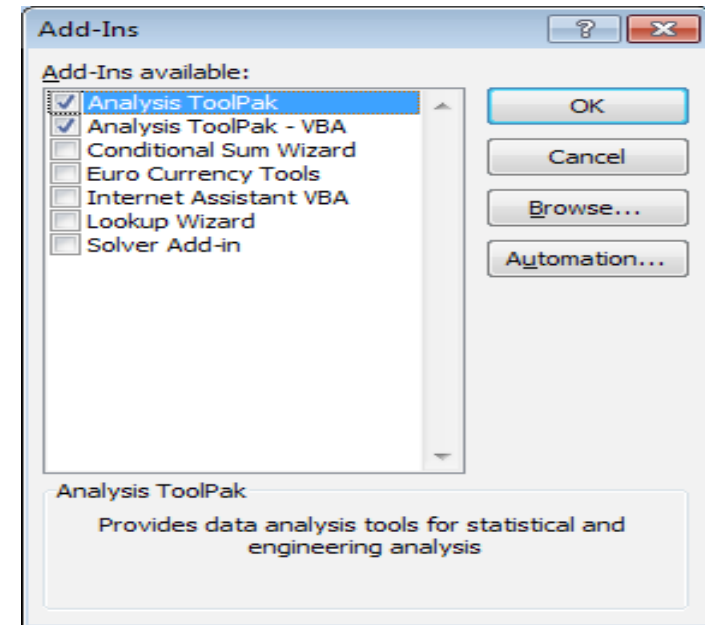
Gambar 11. Tampilan Excel 2007

Setelah muncul dialog box Excel Option lalu memilih Add-Ins dan dilanjutkan memilih Analysis Toolpak setelah itu klik Go seperti Gambar 12 di bawah ini.



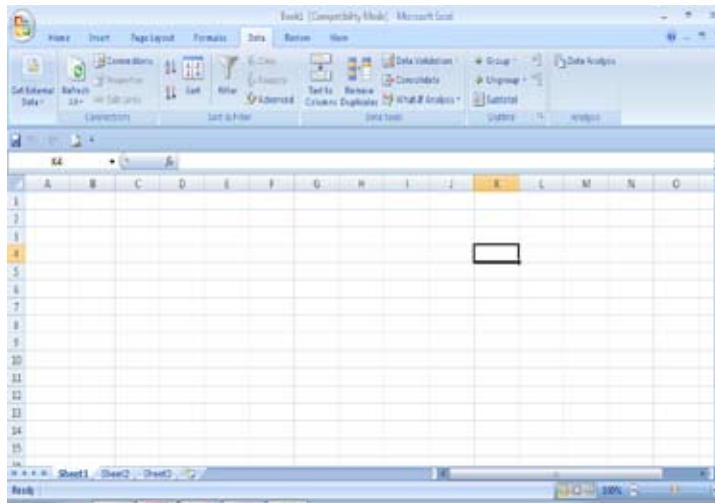
Gambar 12. Tampilan menu excel options

Setelah muncul dialog box Add-Ins, lalu mencentang menu yang dipilih, kemudian klik OK seperti Gambar 13 di bawah.



Gambar 13. Tampilan dialog box add-ins

Setelah terinstal maka akan muncul Data Analysis pada menu Data seperti Gambar 14 di bawah.



Gambar 14. Tampilan menu excel dengan data analysis

### Sidik Ragam Menggunakan Excel pada Rancangan Acak Lengkap

Sidik ragam menggunakan Excel mempunyai tujuan yang sama dengan menggunakan software SPSS, yaitu untuk mempercepat perhitungan tanpa menghilangkan pemahaman rancangan percobaannya. Analisa data dengan menggunakan Excel maupun software SPSS memberikan tambahan pemahaman dan pemilihan alat analisis bagi pengguna dalam aplikasinya. Berdasarkan data yang sama seperti tersebut di atas yang menggunakan rancangan acak lengkap, maka penggunaan Excel mengikuti langkah-langkah berikut ini.

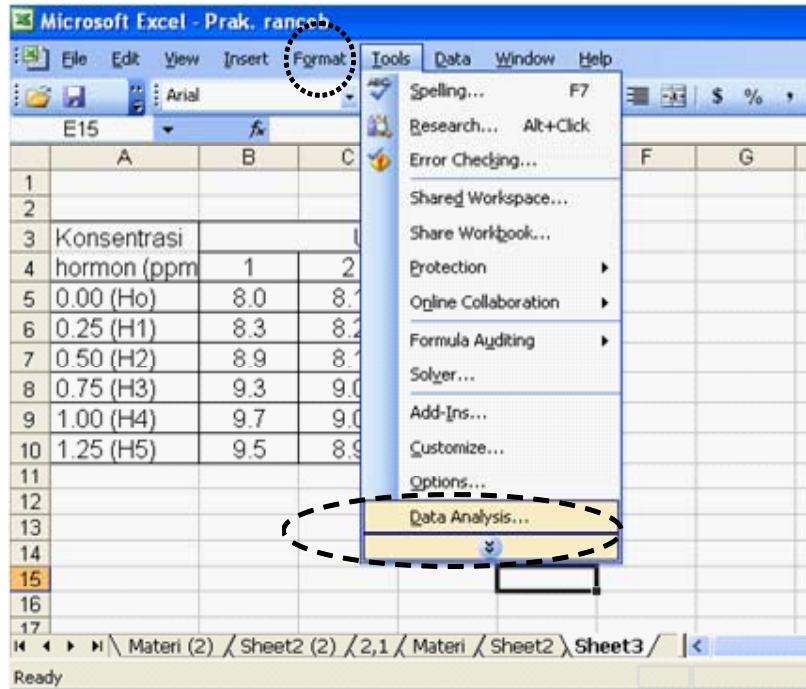
- 1) Mengetik data seperti pada tampilan Gambar 15 berikut ini.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Konsentrasi	Ulangan				
4	hormon (ppm)	1	2	3	4	
5	0.00 (Ho)	8.0	8.1	7.5	7.7	
6	0.25 (H1)	8.3	8.2	8.3	7.9	
7	0.50 (H2)	8.9	8.1	8.3	8.0	
8	0.75 (H3)	9.3	9.0	8.2	8.7	
9	1.00 (H4)	9.7	9.0	8.8	9.0	
10	1.25 (H5)	9.5	8.9	8.5	8.9	
11						

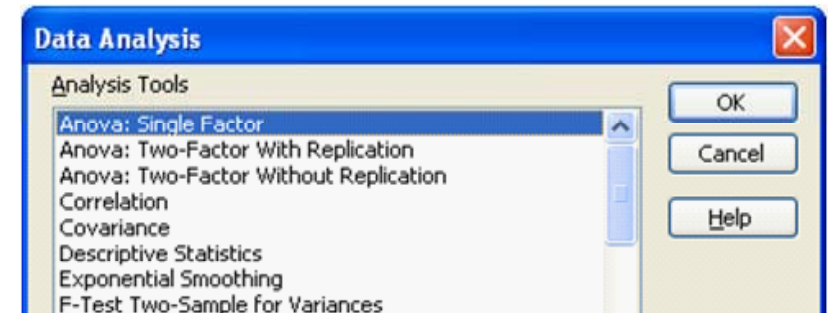
Gambar 15. Tampilan pengetikan data

- 2) Jika menggunakan Excel 2003, maka melakukan klik Tools, kemudian memilih Data Analysis untuk memunculkan kotak dialog Data Analysis seperti Gambar 16.



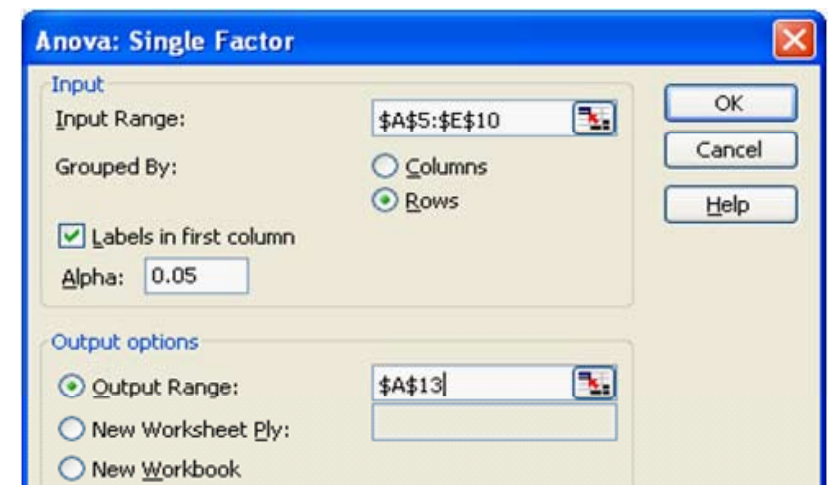
Gambar 16. Tampilan kotak dialog pemilihan data analysis

- 3) Pada kotak dialog Data Analysis, dipilih Anova : Single Faktor, lalu memilih OK, seperti Gambar 17.



Gambar 17. Tampilan kotak dialog data analysis

- 4) Selanjutnya mengisi bagian Input Range dengan meletakkan cursor pada tempat Input Range yang dilanjutkan dengan menyorot data dan kode perlakuan. Setelah itu, melakukan pemilihan pada Grouped By dan dipilih sesuai dengan pengelompokan ulangan dari satu perlakuan (dalam hal ini memilih Rows). Selanjutnya memberi cek list pada Labels in First Column yang menunjukkan bahwa perlakuan-perlakuan diletakkan pada kolom pertama.



Gambar 18. Tampilan anova : single faktor

Pada bagian **Output options**, dipilih **Output Range** dan dilanjutkan dengan meletakkan cursor pada bagian isian **Output Range**, kemudian menyorot salah satu sel kosong yang akan digunakan untuk meletakkan hasil analisis, seperti Gambar 18. Setelah selesai menyorot sel kosong lalu klik **OK**. Hasil analisis akan memunculkan tabel-tabel output berikut ini.

a) Tabel **Summary**

Tabel **SUMMARY** (Tabel 10) memberikan informasi mengenai deskripsi data penelitian dari masing-masing perlakuan diantaranya banyaknya ulangan, jumlah, rerata dan keragaman pada tiap perlakuan.

TABEL 10. SUMMARY ANOVA : SINGLE FAKTOR

SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
0.00 (Ho)	4	31.3	7.825	0.075833
0.25 (H1)	4	32.7	8.175	0.035833
0.50 (H2)	4	33.3	8.325	0.1625
0.75 (H3)	4	35.2	8.8	0.22
1.00 (H4)	4	36.5	9.125	0.155833
1.25 (H5)	4	35.8	8.95	0.17

b) Tabel **ANOVA**

Tabel ANOVA seperti pada Tabel 11 ini memuat tentang hasil sidik ragam dengan informasi sumber keragaman (Source of variation), jumlah kuadrat (SS), derajat bebas (df), kuadrat tengah (MS), Fhitung (F), nilai peluang (P-value) dan F tabel (F crit).

TABEL 11. ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups (Perlakuan)	5.073333	5	1.014667	7.42439	0.000618	2.772853
Within Groups (Galat)	2.46	18	0.136667			
Total	7.533333	23				

**Interpretasi**

Tabel ANOVA menunjukkan F hitung > F tabel yaitu 7,42439 > 2,7728 atau P-value < 0,05 yaitu nilainya 0,000618 < 0,05, hal ini berarti bahwa konsentrasi hormon berpengaruh nyata terhadap produksi kedelai. Berhubung perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap respon yang diamati, maka diperlukan uji lanjut menggunakan uji perbandingan berganda untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dari perlakuan lainnya.

**Uji Perbandingan Berganda**

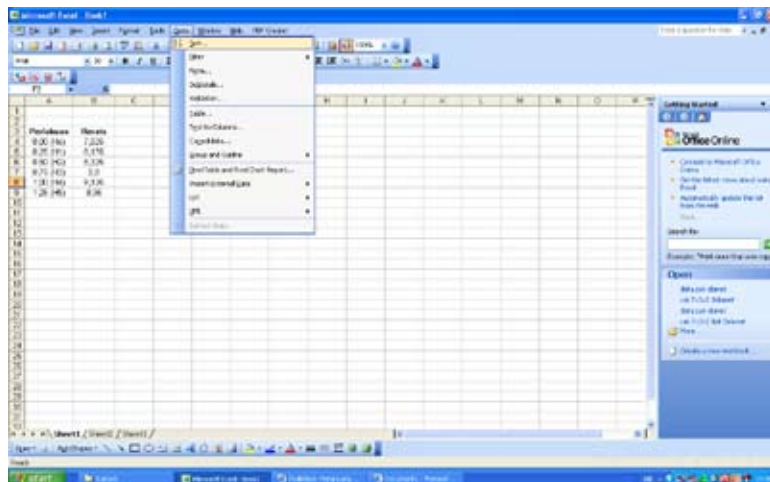
Uji perbandingan berganda seperti uji BNT, BNJ dan Jarak Berganda Duncan dapat digunakan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda atau sama dengan perlakuan lainnya. Dalam hal ini akan digunakan uji BNT untuk membedakan perlakuan-perlakuan tersebut. Adapun langkah- langkah uji BNT dengan menggunakan Excel seperti berikut ini.

- 1) Membuat tabel seperti pada Gambar 19 di bawah ini.

E19													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
8	Perlakuan	Rerata	Selisih									Notasi	
9	0.00 (Ho)	7,825											
10	0.25 (H1)	8,175											
11	0.50 (H2)	8,325											
12	0.75 (H3)	8,800											
13	1.00 (H4)	9,125											
14	1.25 (H5)	8,950											

Gambar 19. Tampilan pengisian data pada excel

- 2) Mengurutkan data (rerata) dari nilai terbesar ke terkecil dengan cara memblok terlebih dahulu data yang akan diurutkan kemudian, dari menu **Data** pilih **Sort...** seperti Gambar 20 berikut ini.



Gambar 20. Tampilan pemilihan sort pada menu excel

Pilihan tersebut memunculkan kotak dialog **Sort**, kemudian pada bagian **Sort by** pilih **Rerata** dan klik **Descending** tetapi pilihan yang lain dikosongkan. Pada **My data range has** klik **Header row**, setelah itu klik **OK**, seperti Gambar 21. Setelah klik **OK** maka data secara otomatis akan diurut dari terbesar ke terkecil (Descending)



Gambar 21. Tampilan kotak dialog sort

- 3) Untuk mendapat selisih rerata antar perlakuan, perlu mengetik formula pada sel yang telah ditentukan seperti pada gambar di bawah ini. Hasilnya akan memunculkan nilai selisih dan notasi seperti Gambar 22 berikut ini.





### III. RANCANGAN ACAK KELOMPOK

#### Karakteristik Rancangan Acak Kelompok (RAK)

Rancangan Acak Kelompok (RAK) adalah suatu rancangan yang melakukan pengelompokan unit - unit percobaan ke dalam kelompok-kelompok dan semua perlakuan dicobakan pada setiap kelompok yang ada. Tujuan pengelompokan ini adalah untuk memperoleh unit percobaan yang seseragam mungkin dalam setiap kelompoknya, sehingga perbedaan yang diamati sebagian besar disebabkan oleh perlakuan. Pengelompokan menjadi sesuatu yang penting karena dapat mengendalikan dan memperkecil galat atau kesalahan percobaan. Oleh karena itu RAK disebut juga sebagai rancangan percobaan yang memungkinkan adanya pengendalian galat satu arah. Dengan kata lain, unit-unit percobaan yang berada pada kelompok yang sama harus dikondisikan serba sama atau homogen.

Keuntungan menggunakan RAK adalah analisis datanya masih bersifat sederhana, mempunyai efisiensi dan presisi yang lebih tinggi dibanding RAL jika andaian adanya gradient satu arah terpenuhi dan jika ada data hilang maka analisis masih dapat dilanjutkan dengan menerapkan teknik data yang hilang. Namun kerugian penggunaan RAK adalah efisiensi dan presisinya lebih rendah dibanding RAL jika andaian adanya gradient satu arah tidak terpenuhi karena berkurangnya derajat bebas untuk galatnya.

Rancangan Acak Kelompok ini cocok digunakan untuk percobaan di lapangan (*field experiment*) yang umumnya kondisinya tidak homogen dan mengalami perubahan kondisi (misalnya temperatur, kelembaban dan sebagainya).

#### Ilustrasi

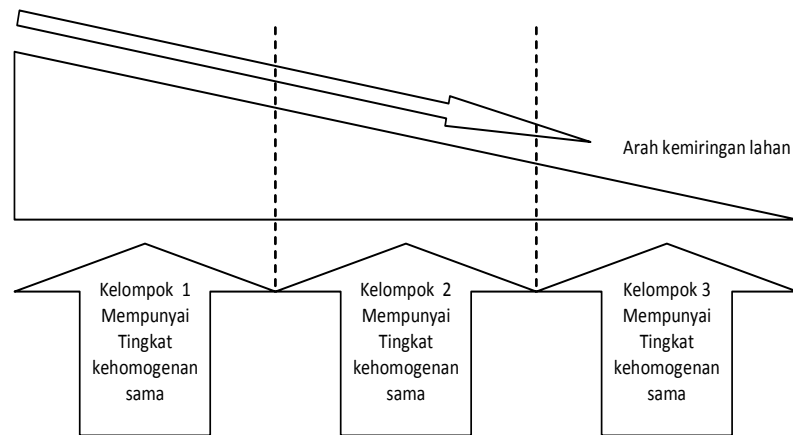
Seorang peneliti ingin melakukan percobaan untuk menentukan konsentrasi bahan pengawet pada daging sapi. Selain mengawetkan,

bahan pengawet ini juga menjaga kualitas dari daging sapi. Untuk keperluan itu, percobaan dilakukan dengan menggunakan lima (5) konsentrasi bahan pengawet sebagai perlakuan sehingga nantinya dapat ditentukan konsentrasi yang paling tepat. Sebagai sampel penelitian, maka satu ekor sapi dipotong dan daging diambil dari beberapa bagian tubuh sapi antara lain paha kaki belakang, punggung dan paha kaki depan.

Berdasarkan ilustrasi di atas maka dapat dilihat bahwa andaian dari media atau sampel yang dipergunakan dalam penelitian tidak lagi dapat dikendalikan atau dibuat homogen. Sampel sesuai dengan ilustrasi di atas adalah daging sapi, dimana kualitas daging sapi yang dipergunakan juga tergantung pada bagian tubuh hewan yang diambil. Melihat kondisi ini maka sebaiknya rancangan yang dipergunakan adalah RAK dengan pengelompokan didasarkan pada bahan (bagian daging sapi) yang dipergunakan. Jadi ada tiga (3) kelompok daging yaitu kelompok I: bagian paha kaki belakang, kelompok II: bagian punggung dan kelompok III: bagian paha kaki depan. Untuk mempermudah pemahaman mengenai konsep kehomogenan maka sampel daging sapi yang berasal dari kelompok (bagian) yang sama sudah pasti mempunyai kualitas yang sama. Sementara itu, sampel masing-masing daging sapi yang berasal dari kelompok yang berbeda tidak dapat dihomogenkan karena kualitas dagingnya juga berbeda. Sebagai misal kualitas daging dari bagian paha kaki belakang akan berbeda dengan kualitas daging pada bagian punggung dan paha kaki depan.

Ilustrasi lainnya ditunjukkan sebagai berikut : seorang peneliti budidaya pertanian ingin menguji beberapa varietas jagung untuk menentukan varietas yang menghasilkan produktivitas yang tinggi. Berkaitan dengan hal ini, peneliti bermaksud melakukan penelitian pada suatu lahan yang mempunyai tingkat kemiringan yang berbeda. Pada ilustrasi ini terlihat bahwa kehomogenan lahan tempat penelitian tidak dapat dikendalikan karena lahan mempunyai tingkat kemiringan yang berbeda. Berkaitan dengan hal ini maka akan lebih baik jika rancangan yang dipergunakan adalah RAK yang

pengelompokannya didasarkan pada perbedaan kemiringan lahan. Untuk mempermudah pemahaman dapat dilihat pada bagan lahan di bawah ini.



Gambar 23. Bagan rancangan acak kelompok

Bagan di atas menunjukkan bahwa penelitian dilaksanakan dengan menggunakan tiga (3) kelompok lahan. Varietas-varietas jagung yang ditanam pada kelompok lahan yang sama diasumsikan mempunyai tingkat kehomogenan yang sama.

Ada beberapa kondisi yang dapat dipertimbangkan dalam pengelompokan, misalnya pada penelitian-penelitian lapangan (lahan pertanian) maka pengelompokan dapat dilakukan berdasarkan perbedaan arah kesuburan, perbedaan arah kemiringan tanah, perbedaan arah kandungan air atau kelembaban, perbedaan komposisi tanah dan lain sebagainya. Untuk penelitian-penelitian rumah kaca maka ada beberapa pertimbangan yang dapat dipergunakan sebagai acuan pengelompokan misalnya berdasarkan perbedaan penyebaran sinar atau suhu, perbedaan datangnya sinar dan perbedaan distribusi

air. Untuk percobaan yang melibatkan unit-unit percobaan berupa orang maka pengelompokan dapat didasarkan pada perbedaan tingkat pendidikan, usia, pendapatan, jenis kelamin, IQ dan lain-lain. Untuk penelitian di laboratorium pengelompokan dapat juga dilakukan berdasarkan perbedaan waktu pengamatan, waktu proses, bahan yang dipergunakan, alat ukur, lokasi pengambilan sampel dan lain-lain.

## Pengacakan

Pengacakan diawali dengan membagi daerah percobaan atau unit percobaan dalam beberapa kelompok. Pemberian perlakuan terhadap unit percobaan dilakukan secara acak pada setiap kelompok, dengan batasan bahwa setiap perlakuan muncul sekali pada setiap kelompok. Misalnya, suatu percobaan dengan lima buah perlakuan ( $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$ ) dan setiap perlakuan diulang dalam empat kelompok atau blok ( $k_1, k_2, k_3, k_4$ ). Dengan demikian unit percobaan yang melibatkan sebanyak 5 unit pada setiap kelompok sehingga secara keseluruhan dibutuhkan  $5 \times 4 = 20$  unit percobaan. Selanjutnya pengacakan perlakuan dilakukan pada masing-masing kelompok dan setiap perlakuan hanya muncul sekali pada setiap kelompok. Pengacakan dapat menggunakan sistem lotre, tabel bilangan acak, kalkulator atau komputer. Hasil pengacakan akan terlihat seperti Gambar 24 di bawah ini.

k1	k2	k3	k4
t1	t2	t3	t3
t5	t5	t2	t4
t3	t4	t1	t1
t4	t3	t5	t2
t2	t1	t4	t5

Gambar 24. Bagan pengacakan RAK

Jika menggunakan RAK dengan jumlah t perlakuan dan k kelompok akan diperoleh unit percobaan sebanyak (t x k). Adapun tabulasinya seperti terlihat pada Tabel 12 di bawah ini.

TABEL 12. TABULASI PERLAKUAN DAN KELOMPOK PADA RAK

Perlakuan	Kelompok				Jumlah (TP)	Rerata
	1	2	i...	k		
1	$Y_{10}$	$Y_{20}$	$Y_{i0}$	$Y_{k0}$	$TP_0$	
2	$Y_{11}$	$Y_{21}$	$Y_{i1}$	$Y_{k1}$	$TP_1$	
3	$Y_{12}$	$Y_{22}$	$Y_{i2}$	$Y_{k2}$	$TP_2$	
4	$Y_{13}$	$Y_{23}$	$Y_{i3}$	$Y_{k3}$	$TP_3$	
...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	
j	$Y_{ij}$	$Y_{2j}$	$Y_{ij}$	$Y_{kj}$	$TP_j$	
t	$Y_{it}$	$Y_{2t}$	$Y_{it}$	$Y_{kt}$	$TP_t$	
Jumlah	$T_{y1}$	$T_{y2}$	$T_{yi}$	$T_{yr}$	$T_{ij}$	
Rerata						$(\bar{y}_{ij})$

### Model Linier Aditif

Secara umum model aditif linier dari Rancangan Acak Kelompok sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dimana:

i = 1, 2, ..., t dan j = 1, 2, ..., r

t = banyaknya perlakuan

r = banyaknya kelompok/blok dari perlakuan ke-i

$Y_{ij}$  = pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

$\mu$  = rerata umum

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\beta_j$  = pengaruh kelompok ke-j

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh acak pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

Berdasarkan model di atas dapat diketahui bahwa keragaman atau variasi disebabkan oleh perlakuan, kelompok dan galat.

### Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan dalam Rancangan Acak Kelompok, ada dua yaitu akibat pengaruh perlakuan dan pengelompokan seperti berikut ini.

a) Hipotesis pengaruh perlakuan

$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_i = 0$  (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  : paling sedikit ada satu i dimana  $\tau_i \neq 0$

b) Hipotesis pengaruh pengelompokan

$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_j = 0$  (kelompok tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  : paling sedikit ada satu j dimana  $\beta_j \neq 0$

### Analisis Data

Data yang diperoleh dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok akan dianalisis keragamannya atau dilakukan sidik ragam. Guna mempermudah pelaksanaan analisis data maka perlu mengetahui dan menggunakan rumus-rumus berikut ini.

a) Faktor koreksi (FK) adalah nilai untuk mengoreksi ( $\mu$ ) dari ragam data ( $\tau$ ) sehingga dalam sidik ragam nilai  $\mu = 0$

$$FK = (T_{ij})^2 / (kx t)$$

$$b) JK_{total} = T(Y_{ij})^2 - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 + (Y_{12})^2 \dots + (Y_{rt})^2 \} - FK$$

$$c) JK_{kelompok} = (TK)^2 / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$$

$$d) \text{JK}_{\text{perlakuan}} = \left\{ \frac{(\text{TP})^2}{k} \right\} - \text{FK} = \left\{ \frac{(\text{TP})^2}{2} + \frac{(\text{TP})^2}{2} + \dots + \frac{(\text{TP})^2}{t} \right\} / k - \text{FK}$$

$$e) \text{JK}_{\text{Galat}} = \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{blok}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}}$$

yang dapat dinyatakan dalam rumus perhitungannya sebagai berikut :

- Menghitung Faktor Koreksi (FK)
- Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)
- Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)
- Menghitung Jumlah Kuadrat Kelompok (JKK)
- Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)
- Menghitung derajat bebas (db) db perlakuan = t-1

$$FK = \frac{Y^2}{N}, N = tb$$

$$\text{db kelompok} = k-1$$

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

$$\text{db galat} = (t-1)(k-1)$$

$$\text{db total} = t.k - 1$$

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

$$JKK = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j}^2}{t} - FK$$

$$JKG = JKT - JKP - JKB$$

- Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) = JKP/db perlakuan
- Menghitung Kuadrat Tengah Kelompok (KTK) = JKK/db kelompok
- Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG) = JKG/db galat

Selanjutnya rumus-rumus perhitungan tersebut ditabulasi ke dalam tabel sidik ragam seperti Tabel 13 berikut ini.

TABEL 13. SIDIK RAGAM PADA RAK

Sumber keragaman	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F tabel	
					(α=5%)	(α=5%)
Perlakuan	t-1	7KP	7KP/t-1	KTP/KTG		
Kelompok	k-1	JKK	7KK/k-1			
Galat	(t-1)(k-1)	JKG	7KG/(t-1)(k-1)			
Total	t.k - 1	JKT				

Setelah rumus-rumus perhitungan digunakan dan hasil perhitungan mengisi tabel sidik ragam maka dilanjutkan dengan uji F yaitu membandingkan F hitung dari perlakuan maupun kelompok dengan F tabel pada level nyata (α) tertentu pada derajat bebas perlakuan atau kelompok dengan derajat bebas galat tertentu. Nilai F hitung dicari dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{(S\tau)^2}{(S\varepsilon)^2} = \text{KTP} / \text{KTG}$$

$$F_{\text{hitung kelompok}} = \frac{(S\beta)^2}{(S\varepsilon)^2} = \text{KTB} / \text{KTG}$$

di mana  $(S\tau)^2$  = ragam akibat perlakuan  
 $(S\beta)^2$  = ragam akibat kelompok/blok  
 $(S\varepsilon)^2$  = ragam akibat nonperlakuan atau kuadrat tengah galat.

