

**Dr. Ir. Antonius Suparno, M.P.**  
**Dr. Ir. Abimanyu Dipo Nusantara, M.P.**

# Perancangan Percobaan



**Aplikasi Minitab,  
SAS, dan CoStat dalam**

# Analisis Data



Dr. Ir. Antonius Suparno, M.P.  
Dr. Ir. Abimanyu Dipo Nusantara, M.P.

# **PERANCANGAN PERCOBAAN**

*Aplikasi Minitab, SAS, dan CoStat dalam Analisis Data*



**PENERBIT ALFABETA BANDUNG**

### **Hak Cipta Dilindungi Undang-undang**

Dilarang keras memperbanyak, memfotokopi sebagian atau seluruh isi buku ini, serta memperjualbelikannya tanpa mendapat izin tertulis dari Penerbit.

© **2013, Penerbit Alfabeta, Bandung**

Sta55 (xiv+ 162) 16 x 24 cm

- Judul Buku : **PERANCANGAN PERCOBAAN  
Aplikasi Minitab, SAS, dan CoStat  
dalam Analisis Data**
- Penulis : Dr. Ir. Antonius Suparno, M.P.  
Dr. Ir. Abimanyu Dipo Nusantara, M.P.
- Penerbit : ALFABETA, cv  
Jl. Gegerkalong Hilir No. 84 Bandung  
Telp. (022) 200 8822 Fax. (022) 2020 373  
Website: [www.cvalfabeta.com](http://www.cvalfabeta.com)  
Email: [alfabetabdg@yahoo.co.id](mailto:alfabetabdg@yahoo.co.id)
- Cetakan Kesatu : Mei 2013  
ISBN : 978-602-7825-36-9

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)

# KATA PENGANTAR

Aktivitas mahasiswa, dosen, dan peneliti tidak terlepas dari kegiatan pengumpulan data-data yang menuntut adanya suatu analisis sehingga dihasilkan kesimpulan yang akurat. Berbagai macam software analysis statistika sudah tersedia. Semakin banyak software analisis statistika yang tersedia, akan semakin fleksibel dalam memilih prosedur analisis yang sesuai dengan percobaan yang sedang dilakukan.

Pemilihan prosedur analisis statistika yang tepat untuk suatu percobaan ditentukan oleh pengetahuan peneliti tentang alat statistik dan tentang masalah yang sedang diteliti. Kemampuan seseorang terhadap keduanya ini tidak selalu dapat dipenuhi.

Teknik analisis statistik yang umum digunakan untuk menganalisis data percobaan/penelitian khususnya bidang pertanian adalah analisis ragam (ANOVA) dan uji lanjut seperti *Beda Nyata Terkecil (BNT)*, *Duncan's*, *Tukey'HSD*, *Turkey-Kramer*, *Student-Newman-Keuls*, *Fisher's*, *Dunnett's*, *Ortogonal Kontras*, dan *Ortogonal Polinomial*.

Buku ini berisi tentang aplikasi Software Statistik yang meliputi Minitab, SAS, dan CoStat. Contoh-contoh aplikasi Software tersebut didasarkan pada contoh kasus baik percobaan satu faktor maupun percobaan faktorial mulai dari penyajian data hingga interpretasi hasil analisis dari setiap Software yang digunakan.

Besar harapan kiranya kehadiran buku ini dapat membantu mahasiswa agar secara mandiri dapat menganalisis data penelitian skripsi sehingga dapat mempercepat penyelesaian perkuliahannya. Di samping itu kehadiran buku ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu referensi bagi rekan-rekan peneliti dalam memilih dan

melakukan analisis data percobaan sehingga diperoleh suatu kesimpulan yang tepat.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga buku ini dapat diterbitkan, dan kiranya buku ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Manokawari, Agustus 2012

*Penulis*

# DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii

## BAB I

PENDAHULUAN .....	1
-------------------	---

## BAB II

PENGANTAR PERANCANGAN PERCOBAAN .....	3
2.1 Rancangan Acak Lengkap (RAL) .....	6
2.2 Rancangan Acak Kelompok (RAK) .....	6
2.3 Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) .....	7
2.4 Percobaan Faktor Tunggal .....	7
2.5 Percobaan Faktorial .....	8

## BAB III

PENYAJIAN DATA PERCOBAAN DALAM MS EXCEL .....	10
--	----

## BAB IV

APLIKASI SOFTWARE MINITAB DALAM ANALISIS DATA PERCOBAAN .....	19
4.1 Pendahuluan .....	19
4.2 Menu dalam <i>Software</i> Minitab .....	20
4.3 Memasukkan Data .....	22
4.4 Input Data dalam MsExcel .....	24
4.5 Uji Kenormalan Galat .....	27
4.6 Uji Keseragaman Ragam .....	37
4.7 Perancangan Percobaan Satu Faktor .....	43
4.7.1 Membuat ANOVA .....	43
4.7.2 Interpretasi ANOVA Satu Faktor .....	47
4.7.3 Interpretasi Perbandingan Berpasangan .....	49

4.8	Perancangan Percobaan Faktorial .....	55
4.8.1	Membuat Perancangan Percobaan Faktorial Secara Manual .....	55
4.8.2	Membuat Perancangan Percobaan Faktorial Menggunakan Minitab .....	57
4.8.3	ANOVA Percobaan Faktorial .....	60
4.8.4	Interpretasi Hasil ANOVA Percobaan Faktorial ....	64
4.8.5	Grafik Respons Percobaan Faktorial .....	66
4.9	Mencetak Hasil .....	78
4.10	Transformasi Data .....	80

## **BAB V**

### **APLIKASI SAS DALAM ANALISIS DATA PERCOBAAN . 110**

5.1	Pendahuluan .....	110
5.2	Memasukkan Data Satu Faktor dan Perintah Analisis Data .....	112
5.3	Menjalankan Perintah Analisis Satu Faktor .....	115
5.4	Memasukkan Dua Data Faktor dan Perintah Analisis Data (LSD, Tukey, Ortogonal Kontras) .....	119
5.5	Menjalankan Perintah Analisis Dua Faktor .....	122
5.6	Uji Ortogonal Polinomial .....	126
5.7	Mencetak dan Mengedit Output Analisis .....	140

## **BAB VI**

### **APLIKASI CoStat DALAM ANALISIS DATA PERCOBAAN 141**

6.1	Pendahuluan .....	141
6.2	Memasukkan Data Dalam Excel .....	142
6.3	Mengimport Data dari Excel .....	144
6.4	Menyimpan Data dalam CoStat .....	147
6.5	ANOVA Data Percobaan .....	148
6.5.1	ANOVA Data Percobaan Satu Faktor .....	149
6.5.2	ANOVA Data Percobaan Dua Faktor .....	153
6.6	Mencetak Output Anova CoStat .....	158

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>161</b>
-----------------------------	------------

# DAFTAR TABEL

3.1	Data hasil percobaan faktor tunggal, pengaruh tingkat dosis Bokashi terhadap bobot buah cabe .....	11
3.2	Data penelitian pengaruh dosis fosfat alam (FA) dan jenis inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada bibit kakao .....	13
4.1	Hasil uji normalitas galat dan homogenitas ragam .....	42
4.2	Bobot buah cabe per tanaman akibat pemberian berbagai dosis Bokhasi .....	43
4.3	Ringkasan Tukey's test .....	52
4.4	Ringkasan hasil Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-0 .....	54
4.5	Ringkasan hasil uji lanjut Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-0 .....	73
4.6	Ringkasan hasil uji lanjut Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-1 .....	75
4.7	Ringkasan hasil uji lanjut Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-2 .....	78
4.8	Nilai <i>estimate</i> dan <i>best value of <math>\lambda</math></i> dari data yang galatnya tidak menyebar normal .....	90
4.9	Hasil pengujian ulang dengan <i>Normality Test</i> .....	91
4.10	Ketentuan pengujian antar rerata .....	93
4.11	Teknis menyajikan data hasil transformasi .....	94
4.12	Rekapitulasi F hitung dan koefisien keragaman pengaruh pengaturan kadar air dan pemberian bahan alami terhadap pertumbuhan <i>Pueraria javanica</i> dan perkembangan <i>Glomus etunicatum</i> .....	95
4.13	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah tajuk (mg) <sup>o</sup> <i>Pueraria javanica</i> umur 6 MST .....	97
4.14	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah akar <i>Pueraria javanica</i> 6 MST .....	98
4.15	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah total <i>Pueraria javanica</i> 6 MST .....	99
4.16	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering tajuk <i>Pueraria javanica</i> umur 6 MST .....	99
4.17	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering akar <i>Pueraria javanica</i> 6 MST (mg) .....	100



4.18	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering total <i>Pueraria javanica</i> umur 6 MS .....	101
4.19	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap kolonisasi akar <i>Pueraria javanica</i> oleh <i>Glomus etunicatum</i> pada 6 MST .....	102
4.20	Pengaruh pemberian bahan alami terhadap bobot basah tajuk, akar, dan total tanaman <i>Pueraria javanica</i> umur 12 MST .....	102
4.21	Pengaruh pemberian bahan alami terhadap bobot kering Tajuk, akar, dan total tanaman <i>Pueraria javanica</i> umur 12 MST .....	103
4.21	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap kolonisasi akar <i>Pueraria javanica</i> oleh <i>Glomus etunicatum</i> pada 12 MST .....	104
4.23	Pengaruh pemberian bahan alami terhadap jumlah spora <i>G. etunicatum</i> pada medium zeolit pada 6 dan 12 MST ....	105
4.24	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah akar <i>Pueraria javanica</i> terkolonisasi oleh <i>Glomus etunicatum</i> pada 6 MST .....	107
4.25	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering akar <i>Pueraria javanica</i> terkolonisasi oleh <i>Glomus etunicatum</i> pada 6 MST .....	108
4.26	Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah akar <i>Pueraria javanica</i> terkolonisasi oleh <i>Glomus etunicatum</i> pada 12 MST .....	109
5.1.	Nilai pembeda uji Duncan's .....	118
5.2.	Nilai koefisien ortogonal polinomial dosis FA .....	128
5.3.	Nilai koefisien ortogonal polinomial dosis N .....	139

## DAFTAR GAMBAR

3.1	Tampilan worksheet pada MsExcel 2007 .....	10
3.2	Penyajian data dalam worksheet MsExcel .....	12
3.3	Format penyajian data percobaan dua faktor dalam MsExcel .....	14
3.4	Sajian data dengan memasukkan faktor 1 dengan perlakuan non-numerik untuk analisis menggunakan SAS .....	17

4.1	Tahapan analisis data dalam Minitab .....	20
4.2	Tampilan menu program Minitab .....	21
4.3	Cara mengaktifkan perintah MTB > dalam window Session .....	23
4.4	Data yang diinput dari MsExcel .....	26
4.5	Kotak dialog penyimpanan file data .....	27
4.6	Memulai Uji Kenormalan Galat .....	31
4.7	Pilihan menu untuk uji distribusi data .....	32
4.8	Kotak dialog memasukkan data variabel yang akan diuji.....	32
4.9	Grafik hasil uji dan nilai lamda ( $\lambda$ ) .....	33
4.10	Pilihan menu untuk uji kenormalan data .....	34
4.11	Pilihan Test for Normality .....	34
4.12	Sebaran data hasil Normality Test .....	35
4.13	Pilihan pada Normality Test .....	36
4.14	Hasil Normality Test .....	36
4.15	Memulai Uji Keseragaman Ragam .....	40
4.16	Menu pada Test for Equal Variances.....	41
4.17	Hasil Pengujian Keseragaman Ragam .....	41
4.18	Format memasukkan data dalam window Session dan data dalam window Data pada Minitab .....	45
4.19	Kotak dialog untuk menentukan faktor dan respons .....	46
4.20	Kotak dialog untuk membandingkan pengaruh level faktor terhadap variabel respons dengan 3 uji lanjut .....	47
4.21	Hasil Anova dalam Minitab dari data Tabel 3.1 .....	48
4.22	Hasil uji 'Dunnett's test' .....	49
4.23	Hasil uji 'Tukey's test' .....	51
4.24	Hasil uji 'Fisher's test' .....	54
4.25	Kotak dialog untuk membuat Perancangan Faktorial .....	57
4.26	Kotak dialog Display Available Designs .....	58
4.27	Kotak dialog untuk menentukan level tiap faktor.....	58
4.28	Kotak dialog memasukkan nama faktor dan nilai level ..	59
4.29	Pilihan untuk mempermudah pengisian data .....	59
4.30	Pilihan untuk menentukan output data yang dimasukkan .....	60
4.31	Pilihan untuk meyakinkan bahwa data yang dibuat tidak mengggunakan format dari Minitab .....	61
4.32	Kotak dialog untuk memilih faktor/variabel yang akan buat Anova .....	62
4.33	Kotak dialog memasukkan variabel sebagai respons .....	62
4.34	Kotak dialog untuk memilih bentuk tampilan output.....	63
4.35	Output Anova Minitab .....	64
4.36	Kotak dialog pilihan membuat grafik .....	66
4.37	Kotak dialog menentukan faktor utama dalam model....	67

4.38	Kotak dialog Factorial Plots-Interaction .....	68
4.39	Grafik pengaruh tiap faktor .....	68
4.40	Grafik pengaruh interaksi dua faktor .....	69
4.41	Kotak dialog penentuan faktor dalam uji keseragaman rerata .....	69
4.42	Data dalam Minitab uji keseragaman rerata .....	70
4.43	Anova dosis pupuk FA pada FMA-0 .....	71
4.44	Output Fisher's test pada perbandingan rerata dosis pupuk FA pada FMA-0 .....	72
4.45	Output Fisher's test pada perbandingan rerata dosis pupuk FA pada FMA-1 .....	74
4.46	Output Fisher's test pada perbandingan rerata dosis pupuk FA pada FMA-2 .....	77
4.47	Kotak dialog pemilihan informasi yang akan dicetak .....	79
4.48	Kotak dialog perintah mencetak .....	79
4.49	Memulai Control Charts .....	83
4.50	Menu pada Box-Cox Transformation .....	83
4.51	Pilihan yang muncul setelah tombol Options diklik.....	84
4.52	Box-Cox Plot parameter Bobot Basah Aakar 1½ .....	84
4.53	Hasil transformasi Box-Cox memperlihatkan nilai <i>estimate <math>\lambda</math></i> yang sama besarnya dengan <i>best value of <math>\lambda</math></i> .....	85
4.54	Memulai <i>Quality Tools</i> .....	86
4.55	Menu pada <i>Individual Distribution Identification</i> .....	87
4.56	Pilihan yang muncul setelah menekan tombol <i>BoxCox</i> .....	87
4.57	Hasil analisis transformasi Box-Cox menggunakan menu <i>Quality Tools</i> .....	88
5.1	ShortCut SAS v.9.0 for window .....	110
5.2	Tampilan menu dalam program SAS .....	111
5.3	Tampilan window Output, Window Log, Window Editor .....	112
5.4	Sajian data satu faktor dalam window Data SAS .....	113
5.5	Tampilan sebagian 'window Log' .....	115
5.6	Tampilan sebagian window Output .....	116
5.7	Hasil analisis 'general linier model' dan Anova .....	116
5.8	Hasil uji lanjut LSD/ uji t dosis bokashi .....	117
5.9	Hasil uji lanjut Tukey dosis bokashi .....	118
5.10	Hasil uji lanjut Duncan terhadap dosis bokashi .....	119
5.11	Perintah dalam window Editor (data) sebelum (a) dan setelah (b) data dimasukkan .....	120
5.12	Tampilan sebagian window Log dan window Output.....	123
5.13	Hasil Anova dari data yang diuji .....	124
5.14	Hasil uji lanjut LSD untuk FMA .....	124

5.15	Hasil Uji lanjut Tukey untuk FMA .....	125
5.16	Hasil uji lanjut LSD untuk FA .....	125
5.17	Hasil Uji Ortogonal Kontras untuk FMA .....	126
5.18	Penyajian data dan perintah analisis Ortogonal Polinomial .....	130
5.19	Hasil analisis Uji Ortogonal Polinomial tingkat dosis FA..	137
5.20	Format penyajian data dalam MsExel untuk menggambarkan kurva respons .....	138
5.21	Gambar kurva respons dalam MsExel .....	139
6.1	Gambar icon shortcut CoStat .....	141
6.2	Daftar menu dan tool bar CoStat .....	142
6.3	Format data satu faktor dalam Ms Excel .....	143
6.4	Format data dua faktor dalam Ms Excel .....	144
6.5	Kotak dialog pilihan menempatkan data salinan dari MsExcel .....	145
6.6	Hasil salinan data satu faktor dari MsExcel .....	145
6.7	Hasil salinan data dua faktor dari MsExcel .....	146
6.8	Kotak dialog untuk menyimpan dokumen/file .....	147
6.9	Kotak dialog menentukan folder penyimpanan file dan memasukkan nama file .....	147
6.10	Kotak dialog membuka file data .....	148
6.11	Menu pilihan dalam Anova dan uji lanjut data percobaan satu faktor .....	149
6.12	Window output Anova dan Uji Duncan's terhadap $Y_1$ - bobot buah/petak .....	151
6.13	Output Anova CoStat $Y_2$ bobot buah/tanaman .....	153
6.14	Menu pilihan dalam Anova dan uji lanjut data percobaan dua faktor .....	154
6.15	Ouput Anova dan uji lanjut LSD data percobaan dua faktor .....	158
6.16	Menu Print output Anova CoStat .....	159

## DAFTAR LAMPIRAN

1.	Koefisien Orogonal Polinomial Perbandingan antara Tiga Sampai Enam Perlakuan yang Berjarak Sama .....	162
----	--	-----

## BAB I PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi komputer, maka analisis statistik menjadi sangat mudah dilakukan terutama dengan adanya program aplikasi komputer untuk statistik yang kini telah banyak beredar. Komputer sangat membantu terutama dalam perhitungan statistik dan pengolahan data percobaan yang banyak menggunakan rumus-rumus matematika yang rumit dan jumlah data yang banyak.

Beberapa *software* statistik yang telah beredar meliputi **Minitab, SAS, dan CoStat**. Setiap *software* tersebut masing-masing memiliki keunggulan tersendiri. Sesuai dengan perkembangan kebutuhan ilmu dan teknologi, *software-software* tersebut selalu disempurnakan oleh penciptanya yang ditunjukkan oleh munculnya program dengan versi yang baru.

**Minitab** adalah *software* statistik yang telah banyak digunakan. Keunggulan Minitab di antaranya adalah menyediakan metode-metode statistik klasik seperti regresi, analisis faktor, analisis diskriminan, dan tabulasi silang. Minitab menyediakan pula metode-metode statistik perancangan percobaan. Di dalam *software* Minitab (*versi 15*), tampilan menu analisis telah disusun dalam tampilan yang menarik sehingga lebih *user friendly*.

**SAS** merupakan *software* statistik yang cukup fleksibel dalam penggunaannya untuk analisis statistik. Namun demikian setiap *perintah* analisis harus dituliskan sendiri oleh pengguna sesuai dengan pedoman. Oleh

karena itu pengguna *software* SAS relatif lebih sedikit daripada *software* pengolahan data lainnya. Meskipun demikian untuk analisis tertentu seperti Analisis Ortogonal Kontras dan Analisis Ortogonal Polinomial lebih mudah menggunakan *software* SAS.

**CoStat** merupakan salah satu *software* statistik yang sederhana tetapi tidak kalah akurat apabila dibandingkan dengan *software* lainnya dan relatif lebih mudah dalam penggunaannya. Program CoStat di antaranya dapat memfasilitasi ANOVA dengan Uji lanjut *LSD*, *Duncan's*, *Tukey'HSD*, *Tukey-Kramer*, *Student-Newman-Keuls* dalam 20 jenis rancangan percobaan masing-masing dengan 5 selang kepercayaan.

Persiapan data untuk analisis statistika dengan berbagai *software* statistik tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan MS Excel atau langsung dalam media data (lembar data) tiap *software*. Jika data hasil pengamatan dikumpulkan dalam *spreadsheet* MS Excel, maka file data tersebut *dicopy/disalin* ke dalam lembar data *software* statistik dan dilakukan analisis sesuai dengan kebutuhan.

Setiap tahapan analisis dari teknik pengumpulan data dalam MS Excel hingga aplikasi *software* analisis statistik, akan diuraikan dalam bab-bab selanjutnya.

## **BAB II**

### **PENGANTAR PERANCANGAN PERCOBAAN**

Perancangan percobaan merupakan suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variable input (faktor) suatu proses sehingga dapat diketahui penyebab perubahan output (respons).

Beberapa istilah dalam perancangan percobaan, di antaranya :

**Unit percobaan:** unit dasar (terkecil) di mana variabel respons dikumpulkan

**Faktor :** tipe kondisi berbeda dalam percobaan yang dapat diubah-ubah. Faktor bersifat kualitatif atau kuantitatif.

**Level :** tingkatan/jenis yang berbeda dari suatu faktor. Apabila faktor bersifat kualitatif, maka level bersifat kuantitatif.

**Perlakuan :** [*treatment*] adalah kombinasi level pada faktor yang berbeda.

**Replikasi :** [kelompok] banyaknya perulangan unit percobaan pada perlakuan tertentu.

Secara umum metode dalam perancangan percobaan adalah:

1. Menentukan variabel input (faktor) yang berpengaruh terhadap respons.

2. Menentukan variabel input yang membuat respons mendekati nilai yang diinginkan.
3. Menentukan variabel input yang menyebabkan variasi respons kecil.

Tiga prinsip dasar dalam perancangan percobaan adalah replikasi, pengacakan, dan kontrol lokal. Dengan melakukan replikasi (ulangan) kita akan memperoleh nilai taksiran pengaruh yang lebih tepat, variabilitas alami, dan kesalahan pengukuran.

Prinsip pengacakan berarti perlakuan harus diberikan secara acak pada unit-unit percobaan.

Prinsip kontrol lokal berarti suatu metode yang dapat menjelaskan dan mengurangi variabilitas alami. Prinsip dilakukan dengan mengelompokkan suatu unit percobaan yang mirip ke dalam kelompok (blok) tertentu. Pengelompokan bertujuan meningkatkan ketepatan percobaan.

Perancangan percobaan memerlukan langkah (tahapan) penting yang berguna agar rancangan mengarah pada hasil yang diinginkan. Tahapan tersebut meliputi :

1. **Mengenal Permasalahan** : Tahap awal desain percobaan adalah mengenali permasalahan. Dengan melakukan identifikasi permasalahan, kita dapat memperoleh suatu kesimpulan yang menjawab permasalahan.
2. **Memilih Peubah Respons** : Peubah respons adalah peubah terikat, yaitu variabel yang dipengaruhi oleh level faktor atau kombinasi level faktor. Untuk mengukur



peubah respons, kita menggunakan statistik rerata dan standar deviasi.

3. **Menentukan Faktor dan Level** : Dalam penentuan faktor dan level suatu faktor dalam percobaan, peneliti harus menentukan cara mengendalikan faktor dan cara mengukurnya. Tahap ini memerlukan pengetahuan lebih mengenai permasalahan yang akan diteliti agar faktor dan level yang ditentukan tidak menyimpang jauh dari hasil yang diharapkan.
4. **Memilih Metode Perancangan Percobaan**: Metode perancangan percobaan disesuaikan dengan tujuan penelitian dan permasalahan yang ada. Beberapa metode percobaan antara lain rancangan acak sederhana, rancangan blok, rancangan faktorial, rancangan latin, dan metode lainnya.
5. **Melaksanakan Percobaan** : Dalam pelaksanaan percobaan kita perlu mengamati proses supaya percobaan berjalan sesuai dengan rencana.
6. **Analisis Data** : Analisis data dilakukan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Analisis data merupakan tahapan penting dalam rancangan percobaan dan dapat digunakan sebagai dasar membuat suatu keputusan dan pernyataan yang tepat.
7. **Membuat Suatu Keputusan** : Setelah analisis data selesai, maka kita dapat membuat suatu keputusan/kesimpulan berdasarkan percobaan yang telah dilakukan.

Analisis ragam dalam Perancangan Percobaan meliputi analisis ragam satu arah dan banyak arah. Tipe dasar rancangan percobaan adalah rancangan acak

lengkap (RAL), rancangan acak kelompok (RAK), dan rancangan bujur sangkar latin (RBSL). Dari ketiga tipe rancangan ini dapat dikembangkan menjadi sekitar 20 tipe rancangan percobaan (lihat CoStat).

Analisis ragam satu arah digunakan untuk menganalisis data percobaan yang dirancang dalam rancangan acak lengkap (RAL) sedangkan analisis ragam banyak arah digunakan untuk menganalisis data percobaan dalam rancangan acak kelompok (RAK), rancangan bujur sangkar latin (RBSL), maupun rancangan perak terbagi (RPT).

Untuk percobaan faktor tunggal kita dapat menggunakan RAL, RAK, dan RBSL, sedangkan percobaan dengan lebih dari 1 (satu) faktor (faktorial) kita dapat menggunakan RAL, RAK, RBSL, maupun RPT.

## **2.1 Rancangan Acak Lengkap (RAL)**

Dalam rancangan acak lengkap (RAL), semua perlakuan diatur/ditempatkan dengan pengacakan secara lengkap sehingga setiap satuan percobaan mempunyai peluang yang sama dalam penempatannya. Setiap perbedaan di antara satuan percobaan yang mendapatkan perlakuan sama adalah galat percobaan.

Rancangan Acak Lengkap sesuai digunakan untuk percobaan yang lingkungannya homogen seperti di Laboratorium atau tempat lain yang pengaruh lingkungannya dapat dikendalikan. Namun demikian RAL ini memiliki kekurangan maupun kelebihan, yaitu :

**Kelebihan RAL adalah :**

- RAL sangat fleksibel, artinya banyaknya perlakuan dan ulangan hanya dibatasi oleh banyaknya satuan percobaan yang tersedia.
- Jumlah ulangan dimungkinkan berbeda-beda, namun demikian lebih dianjurkan apabila ulangannya sama.
- Analisis statistik lebih sederhana
- Denah percobaannya lebih mudah

**Kekurangan RAL adalah :**

- RAL kurang efisien
- Galat percobaan mencakup seluruh karagaman antar satuan percobaan, hal ini karena pengacakan tidak dibatasi

**2.2 Rancangan Acak Kelompok (RAK)**

Rancangan Acak Kelompok (RAK) merupakan rancangan percobaan yang paling banyak digunakan terutama dalam penelitian bidang pertanian atau biologi. Rancangan ini sesuai diaplikasikan dalam percobaan lapangan.

Ciri-ciri rancangan ini adalah adanya kelompok dalam jumlah yang sama, yang mana dalam setiap kelompok tersusun oleh semua perlakuan. Pengelompokan didasarkan pada faktor lingkungan yang paling mempengaruhi, sehingga dengan pengelompokan yang tepat dapat memperkecil nilai galat percobaan.

### **2.3 Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)**

Keuntungan utama rancangan bujur sangkar latin (RBSL) adalah kemampuannya untuk secara serempak menangani dua sumber keragaman di antara satuan percobaan. Sumber keragaman dalam rancangan ini diperlakukan sebagai dua kriteria pengelompokan yang bebas. Pengelompokan dua arah dalam RBSL, yang umumnya ditunjukkan sebagai pengelompokan baris dan pengelompokan lajur, diselesaikan dengan jaminan bahwa setiap perlakuan terjadi hanya sekali dalam setiap pengelompokan baik baris maupun lajur. Prosedur ini memungkinkan untuk menduga keragaman di antara pengelompokan baris dan juga pengelompokan lajur dan mengeluarkannya dari galat percobaan.

### **2.4 Percobaan Faktor Tunggal**

Percobaan faktor tunggal adalah percobaan dengan hanya satu faktor tunggal yang berbeda sedangkan semua faktor lainnya dibuat tetap. Perlakuan terdiri hanya dari perbedaan taraf dari faktor peubah tunggal. Semua faktor lain diberikan seragam untuk semua petak pada taraf tunggal yang ditentukan. Sebagai contoh, kebanyakan pengujian varietas adalah percobaan faktor tunggal yang mana faktor peubah tunggalnya adalah varietas. Jadi taraf faktornya adalah varietas-varietas yang berbeda yang ditanam berbeda pada setiap petak/unit percobaan, sedangkan faktor pengelolaan lainnya seperti pemupukan, pengendalian hama penyakit, pengelolaan air, pengendalian gulma diberikan seragam pada semua petak percobaan.

Contoh lainnya untuk percobaan faktor tunggal adalah :

- Pengujian pemupukan, yang menguji beberapa tingkat dosis pemupukan tunggal
- Pengujian beberapa jenis insektisida
- Pengujian berbagai tingkat kerapatan/populasi tanaman

Terdapat dua kelompok rancangan percobaan yang dapat digunakan untuk percobaan faktor tunggal, yaitu *rancangan kelompok lengkap* dan *rancangan kelompok tidak lengkap*. **Rancangan kelompok lengkap** sesuai untuk percobaan dengan beberapa perlakuan dan dicirikan menurut kelompok, yang masing-masing berisi paling sedikit satu gugus perlakuan yang lengkap. Rancangan kelompok lengkap meliputi RAL, RAK dan RBSL). **Rancangan kelompok tidak lengkap** sesuai untuk percobaan dengan beberapa perlakuan yang besar dan dicirikan menurut kelompok, masing-masing hanya berisi sebagian dari perlakuan yang diujikan. Rancangan kelompok tidak lengkap meliputi rancangan kisi dan golongan kelompok berimbang.

## 2.5 Percobaan Faktorial

Percobaan faktorial adalah suatu percobaan yang mana perlakuan di dalamnya terdiri atas semua kemungkinan taraf terpilih untuk dua faktor atau lebih. Banyaknya perlakuan dalam suatu percobaan faktorial merupakan hasil kali dari taraf (level) setiap faktor.

Sebagai contoh, suatu percobaan yang melibatkan dua faktor dengan masing-masing dua taraf yaitu 2 varietas dan 2 taraf nitrogen, dinyatakan sebagai percobaan faktorial  $2 \times 2$  atau  $2^2$ . Perlakuannya terdiri atas 4 kombinasi dua taraf dari setiap faktor.

Banyaknya kombinasi perlakuan akan bertambah dengan bertambahnya faktor atau kenaikan taraf dari setiap faktor. Sebagai contoh, untuk percobaan faktorial melibatkan 5 varietas, 4 taraf nitrogen, dan 3 metode pengendalian gulma, maka banyaknya kombinasi perlakuan adalah  $5 \times 4 \times 3 = 60$  satuan percobaan.

Percobaan faktorial dapat dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), rancangan acak kelompok (RAK), maupun rancangan petak terbagi (RPT).

Percobaan faktorial melibatkan dua atau lebih faktor dengan masing-masing tarafnya. Karena melibatkan dua atau lebih faktor maka akan berpeluang munculkan **interaksi** antara faktor yang diuji. Dua faktor (atau lebih) dikatakan berinteraksi apabila pengaruh suatu faktor berubah pada saat taraf faktor lainnya berubah.

Sebagai contoh, pengukuran pengaruh interaksi antar faktor ditentukan berdasarkan suatu percobaan dua faktor A dan B, masing-masing dengan dua taraf ( $a_0$  dan  $a_1$  untuk faktor **A** dan  $b_0$  dan  $b_1$  untuk faktor **B**). Kombinasi perlakuan kedua faktor tersebut adalah  $a_0b_0$ ,  $a_1b_0$ ,  $a_0b_1$ , dan  $a_1b_1$ .

Dalam percobaan faktorial kita dapat menganalisis pengaruh sederhana dari setiap faktor, pengaruh utama dari setiap faktor, dan pengaruh interaksi antar faktor.

- Pengaruh sederhana A pada  $b_0 = a_1b_0 - a_0b_0$
- Pengaruh sederhana A pada  $b_1 = a_1b_1 - a_0b_1$
- Pengaruh sederhana B pada  $a_0 = a_0b_1 - a_0b_0$
- Pengaruh sederhana B pada  $a_1 = a_1b_1 - a_1b_0$
- Pengaruh utama A =  $(1/2)$  (pengaruh sederhana A pada  $b_0$ ) + (pengaruh sederhana A pada  $b_1$ )
- Pengaruh utama B =  $(1/2)$  (pengaruh sederhana B pada  $a_0$ ) + (pengaruh sederhana B pada  $a_1$ )
- Pengaruh interaksi A X B (2 cara) :
  - a.  $A \times B = (1/2)$ (pengaruh sederhana A pada  $b_1$  - pengaruh sederhana A pada  $b_0$ )
  - b.  $A \times B = (1/2)$ (pengaruh sederhana B pada  $a_1$  - pengaruh sederhana B pada  $a_0$ )

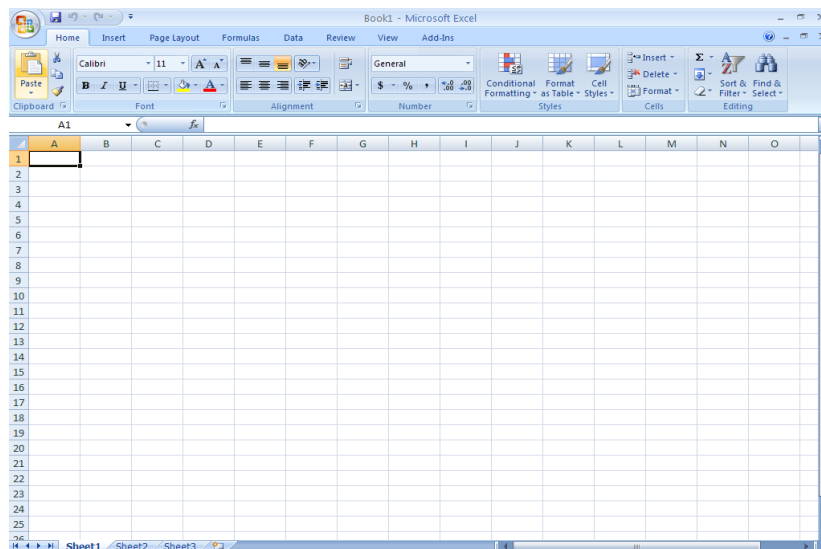
### BAB III

## PENYAJIAN DATA PERCOBAAN DALAM Ms Excel

MsExcel merupakan *software* penyajian data dan pengolahan data sederhana. Di samping operasi matematika secara umum, melalui MsExcel kita dapat pula melakukan analisis regresi dan korelasi sederhana.

Fungsi lain yang dapat diperoleh dari MsExcel adalah kita dapat menyajikan data dalam berbagai bentuk grafik dan diagram yang sangat menarik.

Tampilan lembar data (*worksheet*) MsExcel terdiri atas baris (1, 2, 3, 4, ....) dan kolom (A, B, C, D, ...) seperti pada Gambar 3.1. Dalam *worksheet* inilah kita dapat memasukkan kumpulan data yang akan dianalisis menggunakan *software* statistik.



Gambar 3.1 Tampilan worksheet pada MsExcel 2007



Dalam *worksheet* MsExcel ini secara khusus akan mempelajari sebagai media menyiapkan data hasil penelitian terutama dalam suatu Percobaan. Dalam rancangan percobaan dikenal adanya percobaan faktor tunggal dan percobaan faktorial dengan Anova satu arah (RAL) dan anova banyak arah (RAK, RBSL, RPT).

Contoh data percobaan faktor tunggal disajikan pada Tabel 3.1 dan penyajian dalam *worksheet* MsExcel disajikan pada Gambar 3.2.