Setelah nilai F hitung diketahui lalu dibandingkan dengan F tabel (yang dapat dilihat pada tabel titik kritis sebaran F) pada level nyata tertentu, dalam hal ini digunakan level nyata (α) 5 % dan 1 %. Secara umum uji F membandingkan hipotesis nol ( $H_0$ ) dengan hipotesis alternative ( $H_1$ ) seperti di bawah ini.

$$H_0 : \tau = \varepsilon \text{ dan } \beta = \varepsilon \text{ vs. } H_1 : \tau \neq \varepsilon \text{ dan } \beta \neq \varepsilon$$



Jika  $F_{hitung} < F_{tabel} (\alpha=5\%)$  berarti perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_0$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel} (\alpha=5\%)$  berarti perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_0$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Selanjutnya, jika  $F_{hitung} > F_{tabel} (\alpha=1\%)$  berarti perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_0$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 1 %. Kaedah juga tersebut juga berlaku untuk  $F_{hitung}$  kelompok yang dibandingkan dengan  $F_{tabel}$  pada level nyata 5 dan 1%.

### Koefisien Keragaman (KK)

Koefisien keragaman (KK) dalam RAK mempunyai fungsi yang sama dengan RAL yaitu untuk menunjukkan derajat kejituan (*accuracy* atau *precision*) serta keandalan kesimpulan suatu percobaan. Koefisien keragaman ini dinyatakan sebagai persen rerata dari rerata umum percobaan yang dirumuskan seperti berikut ini.

$$KK = \left\{ \sqrt{\frac{KTG}{\bar{y}}} \right\} \times 100\%$$

$$\text{Dimana : } \bar{y} \text{ (rerata umum)} = \frac{T}{r.t} \\ = \frac{\sum_{ij} Y_{ij}}{r.t}$$

Nilai KK yang semakin kecil maka derajat kejituan dan keandalan serta validitas kesimpulan akan semakin tinggi, begitu sebaliknya. Namun demikian tidak ada ketentuan nilai KK yang dianggap baik karena sangat dipengaruhi berbagai faktor seperti keheterogenitasan, kontrol lokal, selang perlakuan dan ulangan percobaan.

### Studi Kasus

Seorang peneliti ingin mengetahui pengaruh kombinasi pupuk terhadap produktivitas jagung. Penelitian dilakukan pada lahan dekat aliran sungai yang dibuat petak-petak dengan panjang searah aliran sungai dan lebar tegak lurus dengan aliran sungai. Petak yang dekat aliran sungai sebagai kelompok lahan I, selanjutnya petak yang semakin jauh dari aliran sungai berturut-turut sebagai kelompok lahan II, III dan IV. Berkaitan dengan hal tersebut maka diteliti

kombinasi pupuk N, P dan K sebanyak 6 level yaitu kontrol, PK, N, NP, NK, NPK. Hasil penelitian menunjukkan data produktivitas jagung seperti Tabel 14 berikut ini.

TABEL 14. DATA PERCOBAAN PEMAKAIAN KOMBINASI PUPUK PADA RAK

Perlakuan kombinasi pupuk	Kelompok lahan				Total perlakuan (Y <sub>i.</sub> )
	1	2	3	4	
PK	27.7	33.0	26.3	37.7	124.7
N	36.6	33.8	27.0	39.0	136.4
NP	37.4	41.2	45.4	44.6	168.6
NK	42.2	46.0	45.9	46.2	180.3
NPK	38.9	39.5	40.9	44.0	164.2
Kontrol	42.9	45.9	43.9	45.6	178.3
Total kelompok (Y <sub>.j</sub> )	226.6	239.4	229.4	257.1	952.5

### Perhitungan Sidik Ragam

Berdasarkan data yang tertera maka sidik ragam dilakukan melalui tahapan perhitungan sebagai berikut :

- 1) Menghitung Faktor Koreksi

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{tr} = \frac{952.5^2}{(6)(4)} = 37802.3438$$

- 2) Menghitung Jumlah Kuadrat Total

$$JKT = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - FK = 27^2 + 33.0^2 + \dots + 43.9^2 + 45.6^2 - 37802.3438 = 890.4263$$

- 3) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP = \sum_i \frac{Y_{r.}^2}{r} - FK = \frac{124.7^2 + 136.4^2 + \dots + 178.3^2}{4} - 37802.3438 = 658.0638$$

- 4) Menghitung Jumlah Kuadrat Kelompok

$$JKK = \sum_j \frac{Y_{.j}^2}{t} - FK = \frac{226.6^2 + 239.4^2 + 229.4^2 + 257.1^2}{6} - 37802.3438 = 95.1046$$

- 5) Menghitung Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKP - JKK = 890.4263 - 658.0638 - 95.1046 = 137.2579$$

- 6) Menghitung derajat bebas (db)
  - db perlakuan =  $t-1 = 5-1 = 4$
  - db kelompok =  $r-1 = 4-1 = 3$
  - db galat =  $(t-1)(r-1) = 4.3 = 12$
  - db total =  $t.r - 1 = 4.5 - 1 = 19$
- 7) Menghitung Kuadrat Tengah
  - KTP =  $JKT/(t-1) = 658,0638/4 = 14,383$
  - KTG =  $JKK/(r-1) = 95,1046/3 = 31,702$
  - KTG =  $JKG/(t-1)(r-1) = 137,2579/12 = 11,438$
- 8) Menghitung F hitung
  - F hitung perlakuan =  $KTP/KTG = 164,516/11,438 = 14,383$
  - F hitung kelompok =  $KTK/KTG = 31,702/11,438 = 2,772$
- 9) Menghitung nilai Koefisien Keragaman (KK)
  - $KK = \{\sqrt{(KT \text{ galat})} / \bar{y} \times 100\} = \{\sqrt{(11,438)} / 39,6875 \times 100\} = 8,52\%$
- 10) Pembuatan tabel sidik ragam

TABEL 15. SIDIK RAGAM PERCOBAAN PEMAKAIAN  
KOMBINASI PUPUK PADA RAK

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	4	658,0638	164,516	14,383**	3.2592	5.411951
Kelompok	3	95,1046	31,702	2.772 <sup>ns</sup>	3.490295	5.952545
Galat	12	137,2579	11,438			
Total	19	890,4263				

Berdasarkan tabel sidik ragam (uji F) di atas diketahui bahwa F hitung perlakuan > F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) = 1% (dengan tanda \*\*), sementara itu F hitung kelompok < F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) = 5% (dengan tanda ns = non significant). Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh kombinasi pupuk yang sangat nyata terhadap produktifitas jagung, sementara kelompok lahan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap produktivitas jagung. Hal ini berarti pengaruh kombinasi pupuk menerima H<sub>1</sub> pada level nyata ( $\alpha$ ) = 1%

dan menolak H<sub>0</sub>, sementara pengaruh kelompok lahan menerima H<sub>0</sub> tetapi menolak H<sub>1</sub> pada level nyata ( $\alpha$ ) = 5%.

### Uji Perbandingan Berganda

Pengaruh perlakuan yang dicobakan telah dianalisis keragamannya seperti di atas, namun belum menunjukkan perlakuan-perlakuan yang berbeda antara satu dengan lainnya. Oleh karena itu perlu dilanjutkan uji perbandingan berganda dengan menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Least Significance Difference* (LSD), Beda Nyata Jujur (BNJ) atau *Honest Significance Difference* (HSD) serta Uji Jarak Duncan atau *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) tergantung pada persyaratan penggunaan uji perbandingan berganda tersebut.

### Sidik Ragam Menggunakan Software SPSS

Pemakaian *software SPSS* pada RAK mempunyai tujuan yang sama dengan penerapannya pada RAL. Guna mengetahui aplikasinya pada RAK digunakan data hasil percobaan tentang pengaruh konsentrasi hormon tumbuh terhadap produksi kedelai di tanah. Percobaan ditujukan untuk menguji hipotesis bahwa konsentrasi hormon akan meningkatkan produksi kedelai secara nyata.

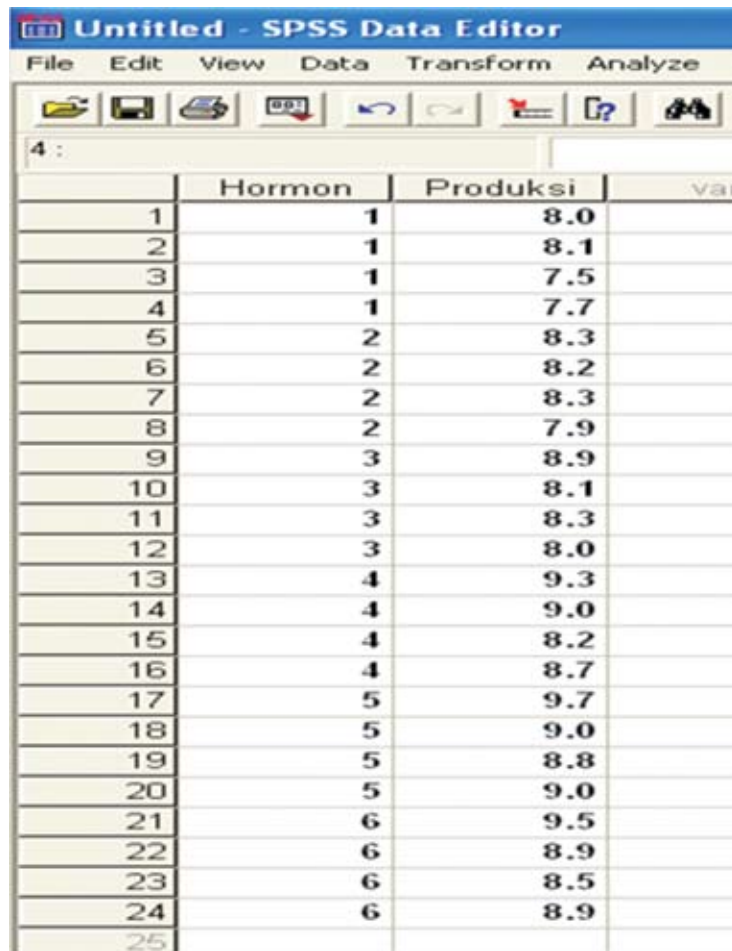
TABEL 16. DATA PERCOBAAN TENTANG PENGARUH KONSENTRASI HORMON  
TUMBUH TERHADAP PRODUKSI KEDELA

Konsentrasi hormon (ppm)	Kelompok				Jml	Rerata
	1	2	3	4		
0.00 (H <sub>0</sub> )	8,0	8,1	7,5	7,7	31,3	7,825
0.25 (H <sub>1</sub> )	8,3	8,2	8,3	7,9	32,7	8,175
0.50 (H <sub>2</sub> )	8,9	8,1	8,3	8,0	33,3	8,325
0.75 (H <sub>3</sub> )	9,3	9,0	8,2	8,7	35,2	8,800
1.00 (H <sub>4</sub> )	9,7	9,0	8,8	9,0	36,5	9,125
1.25 (H <sub>5</sub> )	9,5	8,9	8,5	8,9	35,8	8,950
Jumlah	53,7	51,3	49,6	50,2	204,8	8,5

Sumber : Hanafiah, (2003)

Berdasarkan data tersebut di atas yang menggunakan RAK, maka penggunaan *software SPSS* mengikuti langkah-langkah berikut ini.

1. Mengentri data ke **SPSS Data Viewer** dengan terlebih dahulu harus diubah formatnya menjadi seperti Gambar 25 di bawah ini.



	Hormon	Produksi	var
1	1	8.0	
2	1	8.1	
3	1	7.5	
4	1	7.7	
5	2	8.3	
6	2	8.2	
7	2	8.3	
8	2	7.9	
9	3	8.9	
10	3	8.1	
11	3	8.3	
12	3	8.0	
13	4	9.3	
14	4	9.0	
15	4	8.2	
16	4	8.7	
17	5	9.7	
18	5	9.0	
19	5	8.8	
20	5	9.0	
21	6	9.5	
22	6	8.9	
23	6	8.5	
24	6	8.9	
25			

Gambar 25. Tampilan SPSS data editor

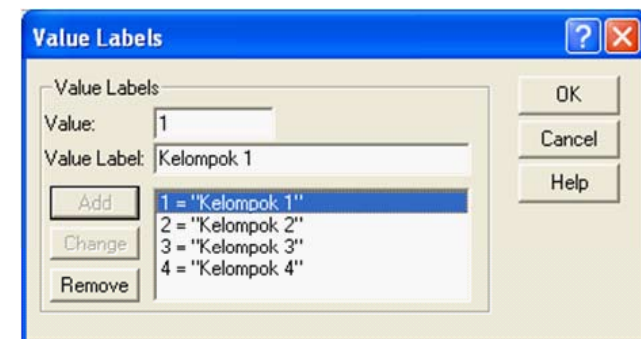
#### Keterangan Perlakuan :

H0 : Konsentrasi hormon 0 ppm diberi kode 1  
H1 : Konsentrasi hormon 0,25 ppm diberi kode 2  
H2 : Konsentrasi hormon 0,5 ppm diberi kode 3  
H3 : Konsentrasi hormon 0,75 ppm diberi kode 4  
H4 : Konsentrasi hormon 1 ppm diberi kode 5  
H5 : Konsentrasi hormon 1,25 ppm diberi kode 6

#### Keterangan Kelompok :

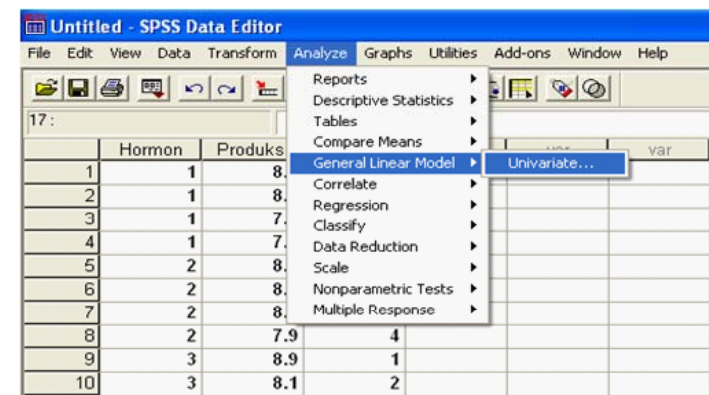
Kelompok 1 diberi kode 1  
Kelompok 2 diberi kode 2  
Kelompok 3 diberi kode 3  
Kelompok 4 diberi kode 4

2. Pada **Variable View** masing-masing kode dapat didefinisikan seperti Gambar 26 berikut ini.



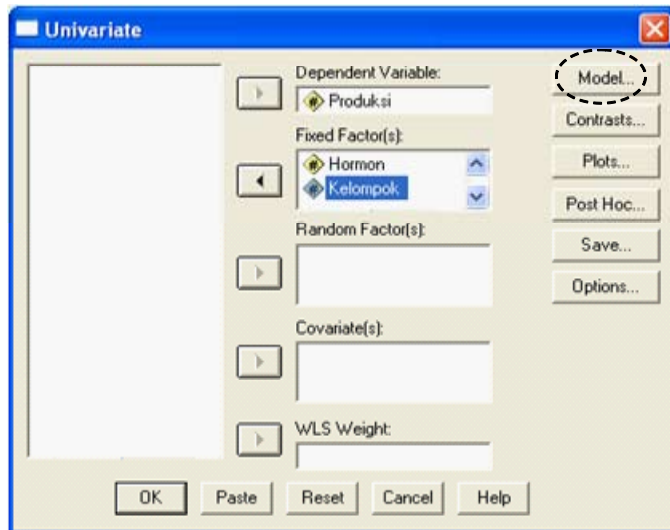
Gambar 26. Tampilan kotak dialog value labels

3. Untuk melakukan proses analisis, klik **Analyze, General Linier Model, Univariate**, seperti Gambar 27 di bawah ini.



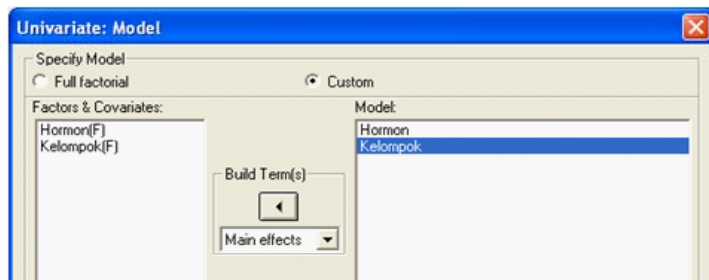
Gambar 27. Tampilan pencarian univariate pada SPSS data editor

- Selanjutnya dari kotak dialog **Univariate**, dipindahkan variable produksi ke kolom **Dependent Variable** sementara hormon dan kelompok ke kolom **Fixed Faktor(s)**, sehingga muncul seperti kotak dialog pada Gambar 28 di bawah ini.



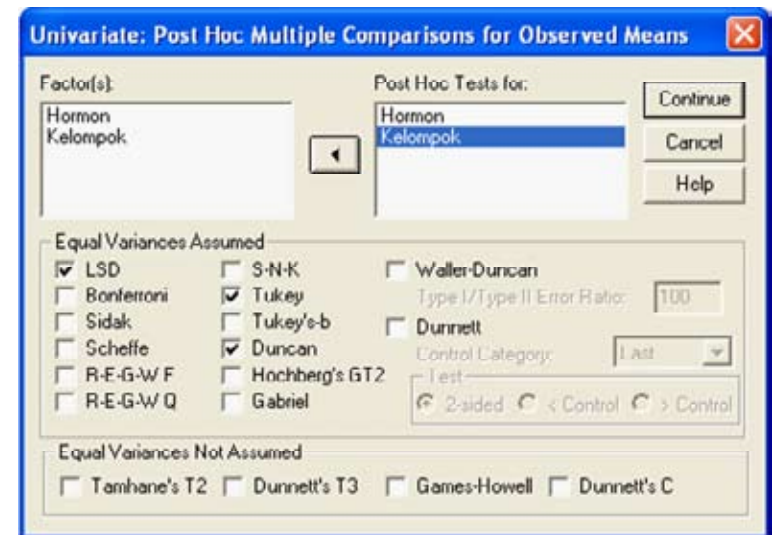
Gambar 28. Tampilan kotak dialog univariate

- Langkah berikutnya klik **Model** sehingga muncul kotak dialog **Univariate : Model**. Pada kolom **Specify Model**, pilih **Custom**, kemudian sorot variable Hormon dan Kelompok pindahkan ke kolom **Model**. Pada **Build Term (s)** pilih menu **Main effects**, seperti terlihat pada Gambar 29 di bawah ini lalu klik **Continue**.



Gambar 29. Tampilan kotak dialog univariate : model

- Selanjutnya klik **Post Hoc** sehingga muncul kotak dialog seperti pada Gambar 30 di bawah. Selanjutnya menyorot variable Hormon dan Kelompok kemudian pindahkan ke kolom **Post hoc Test for** dan pilihlah jenis uji lanjut yang diinginkan dari kolom **Equal Variances Assumed** lalu klik **Continue**.



Gambar 30. Tampilan univariate :  
post hoc multiple comparisons fo observed means

- Setelah pengisian selesai, maka dari kotak dialog **Univariate** klik **OK**, sehingga hasil analisis atau output akan muncul tampilan seperti berikut ini.
  - Tabel **Between-Subjects Faktor**  
Tabel 13 tentang Between-Subjects Faktor menunjukkan ringkasan mengenai jumlah data (N) yang dianalisis baik pada variable Hormon maupun Kelompok, seperti terlihat di bawah ini.

TABEL 13. BETWEEN-SUBJECTS FAKTOR

**Out put**  
**Univariate Analysis of Variance**

## Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Hormon	1	H0 (0 ppm)	4
	2	H1 (0,25 ppm)	4
	3	H3 (0,5 ppm)	4
	4	H4 (0,57 ppm)	4
	5	H5 (1 ppm)	4
	6	H6 (1,25 ppm)	4
Kelompok	1		6
	2		6
	3		6
	4		6

b) Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects**

Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** menunjukkan hasil analisis keragaman (ANOVA) atau menunjukkan pengaruh perlakuan dan kelompok terhadap variabel terikatnya, seperti terlihat pada Tabel 14 di bawah.

TABEL 14. TEST OF BETTWEN-SUBJECT EFFECTS (ANOVA)

## Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Produksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.710 <sup>a</sup>	8	.839	15.281	.000
Intercept	1747.627	1	1747.627	31899.352	.000
Hormon	5.073	5	1.015	18.486	.000
Kelompok	1.637	3	.546	9.939	.001
Error	.823	15	.055		
Total	1755.160	24			
Corrected Total	7.533	23			

a. R Squared = .891 (Adjusted R Squared = .832)

Hipotesis yang diajukan dari analisis ini ada dua yaitu hipotesis untuk pengaruh perlakuan dan untuk pengaruh kelompok. Hipotesis pengaruh perlakuannya adalah :

- $H_0$  : Semua populasi mempunyai rata-rata yang sama
- $H_1$  : Semua populasi mempunyai rata-rata yang tidak sama

atau

- $H_0$  : Konsentrasi hormon tidak berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai
- $H_1$  : Konsentrasi hormon berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai

Sementara itu dasar pengambilan keputusannya adalah jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan sebaliknya jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Berdasarkan tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** di atas dapat dilihat bahwa probabilitasnya sebesar  $0,00 < 0,05$  sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya konsentrasi hormon berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi kedelai.

Hipotesis untuk pengaruh kelompok adalah :

- $H_0$  : Kelompok tidak berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai
- $H_1$  : Kelompok berpengaruh terhadap peningkatan produksi kedelai

Sementara itu, dasar pengambilan keputusan adalah jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Berdasarkan tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** di atas dapat dilihat bahwa probabilitasnya sebesar  $0,00 < 0,05$  sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya kelompok berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi kedelai

c) Tabel **Multiple Comparisons**

Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** atau ANOVA di atas telah menyimpulkan bahwa konsentrasi hormon dan kelompok berpengaruh nyata terhadap produksi kedelai, sehingga muncul pertanyaan ‘pada konsentrasi hormon berapa dan pada kelompok yang mana memberikan produksi tertinggi?’ atau ‘perlakuan-perlakuan dan kelompok-kelompok mana saja yang berbeda atau tidak berbeda dengan lainnya?’. Guna menjawab pertanyaan tersebut, maka perlu dilakukan uji lanjutan beda rerata atau uji perbandingan berganda, dalam hal ini digunakan BNJ (HSD) dan uji jarak berganda Duncan. Untuk mengetahui perbedaan yang nyata antar perlakuan tersebut dapat dilihat tanda \* pada kolom **Mean Difference (I-J)** pada tabel **Multiple Comparisons** untuk **Hormon** maupun untuk **Kelompok**, seperti Tabel 15 dan 16 di bawah ini.

TABEL 15. MULTIPLE COMPARISONS UNTUK PENGARUH HORMON

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
(I) Kelompok	(J) Kelompok				Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	1	2	.400*	.1353	.043	.010	.790
		3	.683*	.1353	.001	.293	1.073
		4	.583*	.1353	.003	.193	.973
	2	1	-.400*	.1353	.043	-.790	-.010
		3	.283	.1353	.199	-.107	.673
		4	.183	.1353	.544	-.207	.573
	3	1	-.683*	.1353	.001	-1.073	-.293
		2	-.283	.1353	.199	-.673	.107
		4	-.100	.1353	.860	-.490	.290
	4	1	-.583*	.1353	.003	-.973	-.193
		2	-.183	.1353	.544	-.573	.207
		3	.100	.1353	.860	-.290	.490
LSD	1	2	.400*	.1353	.010	.112	.688
		3	.683*	.1353	.000	.395	.972
		4	.583*	.1353	.001	.295	.872
	2	1	-.400*	.1353	.010	-.688	-.112
		3	.283	.1353	.054	-.005	.572
		4	.183	.1353	.195	-.105	.472
	3	1	-.683*	.1353	.000	-.972	-.395
		2	-.283	.1353	.054	-.572	.005
		4	-.100	.1353	.471	-.388	.188
	4	1	-.583*	.1353	.001	-.872	-.295
		2	-.183	.1353	.195	-.472	.105
		3	.100	.1353	.471	-.188	.388

Based on observed means.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

TABEL 16. MULTIPLE COMPARISONS UNTUK PENGARUH KELOMPOK

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	K1 (ppm)	K1 (0.25 ppm) - K1 (0.5 ppm)	-.300	.1007	.002	-.500	-.100
		K1 (0.25 ppm) - K1 (0.75 ppm)	-.380	.1007	.000	-.580	-.180
		K1 (0.25 ppm) - K1 (1.0 ppm)	-.380	.1007	.000	-.580	-.180
		K1 (0.25 ppm) - K1 (1.25 ppm)	-.410	.1007	.000	-.610	-.210
	K2 (ppm)	K2 (0.25 ppm) - K2 (0.5 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K2 (0.25 ppm) - K2 (0.75 ppm)	.300	.1007	.000	.100	.500
		K2 (0.25 ppm) - K2 (1.0 ppm)	.300	.1007	.000	.100	.500
		K2 (0.25 ppm) - K2 (1.25 ppm)	.270	.1007	.000	.070	.470
	K3 (ppm)	K3 (0.25 ppm) - K3 (0.5 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K3 (0.25 ppm) - K3 (0.75 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K3 (0.25 ppm) - K3 (1.0 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K3 (0.25 ppm) - K3 (1.25 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
LSD	K1 (ppm)	K1 (0.25 ppm) - K1 (0.5 ppm)	.300	.1007	.002	.100	.500
		K1 (0.25 ppm) - K1 (0.75 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K1 (0.25 ppm) - K1 (1.0 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K1 (0.25 ppm) - K1 (1.25 ppm)	.410	.1007	.000	.210	.610
	K2 (ppm)	K2 (0.25 ppm) - K2 (0.5 ppm)	-.380	.1007	.000	-.580	-.180
		K2 (0.25 ppm) - K2 (0.75 ppm)	-.300	.1007	.000	-.500	-.100
		K2 (0.25 ppm) - K2 (1.0 ppm)	-.300	.1007	.000	-.500	-.100
		K2 (0.25 ppm) - K2 (1.25 ppm)	-.270	.1007	.000	-.470	-.070
	K3 (ppm)	K3 (0.25 ppm) - K3 (0.5 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K3 (0.25 ppm) - K3 (0.75 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K3 (0.25 ppm) - K3 (1.0 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580
		K3 (0.25 ppm) - K3 (1.25 ppm)	.380	.1007	.000	.180	.580

Based on observed means.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

d) Tabel **Homogeneous Subsets**

Tabel ini menunjukkan pengelompokan (subset) perlakuan-perlakuan dan kelompok-kelompok yang mempunyai rerata sama. Dengan menggunakan uji BNJ (HSD Tukey), perlakuan-perlakuan tersebut masuk dalam 3 subsets seperti berikut ini.



$H_0 = H_1 = H_3$

$H_3 = H_4$

$H_4 = H_5 = H_6$

Sementara itu dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan juga masuk dalam 3 subset sebagai berikut :

$H_0 = H_1$

$H_1 = H_3$

$H_4 = H_6 = H_5$ , seperti terlihat pada Tabel 17 di bawah ini.

TABEL 17. HOMOGENEOUS SUBSETS UNTUK HORMON

Produksi				
Kelompok	N	Subset		
		1	2	
Tukey HSD <sup>a,b</sup>	3	8.267		
	4	8.367		
	2	8.550		
	1			8.950
	Sig.	.199		1.000
Duncan <sup>a,b</sup>	3	8.267		
	4	8.367		
	2	8.550		
	1			8.950
	Sig.	.064		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .055.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b. Alpha = .05.

Sementara itu dengan menggunakan uji BNJ maupun uji jarak berganda Duncan, kelompok-kelompok masuk dalam 2 subset yaitu  $H_2 = H_3 = H_4$ , sementara  $H_1$  yang tersendiri. Seperti terlihat pada Tabel 18 di bawah ini.

TABEL 18. HOMOGENEOUS SUBSETS UNTUK KELOMPOK

Produksi				
Hormon	N	Subset		
		1	2	3
Tukey HSD <sup>a,b</sup>	4	7.825		
	4	8.175		
	4	8.325	8.325	
	4		8.800	8.800
	4			8.950
	4			9.125
	Sig.	.076	.100	.406
Duncan <sup>a,b</sup>	4	7.825		
	4	8.175	8.175	
	4		8.325	
	4			8.800
	4			8.950
	4			9.125
	Sig.	.052	.380	.081

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .055.