*Tabel 3.1 Data hasil percobaan faktor tunggal, pengaruh tingkat dosis Bokashi terhadap bobot buah cabe*

Perlakuan (Dosis)	U l a n g a n			
	I	II	III	IV
0	13.41	13.64	12.43	13.69
50	16.85	15.03	14.29	15.12
100	14.74	18.45	15.73	16.31
150	21.58	20.09	18.94	19.20
200	20.25	19.26	18.55	18.89
250	21.11	21.45	19.12	19.34

	A	B	C	D
1	Dosis Bokashi	Ulangan	Bobot buah cabe	
2	0	1	13.41	
3	0	2	13.64	
4	0	3	12.43	
5	0	4	13.69	
6	50	1	16.85	
7	50	2	15.03	
8	50	3	14.29	
9	50	4	15.12	
10	100	1	14.74	
11	100	2	18.45	
12	100	3	15.73	
13	100	4	16.31	
14	150	1	21.58	
15	150	2	20.09	
16	150	3	18.94	
17	150	4	19.20	
18	200	1	20.25	
19	200	2	19.26	
20	200	3	18.55	
21	200	4	18.89	
22	250	1	21.11	
23	250	2	21.45	
24	250	3	19.12	
25	250	4	19.34	

Gambar 3.2 Penyajian data dalam worksheet MsExcel.

Dalam contoh berikut akan ditunjukkan menyajikan data hasil percobaan 2 (dua) faktor dengan 1 (satu) peubah untuk Anova banyak arah. Namun demikian sesungguhnya dalam satu *worksheet* dapat sekaligus

disajikan lebih dari satu peubah. Dengan cara ini, penulisan perlakuan faktor pertama, faktor kedua, ulangan cukup dituliskan 1 (satu) kali.

Sebagai contoh, data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel (Tabel 3.2) dan dari tabel tersebut disajikan dalam format MsExcel seperti pada Gambar 3.3.

*Tabel 3.2 Data penelitian pengaruh dosis fosfat alam (FA) dan jenis inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada bibit kakao*

Perlakuan	Dosis FA (g/bibit)				
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
<b>Mo :</b>					
<i>Ulangan 1</i>	1.40	2.10	2.89	4.21	3.28
2	1.63	2.37	2.77	2.57	2.68
3	2.02	3.74	3.14	3.41	3.74
<b>M<sub>1</sub> :</b>					
<i>Ulangan 1</i>	4.49	5.59	4.54	6.24	5.71
2	2.18	4.31	5.30	5.69	7.08
3	4.19	4.19	5.88	4.98	6.19
<b>M<sub>2</sub> :</b>					
<i>Ulangan 1</i>	5.17	5.98	6.54	6.88	7.11
2	5.52	5.18	7.39	6.82	7.24
3	4.26	5.50	5.07	7.57	7.71

Sumber: Suparno, 2008.

Penyajian data dalam MsExcel perlu diperhatikan penggunaan tanda desimal dalam angka data. Untuk analisis menggunakan *software* Minitab, tanda desimal pada data yang disiapkan menggunakan titik (.), demikian juga untuk analisis SAS tanda desimal untuk data yang siapkan menggunakan titik (.). Hal ini bergantung pada *SetUp* awal ketika menginstal *Software*.

Untuk keperluan analisis menggunakan *Software* Minitab, pengisian kolom data perlakuan baik faktor 1 maupun faktor 2 yang bukan numerik, maka semua harus dikode/sandi dengan angka numerik. Sebagai contoh, perlakuan faktor FMA (M) pada tabel 1 dapat disandi dengan 0 untuk  $M_0$ , 1 untuk  $M_1$ , dan 2 untuk  $M_2$  sehingga dalam lembar data (*worksheet*) dapat ditulis seperti pada Gambar 3.3 berikut.

	A	B	C	D
2	<b>Dosis Pupuk FA</b>	<b>Inokulasi FMA</b>	<b>Ulangan</b>	<b>Bobot Kering Tajuk</b>
3	0	0	1	1.40
4	0	0	2	1.63
5	0	0	3	2.02
6	0	1	1	4.49
7	0	1	2	2.18
8	0	1	3	4.19
9	0	2	1	5.17
10	0	2	2	5.52
11	0	2	3	4.26
12	0.5	0	1	2.10
13	0.5	0	2	2.37
14	0.5	0	3	3.74
15	0.5	1	1	5.59
16	0.5	1	2	4.31
17	0.5	1	3	4.19
18	0.5	2	1	5.98
19	0.5	2	2	5.18
20	0.5	2	3	5.50
21	1	0	1	2.89
22	1	0	2	2.77
23	1	0	3	3.14
24	1	1	1	4.54

25	1	1	2	5.30
26	1	1	3	5.88
27	1	2	1	6.54
28	1	2	2	7.39
29	1	2	3	5.07
30	1.5	0	1	4.21
31	1.5	0	2	2.57
32	1.5	0	3	3.41
33	1.5	1	1	6.24
34	1.5	1	2	5.69
35	1.5	1	3	4.98
36	1.5	2	1	6.88
37	1.5	2	2	6.82
38	1.5	2	3	7.57
39	2	0	1	3.28
40	2	0	2	2.68
41	2	0	3	3.74
42	2	1	1	5.71
43	2	1	2	7.08
44	2	1	3	6.19
45	2	2	1	7.11
46	2	2	2	7.24
47	2	2	3	7.71

*Keterangan :* Pada kolom B, 0: tanpa inokulasi FMA, 1: inokulasi FMA indigenous, 2: inokulasi FMA Mycofer.

*Gambar 3.3 Format penyajian data percobaan dua faktor dalam MsExcel.*

Apabila data telah selesai disiapkan dalam MsExcel, maka data ini dapat dikopi/salin ke lembar data pada software Minitab, SAS, maupun CoStat (akan dibahas pada bab yang lain).

Dalam contoh Gambar 3.3, peubah yang dimasukkan hanya satu yaitu '*bobot kering tajuk*'. Agar lebih efisien maka dalam lembar data ini dapat dimasukkan seluruh peubah pada kolom-kolom selanjutnya. Cara ini akan mempermudah dan mempercepat dalam proses analisis.

Untuk keperluan analisis menggunakan *software* SAS, perlakuan faktor 1 maupun faktor 2, dapat dituliskan apa adanya (bukan numerik), tetapi dapat pula disandikan dengan numerik. Penulisan perlakuan dengan menggunakan numerik maupun non-numerik akan diacu dalam '*perintah-perintah analisis*' sebelum penyajian data dalam lembar data pada *software* SAS.

Sebagai contoh penyajian data dalam Excel untuk keperluan analisis menggunakan *software* SAS disajikan pada Gambar 3.4 berikut ini. Faktor 1 adalah tingkat dosis Fosfat Alam (FA) dan pupuk SP-36, faktor 2 adalah perlakuan inokulum FMA, ulangan 3 kali, dan peubah '*tinggi bibit*'. Percobaan ini dapat membandingkan FA dan SP-36 di dalam faktor 1, dan membandingkan jenis inokulum di dalam faktor 2.

	A	B	C	D
2	<b>Dosis FA</b>	<b>Inokulasi FMA</b>	<b>Ulangan</b>	<b>Tinggi Bibit</b>
3	FA-0	0	1	23.50
4	FA-0	0	2	23.00
5	FA-0	0	3	18.00
6	FA-0	1	1	26.50
7	FA-0	1	2	24.00
8	FA-0	1	3	27.00
9	FA-0	2	1	29.50
10	FA-0	2	2	30.50
11	FA-0	2	3	30.00
12	FA-0.5	0	1	29.00
13	FA-0.5	0	2	23.00
14	FA-0.5	0	3	26.50
15	FA-0.5	1	1	35.00
16	FA-0.5	1	2	34.50
17	FA-0.5	1	3	29.50
18	FA-0.5	2	1	32.50
19	FA-0.5	2	2	34.00
20	FA-0.5	2	3	37.50
21	FA-1	0	1	33.50
22	FA-1	0	2	26.50
23	FA-1	0	3	26.00
24	FA-1	1	1	35.50
25	FA-1	1	2	35.00
26	FA-1	1	3	32.00
27	FA-1	2	1	34.00
28	FA-1	2	2	37.50
29	FA-1	2	3	33.50

30	FA-1.5	0	1	37.50
31	FA-1.5	0	2	23.50
32	FA-1.5	0	3	24.50
33	FA-1.5	1	1	32.00
34	FA-1.5	1	2	35.00
35	FA-1.5	1	3	32.50
36	FA-1.5	2	1	31.00
37	FA-1.5	2	2	37.00
38	FA-1.5	2	3	36.00
39	FA-2	0	1	34.50
40	FA-2	0	2	21.50
41	FA-2	0	3	23.00
42	FA-2	1	1	42.00
43	FA-2	1	2	30.00
44	FA-2	1	3	29.50
45	FA-2	2	1	38.00
46	FA-2	2	2	35.00
47	FA-2	2	3	36.50
48	SP-36	0	1	31.00
49	SP-36	0	2	29.50
50	SP-36	0	3	24.50
51	SP-36	1	1	40.00
52	SP-36	1	2	42.50
53	SP-36	1	3	39.50
54	SP-36	2	1	43.50
55	SP-36	2	2	46.50
56	SP-36	2	3	45.50

*Gambar 3.4 Sajian data dengan memasukkan faktor 1 dengan perlakuan non-numerik untuk analisis menggunakan SAS.*



Sajian data seperti pada Gambar 3.4 siap untuk disalin ke dalam lembar data pada *software* SAS. Perintah-perintah analisis dalam *software* SAS dituliskan baik sebelum penyajian data maupun setelah penulisan data (ditunjukkan pada bab lain).

Apabila dari hasil Anova kedua faktor perlakuan menunjukkan interaksi yang nyata, maka penyajian data diatur kembali dengan memasukkan data perlakuan sebagai faktor tunggal (kombinasi faktor 1 dan 2), tetapi penyajian datanya dilakukan dalam tabel interaksi 2 arah. Namun demikian apabila dalam Anova menunjukkan tidak adanya interaksi yang nyata, maka uji lanjut didasarkan pada masing-masing faktor dan data respons dengan pembedaannya disajikan dalam tabel satu arah.

## BAB IV

### APLIKASI *Software* MINITAB DALAM ANALISIS DATA PERCOBAAN

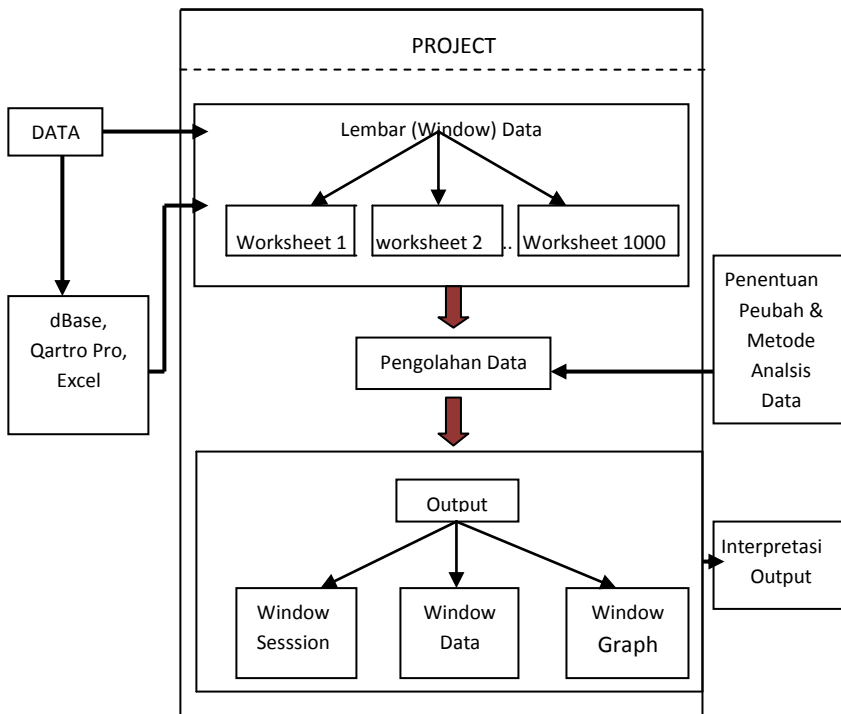
#### 4.1 Pendahuluan

**Minitab** merupakan *software* aplikasi komputer untuk analisis statistik. Keunggulan Minitab adalah menyediakan metode-metode analisis statistik klasik seperti regresi, analisis faktor, analisis diskriminan, tabulasi silang, analisis reliabilitas, dan perancangan percobaan. Minitab juga mampu memberi nilai taksiran yang mendekati nilai sebenarnya dan melakukan pengujian kehomogenan/keseragaman data.

Tahapan analisis data statistik diawali dengan melakukan perancangan untuk mengumpulkan data yang dilanjutkan dengan menganalisis data dan penampilan keputusan berdasarkan analisis data. Bagan proses analisis data dalam Minitab disajikan pada Gambar 3.1.

Tahapan analisis data dalam *software* Minitab (Gambar 3.1) menunjukkan bahwa data yang telah dikumpulkan dapat langsung dituliskan ke dalam Lembar Data (*worksheet*), atau diambil dari *software* aplikasi lainnya dalam format file selain Minitab seperti MsExcel, dBase, dan Quatro Pro. Data-data yang telah dimasukkan selanjutnya diolah dengan menggunakan metode statistik tertentu. Peneliti berperan penting dalam menentukan metode pengolahan data dan peubah-peubah yang akan dianalisis.

Ketika hasil (*output*) analisis telah diperoleh, pemahaman (*interpretasi*) data dan hasil analisis bukan lagi tugas *software* Minitab. Oleh karena itu peneliti sangat berperan penting dalam meng*interpretasikan* analisis yang dihasilkan *software* Minitab.



Gambar 4.1 Tahapan analisis data dalam Minitab

Dalam bab ini penulis hanya membatasi penjelasan mengenai aplikasi *software* Minitab dalam analisis ragam percobaan berdasarkan data-data contoh hasil penelitian.

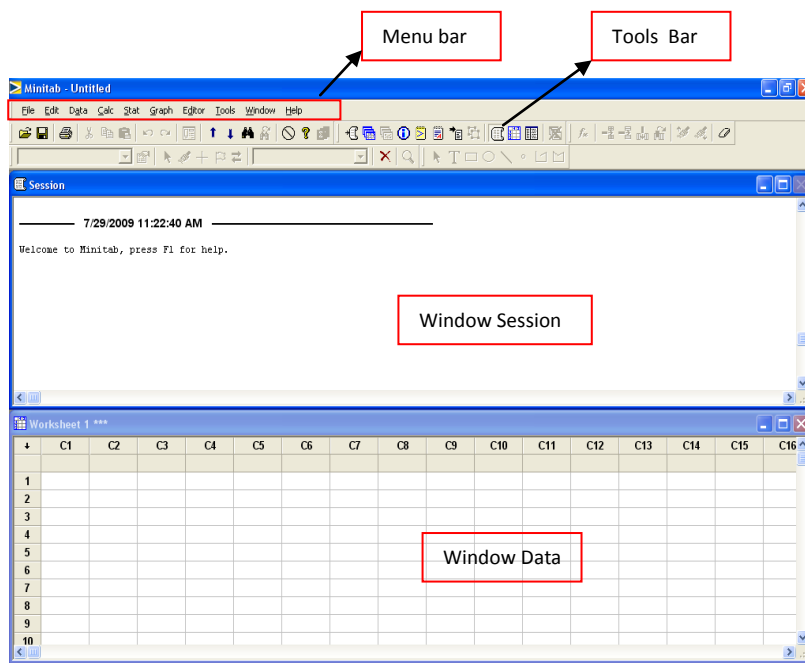
#### **4.2 Menu dalam *Software* Minitab**

Ketika kita mengaktifkan *software* Minitab, maka pada layar monitor akan tampil seperti pada Gambar 3.2. Bagian-bagian utamanya adalah *Menu Bar*, *Tool Bar*, *Window Data*, dan *Window Session*.

Dalam *Menu Bar* terdapat 10 kelompok SubMenu yang masing-masing berisi perintah-perintah yang mungkin diperlukan analisis. Perintah-perintah dalam *Menu Bar* ini juga disajikan pada *Tool Bar* dengan icon/gambar.

*Window Data* adalah lembar data di mana kita dapat memasukkan/menyalin data sesuai dengan format yang benar untuk dianalisis.

*Window Session* menampilkan hasil analisis data yang telah dilakukan. Pada *Window Session* kita dapat memerintahkan *software* Minitab dalam tipe *text* dan menjalankan program *macro*.



Gambar 4.2 Tampilan menu program Minitab.

Dari hasil analisis data dalam *Window Session* kita dapat mengedit teks, menambahkan komentar, melakukan perintah menyalin/kopi, mengubah huruf atau mencari dan mengganti angka serta huruf. Hasil analisis dapat disimpan dan dicetak (print).

### 4.3 Memasukkan Data

Pada tampilan pertama *software* Minitab, kita akan melihat lembar data yang belum terisi. Kita harus memasukkan data yang dianalisis ke dalam lembar data atau memanggil/mengkopi data dari aplikasi lainnya (MsExcel). Oleh karena itu sebelum memasukkan data

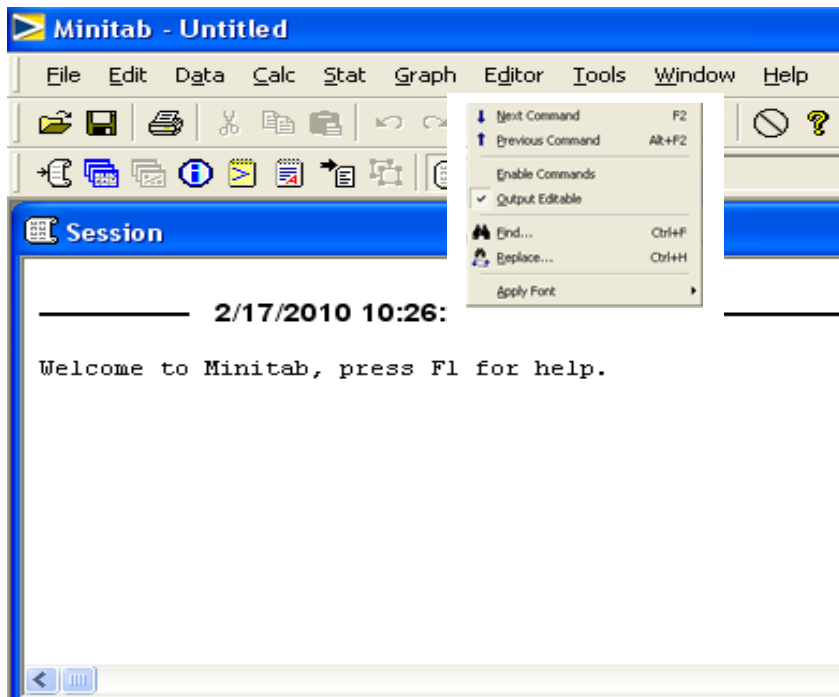
dalam *software* Minitab, pastikan bahwa lembar data yang telah berisi data yang akan dianalisis sedang aktif.