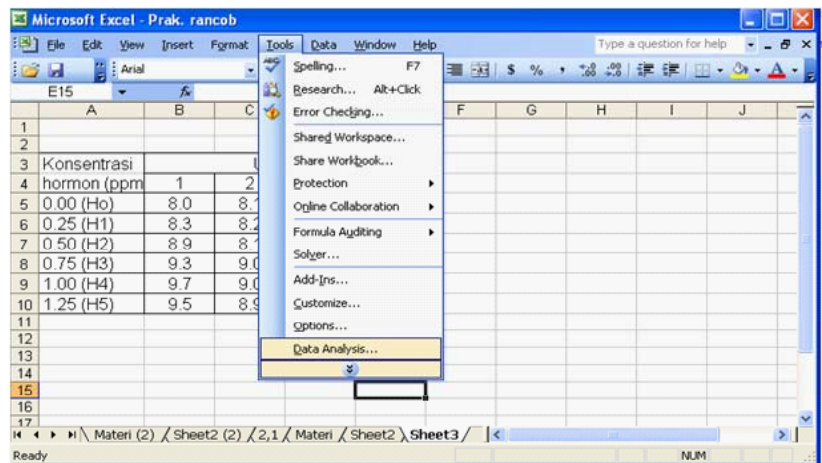
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.

### Sidik Ragam Menggunakan Excel

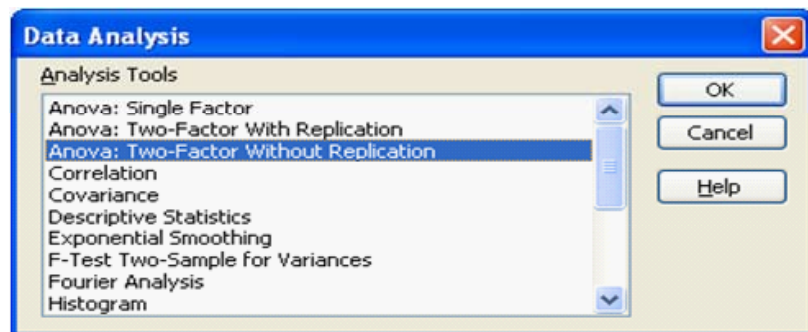
Penggunaan Excel untuk melakukan sidik ragam dalam RAK, diawali dengan cara yang sama seperti pada RAL. Dengan menggunakan data yang sama pada RAL, maka sidik ragam dalam RAK mengikuti langkah-langkah seperti di bawah ini.

1. Melakukan pengetikan data seperti tampilan di bawah ini lalu memilih **Tools** dan dilanjutkan meng-klik **Data Analysis...**, seperti Gambar 31 berikut ini.



Gambar 31. Tampilan pemilihan data analysis pada menu excel

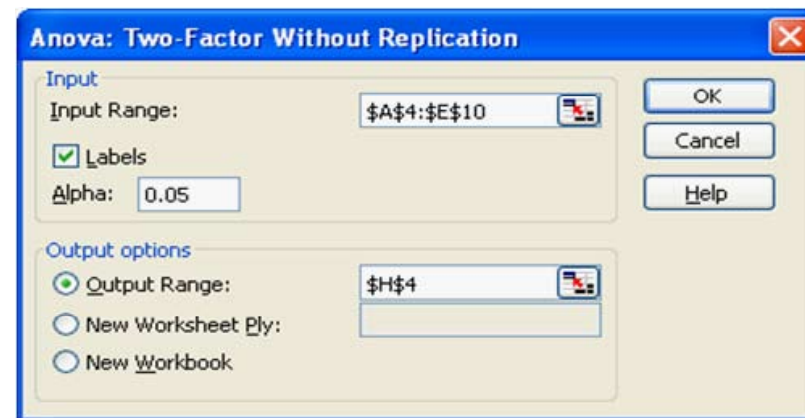
2. Pada bagian **Data Analysis** dipilih **Anova: Two-Faktor Without Replication** dilanjutkan klik **OK**, seperti pada Gambar 32.



Gambar 32. Tampilan data analysis

3. Setelah muncul kotak dialog **Anova : Two-Faktor Without Replication** seperti di bawah ini, dilanjutkan dengan mengisi bagian **Input Range** dengan meletakkan cursor pada tempat **Input Range** lalu menyorot data dan kode perlakuan diteruskan

dengan memberi cek list pada **Labels** seperti terlihat pada Gambar 33 di bawah ini.



Gambar 33. Tampilan anova : two-faktor without replication

Pada bagian **Output options**, dipilih **Output Range** dan dilanjutkan dengan meletakkan cursor pada bagian isian **Output Range**, kemudian menyorot salah satu sel kosong yang akan digunakan untuk meletakkan hasil analisis. Setelah selesai menyorot sel kosong lalu klik **OK**. Hasil analisis akan memunculkan tabel-tabel output berikut ini.

- a) Tabel summary **Anova : Two-Faktor Without Replication**  
Tabel ini menunjukkan banyaknya perlakuan dan kelompok, jumlah perlakuan dan kelompok, serta rerata dan keragaman perlakuan dan kelompok, seperti yang ditampilkan pada Tabel 19 di bawah ini.

TABEL 19. SUMMARY ANOVA: TWO-FAKTOR WITHOUT REPLICATION

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
0.00 (Ho)	4	31.3	7.825	0.075833
0.25 (H1)	4	32.7	8.175	0.035833
0.50 (H2)	4	33.3	8.325	0.1625
0.75 (H3)	4	35.2	8.8	0.22
1.00 (H4)	4	36.5	9.125	0.155833
1.25 (H5)	4	35.8	8.95	0.17
1	6	53.7	8.95	0.463
2	6	51.3	8.55	0.211
3	6	49.6	8.266667	0.186667
4	6	50.2	8.366667	0.318667

## b) Tabel ANOVA

Tabel ANOVA (Tabel 20) memuat tentang hasil sidik ragam dengan informasi sumber keragaman (source of variation), jumlah kuadrat (SS), derajat bebas (df), kuadrat tengah

(MS), F hitung (F), nilai peluang (P-value) dan F tabel (F crit), seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

TABEL 20. ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows (Perlakuan)	5.073333	5	1.014667	18.48583	6.17E-06	2.901295
Columns (Kelompok)	1.636667	3	0.545556	9.939271	0.00074	3.287382
Error (Galat)	0.823333	15	0.054889			
Total	7.533333	23				

## Interpretasi

Tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai P-value untuk perlakuan dan kelompok masing –masing diketahui nilainya 6,17E-06 dan 0,00074 < 0,05. Sementara itu, F hitung untuk perlakuan dan kelompok, masing-masing nilainya 18.48583 dan 9.939271 > F tabel (F crit). Hal ini berarti bahwa perlakuan konsentrasi hormon dan kelompoknya berpengaruh nyata terhadap produksi kedelai.

## Uji Perbandingan Berganda

Uji perbandingan berganda diperlukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan setelah ditunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang nyata terhadap respon yang diamati. Berkaitan dengan ANOVA di atas yang menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi hormon dan kelompoknya menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap produksi kedelai, maka perbedaan antar perlakuan konsentrasi hormon dan kelompok bisa diuji menggunakan BNT, BNJ maupun jarak berganda Duncan, dengan cara yang sama seperti pada pembahasan di RAL dengan menggunakan persyaratan yang telah ditentukan pada masing-masing uji perbandingan berganda.

## IV. RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN

### Karakteristik Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) adalah suatu rancangan percobaan yang mampu mengendalikan komponen keragaman unit-unit percobaan lebih dari satu sisi komponen keragaman. Hal ini berarti pengendalian komponen keragaman unit percobaan dilakukan dari dua arah yaitu arah baris dan kolom, sementara unit percobaan dikenai perlakuan.

RBSL juga merupakan suatu jenis rancangan lingkungan yang pengelompokannya dilakukan dalam dua arah. RBSL ini terdiri dari dua variabel pengganggu dan sebuah variabel bebas. Variabel pengganggu adalah variabel baris dan kolom sedangkan variabel bebas adalah perlakuan. Ketiga variabel tersebut tidak saling berinteraksi dan ketiga variabel tersebut jumlahnya sama sehingga membentuk bujur sangkar (jumlah perlakuan = jumlah baris = jumlah kolom).

RBSL mempunyai beberapa persyaratan yang harus dipenuhi yaitu banyaknya perlakuan yang diberikan harus sama dengan banyaknya ulangan, pengacakan dibatasi dengan pengelompokan dan perlakuan hanya boleh muncul sekali pada setiap baris dan setiap kolom.

Kerugian dalam menggunakan RBSL adalah banyaknya baris dan kolom harus sama sehingga semakin banyak perlakuan maka unit percobaan yang dibutuhkan juga semakin banyak, akibatnya kurang efektif untuk percobaan dengan jumlah perlakuan yang besar. Pada RBSL ini, semakin banyak kelompoknya, maka semakin besar galat per unit percobaannya. Selain itu, asumsi model semakin meningkat karena tidak ada interaksi di antara kolom, baris dan perlakuan. Selanjutnya, pengacakan yang diperlukan lebih rumit karena memiliki dua arah pengelompokan dengan syarat perlakuan tidak boleh muncul lebih dari sekali pada kolom dan baris yang sama, sehingga

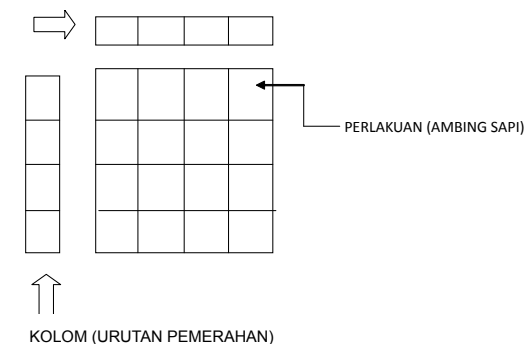
memerlukan pemahaman dasar dalam menyusun RBSL. Kerugian lainnya adalah derajat bebasnya lebih kecil dibandingkan rancangan lain yang berukuran sama, sehingga ketelitiannya berkurang pada jumlah yang perlakuan sedikit. Jika ada data hilang maka hasil analisisnya diragukan karena jumlah perlakuan tidak seimbang.

Keuntungan dalam menggunakan RBSL adalah berkurangnya keragaman galat karena menggunakan dua buah pengelompokan, pengaruh perlakuan dapat dilakukan untuk percobaan berskala kecil, analisis dan interpretasinya relatif mudah serta baris dan kolom dapat digunakan sebagai cakupan dalam pengambilan kesimpulan. Selanjutnya, jika andaian heterogenitas pada arah baris dan kolomnya terpenuhi maka presisinya akan lebih tinggi dibanding RAL dan RAK.

### Ilustrasi

Suatu penelitian ditujukan untuk mengetahui perbedaan jumlah susu yang diproduksi oleh keempat ambing sapi perah. Dalam hal ini, ambing sapi bertindak sebagai perlakuan sementara itu pengambilan susu sebanyak empat kali menjadi baris pada RBSL sedangkan urutan pemerahannya merupakan kolomnya. Ilustrasi dari RBSL tersebut dapat dilihat pada Gambar 34 di bawah ini.

#### BARIS (PENGAMBILAN SUSU)



Gambar 34. Bagan rancangan bujur sangkar latin

Beberapa contoh percobaan lain yang memerlukan penanganan menggunakan RBSL seperti berikut ini.

- Pengujian lapangan dengan kondisi percobaan mempunyai dua arah penurunan kesuburan yang tegak lurus satu sama lain.
- Percobaan yang dilakukan di perbukitan dengan kondisi ada beda kemiringan dan arah mata angin.
- Percobaan rumah kaca dengan kondisi pot percobaan disusun secara garis tegak lurus terhadap dinding kaca/tirai,
- Pengujian di laboratorium dengan ulangan antar waktu, sehingga perbedaan unit percobaan yang dilakukan pada waktu yang sama dan yang dilakukan antar waktu menyebabkan dua sumber keragaman.

### Pengacakan

Proses pengacakan RBSL melalui beberapa langkah, misal menggunakan pengacakan untuk lima perlakuan, seperti berikut ini.

#### Langkah 1.

Memilih rencana RBSL dengan 5 perlakuan dari Lampiran K (Kuadrat Latin Terpilih). Rencana RBSL 5 x 5 seperti Gambar 35 berikut ini.

A	B	C	D	E
B	A	E	C	D
C	D	A	E	B
D	E	B	A	C
E	C	D	B	A

Gambar 35. Bagan bujur sangkar latin

#### Langkah 2.

Mengacak susunan baris dari rencana yang terpilih dalam langkah 1 dengan mengikuti salah satu skema dengan menggunakan model tabel bilangan acak yaitu :

- memilih bilangan acak tiga digit dari tabel bilangan acak, misalkan dipilih : 628, 846, 475, 902 dan 452.
- membuat peringkat bilangan acak yang terpilih dari yang terendah ke yang tertinggi, seperti terlihat pada Tabel 21 berikut ini.

TABEL 21. PEMERINGKATAN BILANGAN ACAK TAHAP 1

Bilangan acak	Urutan	Peringkat
628	1	3
846	2	4
475	3	2
902	4	5
452	5	1

- menggunakan peringkat untuk menunjukkan nomor baris pada rencana yang terpilih dan urutan menunjukkan nomor baris bagi rencana yang baru, sehingga rencana baru setelah pengacakan baris, seperti Gambar 36 berikut ini.

C	D	A	E	B
D	E	B	A	C
B	A	E	C	D
E	C	D	B	A
A	B	C	D	E

Gambar 36. Hasil pengacakan bujur sangkar latin tahap 1

### Langkah 3.

Mengacak susunan kolom dengan menggunakan prosedur yang sama dengan penyusunan baris dalam langkah 2. Kelima bilangan acak yang terpilih dan peringkatnya akan terlihat seperti pada Tabel 22 berikut ini.

TABEL 22. PEMERINGKATAN BILANGAN ACAK TAHAP 2

Bilangan acak	Urutan	Peringkat
792	1	4
032	2	1
947	3	5
293	4	3
196	5	2

Selanjutnya, rencana akhir yang menjadi penataan unit percobaan akan terlihat seperti pada Tabel 23 di bawah ini.

TABEL 23. HASIL PENGACAKAN AKHIR BUJUR SANGKAR LATIN

Nomor Baris	Nomor Kolom				
	1	2	3	4	5
1	E	C	B	A	D
2	A	D	C	B	E
3	C	B	D	E	A
4	B	E	A	D	C
5	D	A	E	C	B

Pada dasarnya bujur sangkar yang paling umum digunakan adalah 5 x 5 sampai 8 x 8, sedangkan bujur sangkar yang lebih dari 12 x 12 jarang digunakan. Penentuan banyaknya rancangan yang mungkin disesuaikan dengan banyaknya perlakuan dengan menggunakan rumus :

$$N \text{ pasangan} = (t)(t!)(t-1)!$$

Dimana : N = jumlah pasangan

t = banyaknya perlakuan

Misal perlakuan sebanyak 5 maka jumlah pasangan yang mungkin terbentuk adalah  $(5)(5!)(5-1)! = (5)(5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1)(4 \times 3 \times 2 \times 1) = 14400$  kemungkinan pasangan. Pada RBSL ini ketika menggunakan 5 perlakuan (t), 5 baris (b) dan 5 kolom (k) sehingga terbentuk bujur sangkar (5 x 5) maka tabulasinya seperti terlihat pada Tabel 24 di bawah ini.

TABEL 24. PENATAAN DATA BUJUR SANGKAR LATIN

Baris (i)	Kolom (j)					Jumlah baris (Y <sub>i. (.)</sub> )
	1	2	3	4	5	
1	Y <sub>11(A)</sub>	Y <sub>12(B)</sub>	Y <sub>13(C)</sub>	Y <sub>14(D)</sub>	Y <sub>15(E)</sub>	Y <sub>1. (.)</sub>
2	Y <sub>21(E)</sub>	Y <sub>22(A)</sub>	Y <sub>23(B)</sub>	Y <sub>24(C)</sub>	Y <sub>25(D)</sub>	Y <sub>2. (.)</sub>
3	Y <sub>31(D)</sub>	Y <sub>32(E)</sub>	Y <sub>33(A)</sub>	Y <sub>34(B)</sub>	Y <sub>35(C)</sub>	Y <sub>3. (.)</sub>
4	Y <sub>41(C)</sub>	Y <sub>42(D)</sub>	Y <sub>43(E)</sub>	Y <sub>44(A)</sub>	Y <sub>45(B)</sub>	Y <sub>4. (.)</sub>
5	Y <sub>51(B)</sub>	Y <sub>52(C)</sub>	Y <sub>53(D)</sub>	Y <sub>54(E)</sub>	Y <sub>55(A)</sub>	Y <sub>5. (.)</sub>
Jumlah kolom (Y <sub>.j (.)</sub> )	Y <sub>.1 (.)</sub>	Y <sub>.2 (.)</sub>	Y <sub>.3 (.)</sub>	Y <sub>.4 (.)</sub>	Y <sub>.5 (.)</sub>	Y <sub>.. (.)</sub>
Jumlah perlakuan (Y <sub>.. (k)</sub> )	Y <sub>.. (A)</sub>	Y <sub>.. (B)</sub>	Y <sub>.. (C)</sub>	Y <sub>.. (D)</sub>	Y <sub>.. (E)</sub>	

## Model Linier RBSL

Secara umum model aditif linier dari Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \gamma_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :  $\mu$  = rerata umum

$\beta_i$  = pengaruh baris ke-i

$\gamma_j$  = pengaruh kolom ke-j

$\tau_k$  = pengaruh perlakuan ke-k

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh acak baris ke-i, kolom ke-j dan perlakuan ke-k

$i = 1, 2, 3, \dots, r$  ;  $j = 1, 2, 3, \dots, r$ ;  $k = 1, 2, 3, \dots, r$

Berdasarkan model tersebut terlihat bahwa keragaman atau variasi disebabkan oleh perlakuan, baris, kolom dan galat percobaan.

## Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan pada RBSL ada tiga yaitu akibat pengaruh perlakuan, baris dan kolom, seperti berikut ini.

a) Hipotesis pengaruh perlakuan

$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_i = 0$  (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $i$  dimana  $\tau_k \neq 0$

b) Hipotesis pengaruh baris

$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_i = 0$  (baris tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $i$  dimana  $\beta_i \neq 0$

c) Hipotesis pengaruh kolom

$H_0 : \gamma_1 = \dots = \gamma_j = 0$  (kolom tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $j$  dimana  $\gamma_j \neq 0$

## Analisis Data

Data yang diperoleh dengan menggunakan Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) akan dianalisis keragamannya atau dilakukan sidik ragam. Guna mempermudah pelaksanaan analisis data maka perlu mengetahui dan menggunakan rumus-rumus di bawah dengan tahapan seperti berikut ini.

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = (\sum_i \sum_j Y_{ij(k)})^2 / r^2$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT )

$$JKT = \sum_i \sum_j Y_{ij(k)}^2 - FK$$

3. Menghitung Jumlah Kuadrat Baris (JKB)

$$JKB = (\sum_i (\sum_j Y_{ij(k)})^2 / r) - FK$$

4. Menghitung Jumlah Kuadrat Kolom (JKK)

$$JKK = (\sum_j (\sum_i Y_{ij(k)})^2 / r) - FK$$

5. Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = (\sum_k (\sum_{ij} Y_{ij(k)})^2 / r) - FK$$

6. Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKB - JKK - JKP$$

7. Menghitung derajat bebas (db)

db baris = db kolom = db perlakuan =  $r - 1$

db galat =  $(r-1)(r-2)$

db total =  $r^2 - 1$

8. Menghitung Kuadrat Tengah Baris (KTB)

$$KTB = JKB / r - 1$$

9. Menghitung Kuadrat Tengah Kolom (KTK)

$$KTK = JKK / r - 1$$



10. Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = JKP / r - 1$$

11. Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = JKG / (r-1)(r-2)$$

Selanjutnya rumus-rumus perhitungan tersebut ditabulasi ke dalam tabel sidik ragam seperti Tabel 25 berikut ini.

TABEL 25. SIDIK RAGAM RBSL

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					$\alpha = 5\%$	$\alpha = 1\%$
Baris	r-1	JKB	KTb	KTb/KTG		
Kolom	r-1	JKK	KTk	KTk/KTG		
Perlakuan	r-1	JKP	KTP	KTP/KTG		
Galat	(r-1)(r-2)	JKG	KTG			
Total	$r^2 - 1$	JKT				

Setelah rumus-rumus digunakan dan hasil perhitungan telah mengisi tabel sidik ragam maka dilanjutkan dengan uji F yaitu membandingkan F hitung dari perlakuan, baris dan kolom dengan F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) tertentu. Nilai F hitung dicari dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = (S\tau)^2 / (S\varepsilon)^2 = KTP / KTG$$

$$F_{\text{hitung baris}} = (S\beta)^2 / (S\varepsilon)^2 = KTB / KTG$$

$$F_{\text{hitung kolom}} = (S\gamma)^2 / (S\varepsilon)^2 = KTK / KTG$$

di mana  $(S\tau)^2$  = ragam akibat perlakuan  
 $(S\beta)^2$  = ragam akibat baris  
 $(S\gamma)^2$  = ragam akibat kolom  
 $(S\varepsilon)^2$  = ragam akibat non perlakuan atau kuadrat tengah galat.

Setelah nilai F hitung diketahui lalu dibandingkan dengan F tabel (yang dapat dilihat pada tabel titik kritis sebaran F) pada level nyata tertentu, dalam hal ini digunakan level nyata ( $\alpha$ ) 5 % dan 1%. Secara umum uji F membandingkan hipotesis nol ( $H_0$ ) dengan hipotesis alternative ( $H_1$ ) seperti di bawah ini.

$$H_0 : \tau = \varepsilon ; \beta = \varepsilon \text{ dan } \gamma = \varepsilon \text{ vs } H_1 : \tau \neq \varepsilon ; \beta \neq \varepsilon \text{ dan } \gamma \neq \varepsilon$$

Jika F hitung perlakuan < F tabel ( $\alpha=5\%$ ) berarti perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_0$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Jika F hitung perlakuan > F tabel ( $\alpha=5\%$ ) berarti perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_1$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Selanjutnya, jika F hitung perlakuan > F tabel ( $\alpha=1\%$ ) berarti perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_1$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 1 %. Kaedah juga tersebut juga berlaku untuk F hitung baris dan kolom yang dibandingkan dengan F tabel pada level nyata 5 dan 1%.

### Koefisien Keragaman (KK)

Koefisien keragaman (KK) adalah persen rerata dari rerata umum percobaan. Fungsi KK dalam RBSL mempunyai fungsi yang sama dengan RAL maupun RAK yaitu untuk menunjukkan derajat kejituan (*accuracy* atau *precision*) serta keandalan kesimpulan. KK dirumuskan seperti berikut ini.

$$KK = \{ \sqrt{(KTG)} / \bar{y} \} \times 100 \%$$

$$\text{Dimana : } \bar{y} \text{ (rerata umum)} = T / r^2 = \sum_{ij} Y_{ij} / r^2$$

Seperti halnya pada rancangan percobaan sebelumnya, nilai KK yang semakin kecil menyebabkan derajat kejituan dan keandalan serta validitas kesimpulan akan semakin tinggi, begitu sebaliknya. Nilai KK ini sangat dipengaruhi oleh keheterogenitasan, kontrol lokal, selang perlakuan dan ulangan percobaan.

### Studi Kasus

Seorang peneliti ingin mengetahui pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen antioksidan dalam ekstraksi bunga rosella. Pada ekstraksi ini menggunakan lima (5) jenis pelarut dengan menggunakan lima (5) kelompok tingkat kematangan bunga dan lima (5) kelompok teknik pengeringan. Adapun pengelompokannya seperti tersusun pada Tabel 26 di bawah ini.

TABEL 26. MODEL TABULASI DATA PADA RSBL

Kelompok tingkat kematangan (baris ke-i)	Kelompok teknik pengeringan (kolom ke-j)				
	1	2	3	4	5
1	A	B	C	D	E
2	E	A	B	C	D
3	D	E	A	B	C
4	C	D	E	A	B
5	B	C	D	E	A

Keterangan : A,B,C,D dan E adalah jenis pelarut (perlakuan (k))

Sementara itu data rendemen ekstrak antioksidan rosella yang diperoleh seperti terlihat pada Tabel 26 di bawah ini.

TABEL 26. DATA HASIL PERCOBAAN PENGARUH JENIS PELARUT TERHADAP RENDEMAN ANTIOKSIDAN

Kelompok tingkat kematangan (baris ke-i)	Kelompok teknik pengeringan (kolom ke-j)					Jumlah pada baris
	1	2	3	4	5	
1	A 5,39	B 5,63	C 5,93	D 6,26	E 6,33	29,54
2	E 6,32	A 5,38	B 5,64	C 5,95	D 6,28	29,57
3	D 6,24	E 6,35	A 5,36	B 5,61	C 5,94	29,5
4	C 5,91	D 6,27	E 6,38	A 5,35	B 5,80	29,71
5	B 5,62	C 5,93	D 6,28	E 6,37	A 5,40	29,6
Jumlah pada kolom	29,48	29,56	29,59	29,54	29,75	147,92
Jumlah pada perlakuan	26,88 A	28,30 B	29,66 C	31,33 D	31,75 E	

### Perhitungan Sidik Ragam

Berdasarkan data yang tertera maka sidik ragam dilakukan melalui tahapan perhitungan sebagai berikut :

#### 1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$\begin{aligned}
 FK &= (\sum_i \sum_j Y_{ij(k)})^2 / r^2 \\
 &= (147,92)^2 / 5^2 \\
 &= 875,21
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_i \sum_j Y_{ij(k)}^2 - FK \\ &= [(5,39)^2 + (5,63)^2 + \dots + (6,33)^2] - 875,21 \\ &= 878,79 - 875,21 \\ &= 3,373 \end{aligned}$$

3. Menghitung Jumlah Kuadrat Baris (JKB)

$$\begin{aligned} JKB &= (\sum_i (\sum_j Y_{ij(k)})^2 / r) - FK \\ &= \frac{[(29,54)^2 + (29,57)^2 + \dots + (29,60)^2]}{5} - 875,21 \\ &= \frac{4.376,09}{5} - 875,21 \\ &= 0,005 \end{aligned}$$

4. Menghitung Jumlah Kuadrat Kolom (JKK)

$$\begin{aligned} JKK &= (\sum_j (\sum_i Y_{ij(k)})^2 / r) - FK \\ &= \frac{[(29,48)^2 + (29,56)^2 + \dots + (29,75)^2]}{5} - 875,21 \\ &= \frac{4.376,11}{5} - 875,21 \\ &= 0,008 \end{aligned}$$

5. Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} JKP &= (\sum_k (\sum_{ij} Y_{ij(k)})^2 / r) - FK \\ &= \frac{[(26,88)^2 + (28,30)^2 + \dots + (31,75)^2]}{5} - 875,21 \\ &= \frac{4.392,77}{5} - 875,21 \\ &= 3,341 \end{aligned}$$

6. Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKB - JKK - JKP \\ &= 3,373 - 0,005 - 0,008 - 3,341 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

7. Menghitung derajat bebas (db)

$$\begin{aligned} \text{db baris} &= \text{db kolom} = \text{db perlakuan} = r - 1 = 5 - 1 = 4 \\ \text{db galat} &= (r-1)(r-2) = (5 - 1)(5 - 2) = 12 \\ \text{db total} &= r^2 - 1 = 5^2 - 1 = 24 \end{aligned}$$

8. Menghitung Kuadrat Tengah Baris (KTB)

$$\begin{aligned} KTB &= JKB / r-1 \\ &= 0,005/4 \\ &= 0,0013 \end{aligned}$$

9. Menghitung Kuadrat Tengah Kolom (KTK)

$$\begin{aligned} KTK &= JKK / r-1 \\ &= 0,008/4 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

10. Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned} KTP &= JKP / r-1 \\ &= 3,341/4 \\ &= 0,8353 \end{aligned}$$

11. Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\begin{aligned} KTG &= JKG / (r-1)(r-2) \\ &= 0,02/12 \\ &= 0,0015 \end{aligned}$$

## 12. Menghitung F hitung

$$\begin{aligned}
 F_{\text{hitung baris}} &= KTB/KTG \\
 &= 0,0013 / 0,0015 \\
 &= 0,8667 \\
 F_{\text{hitung kolom}} &= KTK/KTG \\
 &= 0,002 / 0,0015 \\
 &= 1,3333 \\
 F_{\text{hitung perlakuan}} &= KTP/KTG \\
 &= 0.8353/0.0015 \\
 &= 554.652
 \end{aligned}$$

## 13. Menghitung nilai Koefisien Keragaman (KK)

$$\begin{aligned}
 KK &= \{ \{ \sqrt{KTG} \} / \bar{y} \} \times 100 \% \\
 &= \{ \{ \sqrt{0.0015} \} / 5.917 \} \times 100 \% \\
 &= 0,6\%
 \end{aligned}$$

## 14. Membuat tabel sidik ragam

TABEL 27. SIDIK RAGAM RBSL

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Baris	4	0.005	0.0013	0,8667 <sup>ns</sup>	3.26	8.41
Kolom	4	0.008	0.002	1,3333 <sup>ns</sup>	3.26	8.41
Perlakuan	4	3.341	0.8353	554.652 <sup>**</sup>	3.26	8.41
Galat	12	0.02	0.0015			
Total	24	3.373	0.1405			

Tabel sidik ragam (uji F) di atas menunjukkan bahwa F hitung perlakuan > F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) = 1% (dengan tanda \*\*), sementara itu F hitung baris maupun kolom < F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) = 5% (dengan tanda ns = non significant). Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh jenis pelarut yang sangat nyata terhadap rendemen antioksidan rosella, sementara tingkat kematangan dan teknik pengeringan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap rendemen antioksidan rosella. Hal ini berarti pengaruh jenis pelarut menerima  $H_0$  pada level nyata ( $\alpha$ ) = 1% dan menolak  $H_0$ , sementara itu pengaruh tingkat kematangan dan teknik pengeringan menerima  $H_0$  tetapi menolak  $H_1$  pada level nyata ( $\alpha$ ) = 5%.

## Uji Perbandingan Berganda

Uji perbandingan berganda pada RBSL juga ditujukan untuk mengetahui perlakuan-perlakuan yang berbeda antara satu dengan lainnya. Pada penerapannya dapat digunakan uji perbandingan berganda Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Least Significance Difference* (LSD), Beda Nyata Jujur (BNJ) atau *Honest Significance Difference* (HSD) serta Uji Jarak Duncan atau *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) tergantung pada persyaratan penggunaan uji perbandingan berganda tersebut.

## Sidik Ragam Menggunakan Software SPSS

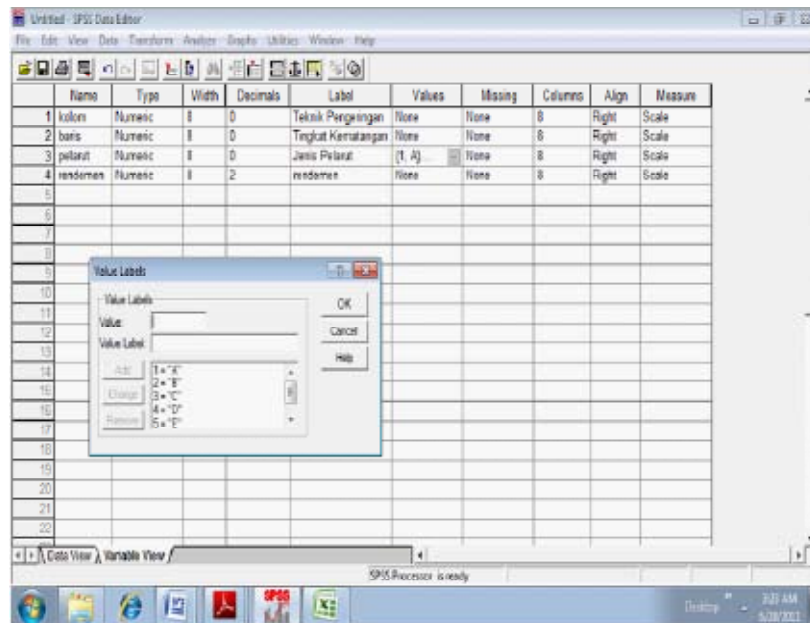
Pemakaian *software SPSS* pada RBSL mempunyai tujuan yang sama dengan rancangan percobaan sebelumnya. Guna mengetahui aplikasinya pada RBSL digunakan data tersebut di atas.

### 1. Mencari rerata, standar deviasi dan standar error

Langkah – langkah untuk mendapatkan informasi rerata, standar deviasi dan standar error adalah sebagai berikut :

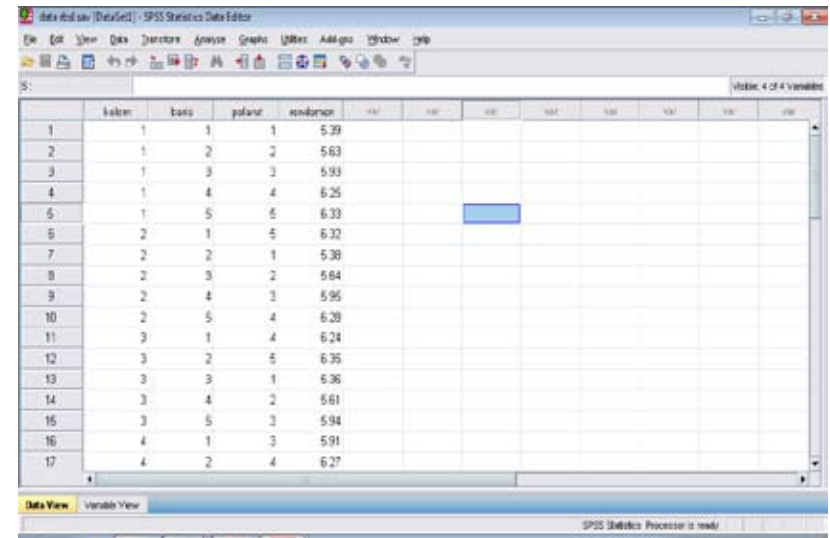
- Membuka tampilan SPSS data editor kemudian klik **Variable View** pada pojok kiri bawah, kemudian pada **Kolom Name** ketik **Kolom, Baris, Pelarut dan Rendemen**, pada

Type ketik **numeric**, pada **Width** ketik **8**, pada **label** ketik **Teknik Pengeringan, Tingkat kematangan, Jenis Pelarut dan Rendemen**. Pada **Values** untuk jenis pelarut di klik **Tanda Panah Sebelah Kanan** sehingga muncul kotak dialog **Value Labels**, ketik **1** pada **Value** dan ketik **A** pada **Value Label** kemudian klik **Add** selanjutnya kembali ditulis pada **Value** angka **2** dan pada **Value Label** huruf **B** kemudian klik **Add** lagi demikian seterusnya sampai angka 5, kemudian tekan **OK** seperti pada Gambar 37 di bawah ini.



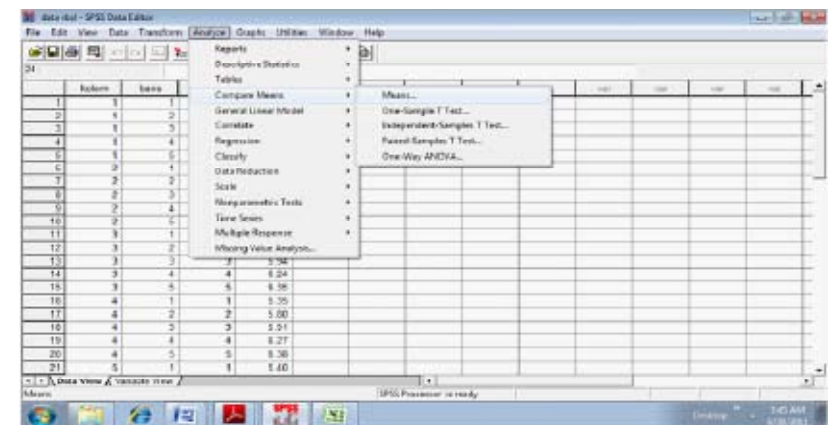
Gambar 37. Tampilan value labels

- b) Selanjutnya memasukkan data (input data) dengan jalan klik tampilan **Data View**, kemudian ketik di bawah kolom **angka 1 lima kali, angka dua lima kali dst**, seperti Gambar 38 berikut ini.



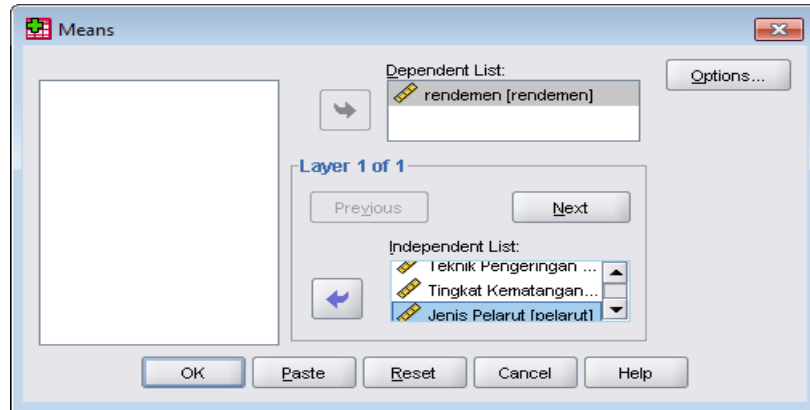
Gambar 38. Tampilan pengisian data view

- c) Selanjutnya dilakukan analisis dengan mengklik **Menu Analyze** pilih **Compare Means**, lalu klik **Means** seperti Gambar 39 di bawah ini



Gambar 39. Tampilan mencari means

- d) Selanjutnya akan muncul kotak dialog **mean**, pindahkan **variable rendemen** ke **dependent list** dan **variable lain** ke **independen list** kemudian klik **OK** seperti Gambar 40 di bawah.



Gambar 40. Tampilan kotak dialog means

- e) Hasil klik **OK** di atas memunculkan tampilan **output** dalam bentuk tabel **Report**.

Tabel report yang ditampilkan ada tiga jenis yaitu tabel report teknik pengeringan (Tabel 28), jenis pelarut (Tabel 29) dan tingkat kematangan (Tabel 30). Tabel report tersebut menunjukkan rerata, banyaknya pengulangan, standar deviasi dan standar error dari rerata.

TABEL 28. REPORT TENTANG TEKNIK PENGERINGAN

rendemen

Teknik Pengeringan	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error of Mean
1	5.9060	5	.40035	.17904
2	5.9140	5	.40630	.18170
3	5.9000	5	.41695	.18647
4	5.9420	5	.40960	.18318
5	5.9200	5	.41611	.18609
Total	5.9164	25	.37449	.07490

TABEL 29. REPORT TENTANG JENIS PELARUT

rendemen

Jenis Pelarut	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error of Mean
A	5.3760	5	.02074	.00927
B	5.6600	5	.07906	.03536
C	5.9320	5	.01483	.00663
D	6.2640	5	.01817	.00812
E	6.3500	5	.02550	.01140
Total	5.9164	25	.37449	.07490

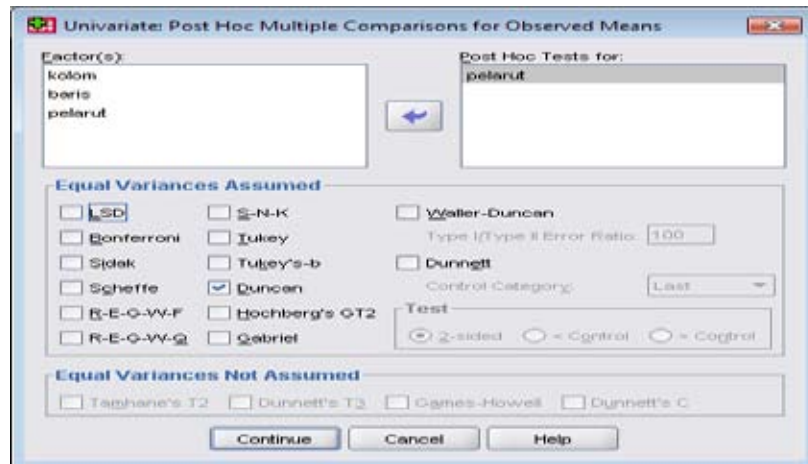
TABEL 30. REPORT TENTANG TINGKAT KEMATANGAN

rendemen

Tingkat Kematangan	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error of Mean
1	5.8960	5	.39703	.17756
2	5.9120	5	.41318	.18478
3	5.9180	5	.42816	.19148
4	5.9060	5	.42788	.19135
5	5.9500	5	.38026	.17006
Total	5.9164	25	.37449	.07490

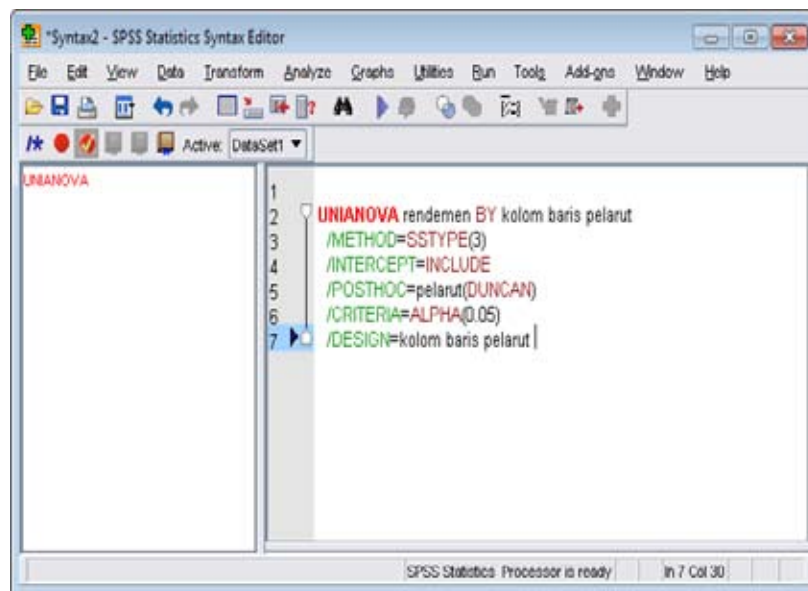






Gambar 43. Tampilan univariate : post hoc multiple comparisons for observed means

- d) Setelah itu akan kembali ke tampilan awal, kemudian klik **Paste** akan muncul kotak dialog **Syntax SPSS Syntax Editor** seperti Gambar 44 berikut ini



Gambar 44. Kotak dialog syntax SPSS syntax editor

- e) Kemudian klik **Tanda Panah Kiri** seperti pentunjuk di atas sehingga didapatkan hasil analisis seperti tabel di bawah ini.

#### e.1) Tabel **Tests of Between-Subjects Effects**

Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** menunjukkan hasil analisis keragaman (ANOVA) atau menunjukkan pengaruh perlakuan, baris dan kolom terhadap variabel terikatnya, seperti terlihat pada Tabel 31 di bawah.

TABEL 31. TEST OF BETTWEN-SUBJECT EFFECTS (ANOVA)

Dependent Variable: rendemen

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.348(a)	12	.279	187.158	.000
Intercept	875.095	1	875.095	587049.233	.000
KOLOM	.005	4	.001	.881	.504
BARIS	.008	4	.002	1.405	.291
PELARUT	3.334	4	.834	559.189	.000
Error	.018	12	.001		
Total	878.460	25			
Corrected Total	3.366	24			

a R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .989)

Hipotesis yang diajukan dari analisis ini ada tiga yaitu hipotesis untuk pengaruh perlakuan dan pengaruh baris dan kolom. Hipoteis pengaruh perlakuannya adalah :

- $H_0$  : Jenis pelarut tidak berpengaruh terhadap rendemen antioksidan rosella

- $H_1$  : Jenis pelarut berpengaruh terhadap rendemen antioksidan rosella

Sementara itu dasar pengambilan keputusannya adalah jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan sebaliknya jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Berdasarkan tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** diatas dapat dilihat bahwa probabilitasnya sebesar  $0,00 < 0,05$  sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya jenis pelarut berpengaruh nyata terhadap rendemen antioksidan rosella.

Hipotesis untuk pengaruh baris adalah :

- $H_0$  : Tingkat kematangan tidak berpengaruh terhadap rendemen antioksidan rosella
- $H_1$  : Tingkat kematangan berpengaruh terhadap rendemen antioksidan rosella

Dengan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut : jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** di atas menunjukkan bahwa probabilitasnya sebesar  $0,291 > 0,05$  sehingga  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak artinya tingkat kematangan tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen antioksidan rosella.

Hipotesis untuk pengaruh kolom adalah :

- $H_0$  : Teknik pengeringan tidak berpengaruh terhadap rendemen antioksidan rosella
- $H_1$  : Teknik pengeringan berpengaruh terhadap rendemen antioksidan rosella

Dengan dasar pengambilan keputusan yang sama seperti di atas, diketahui bahwa probabilitasnya sebesar  $0,504 >$

$0,05$  sehingga  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak yang artinya teknik pengeringan juga tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen antioksidan rosella.

## E2) Tabel Subset

Tabel ini menunjukkan pengelompokan (subset) perlakuan, baris dan kolom yang mempunyai rerata sama. Dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan (DMRT), hanya perlakuan - perlakuan yang dapat dibedakan. Seperti terlihat pada tabel di bawah nampak bahwa antar perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain berada pada subset yang berbeda.

TABEL 32. SUBSET UNTUK JENIS PELARUT  
DENGAN MENGGUAKAN JARAK BERGANDA DUNCAN

Post Hoc Tests						
Jenis Pelarut	N	Subset				
		1	2	3	4	5
A	5	5.3760				
B	5		5.6600			
C	5			5.9320		
D	5				6.2640	
E	5					6.3500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares.

The error term is Mean Square (Error) = .001.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b Alpha = .05.

## V. PERCOBAAN FAKTORIAL

### Karakteristik Percobaan Faktorial

Percobaan faktorial adalah percobaan yang menggunakan lebih dari satu faktor dengan perlakuan yang merupakan kombinasi dari level-level suatu faktor dengan level-level faktor lainnya. Jadi level-level dari faktor-faktor yang dilibatkan saling bersilangan. Percobaan faktorial ini memungkinkan timbulnya interaksi dari faktor-faktor yang dilibatkan. Sementara itu, interaksi sendiri merupakan kegagalan level-level sesuatu faktor untuk berperilaku sama pada level-level atau terhadap perubahan level-level faktor lainnya.

Penempatan perlakuan kombinasi ke dalam unit-unit percobaan pada percobaan faktorial sama seperti pada percobaan faktor tunggal, yang dapat menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) maupun Rancangan Acak Kelompok (RAK) tergantung pada kondisi, tempat/media percobaan dan lain sebagainya. Dalam percobaan faktorial ini dikenal istilah ulangan terselubung, karena level-level dari setiap faktor yang terlibat selain diulang menurut banyaknya ulangan dari rancangan percobaan yang digunakan juga diulang menurut banyaknya level dari faktor lainnya.

### Ilustrasi

Penelitian percobaan faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ilustrasi sebagai berikut : Seorang peneliti ingin mengetahui produksi padi yang menggunakan tiga (3) varietas benih yaitu V1, V2, V3 dan diberi pupuk N dengan dosis No, N1, N2, N3. Dengan demikian banyaknya perlakuan yang dicobakan ada sebanyak  $3 \times 4 = 12$  kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan yang terbentuk antara varietas benih dan dosis pupuk diterapkan pada petak lahan berukuran 2 m x 3 m yang diulang sebanyak 3 kali. Oleh karena itu jumlah petak percobaan yang dibutuhkan sebanyak

$12 \times 3 = 36$  petak atau 36 unit percobaan. Seluruh petak lahan tersebut dianggap seragam atau homogen. Dengan demikian bentuk kombinasi perlakuannya seperti bagan berikut ini.

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

Gambar 45. Bagan percobaan faktorial dengan menggunakan RAL

### Pengacakan

Proses pengacakan pada percobaan faktorial dengan menggunakan RAL, misal aplikasi dari ilustrasi di atas, maka dilakukan melalui beberapa langkah berikut ini.

- 1) memberi nomor setiap kombinasi perlakuan (1-12)
- 2) memberi nomor petak lahan yang digunakan (1-36)
- 3) memilih bilangan acak (3 digit) sebanyak 36 bilangan kemudian petakan nomor perlakuan (1-12) diulang 3 kali sampai ke-36 bilangan acak terpetakan semua.
- 4) memberi peringkat bilangan-bilangan acak tersebut.
- 5) memetakan kombinasi perlakuan pada bagan petak lahan sesuai dengan peringkat bilangan acak, sehingga terbentuk bagan seperti berikut ini.

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

Gambar 46. Bagan pengacakan percobaan faktorial dengan menggunakan RAL

## Model Linier Aditif

Model aditif linier percobaan faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah :

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

Dimana :  $Y_{ijk}$  = Nilai pengamatan pada faktor A level ke-i, faktor B level ke-j dan ulangan ke k,  
 $\mu$  = Rerata umum  
 $\alpha_i$  = Pengaruh utama faktor A  
 $\beta_j$  = Pengaruh utama faktor B  
 $(\alpha\beta)_{ij}$  = Komponen interaksi dari faktor A dan faktor B  
 $\varepsilon_{ijk}$  = Pengaruh acak yang menyebar normal

## Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan pada percobaan faktorial dengan menggunakan RAL ada tiga yaitu akibat pengaruh faktor A, faktor B dan interaksi faktor A dan B, seperti berikut ini.

- a) Hipotesis pengaruh faktor A  
 $H_o : \alpha_1 = \dots = \alpha_i = 0$  (perlakuan faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)  
 $H_1$  : paling sedikit ada satu i dimana  $\alpha_i \neq 0$
- b) Hipotesis pengaruh baris  
 $H_o : \beta_1 = \dots = \beta_j = 0$  (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)  
 $H_1$  : paling sedikit ada satu j dimana  $\beta_j \neq 0$
- c) Hipotesis pengaruh kolom  
 $H_o : \alpha\beta_{11} = \dots = \alpha\beta_{ij} = 0$  (baris tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)  
 $H_1$  : paling sedikit ada satu ij dimana  $\alpha\beta_{ij} \neq 0$

## Analisis Data

Data yang diperoleh dalam percobaan faktorial dengan RAL akan dianalisis keragamannya atau dilakukan sidik ragam. Dalam sidik ragam dalam percobaan faktorial ini perlu rumus-rumus dan tahapan di bawah ini dengan (a) sebagai banyaknya level pada faktor A, (b) sebagai banyaknya level pada faktor B dan (r) sebagai ulangan.

- 1) Menghitung Faktor Koreksi (FK)  
 $FK = (\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / rab$
- 2) Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)  
 $JKT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK$
- 3) Menghitung Jumlah Kuadrat Faktor A (JKA)  
 $JKA = \sum_i (\sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / rb - FK$
- 4) Menghitung Jumlah Kuadrat Faktor B (JKB)  
 $JKB = \sum_j (\sum_i \sum_k Y_{ijk})^2 / ra - FK$
- 5) Menghitung Jumlah Kuadrat Interaksi Faktor A dan B (JKAB)  
 $JKAB = \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk})^2 / r - FK - JKA - JKB$
- 6) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)  
 $JKP = \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk}^2) / r - FK$   
 $= JKA + JKB + JKAB$
- 7) Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)  
 $JKG = JKT - JKP$
- 8) Menghitung derajat bebas (db)  
db perlakuan =  $ab - 1$   
db faktor A =  $a - 1$   
db faktor B =  $b - 1$   
db interaksi AB =  $(a-1)(b-1)$

$$\begin{aligned} \text{db galat} &= ab(r-1) \\ \text{db total} &= rab - 1 \end{aligned}$$

9) Menghitung Kuadrat Tengah Faktor A (KTA)

$$KTA = JKA / (a-1)$$

10) Menghitung Kuadrat Tengah Faktor B (KTB)

$$KTB = JKB / (b-1)$$

11) Menghitung Kuadrat Tengah Interaksi AB (KTAB)

$$KTAB = JKAB / (a-1)(b-1)$$

12) Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = JKP / (ab - 1)$$

13) Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = JKG / ab(r-1)$$

Rumus-rumus perhitungan tersebut selanjutnya ditabulasi ke dalam tabel sidik ragam seperti berikut ini.

TABEL 33. SIDIK RAGAM PERCOBAAN FAKTORIAL  
DENGAN MENGGUNAKAN RAL

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					$\alpha = 5\%$	$\alpha = 1\%$
Perlakuan	$ab - 1$	JKP	KTP	KTP/KTG		
- A	$a - 1$	JKA	KTA	KTA/KTG		
- B	$b - 1$	JKB	KTB	KTB/KTG		
- AB	$(a - 1)(b - 1)$	JKAB	KTAB	KTAB/KTG		
Galat	$ab(r - 1)$	JKG	KTG			
Total	$rab - 1$	JKT				

Setelah hasil perhitungan mengisi tabel sidik ragam di atas maka dilanjutkan dengan membandingkan F hitung dari perlakuan, faktor A, B, interaksi AB dengan F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) tertentu pada derajat bebas perlakuan, faktor A, B, interaksi AB dengan derajat bebas galat tertentu. Masing- masing nilai F hitung dicari dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = KTP / KTG$$

$$F_{\text{hitung A}} = KTA / KTG$$

$$F_{\text{hitung B}} = KTB / KTG$$

$$F_{\text{hitung AB}} = KTAB / KTG$$

Dengan menggunakan rumus di atas maka nilai F hitung akan diketahui. Selanjutnya masing – masing F hitung tersebut dibandingkan dengan F tabel (yang dapat dilihat pada tabel titik kritis sebaran F) pada level nyata tertentu, dalam hal ini digunakan level nyata ( $\alpha$ ) 5 % dan 1 %. Secara umum uji F membandingkan hipotesis nol ( $H_0$ ) dengan hipotesis alternative ( $H_1$ ) seperti di bawah ini.

$$H_0: \alpha = \varepsilon; \beta = \varepsilon \text{ dan } \alpha\beta = \varepsilon \text{ vs } H_1: \alpha \neq \varepsilon; \beta \neq \varepsilon \text{ dan } \alpha\beta \neq \varepsilon$$

Jika F hitung pengaruh A, B dan AB < F tabel ( $\alpha=5\%$ ) berarti A, B dan AB tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati. Artinya  $H_0$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Jika F hitung pengaruh A, B dan AB > F tabel ( $\alpha=5\%$ ) berarti A, B dan AB memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_1$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 5 %. Selanjutnya, jika F hitung pengaruh A, B dan AB > F tabel ( $\alpha=1\%$ ) berarti A, B dan AB memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap respon yang diamati, artinya  $H_1$  diterima pada level nyata ( $\alpha$ ) 1 %.

### Koefisien Keragaman (KK)

Koefisien keragaman (KK) adalah persen rerata dari rerata umum percobaan. KK dalam percobaan faktorial dengan menggunakan RAL mempunyai fungsi yang sama seperti saat menggunakan percobaan faktor tunggal yaitu untuk menunjukkan derajat kejituan ( *accuracy* atau *precision*) serta keandalan kesimpulan. KK dirumuskan seperti berikut ini.

$$KK = \{ \{ \sqrt{ ( KTG ) } \} / \bar{Y} \} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } \bar{Y} \text{ (rerata umum)} &= T_{ijk} / rab \\ &= \Sigma Y_{ijk} / rab \end{aligned}$$

Nilai KK yang semakin kecil menyebabkan derajat kejituan dan keandalan serta validitas kesimpulan akan semakin tinggi, begitu sebaliknya. Nilai KK ini sangat dipengaruhi oleh keheterogenitasan, kontrol lokal, selang perlakuan dan ulangan percobaan.

### Penerapan Percobaan Faktorial

Percobaan faktorial dalam penerapannya tidak hanya untuk mengetahui pengaruh dua faktor saja tetapi juga digunakan untuk pengaruh lebih dari dua faktor. Pada pembahasan ini penerapannya dibatasi pengaruh dua faktor dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) maupun Rancangan Acak Kelompok (RAK). Pembahasan penerapannya pada RAL telah dikemukakan di atas sementara dalam RAK akan dibahas dalam studi kasus di bawah ini.

### Studi Kasus

Seorang peneliti ingin meneliti pengaruh konsentrasi penambahan  $\text{CaSO}_4$  dan cairan tape ketan terhadap kadar protein “Sweet-Curdled Soymilk”. Konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  terdiri dari 4 level dan konsentrasi cairan tape juga terdiri dari 3 level. Penelitiannya dirancang menggunakan percobaan faktorial dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Hasil penelitian menunjukkan data seperti pada Tabel 34 di bawah ini.