### **Input Data Langsung**

Cara memasukkan data dalam *software* Minitab dapat dilakukan secara manual (langsung dalam lembar data), melalui window *Session*, atau dikopi dari MsExcel. Pengisian data secara langsung ke dalam lembar data dapat dilakukan sama seperti apabila kita mengisi data pada MsExcel. Lembar data dalam *software* Minitab terdiri atas bagian kolom (C1, C2,...) dan baris (1, 2, 3 ...). Pengisian data berurutan ke arah kolom atau baris bergantung pada '**Entry arrow**' (tanda panah) pada sudut kiri atas. Apabila panah mengarah ke bawah maka pengisian data selanjutnya setelah menekan tombol **Enter** akan ke baris berikutnya (bawah), sedangkan apabila panah mengarah ke kanan, maka pengisian data setelah tombol **Enter** akan ke kanan. *Entry row* dapat diubah arahnya dengan cara meng-*kliknya* dengan mouse.

Cara memasukkan data yang lain adalah melalui *Window Session*. Memasukkan data dari *window session* akan sangat bermanfaat jika data memiliki pola dan kita tidak kesulitan dalam penggunaan mouse.

Sebelum menuliskan perintah pada *window session*, pastikan terdapat '**command prompt**' "**MTB>**". Jika belum ada, aktifkan dengan mengarahkan kursor pada *window session* selanjutnya beri tanda cek (√) pada **Editor > Enable Commands** (Gambar 4.3).



*Gambar 4.3 Cara mengaktifkan perintah MTB > dalam window Session*

Jika *Commands Promt* '**MTB >**' telah aktif, kita dapat melakukan perintah melalui *window session*. Berikut adalah beberapa contohnya.

### **Contoh 1:**

Jika data akan dimasukkan pada kolom C3, baris pertama hingga baris ke 12 akan diisi angka 1,1,1,2,2,2,3,3,3,4,4, dan 4.

Caraya :

1. Tuliskan perintah di bawah ini pada *window session*:

```
MTB > SET C3 Enter
```

```
DATA > 3(1) 3(2) 3(3) 3(4) Enter
```

```
DATA > END. Enter
```

**atau**

```
MTB > SET c3 Enter
```

```
DATA> (1:4)3 Enter
```

```
DATA> END Enter
```

2. Angka (1:4)3 berarti dimulai dari angka 1 sampai 4 dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Perhatikan hasilnya pada kolom C3 dalam window Data.

### Contoh 2:

Jika akan dimasukkan pada pada kolom C4, baris pertama sampai ke 12 akan diisikan angka 1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2, dan 3. Caranya:

1. Tuliskan perintah di bawah ini pada window Session:

```
MTB > SET c5 Enter
```

```
DATA > 4(1:3) Enter
```

```
DATA > END. Enter
```



2. Angka 4(1:3) berarti dimulai dari angka 1 sampai 3 diulang sebanyak 4 kali. Perhatikan hasilnya pada kolom c5 dalam window Data.

#### 4.4. Input Data dari MsExcel

Memasukkan data dapat diambil dengan mengkopi/salin data yang telah disiapkan dalam MsExcel (Tabel 3.3, Gambar 3.3). Cara menyalin data dari MsExcel adalah:

1. Aktifkan MsExcel dan buka *file* data. Blok data dalam lembar data MsExcel dengan menggunakan mouse, selanjutnya klik kanan mouse, dan pilih **Copy**.
2. Aktifkan Minitab, tempatkan kursor pada c1 baris 1, klik kanan mouse dan pilihlah **Paste**.

Hasil penyalinan data dari MsExcel (Gambar 3.3) tersebut disajikan dalam lembar data dalam *software* Minitab pada Gambar 4.4.

Minitab - Mikoriza-FA.MPJ

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help

Session

2/17/2010 10:38:04 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.  
MTB >

Worksheet 5 \*\*\*

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	Dosis Pupuk FA	Inokulasi FMA	Ulangan	Bobot Kering Tajuk	
1	0.0	0	1	1.40	
2	0.0	0	2	1.63	
3	0.0	0	3	2.02	
4	0.0	1	1	4.49	
5	0.0	1	2	2.18	
6	0.0	1	3	4.19	
7	0.0	2	1	5.17	
8	0.0	2	2	5.52	
9	0.0	2	3	4.26	
10	0.5	0	1	2.10	
11	0.5	0	2	2.37	
12	0.5	0	3	3.74	
13	0.5	1	1	5.59	
14	0.5	1	2	4.31	
15	0.5	1	3	4.19	

16	0.5	2	1	5.98
17	0.5	2	2	5.18
18	0.0	0	1	1.40
19	0.0	0	2	1.63
20	0.0	0	3	2.02
21	0.0	1	1	4.49
22	0.0	1	2	2.18
23	0.0	1	3	4.19
24	0.0	2	1	5.17
25	0.0	2	2	5.52
26	0.0	2	3	4.26
27	0.5	0	1	2.10
28	0.5	0	2	2.37
29	0.5	0	3	3.74
30	0.5	1	1	5.59
31	0.5	1	2	4.31
32	0.5	1	3	4.19
33	0.5	2	1	5.98
34	0.5	2	2	5.18
35	0.5	2	3	5.50
36	1.0	0	1	2.89
37	1.0	0	2	2.77
38	1.0	0	3	3.14
39	1.0	1	1	4.54
40	1.0	1	2	5.30
41	1.0	1	3	5.88
42	1.0	2	1	6.54
43	1.0	2	2	7.39
44	1.0	2	3	5.07
45	1.5	0	1	4.21
46	1.5	0	2	2.57
47	1.5	0	3	3.41
48	1.5	1	1	6.24
49	1.5	1	2	5.69
50	1.5	1	3	4.98

51	1.5	2	1	6.88
52	1.5	2	2	6.82
53	1.5	2	3	7.57
54	2.0	0	1	3.28
55	2.0	0	2	2.68
56	2.0	0	3	3.74
57	2.0	1	1	5.71
58	2.0	1	2	7.08
59	2.0	1	3	6.19
60	2.0	2	1	7.11
61	2.0	2	2	7.24
62	2.0	2	3	7.71

Gambar 4.4 Data yang diinput dari MsExcel.


## Menyimpan Data

Ada beberapa cara menyimpan data yang telah dimasukkan (*project*) dalam Minitab.

**Pertama:** Melalui menu File yaitu :

Pilih **File > Save project As**

**Kedua :** Melalui toolbar Save dalam menu bar, caranya:

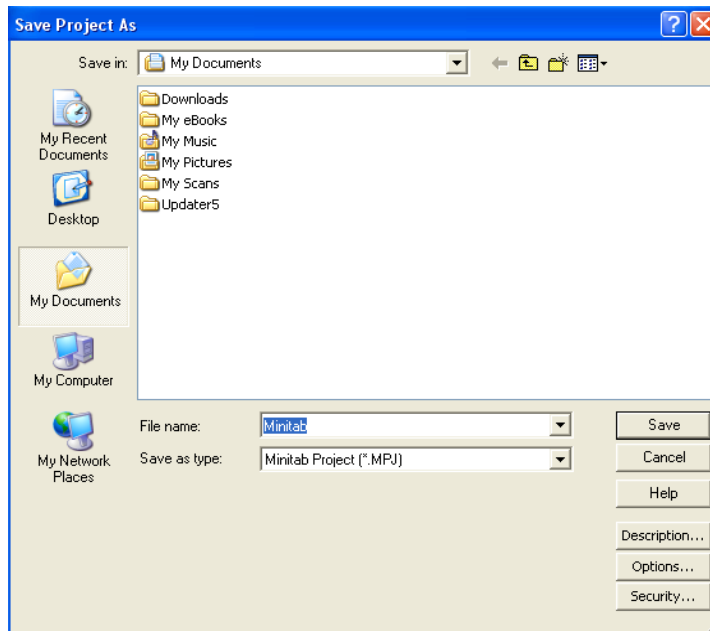
Klik toolbar **Save** gambar disket () dalam *menu bar*.

**Ketiga :** dengan menggunakan keyboard, yaitu : tekan tombol **[Ctrl]+[S]**

**Keempat:** Melalui *Project Manager*, caranya:

1. Aktifkan window *Project Manager* dengan memilih **Windows > 2 Project Manger**
2. Di atas *Folder* yang diberi label **Untitled**, klik kanan dan pilih **Save Project As**.

Layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Save Project As** (Gambar 4.5). Bentuk kotak sama dengan kotak dialog **Save** dalam program aplikasi lain.



*Gambar 4.5 Kotak dialog penyimpanan file data.*

3. Pilih *Folder* tempat file-file akan disimpan
4. Pada **File Name**, ketikkan nama file yang dikehendaki misalnya ***Mikoriza-FA.MPJ***
5. Kemudian, klik **Save**.

## 4.5. Uji Kenormalan Galat

### Landasan Teori dan Penggunaan Minitab

Uji kenormalan galat dimaksudkan untuk melihat apakah data menyebar normal atau tidak. Apabila data menyebar normal (*Lambda*,  $\lambda = 1$ ) maka data tidak perlu ditransformasi dan dapat dilanjutkan dengan Anova. Apabila data menyebar tidak normal maka sebelum Anova dilakukan, data harus ditransformasi terlebih dahulu dan lakukan uji kenormalan galat kembali. Jenis transformasi data bergantung pada jenis datanya apakah dalam bentuk persen, data terlalu kecil, dan lain sebagainya.

Analisis data menggunakan model sidik ragam mempersyaratkan dipenuhinya empat asumsi, yaitu:

1. Pengaruh perlakuan dan lingkungan bersifat aditif
2. Galat percobaan bersifat independen atau bebas sesamanya, yang bermakna bahwa peluang galat satu pengamatan mempunyai satu nilai tertentu harus tidak tergantung kepada nilai-nilai galat pengamatan lainnya
3. Galat percobaan memiliki ragam yang seragam atau variannya homogen
4. Galat percobaan menyebar normal

Dari keempat asumsi tersebut pada umumnya hanya dua asumsi terakhir yang digunakan untuk menguji data sebelum dilakukan analisis ragam.

Uji Normalitas Galat dilakukan dengan piranti lunak Minitab v.15. Minitab memberikan tiga pilihan uji normalitas galat (**Test for Normality**) yaitu *Kolmogorov-*

*Smirnov, Ryan-Joiner atau Shapiro-Wilk, dan Anderson-Darling.* Pada ketiga uji tersebut, kenormalan galat diketahui berdasarkan sebaran nilai probabilitasnya. Jika probabilitasnya membentuk garis lurus maka sebaran data dikatakan memiliki sebaran normal. Semakin besar nilai probabilitasnya (**P-Value**) semakin besar probabilitas mengikuti sebaran normal. **P-Value** sebenarnya menggambarkan probabilitas atau peluang untuk membuat Kesalahan Tipe I yaitu menolak  $H_0$  padahal  $H_0$  benar. Semakin besar **P-Value** berarti semakin besar peluang untuk menolak  $H_0$  yang benar, semakin kecil **P-Value** berarti semakin kecil pula probabilitas kesalahan yang diakibatkan oleh penolakan  $H_0$ .

Ketiga uji kenormalan galat tersebut di atas menggunakan pengajuan hipotesis yang sama, yaitu:

$H_0$ : data pengamatan tidak mengikuti sebaran normal

$H_1$ : data pengamatan mengikuti sebaran normal

*$H_0$  akan ditolak jika  $p > 0,05$  dan diterima jika  $p < 0,05$ .*

Uji **Kolmogorov-Smirnov** merupakan uji yang paling sederhana dan populer tapi dengan keandalan yang paling rendah. Uji ini merupakan uji yang berbasis fungsi distribusi kumulatif empiris dan menggunakan prinsip Chi-Kuadrat untuk membandingkan nilai-nilai pengamatan dengan nilai harapan dari sebuah sebaran tertentu, misalnya sebaran normal. Oleh karena itu prinsip uji ini adalah menghitung seberapa besar probabilitas dari selisih terbesar antara fungsi jenjang kumulatif data

pengamatan dengan fungsi jenjang kumulatif sebaran normalnya. Selisih tersebut dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$D = \frac{\text{maksimum}}{1 \leq i \leq N} \left\{ \left| F(Y_i) - \frac{i}{N} \right| \right\}$$

$F(Y_i)$  adalah fungsi sebaran kumulatif dari sebaran normal  
 $i$  = banyaknya skor yang sama atau kurang dari  $N$

Uji **Ryan-Joiner** atau **Shapiro-Wilk** memiliki kuasa yang sama besarnya dengan **Uji Anderson-Darling**. Pada Uji Ryan-Joiner, tidak seperti Uji Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling, kenormalan galat ditentukan berdasarkan koefisien korelasi antara data pengamatan dengan skor normal data tersebut. Jika koefisien korelasinya mendekati 1 maka probabilitasnya mendekati plot probabilitas normal menjadi semakin besar pula. Jika koefisien korelasinya terletak di luar batas kritik yang telah ditentukan maka hipotesis akan ditolak. Koefisien korelasi dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$R_p = \frac{\sum Y_i b_i}{\sqrt{s^2 (n-1) \sum b_i^2}}$$

$R_p$  = koefisien korelasi Ryan-Joiner

$Y_i$  = nilai pengamatan yang terurutkan

$b_i$  = skor normal data pengamatan terurutkan

$s^2$  = ragam contoh atau kuadrat simpangan baku contoh



$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1} = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N-1}$$

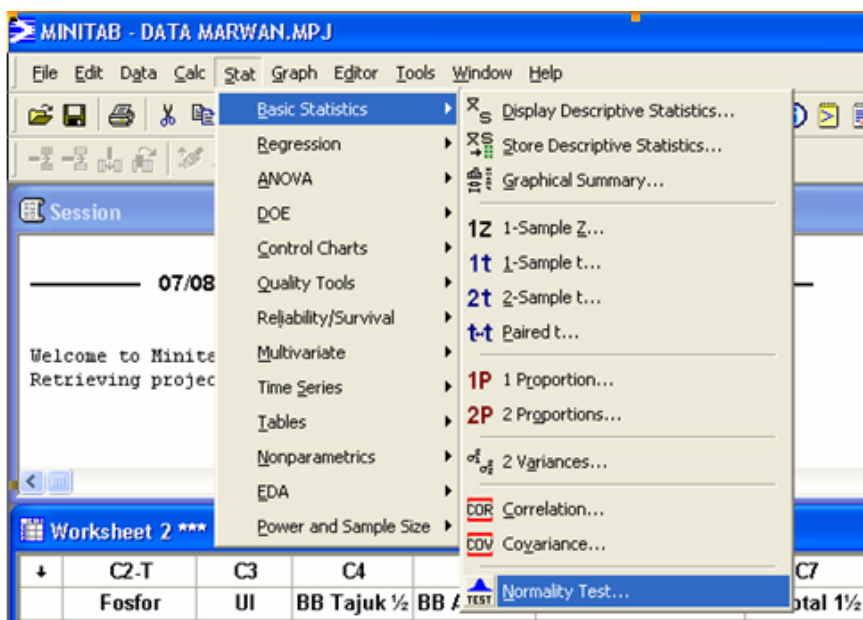
$x_i$  = nilai pengamatan ke  $i$   
 $\bar{x}$  = nilai rerata pengamatan  
 $N$  = banyaknya data

Uji Anderson-Darling, seperti halnya Uji Kolmogorov-Smirnov, menggunakan prinsip Chi-Kuadrat untuk membandingkan nilai-nilai pengamatan dengan nilai harapan dari sebuah sebaran tertentu, misalnya sebaran normal. Uji ini pada prinsipnya dilakukan dengan menghitung probabilitas luas yang terbentuk antara garis lurus dari sebaran tertentu, misalnya sebaran normal, dengan fungsi non-parametrik dari data pengamatan. Semakin besar probabilitasnya atau semakin kecil luas yang terbentuk maka data pengamatan semakin mendekati sebaran normal. Statistik Anderson-Darling dihitung berdasarkan persamaan:

$$A^2 = -N - 1 \left( \frac{1}{N} \right) \sum (2i - 1) \{ \ln F(Y_i) + \ln [1 - F(Y_{N+1-i})] \}$$

$F(Y_i)$  adalah fungsi sebaran kumulatif dari sebaran normal dan  $Y_i$  adalah nilai pengamatan terurutkan

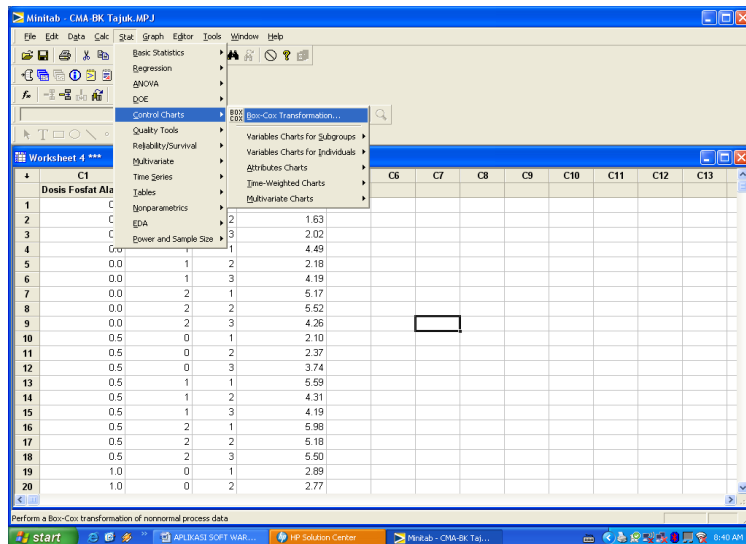
Perintah yang digunakan untuk melakukan pengujian kenormalan galat pada Minitab adalah **Stat\Basic Statistics\Normality Test** seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Memulai Uji Kenormalan Galat

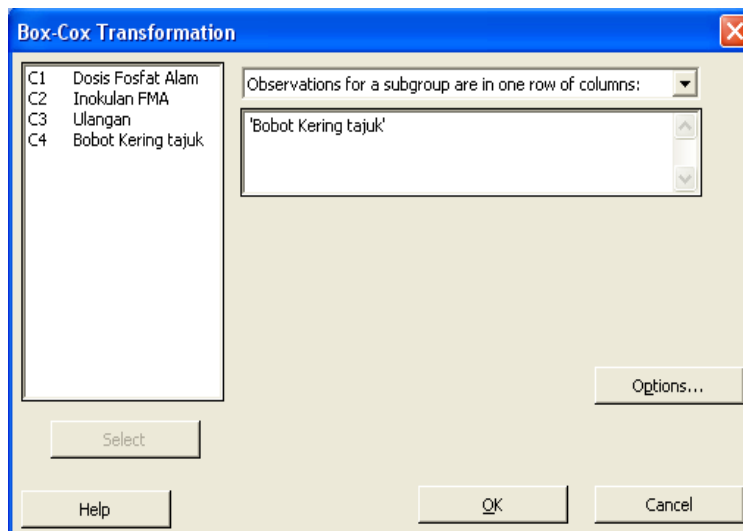
Dalam *software* Minitab telah tersedia fasilitas untuk menguji distribusi data. Caranya : (contoh data pada Gambar 3.3).