TABEL 34. DATA PERCOBAAN TENTANG PENGARUH KONSENTRASI PENAMBAHAN  $\text{CaSO}_4$  DAN CAIRAN TAPE KETAN TERHADAP KADAR PROTEIN “SWEET-CURDLED SOYMILK”

Konsentrasi $\text{CaSO}_4$	Cairan Tape Ketan	Kelompok (K)		Jumlah	Rata-rata
		I	II		
0 (A0)	50 % (B1)	2.04	2.11	4.15	2.07
	65% (B2)	2.19	2.15	4.34	2.17
	80% (B3)	2.23	2.17	4.41	2.20
2% (A1)	50 % (B1)	2.06	2.10	4.17	2.08
	65% (B2)	2.15	2.21	4.35	2.18
	80% (B3)	2.19	2.20	4.39	2.19
4% (A2)	50 % (B1)	2.42	2.42	4.85	2.42
	65% (B2)	2.36	2.40	4.76	2.38
	80% (B3)	2.41	2.38	4.79	2.39
6% (A3)	50 % (B1)	2.25	2.28	4.53	2.26
	65% (B2)	2.30	2.30	4.60	2.30
	80% (B3)	2.26	2.36	4.62	2.31
Total		26.86	27.08	53.94	26.97

Berdasarkan tabel data di atas penyelesaian diawali dengan membuat tabel dua arah seperti Tabel 35.

TABEL 35. TABULASI DUA ARAH PERCOBAAN FAKTORIAL  
DENGAN MENGGUNAKAN RAL

A \ B	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-Rata
A0	4.15	4.34	4.41	12.90	2.15
A1	4.17	4.35	4.39	12.91	2.15
A2	4.85	4.76	4.79	14.39	2.40
A3	4.53	4.60	4.62	13.74	2.29
Jumlah	17.70	18.05	18.21	53.94	8.99
Rata-rata	2.21	2.26	2.28	6.75	

### Perhitungan Sidik Ragam

Data yang telah tersusun dalam tabel dua arah tersebut, selanjutnya dilakukan sidik ragam melalui tahapan perhitungan sebagai berikut :

- 1) Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$\begin{aligned} FK &= (\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / rab \\ &= 53,94^2 / 2.4.3 \\ &= 121,2372261 \end{aligned}$$

- 2) Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FK \\ &= (2.04^2 + 2.11^2 + ..... + 2.36^2) - 121,2372261 \\ &= 0,3128 \end{aligned}$$

- 3) Menghitung Jumlah Kuadrat Faktor A (JKA)

$$\begin{aligned} JKA &= \sum_i (\sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / rb - FK \\ &= ((12,90^2 + 12,91^2 + 14,39^2 + 13,74^2) / (2 \cdot 3)) - 121,2372261 \\ &= 0,2612 \end{aligned}$$

- 4) Menghitung Jumlah Kuadrat Faktor B (JKB)

$$\begin{aligned} JKB &= \sum_j (\sum_i \sum_k Y_{ijk})^2 / ra - FK \\ &= ((17,69^2 + 18,05^2 + 18,20^2) / (2.4)) - 121,2372261 \\ &= 0,0174 \end{aligned}$$

- 5) Menghitung Jumlah Kuadrat Interaksi Faktor B dan B (JKAB)

$$\begin{aligned} JKAB &= \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk})^2 / r - FK - JKA - JKB \\ &= ((4,15^2 + 4,34^2 + ..... + 14,60^2 + 4,62^2) / 2) - 121,2372261 \\ &\quad - 0,2612 - 0,0174 \\ &= 0,019768 \end{aligned}$$

- 6) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} JKP &= \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk}^2) / r - FK \\ &= JKA + JKB + JKAB \\ &= 0,2612 + 0,0174 + 0,019768 \\ &= 0,298368 \end{aligned}$$

- 7) Menghitung Jumlah Kuadrat kelompok (JKK)

$$\begin{aligned} JKK &= \sum_k (\sum_i \sum_j Y_{ijk})^2 / ab - FK \\ &= ((26,86^2 + 27,08^2) / (3.4)) - 121,2372261 \\ &= 0,001944 \end{aligned}$$

- 8) Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP - JKK \\ &= 0,3128 - 0,298368 - 0,001944 \\ &= 0,0126 \end{aligned}$$

- 9) Menghitung derajat bebas (db)

$$\begin{aligned} \text{db perlakuan} &= ab - 1 = 12 - 1 = 11 \\ \text{db faktor A} &= a - 1 = 4 - 1 = 3 \\ \text{db faktor B} &= b - 1 = 3 - 1 = 2 \\ \text{db interaksi AB} &= (a-1)(b-1) = 3 \cdot 2 = 6 \\ \text{db kelompok} &= r - 1 = 2 - 1 = 1 \\ \text{db galat} &= ab(r-1) = 12 \cdot 1 = 12 \\ \text{db total} &= rab - 1 = 24 - 1 = 23 \end{aligned}$$

- 10) Menghitung Kuadrat Tengah Faktor A (KTA)

$$KTA = JKA / (a-1)$$



$$= 0,2612 / 3$$

$$= 0,0871$$

11) Menghitung Kuadrat Tengah Faktor B (KTB)

$$KTB = JKB / (b-1)$$

$$= 0,0174 / 2$$

$$= 0,0087$$

12) Menghitung Kuadrat Tengah Interaksi AB (KTAB)

$$KTAB = JKAB / (a-1) (b-1)$$

$$= 0,019768 / 6$$

$$= 0,0033$$

13) Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = JKP / (ab - 1)$$

$$= 0,298368 / 11$$

$$= 0,0271$$

14) Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = JKG / ab(r-1)$$

$$= 0,0126 / 12$$

$$= 0,001$$

15) Membuat tabel Anova / sidik ragam

TABEL 36. SIDIK RAGAM PERCOBAAN FAKTORIAL  
DENGAN MENGGUNAKAN RAL

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					0.05	0.01
Kelompok ( R )	1	0,001944	0,001944	1,6971 <sup>ns</sup>	4.84	9.65
Perlakuan	11	0,298368	0,0271	27,10 <sup>**</sup>	2,72	4,22
A	3	0,2612	0,0871	76,011 <sup>**</sup>	3.59	6.22
B	2	0,0174	0,0087	7,5952 <sup>**</sup>	3.98	7.2
AB	6	0,019768	0,0033	2,8664 <sup>ns</sup>	3.09	5.07
Galat	12	0,0126	0,0011			
Total	23	0,3128				

Tabel sidik ragam (uji F) di atas menunjukkan bahwa bahwa F hitung pengaruh perlakuan, faktor A dan faktor B > F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) = 1% (dengan tanda \*\*), sementara itu F hitung pengaruh faktor AB dan kelompok < F tabel pada level nyata ( $\alpha$ ) = 5% (dengan tanda ns = non significant). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan, konsentrasi penambahan CaSO<sub>4</sub> dan cairan tape ketan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein “Sweet-Curdled Soymilk”, sementara itu interaksi keduanya dan kelompok tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein “Sweet-Curdled Soymilk”.

### Uji Perbandingan Berganda

Guna mengetahui perbedaan antar konsentrasi CaSO<sub>4</sub> dan cairan tape ketan yang ditambahkan pada kasus tersebut di atas, digunakan uji perbandingan berganda. Pada pembahasan ini akan digunakan uji BNT untuk membedakan konsentrasi CaSO<sub>4</sub>, yang dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut :

- Melihat titik kritis sebaran t pada derajat bebas galat (dbG) 12 dan level nyata 5 maupun 1%.
- Menghitung nilai BNT 5% dan 1% dengan rumus seperti berikut ini.

$$BNT\ 5\% = t_{\alpha;2;dbG} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r \times b}}$$

$$= t_{0,05;12} \sqrt{\frac{2 \times 0,0011}{2 \times 3}}$$

$$= t_{0,05;12} \sqrt{\frac{0,0022}{6}}$$

$$= 2,179 \times \sqrt{0,000381818}$$

$$= 2,179 \times 0,019540$$

$$= 0,0425$$

$$\text{BNT 1\%} = t_{\alpha/2; dbG} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r \times b}}$$

$$= t_{0,01;12} \sqrt{\frac{2 \times 0,0011}{2 \times 3}}$$

$$= t_{0,01;12} \sqrt{\frac{0,0022}{6}}$$

$$= 3,055 \times \sqrt{0,000381818}$$

$$= 3,055 \times 0,019540$$

$$= 0,0597$$

- c) Membuat tabel dan mengurut rerata perlakuan dari terbesar ke terkecil, kemudian menghitung selisih antar rerata perlakuan seperti berikut ini. Selisih rerata dibandingkan dengan nilai BNT 5 dan 1%. Jika lebih besar dari BNT 5% diberi tanda\*, jika lebih besar dari BNT 1% diberi tanda \*\* dan jika lebih kecil dari BNT 5% diberi tanda <sup>ns</sup>. Selanjutnya membuat subset dengan memberi notasi seperti berikut ini. Notasi a diberikan pada A2 dan notasi b diberikan pada A3 karena masing-masing berbeda dengan lainnya, sementara notasi c diberikan pada A1 dan A0 karena keduanya tidak terdapat perbedaan tetapi keduanya berbeda dengan lainnya.

TABEL 37. UJI PERBANDINGAN BERGANDA  
DENGAN BNT PADA PERLAKUAN A

Perlakuan	Rerata	A2-Ai	A3-Ai	A1-Ai	Notasi
A2	2.40	-			a
A3	2.29	0.11**	-		b
A1	2.15	0.25**	0.14**	-	c
A0	2.15	0.25**	0.14**	0.00 <sup>ns</sup>	c

Hasil akhir dari uji BNT yang ditujukan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi penambahan  $\text{CaSO}_4$ , seperti terlihat pada tabel di bawah ini. Kesimpulan yang dapat dikemukakan adalah penambahan  $\text{CaSO}_4$  pada konsentrasi 0% (A0) dan 2 % (A1) berbeda sangat nyata dengan 4% (A2) maupun 6% (A3), sementara itu penambahan 4% (A2) berbeda sangat nyata dengan 6% (A3).

TABEL 38. HASIL UJI PERBANDINGAN BERGANDA  
DENGAN BNT PADA PERLAKUAN A

Perlakuan	Rerata	Notasi
A0	2.15	c
A1	2.15	c
A2	2.40	a
A3	2.29	b

Cara yang sama akan digunakan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi penambahan cairan tape ketan, yaitu :

- Melihat titik kritis sebaran t pada derajat bebas galat (dbG) 12 dan level nyata 5 maupun 1%.
- Menghitung nilai BNT 5% dan 1% dengan rumus seperti berikut ini.

$$\begin{aligned}
\text{BNT 5\%} &= t_{\alpha/2;dbG} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r \times a}} \\
&= t_{0,05;2:12} \sqrt{\frac{2 \times 0,0011}{2 \times 4}} \\
&= t_{0,05;2:12} \sqrt{\frac{0,0022}{8}} \\
&= 2,179 \times \sqrt{0,000286364} \\
&= 2,179 \times 0,016922 \\
&= 0,0369
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{BNT 1\%} &= t_{\alpha/2;dbG} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r \times a}} \\
&= t_{0,01;12} \sqrt{\frac{2 \times 0,0011}{2 \times 4}} \\
&= t_{0,01;12} \sqrt{\frac{0,0022}{8}} \\
&= 3,055 \times \sqrt{0,000286364} \\
&= 3,055 \times 0,016922 \\
&= 0,0517
\end{aligned}$$

- c) Membuat tabel dan mengurut rerata perlakuan dari terbesar ke terkecil, kemudian menghitung selisih antar rerata perlakuan seperti berikut ini. Selisih rerata dibandingkan dengan nilai BNT 5 dan 1% dengan ketentuan seperti tersebut di atas, sehingga diperoleh B3 dan B2 diberi notasi a, sementara B1 diberi notasi b.

TABEL 39. UJI PERBANDINGAN BERGANDA  
DENGAN BNT PADA PERLAKUAN B

Perlakuan	Rerata	B3-Bi	B2-Bi	Notasi
B3	2.28	-		a
B2	2.26	0.02 <sup>ns</sup>	-	a
B1	2.21	0.07**	0.05*	b

Hasil uji BNT di bawah ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi penambahan cairan tape ketan 50% (B1) berbeda nyata dengan 65% (B2) dan 80% (B3). Sementara itu antara 65% (B2) dan 80% (B3) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

TABEL 40. HASIL UJI PERBANDINGAN BERGANDA  
DENGAN BNT PADA PERLAKUAN B

Perlakuan	Rerata	Notasi
B1	2.21	b
B2	2.26	a
B3	2.28	a

### Sidik Ragam Percobaan Faktorial Menggunakan *Software SPSS*

Percobaan faktorial yang melibatkan lebih dari satu faktor, umumnya menyulitkan dan membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan sidik ragam. Oleh karena itu SPSS membantu untuk mempermudah dan mempercepat pelaksanaan sidik ragam tanpa mengurangi pemahaman tentang rancangan percobaannya itu

sendiri. Berikut ini diberikan studi kasus percobaan faktorial dengan menggunakan RAL.

Seseorang ingin melakukan percobaan faktorial tentang pengaruh pupuk kandang dan pengapuran terhadap ketersediaan fosfor (P) menurut metode ekstraksi Bray II di tanah asam Podsolik Merah Kuning bekas padang alang-alang yang ditanami kedelai. Diinformasikan faktor pupuk kandang (A) terdiri dari 4 level yaitu tanpa pupuk kandang, 5, 10, 15 ton pupuk kandang / ha. Sementara itu faktor kapur (B) terdiri dari 4 level yaitu tanpa kapur; 0,5 ; 1 ; 1,5 ton kapur / ha. Data hasil penelitian seperti berikut ini.

TABEL 41. DATA PERCOBAAN FAKTORIAL TENTANG PENGARUH PUPUK KANDANG DAN PENGAPURAN TERHADAP KETERSEDIAAN FOSFOR

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
Ao B0	2,1	3,1	3,3	8,50	2,83
Ao B1	2,3	2,9	3,7	8,90	2,97
Ao B2	2,5	3,0	3,8	9,30	3,10
Ao B3	2,0	1,5	1,7	5,20	1,73
A1 B0	3,1	3,2	3,4	9,70	3,23
A1 B1	3,3	3,9	3,8	11,00	3,67
A1 B2	3,7	3,8	3,6	11,10	3,70
A1 B3	3,5	3,2	3,3	10,00	3,33
A2 B0	4,0	4,5	4,1	12,60	4,20
A2 B1	4,7	5,1	5,2	15,00	5,00
A2 B2	7,5	8,1	7,6	23,20	7,73
A2 B3	7,6	7,9	7,9	23,40	7,80
A3 B0	4,2	4,1	4,2	12,50	4,17
A3 B1	4,5	4,7	4,5	13,70	4,57
A3 B2	6,2	6,3	6,0	18,50	6,17
A3 B3	6,0	6,0	6,1	18,10	6,03

Sumber : Hanafiah, (2003)

Berdasarkan data tersebut di atas, perlu mengikuti langkah-langkah seperti berikut ini.

- 1) Meng-entri data ke **SPSS Data Viewer** dengan terlebih dahulu merubah formatnya menjadi seperti Tabel 42 di bawah ini.

TABEL 42. DATA ENTRI PADA SPSS DATA VIEWER

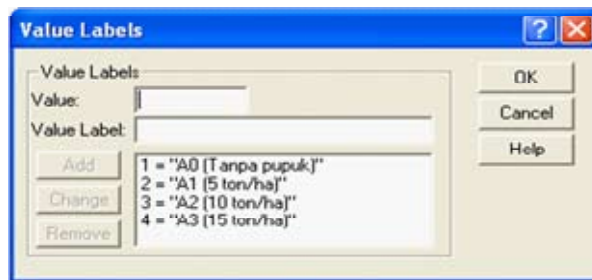
P. Kandang	Kapur	Fospor	P. Kandang	Kapur	Fospor
1	1	2.1	3	1	4.0
1	1	3.1	3	1	4.5
1	1	3.3	3	1	4.1
1	2	2.3	3	2	4.7
1	2	2.9	3	2	5.1
1	2	3.7	3	2	5.2
1	3	2.5	3	3	7.5
1	3	3.0	3	3	8.1
1	3	3.8	3	3	7.6
1	4	2.0	3	4	7.6
1	4	1.5	3	4	7.9
1	4	1.7	3	4	7.9
2	1	3.1	4	1	4.2
2	1	3.2	4	1	4.1
2	1	3.4	4	1	4.2
2	2	3.3	4	2	4.5
2	2	3.9	4	2	4.7
2	2	3.8	4	2	4.5
2	3	3.7	4	3	6.2
2	3	3.8	4	3	6.3
2	3	3.6	4	3	6.0
2	4	3.5	4	4	6.0
2	4	3.2	4	4	6.0
2	4	3.3	4	4	6.1

- 2) Untuk mendefinisikan arti **Kode**, klik **Variabel View**, kemudian pada kolom **Value** diisi seperti Gambar 47 dan 48 berikut ini.

TABEL 43. PENGKODEAN PERLAKUAN

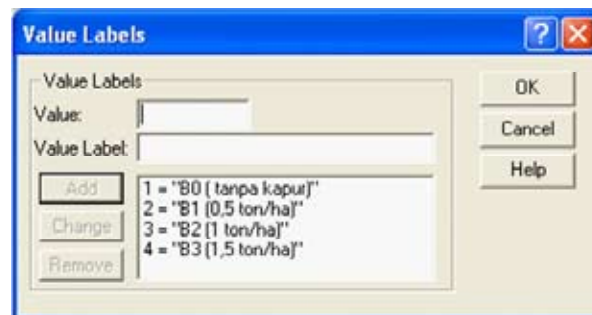
Pupuk Kandang	Kode	Kapur	Kode
A0	1	B0	1
A1	2	B1	2
A2	3	B2	3
A3	4	B3	4

### Faktor Pupuk Kandang



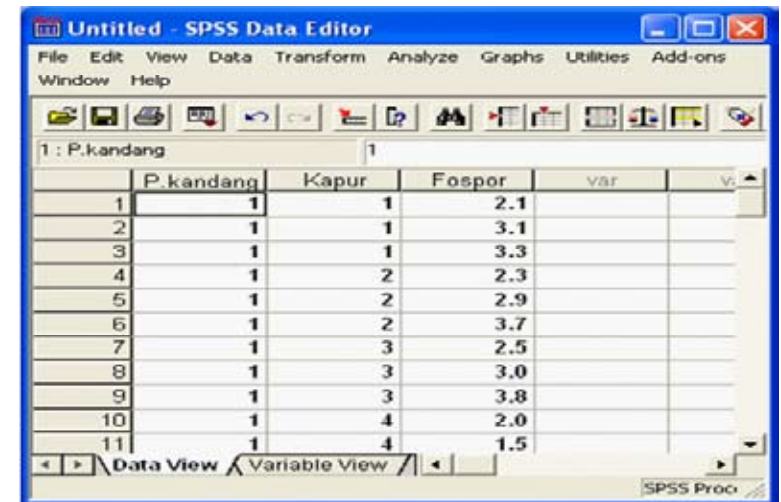
Gambar 47. Tampilan kotak dialog value labels untuk pupuk kandang

### Faktor Kapur



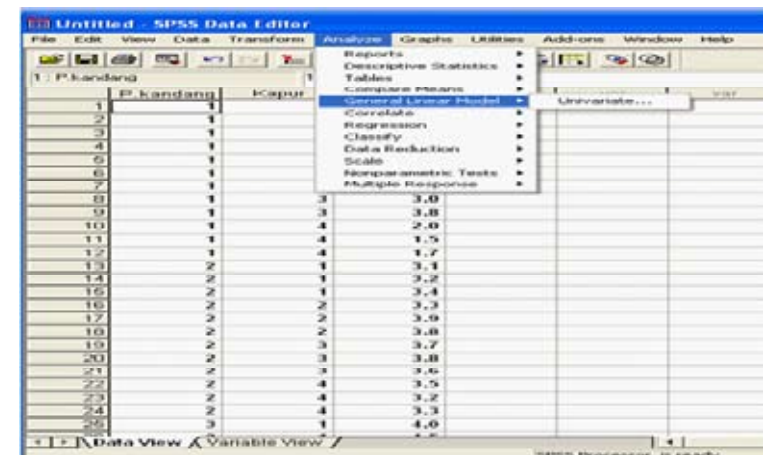
Gambar 48. Tampilan kotak dialog value labels untuk kapur

- 3) Selesai pengisian klik OK sehingga tampilan **SPSS Data Editor** seperti terlihat pada Gambar 49 di bawah ini.



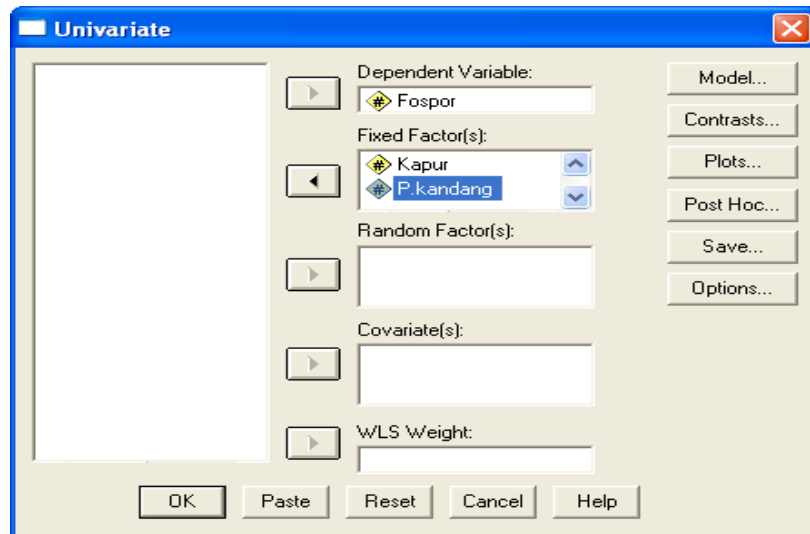
Gambar 49. Tampilan SPSS data editor

- 4) Selanjutnya klik **Analyze**, **General Linier Model**, **Univariate**, seperti Gambar 50 di bawah ini.



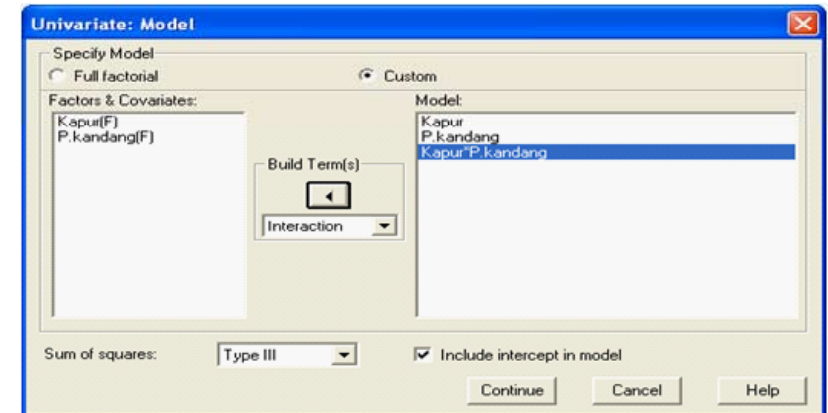
Gambar 50. Tampilan pencarian univariate

- 5) Langkah berikutnya memindahkan variabel Fospor ke kolom **Dependent Variable**, variabel kapur dan pupuk kandang ke kolom **Fixed Faktor(s)**, seperti pada Gambar 51 di bawah ini.



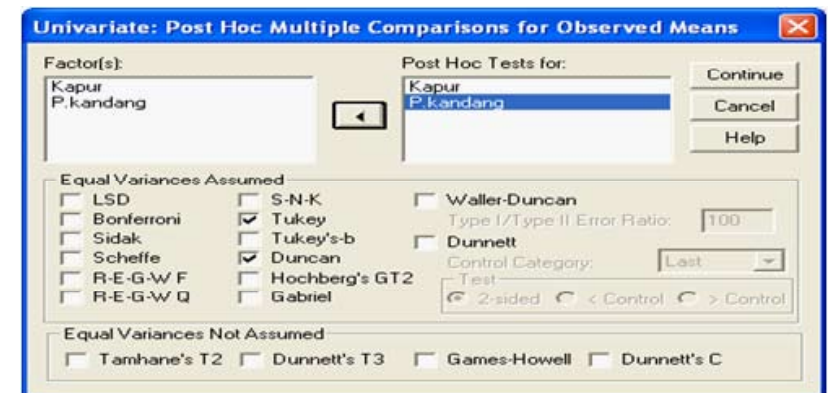
Gambar 51. Tampilan kotak dialog univariate

- 6) Setelah itu meng-klik **Model**, pilih menu **Custom**, dan menyorot satu-persatu variabel dan memindahkan dari kolom **Faktor & Covariates** ke kolom **Model**. Untuk mengetahui interaksi variabel Pupuk kandang dengan Kapur maka menyorot kedua variabel tersebut secara bersama-sama dan kemudian memindahkan ke kolom **Model**, seperti terlihat pada Gambar 52 di bawah ini.



Gambar 52. Tampilan kotak dialog model

- 7) Berikutnya klik **Post Hoc**, lalu memilih variabel Kapur dan Pupuk kandang ke kolom **Post Hoc Test for**, kemudian memilih uji lanjut yang diinginkan, seperti Gambar 53.



Gambar 53. Tampilan pencarian post hoc test for

- 8) Langkah berikutnya meng-klik **OK** untuk melakukan proses analisis. Hasil proses analisis akan menampilkan tabel-tabel berikut ini.

a) Tabel **Between-Subjects Faktors**

Tabel **Between-Subjects Faktors** (Tabel 44) ini menunjukkan ringkasan mengenai jumlah data (N) yang dianalisis baik pada variable kapur maupun pupuk kandang

TABEL 44. RINGKASAN BETWEEN-SUBJECTS FAKCTORS

Output

Univariate Analysis of Variance

		Value Label	N
Kapur	1	B0 (tanpa kapur)	12
	2	B1 (0,5 ton/ha)	12
	3	B2 (1 ton/ha)	12
	4	B3 (1,5 ton)	12
	1	A0 (tanpa pupuk)	12
	2	A1 (5 ton/ha)	12
	3	A2 (10 ton/ha)	12
	4	A3 (15 ton/ha)	12

b) Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects**

Tabel **Test of Bettwen-Subject Effects** (Tabel 45) ini menunjukkan hasil analisis atau sidik ragam untuk menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata-rata yang sama.

Hipotesis yang dikemukakan untuk pengaruh kapur seperti di bawah ini.

- Ho : Kapur tidak berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fospor
- H1 : Kapur berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fospor

Sementara itu hipotesis yang dikemukakan untuk pengaruh pupuk kandang sebagai berikut :

- Ho : Pupuk kandang tidak berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fospor
- H1 : Pupuk kandang berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fospor

Selanjutnya hipotesis pengaruh interaksi antara pupuk kandang dan kapur sebagai berikut :

- Ho : Pupuk kandang dan kapur tidak berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fospor
- H1 : Pupuk kandang dan kapur berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fospor

Dengan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut : jika probabilitasnya  $> 0,05$  maka Ho diterima atau  $H_1$  ditolak dan jika probabilitasnya  $< 0,05$  maka Ho ditolak atau  $H_1$  diterima.

TABEL 45. TEST OF BETWEEN-SUBJECTS EFFECTS (ANOVA)

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Fosfor					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	137.331 <sup>a</sup>	15	9.155	78.057	.000
Intercept	924.885	1	924.885	7885.345	.000
Kapur	17.461	3	5.820	49.622	.000
P.kandang	92.976	3	30.992	264.229	.000
Kapur * P.kandang	26.895	9	2.988	25.478	.000
Error	3.753	32	.117		
Total	1065.970	48			
Corrected Total	141.085	47			

a. R Squared = .973 (Adjusted R Squared = .961)

Berdasarkan tabel **Test of Between-Subjects Effect** (ANOVA), dapat dilihat bahwa F hitung kapur sebesar 49,622 dengan probabilitasnya sebesar  $0,00 < 0,05$ . F hitung pupuk kandang sebesar 264,229 dengan probabilitasnya sebesar  $0,00 < 0,05$ . F hitung interaksi keduanya sebesar 25,478 dengan probabilitasnya sebesar  $0,00 < 0,05$ . Dengan demikian ketiganya menolak  $H_0$  tetapi menerima  $H_1$ . Hal ini berarti pengaruh kapur, pupuk kandang dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan fosfor.