1. Aktifkan *software* Minitab
2. Buka file data yang akan diuji
3. Dalam daftar menu pilih **Stat > Control Charts > Box-Cox Transformation** (Gambar 4.7)



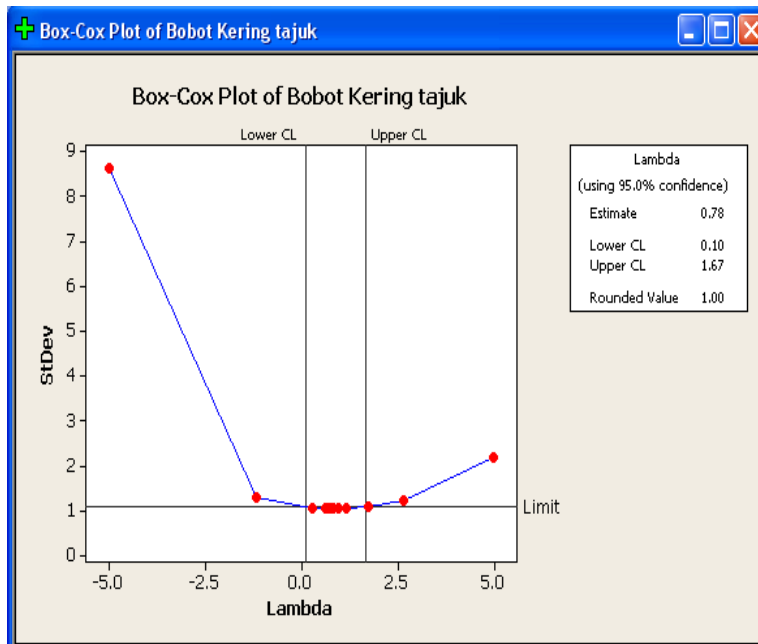
Gambar 4.7 Pilihan menu untuk uji distribusi data.

4. Pada layar akan ditampilkan menu dialog seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kotak dialog memasukkan data variabel yang akan diuji.

5. Pilihlah **Observations for a subgroup are in one row of columns**, dengan mengklik tanda panah.
6. Pada kotak kiri berisi nama *Column (c)* yang ada datanya, klik 2 kali data pada kolom berapa yang akan diuji kenormalannya.
7. Klik **OK**, maka akan ditampilkan gambar kurva (grafik) dengan keterangan nilai *Lambda* ( $\lambda$ ) pada kotak insert kanan atas (Gambar 4.9).

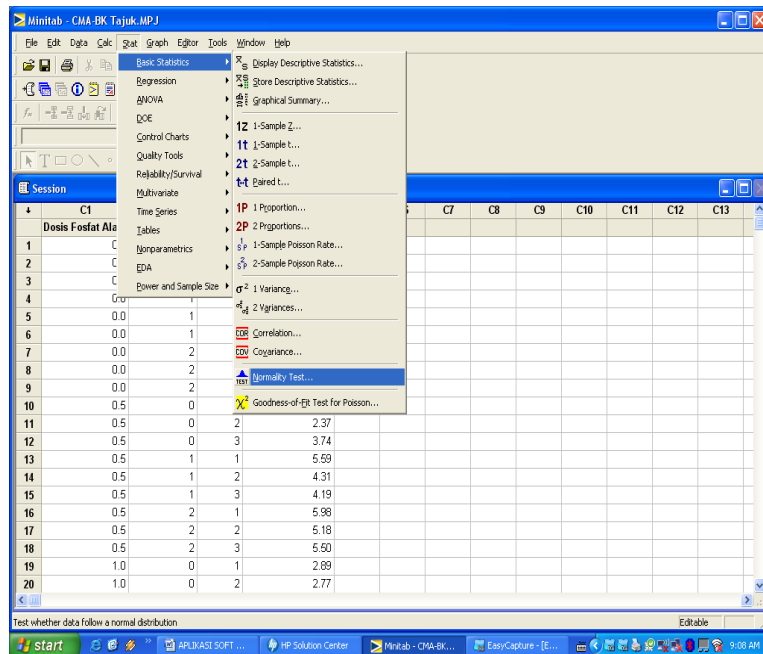


Gambar 4.9 Grafik hasil uji dan nilai lamda ( $\lambda$ ).

Perhatikanlah nilai  $\lambda$ -nya. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa nilai  $\lambda$  (*Rounded Value*) adalah 1.00 yang berarti bahwa data menyebar normal dan dapat dilanjutkan dengan Anova.

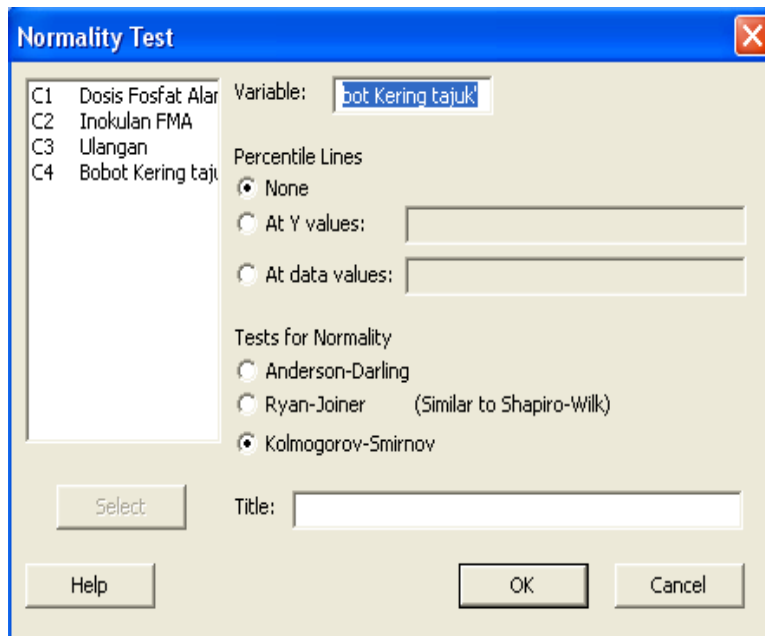
Uji distribusi data dapat pula dilakukan dengan cara lain yaitu dengan **Normality Test > Kolmogorov-Smirnov**. Untuk data yang sama dapat lakukan pengujian dengan cara sebagai berikut :

1. Dalam menu pilih **Stat > Basic Statitics > Normality Test** (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 Pilihan menu untuk uji kenormalan data.

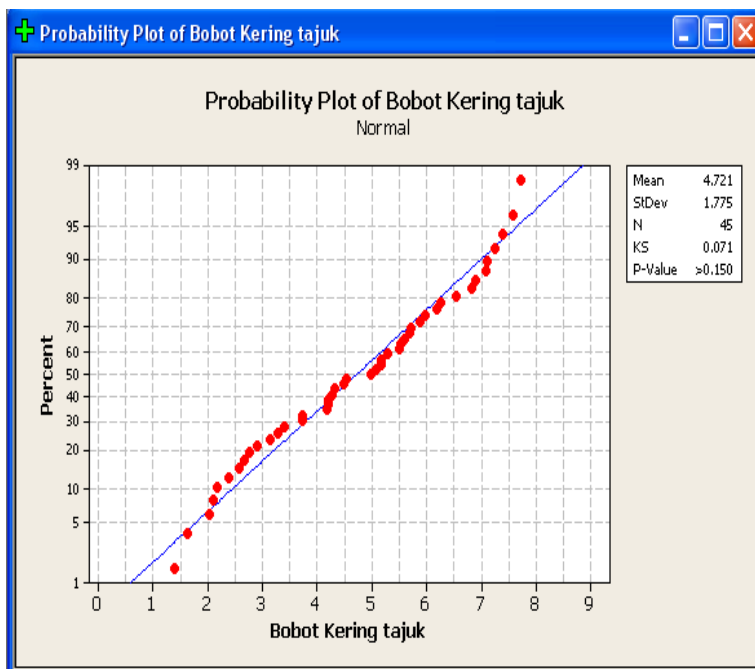
2. Pada kotak dialog yang dimunculkan (Gambar 4.11), isikan kotak **Variable** dengan klik 2 kali pada data kotak kiri.



*Gambar 4.11 Pilihan Test for Normality.*

3. Pada *Test for Normality*, pilih **Kolmogorov-Smirnov**
4. Klik **OK**.

Hasil pengujian akan diperlihatkan seperti pada Gambar 4.12.

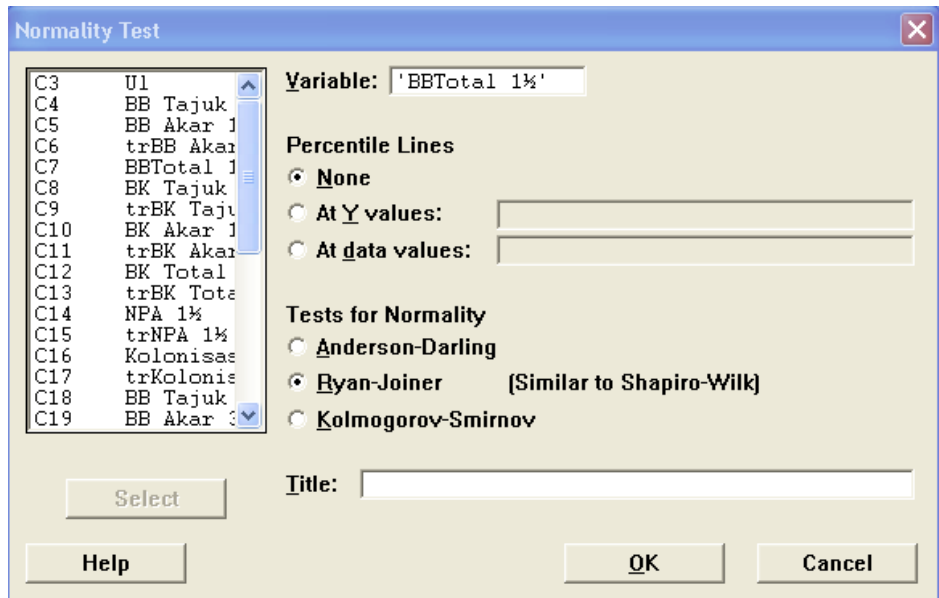


Gambar 4.12 Sebaran data hasil Normality Test.

Keterangan pada insert bagian kanan atas gambar menunjukkan bahwa data **menyebar normal**. *P-value* pada kotak insert kanan atas menunjukkan lebih besar dari pada 0.150.

Contoh lain uji normalitas data dengan berbagai peubah yang telah dimasukkan dalam lembar data dalam Minitab disajikan pada Gambar 4.13.

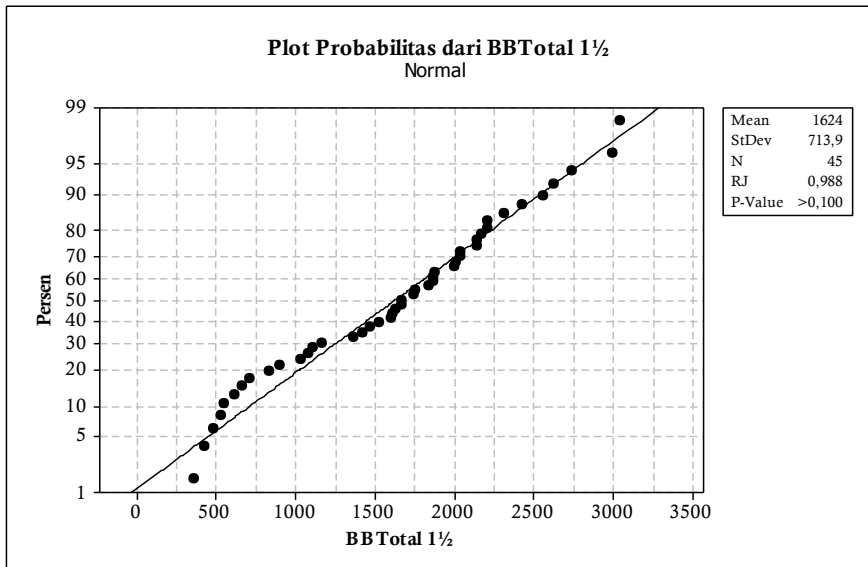
Jika task bar **Normality Test** diklik maka akan keluar tayangan seperti gambar berikut:



Gambar 4.13 Pilihan pada Normality Test

**Klik** kolom **Variable** sehingga pada kolom sebelah kiri muncul parameter-parameter yang akan diuji kenormalan galatnya. Soroti salah satu parameter, misalnya BB Total 1½, kemudian tekan tombol **Select**. Pada **Test for Normality** pilih salah satu uji, misalnya Kolmogorov-Smirnov atau yang lainnya. Minitab menggunakan Uji Anderson-Darling sebagai *default* (pilihan otomatisnya)nya. Kemudian tekan tombol **OK**. Di layar akan keluar tampilan seperti Gambar 4.14.





*Gambar 4.14 Hasil Normality Test* [memperlihatkan sebaran data pengamatan (bulatan-bulatan hitam) yang mendekati kurva normal (garis lurus)]

Pada Gambar 4.14 di atas ditunjukkan nilai statistik Ryan-Joiner (RJ) sebesar 0,988 dengan nilai probabilitas (**P-Value**) > 0,10 maka kita harus menolak hipotesis yang menyatakan sebaran data pengamatan tidak mengikuti sebaran normal dan menerima  $H_1$  yang menyatakan data pengamatan mengikuti sebaran normal. Ciri sebuah sebaran data mengikuti sebaran normal adalah sebarannya (bulatan-bulatan hitam) mendekati garis lurus.

## TIPS

“Lakukan pengujian kenormalan galat dengan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Ryan-Joiner mengingat seringkali kedua uji tersebut seringkali memberikan hasil yang berbeda. Uji kenormalan galat dipandang tepat jika kedua uji tersebut memberikan hasil yang sama”

### 4.6 Uji Keseragaman Ragam

#### Landasan Teori dan Penggunaan Minitab

Ragam atau *variance* merupakan ukuran seberapa besar simpangan data terhadap nilai tengahnya dan dihitung berdasarkan kuadrat dari simpangan baku. Jika sekumpulan data  $Y_{ij}$  merupakan nilai pengamatan untuk  $i = 1, 2, \dots, t$  dan  $j = 1, 2, \dots, r$ , dimana  $t =$  banyaknya perlakuan dan  $r =$  banyaknya ulangan maka ragam contoh atau *sample* dari populasi ke- $i$  adalah:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2}{r_i - 1} = \frac{r_i \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - (\sum_{i=1}^t Y_i)^2}{r_i (r_i - 1)}$$

Minitab v.15 memberikan dua uji keseragaman ragam yaitu *Uji Bartlett* dan *Uji Levene*. Kedua uji tersebut memiliki kebaikan dan kelemahannya masing-masing.

Uji Bartlett digunakan untuk kelompok data yang memiliki sebaran normal, oleh sebab itu uji ini memiliki kelemahan yaitu hasilnya sangat ditentukan oleh uji kenormalan galat datanya. Jika uji normalitas galat gagal membuktikan data tidak mengikuti sebaran normal maka Uji Bartlett tidak akan berhasil baik pula. Uji ini dilakukan dengan cara menghitung selisih antara ragam rerata aritmatik tertimbang dan rerata geometrik tertimbang berdasarkan derajat bebasnya. Semakin besar selisih tersebut semakin besar peluang atau probabilitas ragam data pengamatan untuk tidak seragam.

Statistik Bartlett dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$B = \frac{2,3026 \left\{ \left[ \sum_{i=1}^t (r_i - 1) \right] \log s^2 - \sum_{i=1}^t (r - 1) \log s^2 \right\}}{1 + \frac{\left\{ \sum_{i=1}^t \left( \frac{1}{r_i - 1} \right) - \frac{1}{\sum_{i=1}^t (r_i - 1)} \right\}}{\{3(t - 1)\}}}$$

Statistik tersebut akan mengikuti distribusi  $\chi^2$  (*Chi-Kuadrat*) dengan derajat bebas  $v = t - 1$  dimana  $t$  adalah banyaknya perlakuan. Jika nilai  $B > \chi_{\alpha(t-1)}^2$  maka  $H_0$  yang menyatakan bahwa data memiliki ragam yang seragam harus ditolak atau menerima  $H_0$  yang menyatakan bahwa data memiliki ragam yang tidak seragam.

Uji Levene digunakan untuk data yang tidak memiliki sebaran normal akan tetapi memiliki sebaran kontinyu. Teknik pengujiannya adalah dengan membandingkan jarak antara data pengamatan dengan mediannya dan bukan dengan nilai tengahnya. Dengan cara tersebut, Uji Levene lebih kekar atau lebih ampuh dari Uji Bartlett khususnya jika banyaknya data yang diuji lebih sedikit.