#### c) Tabel **Multiple Comparisons**

Kesimpulan yang didapat dari tabel **Test of Between-Subjects Effect** di atas baru menunjukkan pengaruh perlakuan terhadap ketersediaan fosfor, belum menunjukkan perbedaan dosis kapur dan pupuk kandang serta interaksinya yang dapat menyebabkan perbedaan ketersediaan fosfornya. Oleh karena itu perlu dilihat tabel **Multiple Comparisons** di bawah ini, baik untuk kapur maupun pupuk kandang, khususnya pada kolom **Mean Difference (I-J)**. Jika pada kolom **Mean Difference (I-J)** muncul tanda \* maka ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 46 untuk faktor kapur dan Tabel 48 untuk faktor pupuk kandang.

#### d) Tabel **Homogeneous Subsets**

Tabel **Homogeneous Subsets** ini mengelompokkan perlakuan-perlakuan yang mempunyai rerata sama. Pada tabel **Homogeneous Subsets** baik untuk pengaruh kapur maupun pupuk kandang, terlihat bahwa perlakuan-perlakuan dikelompokkan ke dalam 4 subsets. Ini menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berbeda nyata satu dengan lainnya. Misalnya pada faktor A, perlakuan A<sub>0</sub> berbeda dengan perlakuan A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>. Begitu juga pada faktor B, masing-masing perlakuan berbeda nyata satu dengan lainnya, seperti pada Tabel 47 untuk faktor kapur dan Tabel 49 untuk faktor pupuk kandang.

TABEL 46. MULTIPLE COMPARISONS UNTUK FAKTOR KAPUR

#### POST HOC TESTS

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: Fosfor							
		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
(I) Kapur	(J) Kapur				Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	B0 (tanpa kapur)	B1 (0,5 ton/ha)	-.442*	.1398	.017	-.820	-.063
		B2 (1 ton/ha)	-1.567*	.1398	.000	-1.845	-1.188
		B3 (1,5 ton/ha)	-1.117*	.1398	.000	-1.495	-.738
	B1 (0,5 ton/ha)	B0 (tanpa kapur)	.442*	.1398	.017	.063	.820
		B2 (1 ton/ha)	-1.125*	.1398	.000	-1.504	-.746
		B3 (1,5 ton/ha)	-.675*	.1398	.000	-1.054	-.296
	B2 (1 ton/ha)	B0 (tanpa kapur)	1.567*	.1398	.000	1.188	1.945
		B1 (0,5 ton/ha)	1.125*	.1398	.000	.746	1.504
		B3 (1,5 ton/ha)	.450*	.1398	.015	.071	.829
	B3 (1,5 ton/ha)	B0 (tanpa kapur)	1.117*	.1398	.000	.738	1.495
		B1 (0,5 ton/ha)	.675*	.1398	.000	.296	1.054
		B2 (1 ton/ha)	-.450*	.1398	.015	-.829	-.071

Based on observed means.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.



TABEL 47. HOMOGENEOUS SUBSETS UNTUK KAPUR

Fosfor						
Kapur		N	Subset			
			1	2	3	4
Tukey HSD <sup>a,b</sup>	B0 (tanpa kapur)	12	3.608			
	B1 (0,5 ton/ha)	12		4.050		
	B3 (1,5 ton/ha)	12			4.725	
	B2 (1 ton/ha)	12				5.175
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
	Duncan <sup>a,b</sup>	B0 (tanpa kapur)	12	3.608		
	B1 (0,5 ton/ha)	12		4.050		
	B3 (1,5 ton/ha)	12			4.725	
	B2 (1 ton/ha)	12				5.175
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares.

The error term is Mean Square(Error) = .117.

<sup>a</sup> Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.<sup>b</sup> Alpha = .05.

TABEL 48. MULTIPLE COMPARISONS UNTUK FAKTOR PUPUK KANDANG

Dependent Variable: Fosfor

(I) P. kandang (J) P. kandang	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSI A0 (Tanpa pup A1 (5 ton/ha)	-.825*	.1398	.000	-1.204	-.446
A2 (10 ton/ha)	-3.525*	.1398	.000	-3.904	-3.146
A3 (15 ton/ha)	-2.575*	.1398	.000	-2.954	-2.196
A1 (5 ton/ha) A0 (Tanpa pup)	.825*	.1398	.000	.446	1.204
A2 (10 ton/ha)	-2.700*	.1398	.000	-3.079	-2.321
A3 (15 ton/ha)	-1.750*	.1398	.000	-2.129	-1.371
A2 (10 ton/ha) A0 (Tanpa pup)	3.525*	.1398	.000	3.146	3.904
A1 (5 ton/ha)	2.700*	.1398	.000	2.321	3.079
A3 (15 ton/ha)	.950*	.1398	.000	.571	1.329
A3 (15 ton/ha) A0 (Tanpa pup)	2.575*	.1398	.000	2.196	2.954
A1 (5 ton/ha)	1.750*	.1398	.000	1.371	2.129
A2 (10 ton/ha)	-.950*	.1398	.000	-1.329	-.571

Based on observed means.

\*The mean difference is significant at the .05 level.

TABEL 49. HOMOGENEOUS SUBSETS UNTUK PUPUK KANDANG

Fosfor						
Pupuk Kandang		N	Subset			
			1	2	3	4
Tukey HSD <sup>a,b</sup>	A0 (tanpa pupuk)	12	2.658			
	A1 (5 ton/ha)	12		3.483		
	A3 (15 ton/ha)	12			5.233	
	A2 (10 ton/ha)	12				6.183
	Sig.	12	1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan <sup>a,b</sup>	A0 (tanpa pupuk)	12	2.658			
	A1 (5 ton/ha)	12		3.483		
	A3 (15 ton/ha)	12			5.233	
	A2 (10 ton/ha)	12				6.183
	Sig.	12	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares.

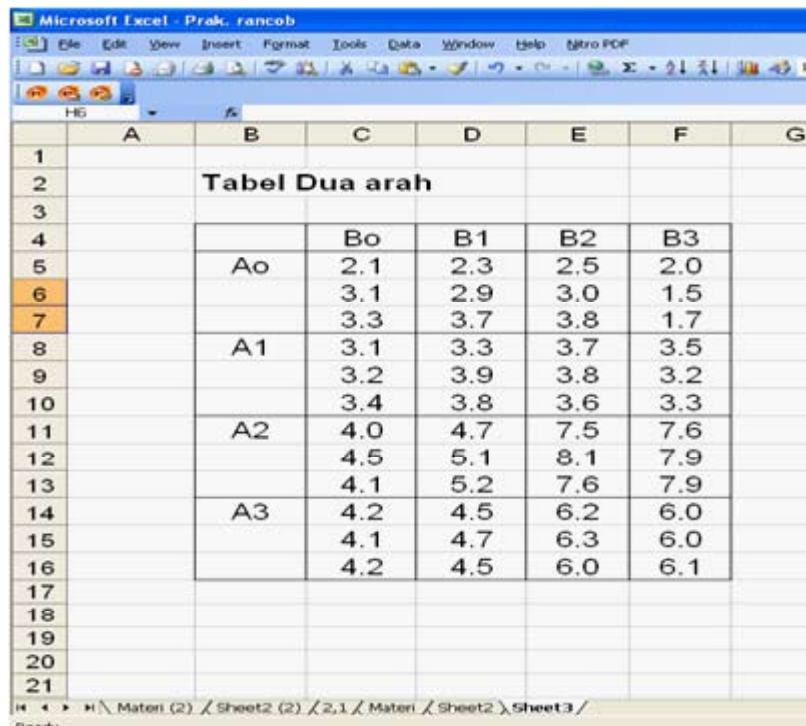
The error term is Mean Square (Error) = .117.

<sup>a</sup> Uses Harmonic Mean Square Size = 12.000.<sup>b</sup> Alpha = .05.

## Sidik Ragam Menggunakan Excel

Sidik ragam percobaan faktorial dengan menggunakan Excel mempunyai tujuan yang sama dengan menggunakan SPSS. Pada pelaksanaan sidik ragam percobaan faktorial menggunakan RAL dengan Excel perlu mengikuti tahapan-tahapan berikut ini.

- 1) Mengetik data dengan membuat tabel dua arah seperti pada Gambar 54 berikut ini.

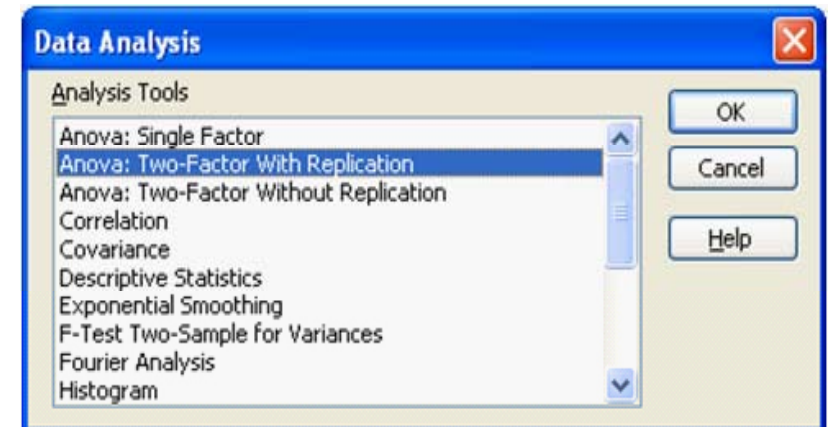


The screenshot shows a Microsoft Excel window titled 'Prak. rancob'. The worksheet contains a two-way table of data. The table has 4 rows and 6 columns. The first column contains labels 'Ao', 'A1', 'A2', and 'A3'. The first row contains labels 'Bo', 'B1', 'B2', and 'B3'. The data values are as follows:

	Bo	B1	B2	B3
Ao	2.1	2.3	2.5	2.0
A1	3.1	2.9	3.0	1.5
A2	3.3	3.7	3.8	1.7
A3	3.1	3.3	3.7	3.5

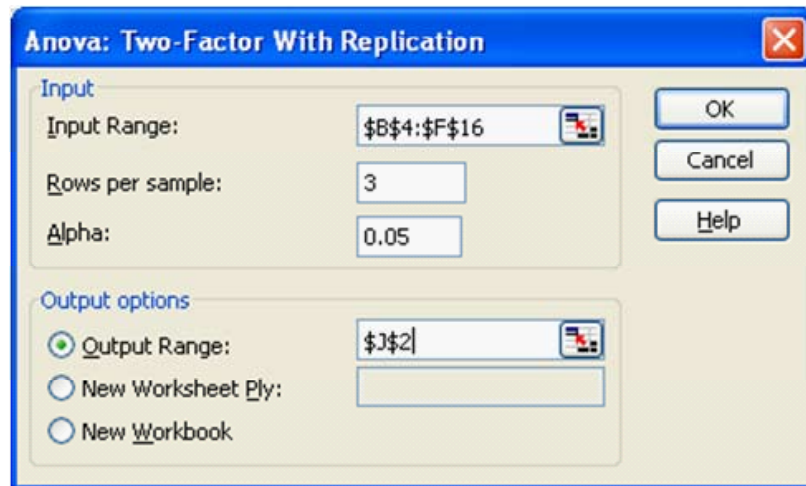
Gambar 54. Tampilan pengetikan data

- 2) Meng-klik **Tools, Data Analysis..** untuk memunculkan kotak dialog **Data Analysis**. Dengan demikian muncul kotak dialog **Data Analysis**, lalu memilih **Anova : Two-Factor With Replication**, seperti Gambar 55 di bawah ini.



Gambar 55. Tampilan data analysis

- 3) Selanjutnya mengisi bagian **Input Range** dengan menyorot data dan kode perlakuan lalu mengisi **Rows per Sample** di sesuai dengan banyaknya ulangan, dalam hal ini ada 3 kali ulangan. Pada **Output options** dipilih **Output Range**, kemudian memilih sel kosong untuk meletakkan output hasil analisis, seperti terlihat pada Gambar 56. Selanjutnya meng-klik **OK** untuk melakukan analisis.



Gambar 56. Tampilan pengisian Anova : two-faktor with replication

Hasil analisis atau sidik ragam akan memunculkan tampilan seperti berikut ini.

- a) Tabel summary **Anova : Two-Faktor With Replication**  
Tabel ini menunjukkan informasi deskriptif dari masing-masing data yang memuat antara lain banyaknya data (**Count**), jumlah data (**Sum**), Rerata (**Average**) dan keragaman (**Variance**). Tabel summary **Anova : Two-Faktor With Replication** terlihat seperti Tabel 50 berikut ini.

TABEL 50. SUMMARY ANOVA: TWO-FAKTOR WITH REPLICATION

SUMMARY	Bo	B1	B2	B3	Total
<b>Ao</b>					
Count	3	3	3	3	12
Sum	8.5	8.9	9.3	5.2	31.9
Average	2.833333	2.966667	3.1	1.733333	2.658333
Variance	0.413333	0.493333	0.43	0.063333	0.575379
<b>A1</b>					
Count	3	3	3	3	12
Sum	9.7	11	11.1	10	41.8
Average	3.233333	3.666667	3.7	3.333333	3.483333
Variance	0.023333	0.103333	0.01	0.023333	0.074242
<b>A2</b>					
Count	3	3	3	3	12
Sum	12.6	15	23.2	23.4	74.2
Average	4.2	5	7.733333	7.8	6.183333
Variance	0.07	0.07	0.103333	0.03	2.872424
<b>A3</b>					
Count	3	3	3	3	12
Sum	12.5	13.7	18.5	18.1	62.8
Average	4.166667	4.566667	6.166667	6.033333	5.233333
Variance	0.003333	0.013333	0.023333	0.003333	0.851515
<b>Total</b>					
Count	12	12	12	12	
Sum	43.3	48.6	62.1	56.7	
Average	3.608333	4.05	5.175	4.725	
Variance	0.475379	0.802727	3.923864	6.036591	

TABEL 51. ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value
Sample (perlakuan A)	92.97563	3	30.99188	264.2291	1.2E-22
Columns (perlakuan B)	17.46063	3	5.820208	49.62167	3.89E-12
Interaction (A x B)	26.89521	9	2.988356	25.47799	3.7E-12
Within (Galat)	3.753333	32	0.117292		
Total	141.0848	47			

## SOAL LATIHAN

### b) Tabel ANOVA

Tabel ANOVA (Tabel 51) di atas menunjukkan informasi tentang sumber keragaman (source of variance), jumlah kuadrat (SS), derajat bebas (df), Kuadrat tengah (MS), F hitung (F), p-value dan F tabel (F crit). Berdasarkan hasil sidik ragam (ANOVA) di atas terlihat bahwa F hitung untuk pengaruh faktor A, B dan interaksi keduanya  $>$  F tabel. Nilai F hitung faktor A sebesar 264.2291, sementara F tabelnya sebesar 2.90112. F hitung faktor B sebesar 49.62167 sedang F tabelnya sebesar 2.90112. F hitung interaksi AB sebesar 25.47799 sedangkan F tabelnya 2.188766. Hal ini menunjukkan bahwa baik faktor A dan B maupun interaksinya berpengaruh nyata terhadap respon yang diamati. Berkaitan dengan data studi kasus di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pupuk kandang dan kapur serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap ketersediaan fosfor.

### Uji Perbandingan Berganda dengan Excel

Uji perbandingan berganda seperti uji BNT, BNJ dan Jarak Berganda Duncan dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Cara menggunakan uji-uji tersebut dengan menggunakan Excel dapat dilihat pada uji perbandingan berganda pada Rancangan Acak Lengkap pada bab sebelumnya.

1. Rancangan percobaan apa yang cocok untuk kasus-kasus di bawah ini.
  - a. Kita ingin mempelajari apakah konsentrasi penambahan sumber karbon (glukosa) pada media kultivasi kapang berpengaruh terhadap jumlah spora yang dihasilkan selama inkubasi. Semua perlakuan dilaksanakan selama 4 hari di laboratorium dengan suhu dan kelembaban yang sama.
  - b. Seorang pengusaha kertas ingin memperbaiki kualitas kertas yang dihasilkan dengan menambahkan selulosa kayu pada bahan bakunya. Keterangan yang diperoleh bahwa kadar selulosa yang ditambahkan sangat menentukan kualitas kertas yang dihasilkan. Pengusaha ini mempunyai 4 buah mesin yang dapat dioperasikan secara bersama-sama.
  - c. Seorang peneliti ingin mengetahui pengaruh suhu pemasakan selama 30 menit terhadap kandungan vitamin C pada saos tomat. Perlakuan suhu yang dicobakan meliputi suhu 75, 85, 95, 105 dan 115 °C.
2. Seorang peneliti ingin mempelajari kemampuan berproduksi beberapa varietas kacang hijau. Varietas-varietas yang dicobakan adalah varietas Siwalik, Artoijo, Bhakti, No 123, No 129, No 8/1 dan No 7/1. Tempat percobaan merupakan tanah kering. Masing-masing perlakuan diulang 4 kali. Sifat yang diamati adalah komponen pertumbuhan dan hasil biji per hektar, setelah diamati diperoleh data sebagai berikut :

Hasil biji (kw/ha) dari ke-7 varietas kacang hijau

Varietas	Ulangan			
	1	2	3	4
Siwalik	6.78	6.51	6.92	7.08
Artoijo	6.88	7.40	6.80	6.08
Bhakti	9.29	10.73	10.00	9.17
No 123	7.92	8.54	6.46	7.09
No 129	7.50	7.19	6.88	5.94
No 8/1	8.75	7.79	7.8	7.51
No 7/1.	7.13	6.88	5.84	7.09

Sumber : Suntoyo (1991)

Sesuai dengan tujuan penelitian diatas, saudara diminta untuk menentukan varietas mana yang mampu menghasilkan lebih banyak dibandingkan dengan varietas-varietas yang lainnya.

- Seorang ahli budidaya pertanian bermaksud menguji 8 varietas jagung untuk menentukan varietas mana yang mampu berproduksi tinggi. Dia bermaksud melakukan percobaan pada tanah sawah. Letak petak sawah yang dipergunakan dekat dengan saluran air dengan panjang searah dengan aliran air dan lebar tegak lurus dengan arah aliran. Hasil penelitian diperoleh data sebagai berikut:

Hasil jagung (kw/ha) dari ke-8 varietas

Varietas	Kelompok				
	1	2	3	4	5
PS 42	44.66	42.22	36.33	44.44	35.33
BC	36.89	45.78	34.67	36.00	31.33
Metro	25.11	29.33	27.33	29.78	26.44
Kretek	34.22	38.44	37.33	32.22	36.44
DK 37 H	70.89	76.11	68.44	60.22	66.44
AD	13.11	18.11	15.77	20.22	25.56
TKCI	31.11	44.00	25.11	38.22	45.33
KD	22.67	27.56	18.89	27.56	21.78

Sumber : Suntoyo (1991)

Berdasarkan data tersebut di atas, tentukan varietas jagung yang mampu berproduksi tinggi.

- Suatu percobaan dilakukan pada skala laboratorium untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pektin (P) dan gula (G) terhadap konsentrasi beta karoten jelly wortel. Konsentrasi pektin yang dicobakan terdiri dari taraf yaitu 1, 2 dan 3 %, sedangkan konsentrasi gula terdiri dari 3 taraf yaitu 1, 2 dan 3 %. Masing-masing perlakuan diulang 2 kali. Hasil penelitian diperoleh data sebagai berikut:

Konsentrasi beta karoten dari jelly wortel ( $\mu\text{g/g}$ )

Perlakuan	Ulangan	
	1	2
P1G1	0.2031	0.2041
P1G2	0.1637	0.1651
P1G3	0.1599	0.1615
P2G1	0.2007	0.205
P2G2	0.1488	0.1509
P2G3	0.1498	0.1508
P3G1	0.2021	0.2014
P3G2	0.1973	0.1994
P3G3	0.1577	0.1608

Sesuai dengan tujuan penelitian di atas saudara diminta untuk menentukan kombinasi perlakuan yang memberikan perlakuan terbaik (konsentrasi beta karoten tertinggi).

## LAMPIRAN

Tabel Bilangan Acak

0.3697	0.9750	0.0419	0.4400	0.2441	0.4055	0.8929	0.7261
0.9366	0.5542	0.4834	0.9331	0.6459	0.4573	0.8266	0.5804
0.9804	0.4765	0.3536	0.1081	0.8535	0.5515	0.8238	0.2405
0.6601	0.3895	0.1900	0.1831	0.5195	0.3612	0.0004	0.0585
0.6610	0.5556	0.3913	0.1526	0.2771	0.9567	0.6053	0.5539
0.0434	0.6434	0.0527	0.2993	0.7604	0.3521	0.4692	0.3250
0.2044	0.2422	0.0078	0.7264	0.6625	0.8707	0.4933	0.3585
0.8778	0.4794	0.3907	0.0493	0.6827	0.1017	0.1763	0.1802
0.0172	0.0376	0.6809	0.7185	0.0178	0.3040	0.0809	0.8052
0.1979	0.6867	0.2190	0.0815	0.1093	0.2259	0.8977	0.0182
0.5178	0.8887	0.2110	0.7344	0.4855	0.2981	0.9721	0.9299
0.6497	0.1352	0.1960	0.6412	0.1844	0.3556	0.0179	0.6981
0.1518	0.9343	0.1270	0.4596	0.9351	0.9659	0.1119	0.0439
0.1999	0.4972	0.5922	0.2516	0.5650	0.4411	0.5611	0.0632
0.3998	0.4060	0.5931	0.7015	0.3292	0.2549	0.0280	0.7576
0.6351	0.0699	0.3319	0.4944	0.4594	0.2739	0.7836	0.7324
0.3021	0.3196	0.1704	0.7992	0.1221	0.6837	0.9272	0.1499
0.9690	0.1487	0.6260	0.6700	0.7566	0.9498	0.9372	0.7791
0.9730	0.9247	0.0051	0.7164	0.2115	0.5714	0.7884	0.1385
0.8299	0.9580	0.7525	0.4741	0.2557	0.0192	0.7571	0.2976
0.8034	0.2113	0.6571	0.8250	0.2615	0.3929	0.7747	0.6241
0.6628	0.1411	0.0701	0.1663	0.1477	0.8373	0.8624	0.0863
0.6664	0.7922	0.2889	0.7174	0.9251	0.6478	0.5202	0.3187
0.1282	0.1709	0.3454	0.2929	0.0582	0.3697	0.5859	0.7740

0.6439	0.8650	0.7521	0.6143	0.4588	0.6733	0.5049	0.3624
0.5900	0.2663	0.1203	0.1801	0.0531	0.9314	0.3477	0.7532
0.3801	0.2406	0.1816	0.1932	0.8112	0.6604	0.5374	0.5601
0.0112	0.5924	0.7838	0.3505	0.0449	0.1607	0.5315	0.4010
0.5705	0.2323	0.3637	0.1210	0.7313	0.5268	0.5694	0.2514
0.9109	0.2398	0.0990	0.2788	0.4765	0.4137	0.0623	0.1009
0.3907	0.5076	0.5458	0.2094	0.5184	0.1757	0.3752	0.6655
0.7021	0.0798	0.9095	0.2599	0.3322	0.1397	0.4690	0.0757
0.9232	0.5028	0.3276	0.7755	0.0779	0.0532	0.0542	0.7647
0.0651	0.0336	0.5163	0.7249	0.5489	0.7762	0.0024	0.3891
0.5559	0.6814	0.4190	0.8553	0.5501	0.5765	0.0800	0.5928
0.4861	0.0848	0.2636	0.4978	0.3414	0.8675	0.2271	0.3827
0.2508	0.5291	0.3720	0.6889	0.0321	0.4313	0.5882	0.7813
0.6618	0.7271	0.8272	0.5751	0.3373	0.6565	0.3320	0.3514
0.6536	0.1305	0.2495	0.6305	0.2154	0.0454	0.2824	0.9030
0.2465	0.6908	0.6860	0.7741	0.9290	0.8622	0.4052	0.2449
0.7719	0.0550	0.3966	0.6881	0.4981	0.1045	0.2873	0.3611
0.6448	0.5164	0.9402	0.5522	0.8916	0.2995	0.0687	0.4041
0.6721	0.8041	0.9042	0.7783	0.5392	0.7161	0.4316	0.9796
0.7011	0.5104	0.0990	0.1742	0.1044	0.4653	0.8751	0.0662
0.4326	0.9355	0.6478	0.6107	0.3980	0.9756	0.4377	0.6478
0.1522	0.7979	0.7192	0.9974	0.3040	0.6865	0.6657	0.9426
0.8154	0.8853	0.2857	0.7002	0.9410	0.0473	0.7711	0.8539
0.1599	0.9164	0.4061	0.7843	0.2698	0.5289	0.1963	0.3891

0.5838	0.9354	0.9252	0.3179	0.3344	0.3772	0.0013	0.3959
0.6851	0.3997	0.8971	0.9275	0.7075	0.1102	0.9565	0.6873
0.6975	0.6040	0.3664	0.4768	0.3657	0.7266	0.1641	0.7060
0.2179	0.0183	0.3121	0.1801	0.8905	0.3618	0.6559	0.0784
0.4026	0.1552	0.1923	0.3089	0.7051	0.4237	0.6836	0.8966
0.7388	0.8436	0.2141	0.9074	0.3816	0.9798	0.4897	0.5356
0.7678	0.1588	0.2586	0.3359	0.0649	0.8912	0.8823	0.8245
0.9060	0.5410	0.6960	0.0325	0.9956	0.4626	0.9318	0.2299
0.8452	0.8648	0.0544	0.1024	0.0899	0.9339	0.6312	0.6774
0.9178	0.4665	0.5555	0.7177	0.5464	0.6313	0.1283	0.2712
0.2677	0.3200	0.4369	0.0763	0.5479	0.7515	0.1797	0.2950
0.0719	0.8357	0.5371	0.6867	0.2168	0.9472	0.6867	0.7014
0.0493	0.5780	0.0555	0.5722	0.5563	0.3313	0.9654	0.4666
0.7139	0.7916	0.1766	0.4137	0.3211	0.6783	0.6379	0.1707
0.6285	0.6767	0.9228	0.1657	0.8482	0.5268	0.0574	0.9261
0.7400	0.0106	0.3634	0.8719	0.0744	0.9206	0.6616	0.8248
0.7048	0.6414	0.9059	0.8014	0.5553	0.3992	0.1489	0.5068
0.9929	0.1271	0.3486	0.6782	0.5975	0.3561	0.3568	0.2884
0.5153	0.9186	0.1000	0.4166	0.2392	0.6896	0.2771	0.9897
0.6944	0.2457	0.9185	0.7769	0.9742	0.6269	0.0503	0.9668
0.9391	0.4691	0.3055	0.8614	0.4294	0.9452	0.1234	0.7325
0.9854	0.1428	0.9062	0.9420	0.9314	0.3245	0.0896	0.7270
0.5606	0.4783	0.6116	0.0435	0.1413	0.0344	0.9164	0.6167
0.2469	0.6076	0.5904	0.2880	0.5132	0.5023	0.3149	0.1696
0.5990	0.9411	0.3023	0.9248	0.6267	0.8058	0.0987	0.9209
0.9461	0.6344	0.4829	0.5633	0.3903	0.6298	0.7317	0.6371
0.3988	0.2178	0.4244	0.0288	0.1907	0.9980	0.0158	0.7942
0.5906	0.5784	0.2881	0.1569	0.9373	0.2460	0.7845	0.4785