Statistik Levene adalah sebagai berikut:

$$L = \frac{(N-k) \sum n_i (\bar{V}_i - \bar{V}_{..})^2}{(k-1) \sum \sum (V_{ij} - \bar{V}_i)^2}$$

$$V_{ij} = |x_{ij} - \tilde{x}|,$$

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

$$j = 1, 2, 3 \dots n_i \text{ dan}$$

$$\tilde{x} = \text{median} \{x_{i1} \dots x_{in_i}\}$$

Hipotesis yang diajukan pada masing-masing uji tersebut adalah sebagai berikut:

$H_0 = \text{populasi data memiliki ragam yang tidak seragam}$

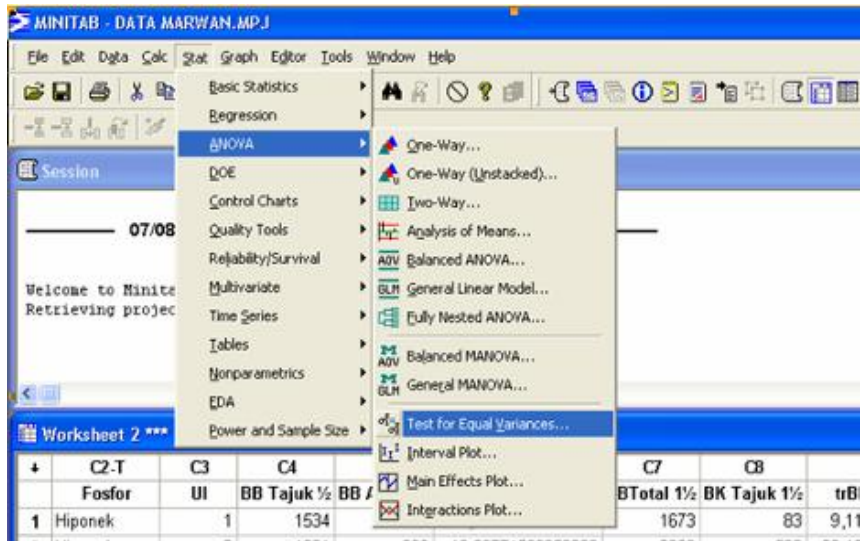
$H_1 = \text{populasi data memiliki ragam yang seragam}$

Jika nilai p (**P-Value**) lebih kecil dari nilai  $\alpha$  tertentu, misalnya 0,05; maka kita harus menolak hipotesis yang menyatakan bahwa data pengamatan memiliki ragam

yang seragam atau jika **P-Value** lebih besar dari nilai  $\alpha$  tertentu maka kita harus menolak hipotesis yang menyatakan bahwa data pengamatan memiliki ragam yang tidak seragam. Untuk seterusnya, dalam tulisan ini akan digunakan kriteria penolakan  $H_0$  jika  $p > 0,05$ .

Minitab menghitung selang kepercayaan dengan metoda Bonferroni, selang kepercayaan merupakan kisaran nilai dari simpangan baku yang masuk dalam batas-batas yang masih diyakini kebenarannya. Selang kepercayaan pada umumnya menggunakan dihitung berdasarkan batas kepercayaan  $1 - \frac{1}{2}\alpha$ , akan tetapi metoda Bonferroni menggunakan batas kepercayaan  $1 - \alpha/2p$  untuk setiap individu selang kepercayaan, dalam hal ini  $p$  adalah jumlah kombinasi faktor dan kombinasi. Metoda ini menjamin bahwa semua selang kepercayaan yang dihasilkannya memiliki batas kepercayaan sedikitnya  $1 - \alpha$ . Metoda Bonferroni akan menghasilkan sekumpulan selang kepercayaan yang lebih konservatif atau lebih lebar sehingga memperkecil peluang terjadinya kesalahan tipe 1.

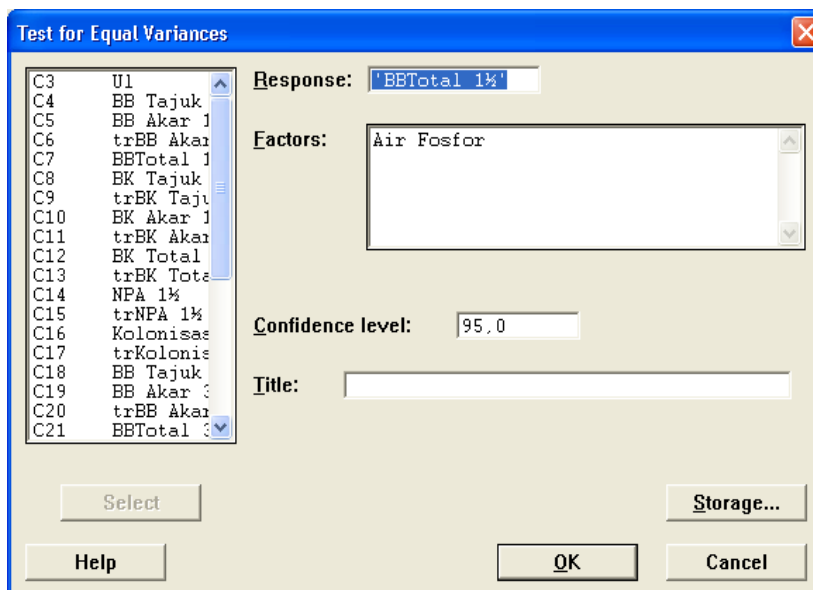
Perintah yang digunakan pada piranti lunak tersebut adalah **Stat\ANOVA\Test for Equal Variances** seperti terlihat pada layar (Gambar 15).



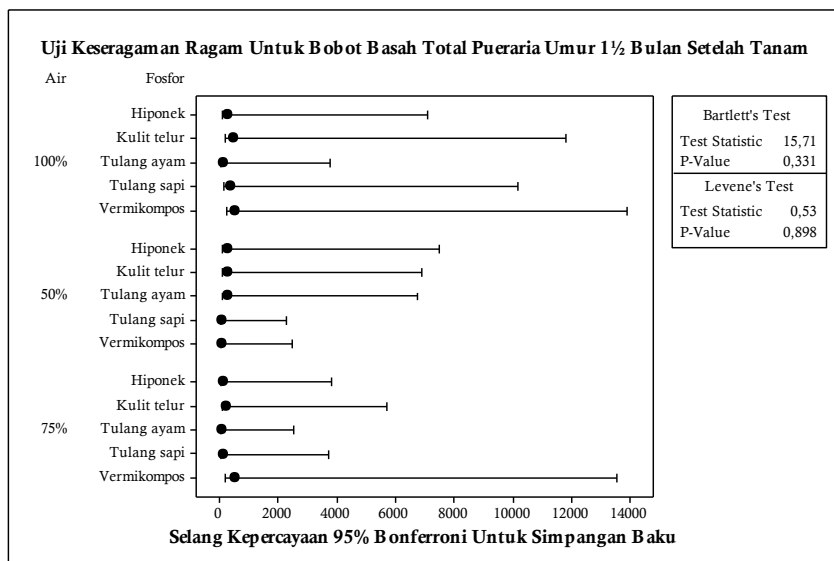
Gambar 4.15 Memulai Uji Keseragaman Ragam

Jika task bar **Test for Equal Variances** diklik maka akan keluar tayangan seperti Gambar 4.16.

Isi kolom **Responses** dengan parameter yang akan diuji, misalnya Bobot Basah Total Umur 1½ Bulan (BB Total 1½). Caranya, soroti parameter yang tercantum pada kolom sebelah kiri kemudian tekan tombol **Select**. Langkah selanjutnya isi kolom **Factors** dengan faktor-faktor yang digunakan dalam rancangan percobaan, misalnya **Air** dan **Fosfor**. Caranya, soroti **Air** kemudian tekan tombol **Select**, soroti **Fosfor** lalu tekan tombol **Select**. Setelah semua terisi, seperti terlihat pada layar di atas, kemudian tekan tombol **OK** sehingga pada layar akan keluar tampilan Gambar 4.17.



Gambar 4.16 Menu pada Test for Equal Variances



Gambar 4.17 Hasil Pengujian Keseragaman Ragam

Pada Gambar 4.17 ditunjukkan statistik Bartlett dan Levene masing-masing sebesar 15,71 dan 0,53 dengan **P-Value** masing-masing sebesar 0,331 dan 0,898. Karena **P-Value** untuk masing-masing uji ternyata  $> 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa populasi data untuk Bobot Basah Umur 1½ Bulan memiliki ragam yang seragam sehingga memenuhi asumsi untuk analisis keragaman.

Pada Tabel 4.1 disajikan tabel hasil pengujian terhadap kenormalan galat dan keseragaman ragam galat dari data percobaan.

Tabel 4.1 Hasil uji normalitas galat dan homogenitas ragam

Parameter	Uji Normalitas Galat				Uji Homogenitas Ragam			
	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk		Bartlett		Levene	
	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.
BB Tajuk 1½	0,078	> 0,15	0,989	> 0,10	14,45	0,417	0,71	0,743
BB Akar 1½	0,096	> 0,15	0,955	< 0,01	21,86	0,081	0,57	0,866
BBTotal 1½	0,090	> 0,15	0,988	> 0,10	15,71	0,331	0,53	0,898
BK Tajuk 1½	0,081	> 0,15	0,984	> 0,10	38,85	0,000	1,05	0,436
BK Akar 1½	0,145	0,027	0,947	< 0,01	25,74	0,028	0,77	0,689
BK Total 1½	0,095	> 0,15	0,983	> 0,10	36,47	0,001	1,62	0,130
NPA 1½	0,149	0,018	0,945	< 0,01	20,02	0,129	1,00	0,480
Kolns 1½	0,234	< 0,01	0,921	< 0,01	48,89	0,000	0,91	0,562
BB Tajuk 3	0,076	> 0,15	0,992	> 0,10	42,22	0,000	0,75	0,709
BB Akar 3	0,095	> 0,15	0,969	0,032	40,22	0,000	1,05	0,435



BBTotal 3	0,103	> 0,15	0,991	> 0,10	39,51	0,000	0,73	0,730
BK Tajuk 3	0,069	> 0,15	0,993	> 0,10	7,95	0,892	0,33	0,984
BK Akar 3	0,096	> 0,15	0,969	0,032	40,16	0,000	1,05	0,437
BK Total 3	0,066	> 0,15	0,992	> 0,10	8,93	0,836	0,46	0,937
NPA3	0,346	< 0,01	0,543	< 0,01	78,94	0,000	1,06	0,428
Kolonis-3	0,124	0,081	0,971	0,039	37,95	0,001	0,97	0,504
Spora 1½	0,310	< 0,01	0,628	< 0,01	83,67	0,000	1,00	0,479
Spora 3	0,330	< 0,01	0,741	< 0,01	87,91	0,000	1,14	0,364

Ada beberapa catatan yang perlu diingat dalam kasus pengujian kenormalan galat dan keseragaman ragam.

1. Data yang akan diuji keseragaman ragamnya harus lolos dari *Uji Kolmogorov-Smirnov* dan *Uji Ryan-Joiner* atau *Shapiro-Wilk* terlebih dulu, yaitu yang ditunjukkan dengan P-Value dari kedua uji tersebut yang  $> 0,05$ . Berdasarkan hal tersebut hanya data BB Tajuk 1½, BB Total 1½, BK Tajuk 1½, BK Total 1½, BB Tajuk 3, BB Total 3, BK Tajuk 3, BK Total 3 yang memenuhi asumsi kenormalan galat dan dapat dilakukan pengujian keseragaman ragam.
2. Uji keseragaman ragam yang perlu diperhatikan adalah *Uji Levene*, karena keandalannya yang lebih tinggi dari Uji Bartlett. Data tersebut di atas memenuhi Uji Levene semua
3. Hanya delapan data tersebut di atas yang dinyatakan memenuhi asumsi kenormalan galat dan keseragaman ragam sedangkan data lainnya harus dicari transformasi sedemikian rupa sehingga data

dapat memenuhi asumsi yang diperlukan untuk analisis keragaman.

## 4.7 Perancangan Percobaan Satu Faktor

### 4.7.1 Membuat ANOVA

Perancangan percobaan satu faktor terdiri atas 1 faktor perlakuan. Sebagai contoh adalah data pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Bobot buah cabe per tanaman akibat pemberian berbagai dosis Bokhasi*

Perlakuan (Faktor)	U l a n g a n			
	I	II	III	IV
0	13.41	13.64	12.43	13.69
50	16.85	15.03	14.29	15.12
100	14.74	18.45	15.73	16.31
150	21.58	20.09	18.94	19.20
200	20.25	19.26	18.55	18.89
250	21.11	21.45	19.12	19.34

Untuk melakukan Anova data pada Tabel 4.1, data tersebut harus dimasukkan ke dalam *lembar data* dalam *software* Minitab. Di samping itu dapat pula terlebih dahulu disiapkan dalam *worksheet* pada MsExcel selanjutnya disalin/kopi ke *lembar data* dalam *software* Minitab.

Apabila data akan dituliskan langsung pada *lembar data* dalam *software* Minitab, maka langkah-langkah untuk memasukkan data adalah :

1. Isikan '*dosis bokashi*' pada C1, '*Ulangan*' pada C2, dan '*berat buah cabe*' pada C3.
2. Letakkan kursor dalam *window session* dan aktifkan perintah MTB > dengan memilih **Editor > Enable Commands**

3. Pada *window Session*, ketikkan :

*MTB > set c1* Enter

*DATA > 4(0) 4(50) 4(100) 4(150) 4(200) 4(250)* Enter

*DATA > end.* Enter

Kolom C1 akan menunjukkan data dengan bilangan 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 masing-masing sebanyak 4 kali.

4. Pada kolom C2 lakukan :

*MTB > set c2* Enter

*DATA > 6(1:4)* Enter

*DATA > end.* Enter

Kolom C2 akan menunjukkan data dengan bilangan 1 sampai 4 yang diulang sebanyak 6 kali.

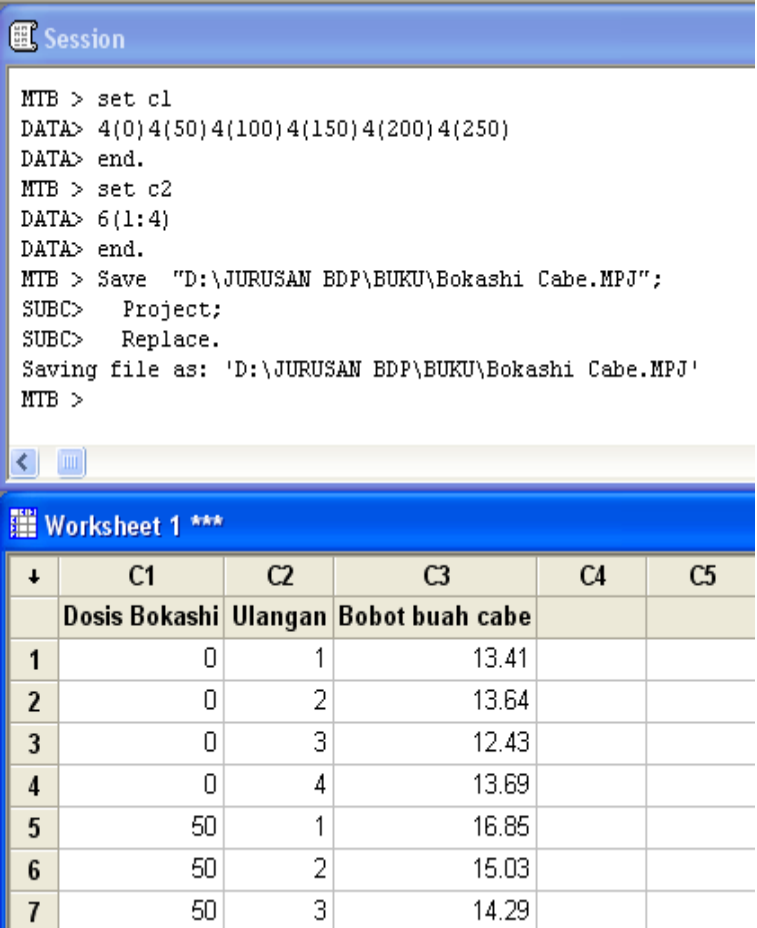
5. Dalam kolom C3 masukkan data bobot buah pertanaman (Tabel 3.1) melalui lebar data. Cara memasukkan adalah :

'**Entry row**' arahkan ke bawah, selanjutnya ketik :

13.41 [Enter], 13.64 [Enter], 12.43 [Enter], 13.69 [Enter]

16.85 [Enter] ..... 19.34 [Enter]

6. Simpan lembar data dengan nama '**Bokashi Cabe**'.  
 Hasil memasukkan data tersebut akan terlihat dalam lembar data seperti pada Gambar 4.13.