0.2729	0.2117	0.3581	0.6074	0.7063	0.1708	0.8122	0.7832
0.2576	0.8312	0.4002	0.3812	0.3575	0.3046	0.4650	0.5012
0.7115	0.5401	0.0554	0.2787	0.2806	0.7949	0.3289	0.4900
0.2516	0.0781	0.9097	0.7576	0.8491	0.9817	0.7532	0.9195
0.7195	0.7630	0.7092	0.1731	0.9988	0.4760	0.3541	0.7809
0.6024	0.5101	0.4666	0.3431	0.4287	0.8958	0.2827	0.7473
0.7748	0.3432	0.0312	0.8778	0.6829	0.2142	0.5312	0.6597
0.3114	0.0208	0.7360	0.7261	0.7799	0.6608	0.9675	0.7322
0.6365	0.6251	0.5068	0.4439	0.0934	0.2620	0.3143	0.3413
0.2296	0.4806	0.9726	0.9591	0.5974	0.5949	0.0300	0.4186
0.7429	0.4595	0.1393	0.3803	0.0238	0.2782	0.0013	0.8631
0.7888	0.8979	0.6973	0.2642	0.2824	0.3547	0.4582	0.2040
0.8529	0.3339	0.3839	0.6186	0.7299	0.6706	0.7852	0.0657
0.6949	0.9190	0.8826	0.0505	0.5318	0.7386	0.2771	0.6917
0.9323	0.5675	0.6174	0.0307	0.8627	0.8168	0.3823	0.0617
0.6095	0.3696	0.9678	0.1435	0.5688	0.4347	0.3595	0.7027
0.3231	0.9968	0.6369	0.9166	0.5058	0.6960	0.7098	0.5162
0.8890	0.2002	0.5502	0.3143	0.2795	0.8104	0.2393	0.3113
0.7594	0.0619	0.8795	0.9292	0.3137	0.4039	0.8284	0.0551
0.5638	0.3734	0.3367	0.0058	0.8404	0.4703	0.7647	0.6822
0.6852	0.2897	0.1283	0.5051	0.9776	0.0940	0.3860	0.3762
0.7087	0.0755	0.8240	0.1743	0.8299	0.1671	0.9677	0.7237
0.7023	0.7611	0.2866	0.4775	0.8746	0.9998	0.7401	0.8082
0.4738	0.0715	0.8656	0.1044	0.9735	0.5005	0.5223	0.8076
0.8535	0.7107	0.2752	0.0469	0.0245	0.0848	0.0223	0.7213
0.7082	0.9050	0.9673	0.2233	0.6033	0.3514	0.0110	0.2067
0.3578	0.3594	0.3175	0.9071	0.5822	0.7274	0.3633	0.8326
0.3820	0.6934	0.9658	0.7834	0.5656	0.0384	0.3148	0.2962

0.6742	0.1657	0.7159	0.9560	0.6705	0.7503	0.2788	0.6938
0.0123	0.0213	0.3896	0.8478	0.1813	0.6031	0.1294	0.2942
0.9344	0.7931	0.6775	0.3841	0.0024	0.5567	0.9604	0.6795
0.1787	0.8503	0.6797	0.3233	0.8623	0.7733	0.8346	0.0575
0.0852	0.5978	0.6387	0.6958	0.7556	0.7956	0.9033	0.1907
0.9638	0.8237	0.9000	0.6032	0.0557	0.7992	0.0848	0.1509
0.2195	0.8783	0.1805	0.4851	0.0233	0.9570	0.1187	0.7678
0.7933	0.2409	0.3212	0.4973	0.1433	0.1319	0.6305	0.4334
0.7175	0.3795	0.3495	0.5151	0.2716	0.7476	0.4752	0.0287
0.5738	0.9024	0.4080	0.3459	0.9269	0.2268	0.6265	0.7254
0.0093	0.2381	0.0714	0.5730	0.5250	0.8899	0.0218	0.3973
0.2003	0.0988	0.3366	0.5532	0.8223	0.6923	0.9239	0.0805
0.8060	0.9920	0.1538	0.6072	0.1849	0.3228	0.8780	0.1931
0.8295	0.2650	0.9720	0.9333	0.1129	0.7980	0.3141	0.2413
0.0520	0.6487	0.3234	0.2679	0.6263	0.4520	0.3319	0.3364
0.8484	0.4917	0.5759	0.3209	0.3376	0.4649	0.9744	0.2007
0.1208	0.8198	0.6284	0.9523	0.8134	0.7207	0.7712	0.9511
0.2413	0.7474	0.4746	0.3553	0.8779	0.9027	0.7721	0.2076
0.6242	0.9755	0.2119	0.9440	0.9993	0.8217	0.9293	0.5594
0.9971	0.8550	0.5027	0.9518	0.6067	0.4847	0.3273	0.8851
0.8497	0.4410	0.8734	0.1091	0.7334	0.6287	0.1462	0.2246
0.6040	0.0856	0.6921	0.0152	0.1597	0.7338	0.2355	0.0626
0.8308	0.7182	0.8807	0.3229	0.1243	0.0517	0.5513	0.3161
0.2979	0.9307	0.1621	0.7836	0.1170	0.5645	0.2291	0.0887
0.9869	0.3225	0.0094	0.4730	0.6498	0.7062	0.2708	0.1613
0.1809	0.2777	0.5316	0.4999	0.1888	0.8213	0.5047	0.7725
0.9714	0.6602	0.2169	0.4045	0.4839	0.9901	0.7598	0.2053
0.7434	0.5196	0.9731	0.7318	0.8213	0.7964	0.7920	0.3044

0.8079	0.7849	0.7656	0.4288	0.0134	0.1348	0.1364	0.3360
0.3118	0.0464	0.3506	0.7323	0.6016	0.9148	0.9483	0.6593
0.7568	0.2693	0.7047	0.1879	0.1935	0.7601	0.5581	0.1870
0.8549	0.1265	0.8366	0.5772	0.7724	0.7506	0.3751	0.0244
0.8436	0.1084	0.7237	0.9059	0.8130	0.2431	0.4569	0.7200
0.2634	0.8705	0.5993	0.7161	0.5788	0.3984	0.1442	0.9281
0.8183	0.6538	0.0733	0.4134	0.1546	0.2286	0.1984	0.4249
0.7273	0.6983	0.0230	0.8421	0.6211	0.6965	0.3681	0.7989
0.7824	0.1789	0.7130	0.7416	0.6615	0.8261	0.9401	0.3937
0.0273	0.9673	0.6671	0.1067	0.7811	0.4521	0.5482	0.5395
0.3301	0.2013	0.4993	0.2935	0.8328	0.7546	0.3989	0.0438
0.7395	0.6561	0.5353	0.5540	0.7080	0.6725	0.4058	0.3515
0.6284	0.2655	0.3243	0.9974	0.7615	0.2505	0.4876	0.6282
0.3980	0.9999	0.3757	0.3096	0.5863	0.8414	0.1540	0.8247
0.9787	0.3391	0.5055	0.5405	0.0758	0.5518	0.9413	0.0375
0.9105	0.5166	0.5202	0.0353	0.5606	0.5944	0.4942	0.6157



TABEL TITIK KRITIS UNTUK JARAK BERGANDA DUNCAN PADA (P, DB; 0,05)

db/p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	4,501	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516
4	3,926	4,013	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033
5	3,635	3,749	3,796	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814
6	3,460	3,586	3,649	3,680	3,694	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697
7	3,344	3,477	3,548	3,588	3,611	3,622	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625
8	3,261	3,398	3,475	3,521	3,549	3,566	3,575	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579
9	3,199	3,339	3,420	3,470	3,502	3,523	3,536	3,544	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547
10	3,151	3,293	3,376	3,430	3,465	3,489	3,505	3,516	3,522	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525
11	3,113	3,256	3,341	3,397	3,435	3,462	3,480	3,493	3,501	3,506	3,509	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510
12	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	3,439	3,459	3,474	3,484	3,491	3,495	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498
13	3,055	3,200	3,288	3,348	3,389	3,419	3,441	3,458	3,470	3,478	3,484	3,488	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490
14	3,033	3,178	3,268	3,328	3,371	3,403	3,426	3,444	3,457	3,467	3,474	3,479	3,482	3,484	3,484	3,484	3,484	3,484	3,484
15	3,014	3,160	3,250	3,312	3,356	3,389	3,413	3,432	3,446	3,457	3,465	3,471	3,476	3,478	3,480	3,480	3,480	3,480	3,480
16	2,998	3,144	3,235	3,297	3,343	3,376	3,402	3,422	3,437	3,449	3,458	3,465	3,470	3,473	3,476	3,477	3,477	3,477	3,477
17	2,984	3,130	3,222	3,285	3,331	3,365	3,392	3,412	3,429	3,441	3,451	3,459	3,465	3,469	3,472	3,474	3,475	3,475	3,475
18	2,971	3,117	3,210	3,274	3,320	3,356	3,383	3,404	3,421	3,435	3,445	3,454	3,460	3,465	3,469	3,472	3,473	3,474	3,474
19	2,960	3,106	3,199	3,264	3,311	3,347	3,375	3,397	3,415	3,429	3,440	3,449	3,456	3,462	3,466	3,469	3,472	3,473	3,474
20	2,950	3,097	3,190	3,255	3,303	3,339	3,368	3,390	3,409	3,423	3,435	3,445	3,452	3,459	3,463	3,467	3,470	3,472	3,473
21	2,941	3,088	3,181	3,247	3,295	3,332	3,361	3,385	3,403	3,418	3,431	3,441	3,449	3,456	3,461	3,465	3,469	3,471	3,473
22	2,933	3,080	3,173	3,239	3,288	3,326	3,355	3,379	3,398	3,414	3,427	3,437	3,446	3,453	3,459	3,464	3,467	3,470	3,472
23	2,926	3,072	3,166	3,233	3,282	3,320	3,350	3,374	3,394	3,410	3,423	3,434	3,443	3,451	3,457	3,462	3,466	3,469	3,472

24	2,919	3,066	3,160	3,226	3,276	3,315	3,345	3,370	3,390	3,406	3,420	3,431	3,441	3,449	3,455	3,461	3,465	3,469	3,472
25	2,913	3,059	3,154	3,221	3,271	3,310	3,341	3,366	3,386	3,403	3,417	3,429	3,439	3,447	3,454	3,459	3,464	3,468	3,471
26	2,907	3,054	3,149	3,216	3,266	3,305	3,336	3,362	3,382	3,400	3,414	3,426	3,436	3,445	3,452	3,458	3,463	3,468	3,471
27	2,902	3,049	3,144	3,211	3,262	3,301	3,332	3,358	3,379	3,397	3,412	3,424	3,434	3,443	3,451	3,457	3,463	3,467	3,471
28	2,897	3,044	3,139	3,206	3,257	3,297	3,329	3,355	3,376	3,394	3,409	3,422	3,433	3,442	3,450	3,456	3,462	3,467	3,470
29	2,892	3,039	3,135	3,202	3,253	3,293	3,326	3,352	3,373	3,392	3,407	3,420	3,431	3,440	3,448	3,455	3,461	3,466	3,470
30	2,888	3,035	3,131	3,199	3,250	3,290	3,322	3,349	3,371	3,389	3,405	3,418	3,429	3,439	3,447	3,454	3,460	3,466	3,470
31	2,884	3,031	3,127	3,195	3,246	3,287	3,319	3,346	3,368	3,387	3,403	3,416	3,428	3,438	3,446	3,454	3,460	3,465	3,470
32	2,881	3,028	3,123	3,192	3,243	3,284	3,317	3,344	3,366	3,385	3,401	3,415	3,426	3,436	3,445	3,453	3,459	3,465	3,470
33	2,877	3,024	3,120	3,188	3,240	3,281	3,314	3,341	3,364	3,383	3,399	3,413	3,425	3,435	3,444	3,452	3,459	3,465	3,470
34	2,874	3,021	3,117	3,185	3,238	3,279	3,312	3,339	3,362	3,381	3,398	3,412	3,424	3,434	3,443	3,451	3,458	3,464	3,469
35	2,871	3,018	3,114	3,183	3,235	3,276	3,309	3,337	3,360	3,379	3,396	3,410	3,423	3,433	3,443	3,451	3,458	3,464	3,469
36	2,868	3,015	3,111	3,180	3,232	3,274	3,307	3,335	3,358	3,378	3,395	3,409	3,421	3,432	3,442	3,450	3,457	3,464	3,469
37	2,865	3,013	3,109	3,178	3,230	3,272	3,305	3,333	3,356	3,376	3,393	3,408	3,420	3,431	3,441	3,449	3,457	3,463	3,469
38	2,863	3,010	3,106	3,175	3,228	3,270	3,303	3,331	3,355	3,375	3,392	3,407	3,419	3,431	3,440	3,449	3,456	3,463	3,469
39	2,861	3,008	3,104	3,173	3,226	3,268	3,301	3,330	3,353	3,373	3,391	3,406	3,418	3,430	3,440	3,448	3,456	3,463	3,469
40	2,858	3,005	3,102	3,171	3,224	3,266	3,300	3,328	3,352	3,372	3,389	3,404	3,418	3,429	3,439	3,448	3,456	3,463	3,469
48	2,843	2,991	3,087	3,157	3,211	3,253	3,288	3,318	3,342	3,363	3,382	3,398	3,412	3,424	3,435	3,445	3,453	3,461	3,468
60	2,829	2,976	3,073	3,143	3,198	3,241	3,277	3,307	3,333	3,355	3,374	3,391	3,406	3,419	3,431	3,441	3,451	3,460	3,468
80	2,814	2,961	3,059	3,130	3,185	3,229	3,266	3,297	3,323	3,346	3,366	3,384	3,400	3,414	3,427	3,438	3,449	3,458	3,467
120	2,800	2,947	3,045	3,116	3,172	3,217	3,254	3,286	3,313	3,337	3,358	3,377	3,394	3,409	3,423	3,435	3,446	3,457	3,466
240	2,786	2,933	3,031	3,103	3,159	3,205	3,243	3,276	3,304	3,329	3,350	3,370	3,388	3,404	3,418	3,432	3,444	3,455	3,466
Inf	2,772	2,918	3,017	3,089	3,146	3,193	3,232	3,265	3,294	3,320	3,343	3,363	3,382	3,399	3,414	3,428	3,442	3,454	3,466

TABEL TITIK KRITIS UNTUK JARAK BERGANDA DUNCAN PADA (P; DB : 0,01)

db/p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	8,260	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321
4	6,511	6,677	6,740	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755
5	5,702	5,893	5,989	6,040	6,065	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074	6,074
6	5,243	5,439	5,549	5,614	5,655	5,680	5,694	5,701	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703	5,703
7	4,949	5,145	5,260	5,333	5,383	5,416	5,439	5,454	5,464	5,470	5,472	5,472	5,472	5,472	5,472	5,472	5,472	5,472	5,472
8	4,745	4,939	5,056	5,134	5,189	5,227	5,256	5,276	5,291	5,302	5,309	5,313	5,316	5,317	5,317	5,317	5,317	5,317	5,317
9	4,596	4,787	4,906	4,986	5,043	5,086	5,117	5,142	5,160	5,174	5,185	5,193	5,199	5,202	5,205	5,206	5,206	5,206	5,206
10	4,482	4,671	4,789	4,871	4,931	4,975	5,010	5,036	5,058	5,074	5,087	5,098	5,106	5,112	5,117	5,120	5,122	5,123	5,124
11	4,392	4,579	4,697	4,780	4,841	4,887	4,923	4,952	4,975	4,994	5,009	5,021	5,031	5,039	5,045	5,050	5,054	5,057	5,059
12	4,320	4,504	4,622	4,705	4,767	4,815	4,852	4,882	4,907	4,927	4,944	4,957	4,969	4,978	4,986	4,993	4,998	5,002	5,005
13	4,260	4,442	4,560	4,643	4,706	4,754	4,793	4,824	4,850	4,871	4,889	4,904	4,917	4,927	4,936	4,944	4,950	4,955	4,960
14	4,210	4,391	4,508	4,591	4,654	4,703	4,743	4,775	4,802	4,824	4,843	4,859	4,872	4,884	4,894	4,902	4,909	4,916	4,921
15	4,167	4,346	4,463	4,547	4,610	4,660	4,700	4,733	4,760	4,783	4,803	4,820	4,834	4,846	4,857	4,866	4,874	4,881	4,887
16	4,131	4,308	4,425	4,508	4,572	4,622	4,662	4,696	4,724	4,748	4,768	4,785	4,800	4,813	4,825	4,835	4,843	4,851	4,858
17	4,099	4,275	4,391	4,474	4,538	4,589	4,630	4,664	4,692	4,717	4,737	4,755	4,771	4,785	4,797	4,807	4,816	4,824	4,832
18	4,071	4,246	4,361	4,445	4,509	4,559	4,601	4,635	4,664	4,689	4,710	4,729	4,745	4,759	4,771	4,782	4,792	4,801	4,808
19	4,046	4,220	4,335	4,418	4,483	4,533	4,575	4,610	4,639	4,664	4,686	4,705	4,722	4,736	4,749	4,760	4,771	4,780	4,788
20	4,024	4,197	4,312	4,395	4,459	4,510	4,552	4,587	4,617	4,642	4,664	4,684	4,701	4,716	4,729	4,741	4,751	4,761	4,769
21	4,004	4,177	4,291	4,374	4,438	4,489	4,531	4,567	4,597	4,622	4,645	4,664	4,682	4,697	4,711	4,723	4,734	4,743	4,752
22	3,986	4,158	4,272	4,355	4,419	4,470	4,513	4,548	4,578	4,604	4,627	4,647	4,664	4,680	4,694	4,706	4,718	4,728	4,737
23	3,970	4,141	4,254	4,337	4,402	4,453	4,496	4,531	4,562	4,588	4,611	4,631	4,649	4,665	4,679	4,692	4,703	4,713	4,723

24	3,955	4,126	4,239	4,322	4,386	4,437	4,480	4,516	4,546	4,573	4,596	4,616	4,634	4,651	4,665	4,678	4,690	4,700	4,710
25	3,942	4,112	4,224	4,307	4,371	4,423	4,466	4,502	4,532	4,559	4,582	4,603	4,621	4,638	4,652	4,665	4,677	4,688	4,698
26	3,930	4,099	4,211	4,294	4,358	4,410	4,452	4,489	4,520	4,546	4,570	4,591	4,609	4,626	4,640	4,654	4,666	4,677	4,687
27	3,918	4,087	4,199	4,282	4,346	4,397	4,440	4,477	4,508	4,535	4,558	4,579	4,598	4,615	4,630	4,643	4,655	4,667	4,677
28	3,908	4,076	4,188	4,270	4,334	4,386	4,429	4,465	4,497	4,524	4,548	4,569	4,587	4,604	4,619	4,633	4,646	4,657	4,667
29	3,898	4,065	4,177	4,260	4,324	4,376	4,419	4,455	4,486	4,514	4,538	4,559	4,578	4,595	4,610	4,624	4,637	4,648	4,659
30	3,889	4,056	4,168	4,250	4,314	4,366	4,409	4,445	4,477	4,504	4,528	4,550	4,569	4,586	4,601	4,615	4,628	4,640	4,650
31	3,881	4,047	4,159	4,241	4,305	4,357	4,400	4,436	4,468	4,495	4,519	4,541	4,560	4,577	4,593	4,607	4,620	4,632	4,643
32	3,873	4,039	4,150	4,232	4,296	4,348	4,391	4,428	4,459	4,487	4,511	4,533	4,552	4,570	4,585	4,600	4,613	4,625	4,635
33	3,865	4,031	4,142	4,224	4,288	4,340	4,383	4,420	4,452	4,479	4,504	4,525	4,545	4,562	4,578	4,592	4,606	4,618	4,629
34	3,859	4,024	4,135	4,217	4,281	4,333	4,376	4,413	4,444	4,472	4,496	4,518	4,538	4,555	4,571	4,586	4,599	4,611	4,622
35	3,852	4,017	4,128	4,210	4,273	4,325	4,369	4,406	4,437	4,465	4,490	4,511	4,531	4,549	4,565	4,579	4,593	4,605	4,616
36	3,846	4,011	4,121	4,203	4,267	4,319	4,362	4,399	4,431	4,459	4,483	4,505	4,525	4,543	4,559	4,573	4,587	4,599	4,611
37	3,840	4,005	4,115	4,197	4,260	4,312	4,356	4,393	4,425	4,452	4,477	4,499	4,519	4,537	4,553	4,568	4,581	4,594	4,605
38	3,835	3,999	4,109	4,191	4,254	4,306	4,350	4,387	4,419	4,447	4,471	4,493	4,513	4,531	4,548	4,562	4,576	4,589	4,600
39	3,830	3,993	4,103	4,185	4,249	4,301	4,344	4,381	4,413	4,441	4,466	4,488	4,508	4,526	4,542	4,557	4,571	4,584	4,595
40	3,825	3,988	4,098	4,180	4,243	4,295	4,339	4,376	4,408	4,436	4,461	4,483	4,503	4,521	4,537	4,552	4,566	4,579	4,591
48	3,793	3,955	4,064	4,145	4,209	4,261	4,304	4,341	4,374	4,402	4,427	4,450	4,470	4,489	4,506	4,521	4,535	4,548	4,561
60	3,762	3,922	4,030	4,111	4,174	4,226	4,270	4,307	4,340	4,368	4,394	4,417	4,437	4,456	4,474	4,489	4,504	4,518	4,530
80	3,732	3,890	3,997	4,077	4,140	4,192	4,236	4,273	4,306	4,335	4,360	4,384	4,405	4,424	4,442	4,458	4,473	4,487	4,500
120	3,702	3,858	3,964	4,044	4,107	4,158	4,202	4,239	4,272	4,301	4,327	4,351	4,372	4,392	4,410	4,426	4,442	4,456	4,469
240	3,672	3,827	3,932	4,011	4,073	4,125	4,168	4,206	4,239	4,268	4,294	4,318	4,339	4,359	4,378	4,394	4,410	4,425	4,439
Inf	3,643	3,796	3,900	3,978	4,040	4,091	4,135	4,172	4,205	4,235	4,261	4,285	4,307	4,327	4,345	4,363	4,379	4,394	4,408

TABEL TITIK KRITIS SEBARAN F

 $\alpha = 0,01 \text{ db2}$ 

db1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	35	40	45	50	100
1	21.20	16.26	13.75	12.25	11.26	10.56	10.04	9.65	9.33	9.07	8.86	8.68	8.53	8.40	8.29	8.18	8.10	8.02	7.95	7.88	7.82	7.77	7.56	7.42	7.31	7.23	7.17	6.90
2	18.00	13.27	10.92	9.55	8.65	8.02	7.56	7.21	6.93	6.70	6.51	6.36	6.23	6.11	6.01	5.93	5.85	5.78	5.72	5.66	5.61	5.57	5.39	5.27	5.18	5.11	5.06	4.82
3	16.69	12.06	9.78	8.45	7.59	6.99	6.55	6.22	5.95	5.74	5.56	5.42	5.29	5.18	5.09	5.01	4.94	4.87	4.82	4.76	4.72	4.68	4.51	4.40	4.31	4.25	4.20	3.98
4	15.98	11.39	9.15	7.85	7.01	6.42	5.99	5.67	5.41	5.21	5.04	4.89	4.77	4.67	4.58	4.50	4.43	4.37	4.31	4.26	4.22	4.18	4.02	3.91	3.83	3.77	3.72	3.51
5	15.52	10.97	8.75	7.46	6.63	6.06	5.64	5.32	5.06	4.86	4.69	4.56	4.44	4.34	4.25	4.17	4.10	4.04	3.99	3.94	3.90	3.85	3.70	3.59	3.51	3.45	3.41	3.21
6	15.21	10.67	8.47	7.19	6.37	5.80	5.39	5.07	4.82	4.62	4.46	4.32	4.20	4.10	4.01	3.94	3.87	3.81	3.76	3.71	3.67	3.63	3.47	3.37	3.29	3.23	3.19	2.99
7	14.98	10.46	8.26	6.99	6.18	5.61	5.20	4.89	4.64	4.44	4.28	4.14	4.03	3.93	3.84	3.77	3.70	3.64	3.59	3.54	3.50	3.46	3.30	3.20	3.12	3.07	3.02	2.82
8	14.80	10.29	8.10	6.84	6.03	5.47	5.06	4.74	4.50	4.30	4.14	4.00	3.89	3.79	3.71	3.63	3.56	3.51	3.45	3.41	3.36	3.32	3.17	3.07	2.99	2.94	2.89	2.69
9	14.66	10.16	7.98	6.72	5.91	5.35	4.94	4.63	4.39	4.19	4.03	3.89	3.78	3.69	3.60	3.52	3.46	3.40	3.35	3.30	3.26	3.22	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.59
10	14.55	10.05	7.87	6.62	5.81	5.26	4.85	4.54	4.30	4.10	3.94	3.80	3.69	3.59	3.53	3.43	3.37	3.31	3.26	3.21	3.17	3.13	2.98	2.88	2.80	2.74	2.70	2.50
11	14.45	9.96	7.79	6.54	5.73	5.18	4.77	4.46	4.22	4.02	3.86	3.73	3.62	3.52	3.43	3.36	3.29	3.24	3.18	3.14	3.09	3.06	2.91	2.80	2.73	2.67	2.63	2.43
12	14.37	9.89	7.72	6.47	5.67	5.11	4.71	4.40	4.16	3.96	3.80	3.67	3.55	3.46	3.37	3.30	3.23	3.17	3.12	3.07	3.03	2.99	2.84	2.74	2.66	2.61	2.56	2.37
13	14.31	9.82	7.66	6.41	5.61	5.05	4.65	4.34	4.10	3.91	3.75	3.61	3.50	3.40	3.32	3.24	3.18	3.12	3.07	3.02	2.98	2.94	2.79	2.69	2.61	2.55	2.51	2.31
14	14.25	9.77	7.60	6.36	5.56	5.01	4.60	4.29	4.05	3.86	3.70	3.56	3.45	3.35	3.27	3.19	3.13	3.07	3.02	2.97	2.93	2.89	2.74	2.64	2.56	2.51	2.46	2.27
15	14.20	9.72	7.56	6.31	5.52	4.96	4.56	4.25	4.01	3.82	3.66	3.52	3.41	3.31	3.23	3.15	3.09	3.03	2.98	2.93	2.89	2.85	2.70	2.60	2.52	2.46	2.42	2.22
16	14.15	9.68	7.52	6.28	5.48	4.92	4.52	4.21	3.97	3.78	3.62	3.49	3.37	3.27	3.19	3.12	3.05	2.99	2.94	2.89	2.85	2.81	2.66	2.56	2.48	2.43	2.38	2.19
17	14.11	9.64	7.48	6.24	5.44	4.89	4.49	4.18	3.94	3.75	3.59	3.45	3.34	3.24	3.16	3.08	3.02	2.96	2.91	2.86	2.82	2.78	2.63	2.53	2.45	2.39	2.35	2.15
18	14.08	9.61	7.45	6.21	5.41	4.86	4.46	4.15	3.91	3.72	3.56	3.42	3.31	3.21	3.13	3.05	2.99	2.93	2.88	2.83	2.79	2.75	2.60	2.50	2.42	2.36	2.32	2.12
19	14.05	9.58	7.42	6.18	5.38	4.83	4.43	4.12	3.88	3.69	3.53	3.40	3.28	3.19	3.10	3.03	2.96	2.90	2.85	2.80	2.76	2.72	2.57	2.47	2.39	2.34	2.29	2.09
20	14.02	9.55	7.40	6.16	5.36	4.81	4.41	4.10	3.86	3.66	3.51	3.37	3.26	3.16	3.08	3.00	2.94	2.88	2.83	2.78	2.74	2.70	2.55	2.44	2.37	2.31	2.27	2.07
21	13.99	9.53	7.37	6.13	5.34	4.79	4.38	4.08	3.84	3.64	3.48	3.35	3.24	3.14	3.05	2.98	2.92	2.86	2.80	2.75	2.70	2.66	2.62	2.47	2.36	2.29	2.23	2.04
22	13.97	9.51	7.35	6.11	5.32	4.77	4.36	4.06	3.82	3.62	3.46	3.33	3.22	3.12	3.03	2.96	2.90	2.84	2.78	2.74	2.70	2.66	2.51	2.40	2.33	2.27	2.22	2.02
23	13.95	9.49	7.33	6.09	5.30	4.75	4.34	4.04	3.80	3.60	3.44	3.31	3.20	3.10	3.02	2.94	2.88	2.82	2.77	2.72	2.68	2.64	2.49	2.38	2.31	2.25	2.20	2.00
24	13.93	9.47	7.31	6.07	5.28	4.73	4.33	4.02	3.78	3.59	3.43	3.29	3.18	3.08	3.00	2.92	2.86	2.80	2.75	2.70	2.66	2.62	2.47	2.36	2.29	2.23	2.18	1.98
25	13.91	9.45	7.30	6.06	5.26	4.71	4.31	4.01	3.76	3.57	3.41	3.28	3.16	3.07	2.98	2.91	2.84	2.79	2.73	2.69	2.64	2.60	2.45	2.35	2.27	2.21	2.17	1.97
30	13.84	9.38	7.23	5.99	5.20	4.65	4.25	3.94	3.70	3.51	3.35	3.21	3.10	3.00	2.92	2.84	2.78	2.72	2.67	2.62	2.58	2.54	2.39	2.28	2.20	2.14	2.10	1.89
35	13.79	9.33	7.18	5.94	5.15	4.60	4.20	3.89	3.65	3.46	3.30	3.17	3.05	2.96	2.87	2.80	2.73	2.67	2.62	2.57	2.53	2.49	2.34	2.23	2.15	2.09	2.05	1.84
40	13.75	9.29	7.14	5.91	5.12	4.57	4.17	3.86	3.62	3.43	3.27	3.13	3.02	2.92	2.84	2.76	2.69	2.64	2.58	2.54	2.49	2.45	2.30	2.19	2.11	2.05	2.01	1.80
45	13.71	9.26	7.11	5.88	5.09	4.54	4.14	3.83	3.59	3.40	3.24	3.10	2.99	2.89	2.81	2.73	2.67	2.61	2.55	2.51	2.46	2.42	2.27	2.16	2.08	2.02	1.97	1.76
50	13.69	9.24	7.09	5.86	5.07	4.52	4.12	3.81	3.57	3.38	3.22	3.08	2.97	2.87	2.78	2.71	2.64	2.58	2.53	2.48	2.44	2.40	2.25	2.14	2.06	2.00	1.95	1.74
100	13.58	9.13	6.99	5.75	4.96	4.41	4.01	3.71	3.47	3.27	3.11	2.98	2.86	2.76	2.68	2.60	2.54	2.48	2.42	2.37	2.33	2.29	2.13	2.02	1.94	1.88	1.82	1.60