The screenshot shows the MTB software interface. The top window is titled "Session" and contains the following text:

```

MTB > set c1
DATA> 4(0)4(50)4(100)4(150)4(200)4(250)
DATA> end.
MTB > set c2
DATA> 6(1:4)
DATA> end.
MTB > Save "D:\JURUSAN BDP\BUKU\Bokashi Cabe.MPJ";
SUBC> Project;
SUBC> Replace.
Saving file as: 'D:\JURUSAN BDP\BUKU\Bokashi Cabe.MPJ'
MTB >
  
```

The bottom window is titled "Worksheet 1 \*\*\*" and displays a data table with the following content:

	C1	C2	C3	C4	C5
	<b>Dosis Bokashi</b>	<b>Ulangan</b>	<b>Bobot buah cabe</b>		
1	0	1	13.41		
2	0	2	13.64		
3	0	3	12.43		
4	0	4	13.69		
5	50	1	16.85		
6	50	2	15.03		
7	50	3	14.29		

8	50	4	15.12		
9	100	1	14.74		
10	100	2	18.45		
11	100	3	15.73		
12	100	4	16.31		
13	150	1	21.58		
14	150	2	20.09		
15	150	3	18.94		
16	150	4	19.20		
17	200	1	20.25		
18	200	2	19.26		
19	200	3	18.55		
20	200	4	18.89		
21	250	1	21.11		
22	250	2	21.45		
23	250	3	19.12		
24	250	4	19.34		

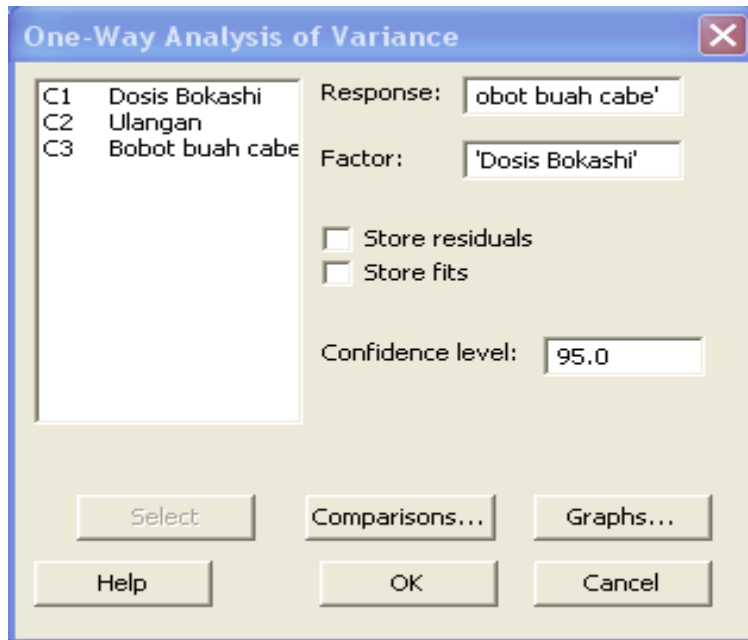
*Gambar 4.18 Format memasukkan data dalam window Session dan data dalam window Data pada Minitab.*

Setelah data dimasukkan dalam lembar data seperti di atas, maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis data (Anova).

Tahapannya proses Anova adalah :

1. Dalam menu Minitab, pilih **Stat > ANOVA > One-Way**

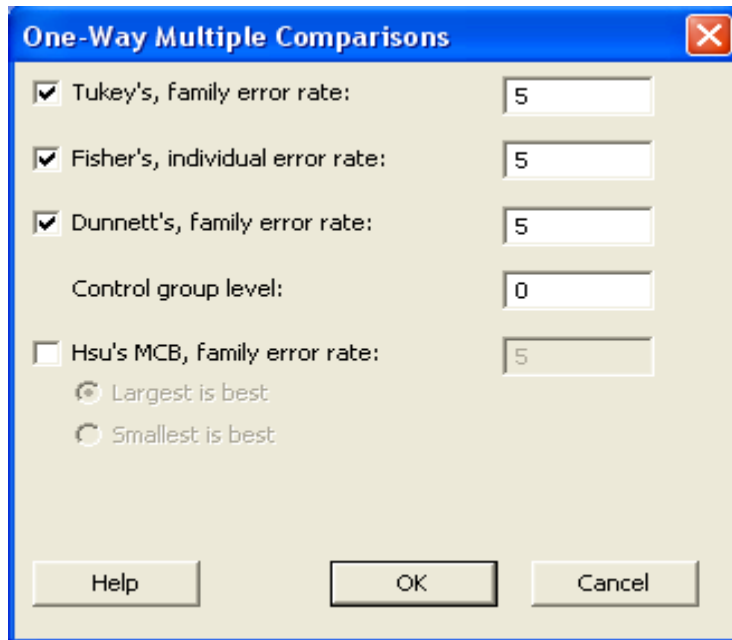
Layar monitor akan menampilkan kotak dialog **One Way Analysis of Variance** seperti pada Gambar 4.14.



*Gambar 4.19 Kotak dialog untuk menentukan faktor dan respons.*

2. Klik dua kali pada C3 untuk memasukkan Bobot buah cabe pada kotak **Response**, klik dua kali pada C1 untuk memasukkan Dosis Bokashi pada kotak **Factor**.
3. Klik **Comparisons**.

Layar monitor akan menampilkan kotak dialog memilih uji lanjut **Tukey's**, **Fisher's**, dan **Dunnett's** (Gambar 4.20).



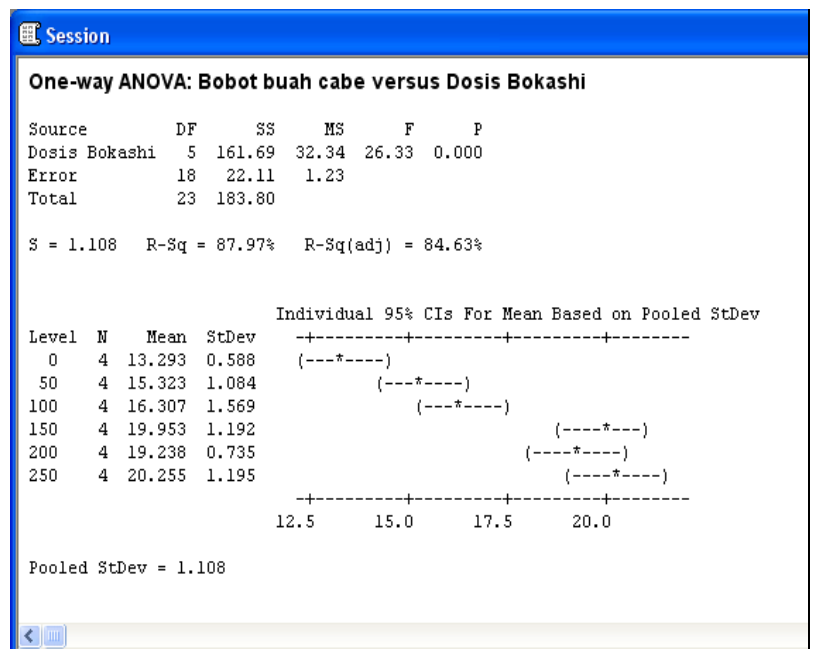
*Gambar 4.20 Kotak doalog untuk membandingkan pengaruh level faktor terhadap variabel respons dengan 3 uji lanjut.*

Pada kotak dialog **One-Way Multiple Comparisons**, terdapat beberapa metode perbandingan berpasangan, yaitu Uji **Tukey** (*Tukey-Kramer*), **Fisher LSD**, **Dunnett** dan **Hu's MCB**.

4. Berikan tanda cek (√) pada tiap metode/uji yang dipilih.
5. Pada kolom **Control group level** isikan '0'. Bilangan 0 berarti yang menjadi level kontrol adalah level dosis bokashi 0.
6. Klik **OK**.

## 4.7.2 Interpretasi ANOVA Satu Faktor

Output Anova ditampilkan dalam *window session* seperti pada Gambar 4.21. Hasil analisis terdiri atas 2 bagian utama yaitu Anova dan hasil uji perbandingan berpasangan.



Gambar 4.21 Hasil Anova dalam Minitab dari data Tabel 3.1.

### Hipotesis

- $H_0$  : Rerata sampel tiap perlakuan sama  
 $H_1$  : Terdapat perlakuan yang reratanya tidak sama



Hasil Anova pada Gambar 4.21, menunjukkan bahwa nilai F adalah 26.33. Jika kita melihat tabel distribusi F, nilai  $F(5\%,5:18) = 2.77$ . Karena nilai F lebih besar dari  $F(5\%,5:18)$  maka kesimpulannya adalah **menolak hipotesis awal ( $H_0$ )**. Apabila melihat P-value menunjukkan nilai 0.000. Hal ini berarti keputusannya menolak hipotesis awal karena P-value kurang dari  $\alpha$  level toleransi 5%. Berarti bobot buah cabe akibat tingkat dosis Bokashi tidak sama.

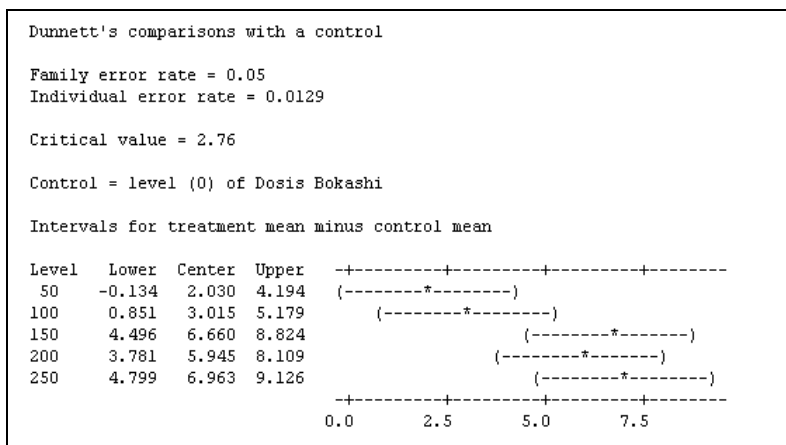
Di bawah hasil Anova, tampak nilai rerata dan *standar deviasi* tiap level beserta grafiknya. Dari grafik yang ditunjukkan, kita dapat memperkirakan level yang berbeda. Namun demikian apabila hanya melihat grafik, maka kesimpulan yang diperoleh bersifat subyektif dan belum memuaskan. Oleh karena itu kita perlu melakukan uji perbedaan antar level.

### 4.7.3 Interpretasi Perbandingan Berpasangan

Kesimpulan Anova menyatakan ada perbedaan bobot buah cabe pertanaman dalam level faktor. Oleh karena itu, kita perlu melakukan uji untuk mengetahui level faktor yang berbeda. Dari analisis data yang telah dilakukan, ada 3 uji yang digunakan yaitu **Dunnett's test**, **Tukey's test**, dan **Fisher's test**.

#### Dunnett's Test

Hasil uji perbandingan pertama menggunakan metode *Dunnett's test* disajikan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Hasil uji 'Dunnett's test'.

Dalam Dunnett's test menggunakan level kontrol 0 dan tingkat kesalahan 5%. Output menunjukkan nilai kritis sebesar 2.76. Apabila perbedaan rerata antara **level faktor** (dosis lainnya) dengan rerata **level kontrol (0)** lebih besar dari nilai kritis (2.76) maka kesimpulannya adalah : **ada perbedaan rerata bobot buah cabe yang cukup signifikan (nyata) antara level faktor dan level kontrol.** Jika perbedaan itu lebih kecil atau sama dengan nilai kritis, maka antar level tidak mempunyai perbedaan bobot buah cabe yang cukup signifikan.

Dari Gambar di atas berarti dosis 0 tidak berbeda dengan dosis 50 karena perbedaannya **2.030** lebih kecil daripada nilai kritis (**2.76**), sedangkan perbandingan dengan yang lainnya menunjukkan perbedaannya lebih besar daripada nilai kritis. Jadi terdapat perbedaan rerata bobot buah cabe yang cukup signifikan.

Perbedaan rerata bobot buah cabe di tiap level faktor dengan rerata bobot buah cabe pada level kontrol ditunjukkan dalam *output* beserta grafik reratanya.

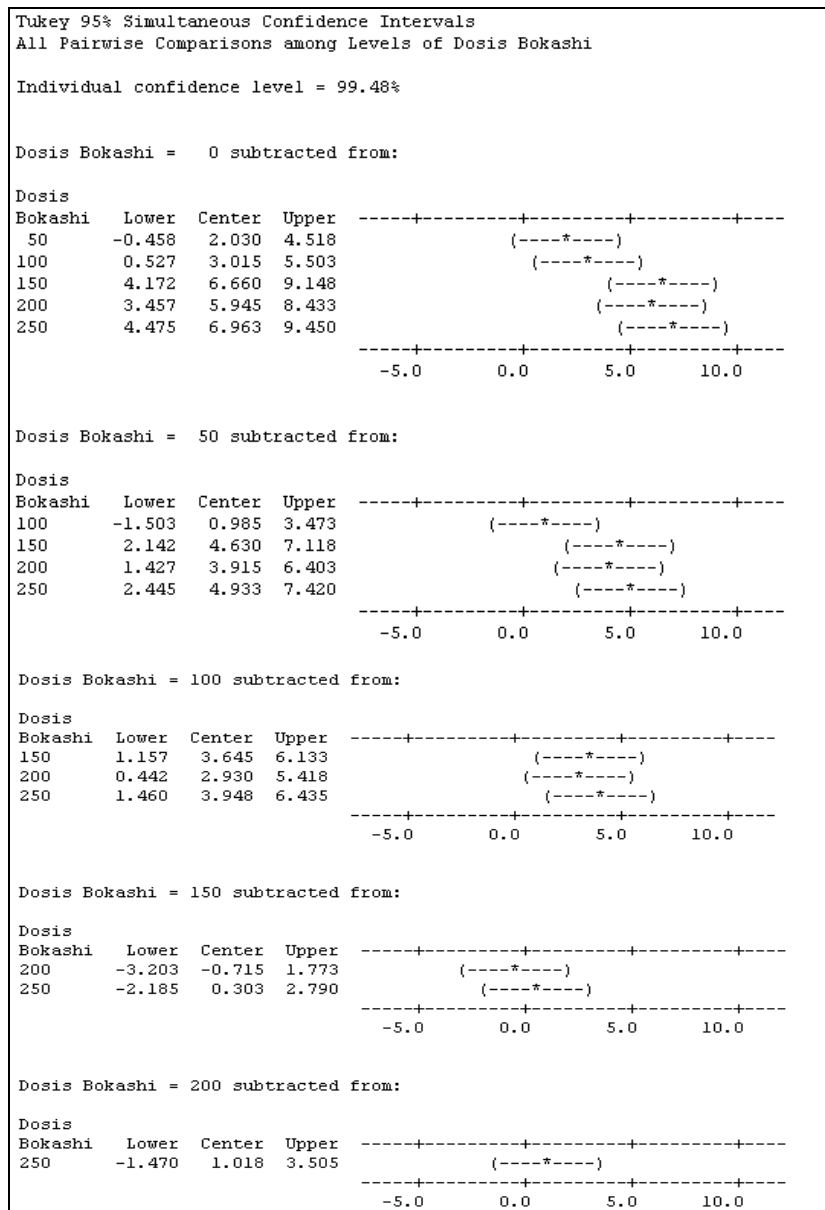
Kita dapat pula melakukan *interpretasi output* dengan melihat interval rerata. Apabila dalam interval rerata atau antara nilai terendah (*lower*) sampai nilai tertinggi (*upper*) mencakup (melewati) nilai 0, maka kesimpulannya adalah tidak ada perbedaan. Pada level 50 interval reratanya adalah antara **-0.134** sampai **4.194**, sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan antara rerata bobot buah cabe pada dosis 0 dan dosis 50.

Kesimpulan analisis adalah terdapat 2 kelompok level yang memiliki bobot buah cabe berbeda. Kelompok level pertama adalah dosis Bokashi 0 dan 50, sedangkan kelompok kedua adalah dosis Bokashi 100, 150, 200, dan 250.

*Dunnnett's test* adalah perbandingan rerata berdasarkan 1 faktor kontrol. Oleh karena itu dalam membuat kesimpulan harus dilakukan dengan seksama. Untuk mendapatkan kesimpulan yang baik, sebaiknya melakukan *Dunnnett's* berulang-ulang dengan menggunakan faktor kontrol dari setiap level faktor.

### **Tukey's Test**

Gambar 4.23 menunjukkan output *Tukey's test*. *Tukey's test* melakukan perbandingan untuk semua level faktor agar diperoleh suatu kesimpulan yang cukup memuaskan. Cara memahami *output Tukey's test* tidak berbeda jauh dengan output *Dunnnett's test*.



Gambar 4.23 Hasil uji 'Tukey's test'.

Tahap pertama, kita membuat perbandingan rerata bobot buah cabe antara dosis bokashi 0 dengan semua level (50, 100, 150, 200, 250). Di antara perbandingan tersebut, interval yang mencakup 0 hanya dosis bokashi 50 (-0.58, 2.030, 4.518). Artinya, tidak ada perbedaan rerata bobot buah cabe yang cukup signifikan antara dosis bokashi 0 dan 50.

Dari Gambar 4.23 hasil analisis perbandingan berikutnya adalah rerata bobot buah cabe pada dosis bokashi 50 sama dengan bobot buah cabe pada dosis bokashi 100 (-1.503, 0.985, 3.473). Bobot buah cabe pada dosis bokashi 100 berbeda signifikan dengan dosis bokashi 150, 200, dan 250), sedangkan rerata bobot buah cabe antara dosis 150, 200 dan 250 tidak ada perbedaan yang signifikan.

Hasil *Tukey's test* menunjukkan terdapat tiga kelompok dosis bokashi yang memberikan respons bobot buah cabe berbeda signifikan. Ringkasan *Tukey's test* disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Ringkasan *Tukey's test*

K e l o m p o k		
I	II	III
0 a 50 a	50 b 100 b	150 c 200 c 250 c

Berdasarkan hasil *Tukey's test* inipun kita tetap harus berhati-hati untuk mengambil keputusan karena belum memuaskan dan agak membingungkan. Uji lain yang lebih memuaskan adalah *Duncan's test*, tetapi tidak disediakan dalam *software* Minitab. Namun demikian *software* Minitab menyediakan uji perbandingan rerata lain yang hampir sama yaitu ***Fisher's LSD test***.

### **Fisher's Test**

*Fisher's test* juga sering disebut metode *Least Significant Difference (LSD)*. Dalam uji ini juga dilakukan uji perbandingan untuk semua kemungkinan level. Hasil *Fisher's test* data bobot buah cabe tersebut disajikan pada Gambar 4.24.