 $\alpha = 0,025 \text{ db2}$ 

db1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	35	40	45	50	100
1	12.22	10.01	8.81	8.07	7.57	7.21	6.94	6.72	6.55	6.41	6.30	6.20	6.12	6.04	5.98	5.92	5.87	5.83	5.79	5.75	5.72	5.69	5.57	5.48	5.42	5.38	5.34	5.18
2	10.65	8.43	7.26	6.54	6.06	5.71	5.46	5.26	5.10	4.97	4.86	4.77	4.69	4.62	4.56	4.51	4.46	4.42	4.38	4.35	4.32	4.29	4.18	4.11	4.05	4.01	3.97	3.83
3	9.98	7.76	6.60	5.89	5.42	5.08	4.83	4.63	4.47	4.35	4.24	4.15	4.08	4.01	3.95	3.90	3.86	3.82	3.78	3.75	3.72	3.69	3.59	3.52	3.46	3.42	3.39	3.25
4	9.60	7.39	6.23	5.52	5.05	4.72	4.47	4.28	4.12	4.00	3.89	3.80	3.73	3.66	3.61	3.56	3.51	3.48	3.44	3.41	3.38	3.35	3.25	3.18	3.13	3.09	3.05	2.92
5	9.36	7.15	5.99	5.29	4.82	4.48	4.24	4.04	3.89	3.77	3.66	3.58	3.50	3.44	3.38	3.33	3.29	3.25	3.22	3.18	3.15	3.13	3.03	2.96	2.90	2.86	2.83	2.70
6	9.20	6.98	5.82	5.12	4.65	4.32	4.07	3.88	3.73	3.60	3.50	3.41	3.34	3.28	3.22	3.17	3.13	3.09	3.05	3.02	2.99	2.97	2.87	2.80	2.74	2.70	2.67	2.54
7	9.07	6.85	5.70	4.99	4.53	4.20	3.95	3.76	3.61	3.48	3.38	3.29	3.22	3.16	3.10	3.05	3.01	2.97	2.93	2.90	2.87	2.85	2.75	2.68	2.62	2.58	2.55	2.42
8	8.98	6.76	5.60	4.90	4.43	4.10	3.85	3.66	3.51	3.39	3.29	3.20	3.12	3.06	3.01	2.96	2.91	2.87	2.84	2.81	2.78	2.75	2.65	2.58	2.53	2.49	2.46	2.32
9	8.90	6.68	5.52	4.82	4.36	4.03	3.78	3.59	3.44	3.31	3.21	3.12	3.05	2.98	2.93	2.88	2.84	2.80	2.76	2.73	2.70	2.68	2.57	2.50	2.45	2.41	2.38	2.24
10	8.84	6.62	5.46	4.76	4.30	3.96	3.72	3.53	3.37	3.25	3.15	3.06	2.99	2.92	2.87	2.82	2.77	2.73	2.70	2.67	2.64	2.61	2.51	2.44	2.39	2.35	2.32	2.18
11	8.79	6.57	5.41	4.71	4.24	3.91	3.66	3.47	3.32	3.20	3.09	3.01	2.93	2.87	2.81	2.76	2.72	2.68	2.65	2.62	2.59	2.56	2.46	2.39	2.33	2.29	2.26	2.12
12	8.75	6.52	5.37	4.67	4.20	3.87	3.62	3.43	3.28	3.15	3.05	2.96	2.89	2.82	2.77	2.72	2.68	2.64	2.60	2.57	2.54	2.51	2.41	2.34	2.29	2.25	2.22	2.08
13	8.71	6.49	5.33	4.63	4.16	3.83	3.58	3.39	3.24	3.12	3.01	2.92	2.85	2.79	2.73	2.68	2.64	2.60	2.56	2.53	2.50	2.48	2.37	2.30	2.25	2.21	2.18	2.04
14	8.68	6.46	5.30	4.60	4.13	3.80	3.55	3.36	3.21	3.08	2.98	2.89	2.82	2.75	2.70	2.65	2.60	2.56	2.52	2.49	2.47	2.44	2.34	2.27	2.21	2.17	2.14	2.00
15	8.66	6.43	5.27	4.57	4.10	3.77	3.52	3.33	3.18	3.05	2.95	2.86	2.79	2.72	2.67	2.62	2.57	2.53	2.50	2.47	2.44	2.41	2.31	2.23	2.18	2.14	2.11	1.97
16	8.63	6.40	5.24	4.54	4.08	3.74	3.50	3.30	3.15	3.03	2.92	2.84	2.76	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.47	2.44	2.41	2.38	2.28	2.21	2.15	2.11	2.08	1.94
17	8.61	6.38	5.22	4.52	4.05	3.72	3.47	3.28	3.13	3.00	2.90	2.81	2.74	2.67	2.62	2.57	2.52	2.48	2.45	2.42	2.39	2.36	2.26	2.18	2.13	2.09	2.06	1.91
18	8.59	6.36	5.20	4.50	4.03	3.70	3.45	3.26	3.11	2.98	2.88	2.79	2.72	2.65	2.60	2.55	2.50	2.46	2.43	2.39	2.36	2.34	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.89
19	8.58	6.34	5.18	4.48	4.02	3.68	3.44	3.24	3.09	2.96	2.86	2.77	2.70	2.63	2.58	2.53	2.48	2.44	2.41	2.37	2.35	2.32	2.21	2.14	2.09	2.04	2.01	1.87
20	8.56	6.33	5.17	4.47	4.00	3.67	3.42	3.23	3.07	2.95	2.84	2.76	2.68	2.62	2.56	2.51	2.46	2.42	2.39	2.36	2.33	2.30	2.20	2.12	2.07	2.03	1.99	1.85
21	8.55	6.31	5.15	4.45	3.98	3.65	3.40	3.21	3.06	2.93	2.83	2.74	2.67	2.60	2.54	2.49	2.45	2.41	2.37	2.34	2.31	2.28	2.18	2.10	2.05	2.01	1.98	1.83
22	8.53	6.30	5.14	4.44	3.97	3.64	3.39	3.20	3.04	2.92	2.81	2.73	2.65	2.59	2.53	2.48	2.43	2.39	2.36	2.33	2.30	2.27	2.16	2.09	2.03	1.99	1.96	1.81
23	8.52	6.29	5.13	4.43	3.96	3.63	3.38	3.18	3.03	2.91	2.80	2.71	2.64	2.57	2.52	2.46	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.15	2.07	2.02	1.98	1.95	1.80
24	8.51	6.28	5.12	4.41	3.95	3.61	3.37	3.17	3.02	2.89	2.79	2.70	2.63	2.56	2.50	2.45	2.41	2.37	2.33	2.30	2.27	2.24	2.14	2.06	2.01	1.96	1.93	1.78
25	8.50	6.27	5.11	4.40	3.94	3.60	3.35	3.16	3.01	2.88	2.78	2.69	2.61	2.55	2.49	2.44	2.40	2.36	2.32	2.29	2.26	2.23	2.12	2.05	1.99	1.95	1.92	1.77
30	8.46	6.23	5.07	4.36	3.89	3.56	3.31	3.12	2.96	2.84	2.73	2.64	2.57	2.50	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.18	2.07	2.00	1.94	1.90	1.87	1.71
35	8.43	6.20	5.04	4.33	3.86	3.53	3.28	3.09	2.93	2.80	2.70	2.61	2.53	2.47	2.41	2.36	2.31	2.27	2.24	2.20	2.17	2.15	2.04	1.96	1.90	1.86	1.83	1.67
40	8.41	6.18	5.01	4.31	3.84	3.51	3.26	3.06	2.91	2.78	2.67	2.59	2.51	2.44	2.38	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18	2.15	2.12	2.01	1.93	1.88	1.83	1.80	1.64
45	8.39	6.16	4.99	4.29	3.82	3.49	3.24	3.04	2.89	2.76	2.65	2.56	2.49	2.42	2.36	2.31	2.27	2.23	2.19	2.15	2.12	2.10	1.99	1.91	1.85	1.81	1.77	1.61
50	8.38	6.14	4.98	4.28	3.81	3.47	3.22	3.03	2.88	2.74	2.64	2.55	2.47	2.41	2.35	2.30	2.25	2.21	2.17	2.14	2.11	2.08	1.97	1.89	1.83	1.79	1.75	1.59
100	8.32	6.08	4.92	4.21	3.74	3.40	3.15	2.96	2.80	2.67	2.56	2.47	2.40	2.33	2.27	2.22	2.17	2.13	2.09	2.06	2.02	2.00	1.88	1.80	1.74	1.69	1.66	1.48

$\alpha = 0,05$  db2

db1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	35	40	45	50	100
1	7,71	6,61	5,99	5,59	5,32	5,12	4,96	4,84	4,75	4,67	4,60	4,54	4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,32	4,30	4,28	4,26	4,24	4,17	4,12	4,08	4,06	4,03	3,94
2	6,94	5,79	5,14	4,74	4,46	4,26	4,10	3,98	3,89	3,81	3,74	3,68	3,63	3,59	3,55	3,52	3,49	3,47	3,44	3,42	3,40	3,39	3,32	3,27	3,23	3,20	3,18	3,09
3	6,59	5,41	4,76	4,35	4,07	3,86	3,71	3,59	3,49	3,41	3,34	3,29	3,24	3,20	3,16	3,13	3,10	3,07	3,05	3,03	3,01	2,99	2,92	2,87	2,84	2,81	2,79	2,70
4	6,39	5,19	4,53	4,12	3,84	3,63	3,48	3,36	3,26	3,18	3,11	3,06	3,01	2,96	2,93	2,90	2,87	2,84	2,82	2,80	2,78	2,76	2,69	2,64	2,61	2,58	2,56	2,46
5	6,26	5,05	4,39	3,97	3,69	3,48	3,33	3,20	3,11	3,03	2,96	2,90	2,85	2,81	2,77	2,74	2,71	2,68	2,66	2,64	2,62	2,60	2,53	2,49	2,45	2,42	2,40	2,31
6	6,16	4,95	4,28	3,87	3,58	3,37	3,22	3,09	3,00	2,92	2,85	2,79	2,74	2,70	2,66	2,63	2,60	2,57	2,55	2,53	2,51	2,49	2,42	2,37	2,34	2,31	2,29	2,19
7	6,09	4,88	4,21	3,79	3,50	3,29	3,14	3,01	2,91	2,83	2,76	2,71	2,66	2,61	2,58	2,54	2,51	2,49	2,46	2,44	2,42	2,40	2,33	2,29	2,25	2,22	2,20	2,10
8	6,04	4,82	4,15	3,73	3,44	3,23	3,07	2,95	2,85	2,77	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48	2,45	2,42	2,40	2,37	2,36	2,34	2,27	2,22	2,18	2,15	2,13	2,03
9	6,00	4,77	4,10	3,68	3,39	3,18	3,02	2,90	2,80	2,71	2,65	2,59	2,54	2,49	2,46	2,42	2,39	2,37	2,34	2,32	2,30	2,28	2,21	2,16	2,12	2,10	2,07	1,97
10	5,96	4,74	4,06	3,64	3,35	3,14	2,98	2,85	2,75	2,67	2,60	2,54	2,49	2,45	2,41	2,38	2,35	2,32	2,30	2,27	2,25	2,24	2,16	2,11	2,08	2,05	2,03	1,93
11	5,94	4,70	4,03	3,60	3,31	3,10	2,94	2,82	2,72	2,63	2,57	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,31	2,28	2,26	2,24	2,22	2,20	2,13	2,07	2,04	2,01	1,99	1,89
12	5,91	4,68	4,00	3,57	3,28	3,07	2,91	2,79	2,69	2,60	2,53	2,48	2,42	2,38	2,34	2,31	2,28	2,25	2,23	2,20	2,18	2,15	2,11	2,04	1,99	1,95	1,92	1,85
13	5,89	4,66	3,98	3,55	3,26	3,05	2,89	2,76	2,66	2,58	2,51	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28	2,25	2,22	2,20	2,18	2,15	2,13	2,11	2,04	1,99	1,95	1,92	1,82
14	5,87	4,64	3,96	3,53	3,24	3,03	2,86	2,74	2,64	2,55	2,48	2,42	2,37	2,33	2,29	2,26	2,22	2,20	2,17	2,15	2,13	2,11	2,09	2,01	1,96	1,92	1,89	1,79
15	5,86	4,62	3,94	3,51	3,22	3,01	2,85	2,72	2,62	2,53	2,46	2,40	2,35	2,31	2,27	2,23	2,20	2,18	2,15	2,13	2,11	2,09	2,01	1,96	1,92	1,89	1,87	1,77
16	5,84	4,60	3,92	3,49	3,20	2,99	2,83	2,70	2,60	2,51	2,44	2,38	2,33	2,29	2,25	2,21	2,18	2,16	2,13	2,11	2,09	2,07	1,99	1,94	1,90	1,87	1,85	1,75
17	5,83	4,59	3,91	3,48	3,19	2,97	2,81	2,69	2,58	2,50	2,43	2,37	2,32	2,27	2,23	2,20	2,17	2,14	2,11	2,09	2,07	2,05	1,98	1,92	1,89	1,86	1,83	1,73
18	5,82	4,58	3,90	3,47	3,17	2,96	2,80	2,67	2,57	2,48	2,41	2,35	2,30	2,26	2,22	2,18	2,15	2,12	2,10	2,08	2,06	2,04	1,96	1,91	1,87	1,84	1,81	1,71
19	5,81	4,57	3,88	3,46	3,16	2,95	2,79	2,66	2,56	2,47	2,40	2,34	2,29	2,24	2,20	2,17	2,14	2,11	2,08	2,06	2,04	2,02	1,95	1,89	1,85	1,82	1,80	1,69
20	5,80	4,56	3,87	3,44	3,15	2,94	2,77	2,65	2,54	2,46	2,39	2,33	2,28	2,23	2,19	2,16	2,12	2,10	2,07	2,05	2,03	2,01	1,93	1,88	1,84	1,81	1,78	1,68
21	5,79	4,55	3,86	3,43	3,14	2,93	2,76	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,26	2,22	2,18	2,14	2,11	2,08	2,06	2,04	2,01	2,00	1,92	1,87	1,83	1,80	1,77	1,66
22	5,79	4,54	3,86	3,43	3,13	2,92	2,75	2,63	2,52	2,44	2,37	2,31	2,25	2,21	2,17	2,13	2,10	2,07	2,05	2,02	2,00	1,98	1,91	1,85	1,81	1,78	1,76	1,65
23	5,78	4,53	3,85	3,42	3,12	2,91	2,75	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,24	2,20	2,16	2,12	2,09	2,06	2,04	2,01	1,99	1,97	1,90	1,84	1,80	1,77	1,75	1,64
24	5,77	4,53	3,84	3,41	3,12	2,90	2,74	2,61	2,51	2,42	2,35	2,29	2,24	2,19	2,15	2,11	2,08	2,05	2,03	2,01	1,98	1,96	1,89	1,83	1,79	1,76	1,74	1,63
25	5,77	4,52	3,83	3,40	3,11	2,89	2,73	2,60	2,50	2,41	2,34	2,28	2,23	2,18	2,14	2,11	2,07	2,05	2,02	2,00	1,97	1,96	1,88	1,82	1,78	1,75	1,73	1,62
30	5,75	4,50	3,81	3,38	3,08	2,86	2,70	2,57	2,47	2,38	2,31	2,25	2,19	2,15	2,11	2,07	2,04	2,01	1,98	1,96	1,94	1,92	1,84	1,79	1,74	1,71	1,69	1,57
35	5,73	4,48	3,79	3,36	3,06	2,84	2,68	2,55	2,44	2,36	2,28	2,22	2,17	2,12	2,08	2,05	2,01	1,98	1,96	1,93	1,91	1,89	1,81	1,76	1,72	1,68	1,66	1,54
40	5,72	4,46	3,77	3,34	3,04	2,83	2,66	2,53	2,43	2,34	2,27	2,20	2,15	2,10	2,06	2,03	1,99	1,96	1,94	1,91	1,89	1,87	1,79	1,74	1,69	1,66	1,63	1,52
45	5,71	4,45	3,76	3,33	3,03	2,81	2,65	2,52	2,41	2,33	2,25	2,19	2,14	2,09	2,05	2,01	1,98	1,95	1,92	1,90	1,88	1,86	1,77	1,72	1,67	1,64	1,61	1,49
50	5,70	4,44	3,75	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,40	2,31	2,24	2,18	2,12	2,08	2,04	2,00	1,97	1,94	1,91	1,88	1,86	1,84	1,76	1,70	1,66	1,63	1,60	1,48
100	5,66	4,41	3,71	3,27	2,97	2,76	2,59	2,46	2,35	2,26	2,19	2,12	2,07	2,02	1,98	1,94	1,91	1,88	1,85	1,82	1,80	1,78	1,70	1,63	1,59	1,55	1,52	1,39

TABEL TITIK KRITIS SEBARAN T (UNTUK BNT)

db	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,02	0,01	0,005
1	1,0000	1,3764	1,9626	3,0777	6,3138	12,7062	15,8945	31,8205	63,6567
2	0,8165	1,0607	1,3862	1,8856	2,9200	4,3027	4,8487	6,9646	9,9248
3	0,7649	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	3,4819	4,5407	5,8409
4	0,7407	0,9410	1,1896	1,5332	2,1318	2,7764	2,9985	3,7469	4,6041
5	0,7267	0,9195	1,1558	1,4759	2,0150	2,5706	2,7565	3,3649	4,0321
6	0,7176	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	2,6122	3,1427	3,7074
7	0,7111	0,8960	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,5168	2,9980	3,4995
8	0,7064	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,3060	2,4490	2,8965	3,3554
9	0,7027	0,8834	1,0997	1,3830	1,8331	2,2622	2,3984	2,8214	3,2498
10	0,6998	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,3593	2,7638	3,1693
11	0,6974	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	2,2010	2,3281	2,7181	3,1058
12	0,6955	0,8726	1,0832	1,3562	1,7823	2,1788	2,3027	2,6810	3,0545
13	0,6938	0,8702	1,0795	1,3502	1,7709	2,1604	2,2816	2,6503	3,0123
14	0,6924	0,8681	1,0763	1,3450	1,7613	2,1448	2,2638	2,6245	2,9768
15	0,6912	0,8662	1,0735	1,3406	1,7531	2,1314	2,2485	2,6025	2,9467
16	0,6901	0,8647	1,0711	1,3368	1,7459	2,1199	2,2354	2,5835	2,9208
17	0,6892	0,8633	1,0690	1,3334	1,7396	2,1098	2,2238	2,5669	2,8982
18	0,6884	0,8620	1,0672	1,3304	1,7341	2,1009	2,2137	2,5524	2,8784
19	0,6876	0,8610	1,0655	1,3277	1,7291	2,0930	2,2047	2,5395	2,8609
20	0,6870	0,8600	1,0640	1,3253	1,7247	2,0860	2,1967	2,5280	2,8453
21	0,6864	0,8591	1,0627	1,3232	1,7207	2,0796	2,1894	2,5176	2,8314
22	0,6858	0,8583	1,0614	1,3212	1,7171	2,0739	2,1829	2,5083	2,8188
23	0,6853	0,8575	1,0603	1,3195	1,7139	2,0687	2,1770	2,4999	2,8073
24	0,6848	0,8569	1,0593	1,3178	1,7109	2,0639	2,1715	2,4922	2,7969

TABEL TITIK KRITIS THE STUDENTIZED RANGE PADA TARAF NYATA 5% (UNTUK BNJ)

iv	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	30	40	60	80	100
1	17.97	26.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59	51.96	53.20	54.33	55.36	56.32	57.22	58.04	58.83	59.56	65.15	68.92	73.97	77.40	79.98
2	6.09	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.65	15.92	16.14	16.38	16.57	16.78	18.27	19.28	20.66	21.59	22.29
3	4.50	5.91	6.83	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24	12.21	12.86	13.76	14.36	14.82
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23	10.00	10.53	11.24	11.73	12.10
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	7.00	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	8.88	9.33	9.95	10.37	10.69
6	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	8.19	8.60	9.16	9.55	9.84
7	3.34	4.17	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17	7.73	8.11	8.63	8.99	9.26
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	7.40	7.76	8.25	8.59	8.84
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	6.64	7.14	7.49	7.96	8.28	8.53
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.94	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.41	6.47	6.95	7.28	7.73	8.04	8.28
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33	6.79	7.11	7.55	7.85	8.08
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51	5.62	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21	6.66	6.97	7.39	7.69	7.91
13	3.06	3.73	4.15	4.45	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	6.55	6.85	7.27	7.55	7.77
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.92	5.97	6.03	6.46	6.75	7.16	7.44	7.65
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.79	5.85	5.90	5.96	6.38	6.67	7.07	7.34	7.55
16	3.00	3.65	4.05	4.33	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	6.31	6.59	6.98	7.25	7.46
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.68	5.73	5.79	5.84	6.25	6.53	6.91	7.18	7.38
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	6.20	6.47	6.85	7.11	7.31
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	6.15	6.42	6.79	7.05	7.24
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71	6.10	6.37	6.74	6.99	7.19
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	5.49	5.55	5.59	5.97	6.23	6.58	6.82	7.01
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48	5.83	6.08	6.42	6.65	6.83
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	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36	5.70	5.93	6.26	6.48	6.65
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	5.57	5.79	6.09	6.30	6.46
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	5.43	5.64	5.93	6.13	6.28
1000	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.69	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01	5.30	5.50	5.76	5.95	6.09

25	0,6844	0,8562	1,0584	1,3163	1,7081	2,0595	2,1666	2,4851	2,7874
26	0,6840	0,8557	1,0575	1,3150	1,7056	2,0555	2,1620	2,4786	2,7787
27	0,6837	0,8551	1,0567	1,3137	1,7033	2,0518	2,1578	2,4727	2,7707
28	0,6834	0,8546	1,0560	1,3125	1,7011	2,0484	2,1539	2,4671	2,7633
29	0,6830	0,8542	1,0553	1,3114	1,6991	2,0452	2,1503	2,4620	2,7564
30	0,6828	0,8538	1,0547	1,3104	1,6973	2,0423	2,1470	2,4573	2,7500
31	0,6825	0,8534	1,0541	1,3095	1,6955	2,0395	2,1438	2,4528	2,7440
32	0,6822	0,8530	1,0535	1,3086	1,6939	2,0369	2,1409	2,4487	2,7385
33	0,6820	0,8526	1,0530	1,3077	1,6924	2,0345	2,1382	2,4448	2,7333
34	0,6818	0,8523	1,0525	1,3070	1,6909	2,0322	2,1356	2,4411	2,7284
35	0,6816	0,8520	1,0520	1,3062	1,6896	2,0301	2,1332	2,4377	2,7238
36	0,6814	0,8517	1,0516	1,3055	1,6883	2,0281	2,1309	2,4345	2,7195
37	0,6812	0,8514	1,0512	1,3049	1,6871	2,0262	2,1287	2,4314	2,7154
38	0,6810	0,8512	1,0508	1,3042	1,6860	2,0244	2,1267	2,4286	2,7116
39	0,6808	0,8509	1,0504	1,3036	1,6849	2,0227	2,1247	2,4258	2,7079
40	0,6807	0,8507	1,0500	1,3031	1,6839	2,0211	2,1229	2,4233	2,7045
45	0,6800	0,8497	1,0485	1,3006	1,6794	2,0141	2,1150	2,4121	2,6896
50	0,6794	0,8489	1,0473	1,2987	1,6759	2,0086	2,1087	2,4033	2,6778
55	0,6790	0,8482	1,0463	1,2971	1,6730	2,0040	2,1036	2,3961	2,6682
60	0,6786	0,8477	1,0455	1,2958	1,6706	2,0003	2,0994	2,3901	2,6603
65	0,6783	0,8472	1,0448	1,2947	1,6686	1,9971	2,0958	2,3851	2,6536
70	0,6780	0,8468	1,0442	1,2938	1,6669	1,9944	2,0927	2,3808	2,6479
80	0,6776	0,8461	1,0432	1,2922	1,6641	1,9901	2,0878	2,3739	2,6387
100	0,6770	0,8452	1,0418	1,2901	1,6602	1,9840	2,0809	2,3642	2,6259

## DAFTAR PUSTAKA

- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez, 1986. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hanafiah, K. A., 2003. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. PT Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Mattjik, A.A. dan I. M. Sumertajaya, 2006. Penerapan Rancangan Percobaan. IPB-Press. Bogor
- Montgomery, D. C., 2001. Experimental Design Procedure for The Behavioral Science. Brook/Cole Publisher Company, California
- Setiawan, A., 2009. Rancangan Split Plot. <http://smartstat.wordpress.com>. Diakses 27 Mei 2011
- Setiawan, A., 2009. Rancangan Bujur Sangkar Latin. <http://smartstat.wordpress.com>. Diakses 27 Mei 2011
- Stell, R.G. D., dan J. H. Torrie.. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika; Suatu Pendekatan Biometrik. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sugiyono, 2003. Statistika untuk Penelitian, Alfabeta, Bandung.
- Yitnosumarto, S., 1991. Percobaan : Perancangan, Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Utama, Jakarta

## BIODATA PENULIS



*Prof. Dr. Ir. Bambang Admadi Harsojuwono*, terlahir di Malang, 21 Februari 1965 dan mendapat gelar sarjana tahun 1984 dari Teknologi Industri Pertanian, Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pada tahun 1995 mendapat gelar Magister Pertanian dari Teknologi Perkebunan, Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Selanjutnya tahun 1999 menyelesaikan program Doktor pada Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya dan sejak tahun 2008 menyandang gelar Guru Besar Tetap Universitas Udayana, Bali. Semenjak diangkat jadi staf akademis (dosen) di Program Studi Teknologi Pertanian, Universitas Udayana pada tahun 1990, Penulis telah menekuni dan mengajar mata kuliah Statistika dan Rancangan Percobaan dan sejak tahun 1999 juga menekuni dan mengajar mata kuliah Analisis Multivariat.



*I Wayan Arnata, S.TP., M.Si*, lahir di Desa Ungasan Kuta Selatan 20 juni 1978, mendapat gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada tahun 2001 dari Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Bali. Pada tahun 2009 mendapat gelar Magister Sains dari program studi Teknologi Industri Pertanian, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Sejak diangkat sebagai dosen di Fakultas Teknologi Pertanian tahun 2005 penulis telah menekuni dan mengajar Statistika dan Rancangan Percobaan di Fakultas Teknologi Pertanian.



*Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati, S.TP., M.Si.*, lahir di Mendoyo, 5 Desember 1973 dan mendapat gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada tahun 1997 dari Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Pada tahun 2009, mendapat gelar Magister Sains dari Program Studi Ilmu Pangan, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Penulis diangkat sebagai dosen di Fakultas Teknologi Pertanian pada tahun 2005 dan telah mengajar Statistika dan Rancangan Percobaan di Fakultas Teknologi Pertanian.