*Interpretasi output Fisher's test* tidak jauh berbeda dengan interpretasi hasil uji *Tukey's test*. Cara mengambil keputusan yang menentukan apakah level faktor tertentu berbeda dengan level faktor lainnya sama dengan *Dunnett's test* dan *Tukey's test*. Apabila interval rerata untuk sepasang level faktor yang dibandingkan mencakup bilangan 0, maka keputusannya adalah keduanya memiliki rerata bobot buah cabe sama.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals  
 All Pairwise Comparisons among Levels of Dosis Bokashi

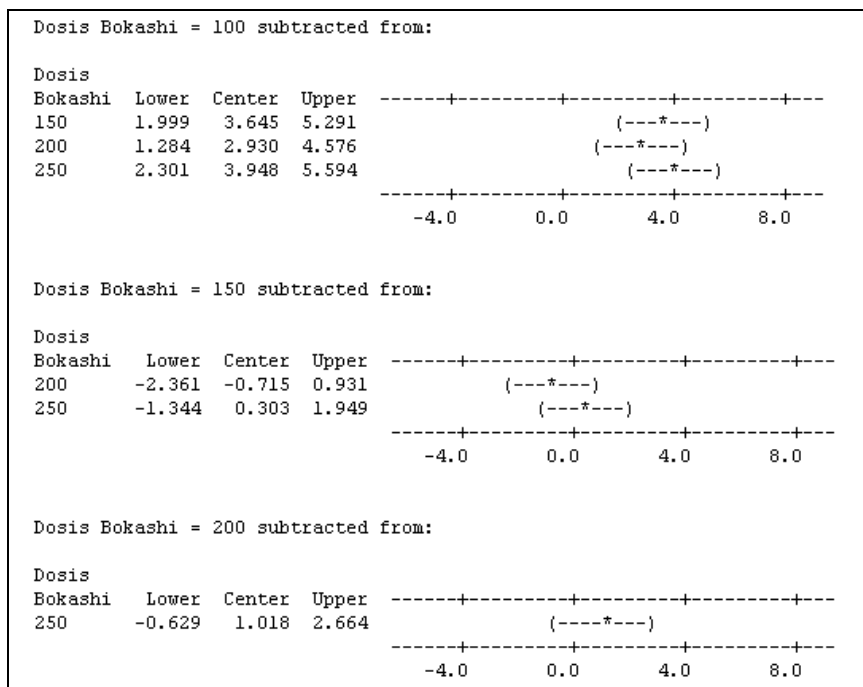
Simultaneous confidence level = 67.02%

Dosis Bokashi = 0 subtracted from:

Dosis	Lower	Center	Upper	
Bokashi				-----+-----+-----+-----+-----
50	0.384	2.030	3.676	(---*---)
100	1.369	3.015	4.661	(----*----)
150	5.014	6.660	8.306	(---*---)
200	4.299	5.945	7.591	(---*---)
250	5.316	6.963	8.609	(---*---)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-4.0      0.0      4.0      8.0

Dosis Bokashi = 50 subtracted from:

Dosis	Lower	Center	Upper	
Bokashi				-----+-----+-----+-----+-----
100	-0.661	0.985	2.631	(---*---)
150	2.984	4.630	6.276	(----*----)
200	2.269	3.915	5.561	(---*---)
250	3.286	4.933	6.579	(---*---)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-4.0      0.0      4.0      8.0



Gambar 4.24 Hasil uji 'Fisher's test'

Hasil *Fisher's test* (Gambar 4.24) menunjukkan bahwa hanya ada satu perlakuan dosis bokashi yang memberikan rerata bobot buah cabe berbeda dengan rerata bobot buah cabe pada level lainnya, yaitu dosis bokashi 0 (tanpa bokashi). Rerata bobot buah cabe pada dosis bokashi 50 sama dengan dosis bokashi 100 dan rerata bobot buah cabe dosis bokashi 150 sama dengan dosis bokashi 200 dan 250.



Ringkasan hasil Fisher's test berdasarkan *interpretasi output* disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Ringkasan hasil Fisher's test rerata bobot kering taju pada FMA-O

Kelompok		
I	II	III
0 a	50 b 100 b	150 c 200 c 250 c

## 4.8 Perancangan Percobaan Faktorial

Perancangan faktorial digunakan apabila percobaan terdiri atas 2 faktor atau lebih. Oleh karena itu unit-unit percobaan merupakan kombinasi dari level faktor 1 dan level faktor 2.

Perancangan faktorial diperlukan jika interaksi antara faktor mempengaruhi respons dan jika menghilangkan interaksi antar faktor mungkin mempengaruhi kesimpulan. Perancangan faktorial lebih efisien dibandingkan dengan faktor tunggal karena dapat mendeteksi pengaruh perbedaan antar level faktor pada saat yang bersamaan.

### 4.8.1 Membuat Perancangan Percobaan Faktorial Secara Manual

Untuk melakukan analisis data dalam *software* Minitab, data dapat disalin dari *software* pengolah data lainnya seperti MsExcel atau memasukkan data secara manual dalam lembar data. Data yang telah disiapkan

dalam MsExcel (Gambar 3.3) dapat langsung disalin ke dalam lembar data *software* Minitab dan dilakukan analisis.

Untuk memasukkan data secara manual kita dapat mengambil contoh data dari Tabel 3.3. Peneliti memperkirakan terdapat dua faktor yang mempengaruhi produksi '*bobot kering tajuk*' yaitu dosis pupuk dan inokulum FMA. Untuk meningkatkan serapan pupuk P tanaman diinokulasi dengan FMA. Percobaan ini menguji 5 level dosis pupuk fosfat alam dan 3 perlakuan inokulasi FMA.

Cara membuat perancangan faktorial secara manual adalah dengan memasukkan data secara manual.

Tahapannya adalah :

1. Beri nama kolom C1 dengan '**Dosis Pupuk FA**', kolom C2 dengan '**Inokulasi FMA**', kolom C3 dengan '**Ulangan**', dan kolom C4 dengan '**Bobot Kering Tajuk**'.

Langkah-langkah untuk memasukkan data ke dalam kolom C1, C2, C3, dan C4 adalah:

2. Letakkan kursor dalam *window session*, aktifkan perintah **MTB >**

Ketikkan :

```
MTB > set c1  
DATA> (0,0.5,1,1.5,2) 9  
DATA> end.
```

Kolom C1 akan memperlihatkan data dengan bilangan 0, 0.5, 1, 1.5 dan 2 masing-masing sebanyak 9 (level faktor 2 x Ulangan).

3. Masukkan data dalam kolom C2, dengan cara :

```
MTB > set c2
DATA> 3(0) 3(1) 3(2)
DATA> 3(0) 3(1) 3(2)
DATA> 3(0) 3(1) 3(2)
DATA> 3(0) 3(1) 3(2)
DATA> 3(0) 3(1) 3(2)
DATA> end.
```

Kolom C2 akan memperlihatkan data dengan bilangan 0, 1, dan 2 masing-masing sebanyak 3. Bilangan-bilangan ini akan berulang 5 kali sehingga jumlah data adalah 45.

3. Masukkan data dalam kolom C3, dengan cara :

```
MTB > set c3
DATA> 15(1:3)
DATA> end.
```

Kolom C3 akan memperlihatkan bilangan 1, 2, dan 3 berulang hingga 15 kali, sehingga jumlah datanya 45.

4. Masukkan data dalam kolom C4 secara langsung melalui lembar data. **Entry Row** arahkan ke bawah, perhatikan urutan memasukkan data, dimulai dari dosis FA 0, inokulum Mo, Ulangan 1 (**1.40**), selanjutnya ulangan 2 (**1.63**), ulangan 3 (**2.02**), selanjutnya pada dosis FA 0.5, inokulum Mo, ulangan 1 (**2.10**), ulangan 2 (**2.37**), ulangan 3 (**3.74**), dan seterusnya hingga dosis 2.0, inokulum M<sub>2</sub>, ulangan 3 (**7.71**).

**Caranya adalah :**

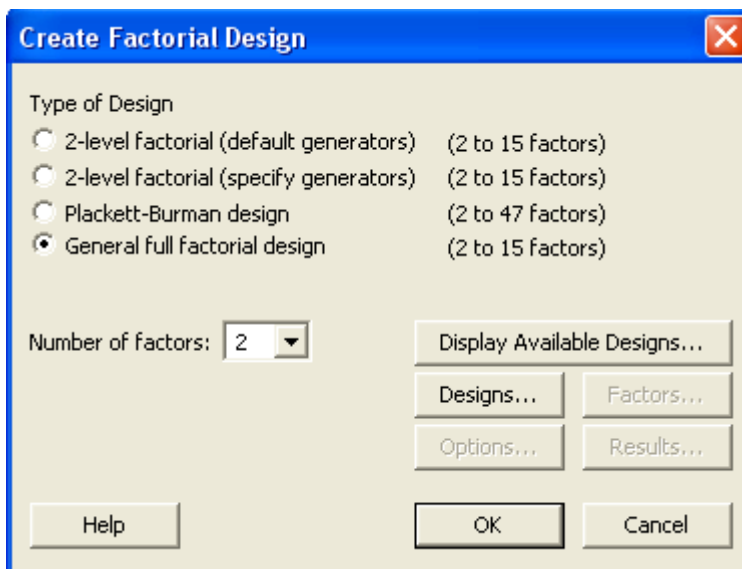
- 1.40 [Enter] 1.63 [Enter] 2.02 [Enter] 2.10 [Enter]  
2.37 [Enter] 3.74 [Enter].....7.71 [Enter]
5. Simpan worksheet dengan nama '**Mikoriza FA.MTW**'.

**4.8.2 Membuat Perancangan Percobaan Faktorial Menggunakan Minitab**

Perancangan percobaan faktorial dapat pula dibuat melalui Menu dalam *software* Minitab. Langkah-langkahnya adalah :

1. Pilih **Stat > DOE > Factorial > Create Factorial Design**

Kotak dialog seperti Gambar 4.25 akan ditampilkan.



*Gambar 4.25 Kotak dialog untuk membuat perancangan faktorial.*

2. Pilih **General full factorial design**, dan isikan **2** pada **Number of factors**.
3. Klik **Display Available Designs**. Kotak dialog akan ditampilkan seperti pada Gambar 4.26.



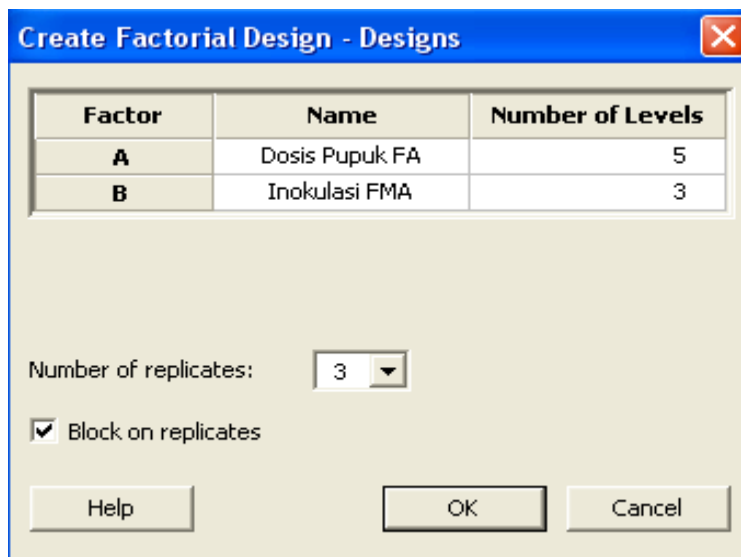
*Gambar 4.26 Kotak dialog Display Available Designs.*

Kotak dialog menyatakan bahwa percobaan faktorial umum dapat memiliki faktor antara 2 hingga 15 yang masing-masing memiliki level antara 2 sampai 100. Dalam percobaan faktorial, jumlah level dapat sama atau berbeda.

4. Klik **OK**

5. Pilih **Designs**

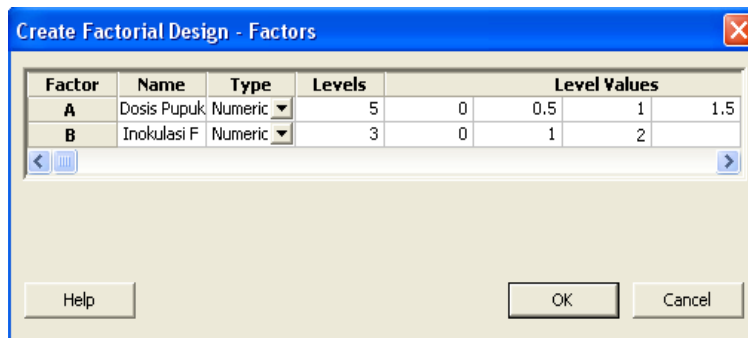
Pada layar monitor akan diperlihatkan kotak dialog **Create Factorial Design-Designs** (Gambar 4.27) untuk menentukan nama faktor, jumlah level yang digunakan tiap faktor, dan jumlah ulangan yang akan dilakukan.



Gambar 4.27 Kotak dialog untuk menentukan level tiap faktor

6. Dalam kolom **Name**, ganti **A** dengan '**Dosis Pupuk FA**' dan ganti **B** dengan '**Inokulasi FMA**'. Dalam kolom **Number of levels**, untuk level faktor **A** isikan 5, dan faktor **B** isikan 3. Ini menunjukkan bahwa faktor A ada 5 level dan faktor B ada 3 level.
7. Dalam kolom **Number of Replicates**, isikan 3. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya ulangnya adalah 3.
8. Klik **OK**
9. Klik **Factors**

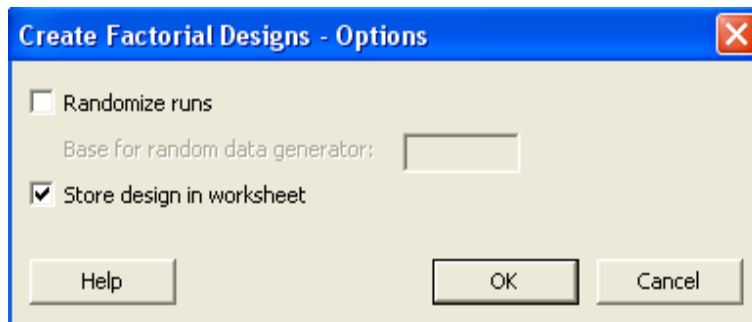
Layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Create Factorial Design-Factors** (Gambar 4.28). Kotak dialog ini digunakan untuk memasukkan nama faktor dan nilai level.



*Gambar 4.28 Kotak dialog memasukkan nama faktor dan nilai level.*

10. Di bawah **Level Values**, untuk faktor **A** isikan 0, 0.5, 1, 1.5, dan 2 sedangkan pada faktor **B** isikan 0, 1, dan 3.

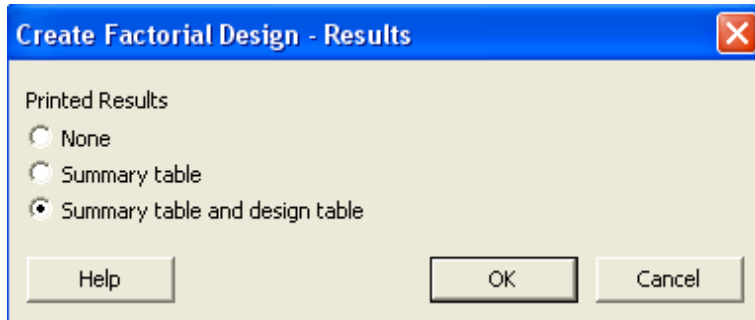
11. Klik **OK**. Layar monitor akan memperlihatkan kembali kotak dialog **Create Factorial Design** (Gambar 4.28).
12. Pilih **Option**. Layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Create Factorial Design-Option** (Gambar 4.29).



*Gambar 4.29 Pilihan untuk mempermudah pengisian data.*

13. Hilangkan tanda cek ( $\checkmark$ ) dalam **Randomize runs**. Tujuannya adalah untuk mempermudah pengisian data karena rancangan dibuat berurutan.
14. Klik **OK**
15. Pilih **Result**. Layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Create Factorial Design-Result** (Gambar 4.30).





*Gambar 4.30 Pilihan untuk menentukan output data yang dimasukkan*

16. Di bawah *Printed Results*, pilih **Summary table and design table**.
17. Klik **OK**
18. Dalam kotak dialog **Create Factorial Design** (Gambar 4.25) pilih **OK**

**Lembar Data** baru akan menampilkan hasilnya, yaitu 6 kolom yang terisi datanya. Dalam kolom C7, masukkan data bobot kering tajuk (Tabel 3.3). Cara memasukkannya adalah mulai dari dosis pupuk FA 0, Mo, ulangan 1 (**1.40**), dosis pupuk FA 0.5, Mo, Ulangan 1 (**2.10**) dan seterusnya berurutan mulai dari ulangan 1, 2, dan terakhir ulangan 3.

1.40 [Enter] 2.10 [Enter] ..... 3.28 [Enter]  
 4.49 [Enter] 5.59 [Enter] .....5.71 [Enter]  
 5.17 [Enter] 5.98 [Enter] ..... 7.11 [Enter]  
 1.63 [Enter] ..... 7.71 [Enter]

Selanjutnya beri nama kolom C7 dengan **Bobot Kering Tajuk**, dan simpan data tersebut dengan nama *Mikoriza-FA.MPJ*.

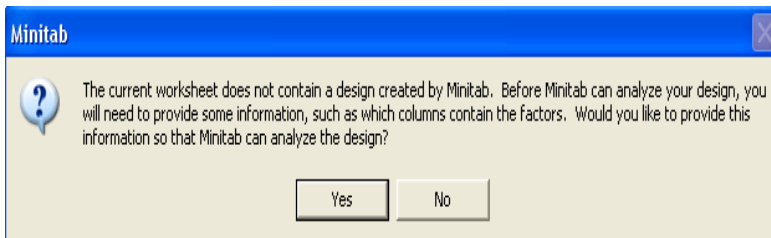
#### 4.8.3 ANOVA Percobaan Faktorial

Setelah data dimasukkan ke dalam lembar data (salin dari MsExcel atau dimasukkan secara manual), maka kita dapat melakukan Anova. Berikut ini adalah contoh Anova percobaan faktorial RAL dari data yang disalin/dimasukkan secara manual. Format data dalam MsExcel yang akan disalin ke *software* Minitab adalah data pada Gambar 4.18.

Langkah-langkah Anova untuk data yang dimasukkan secara manual adalah :

1. Aktifkan lembar data dengan nama file:  
**'Mikoriza-FA.MPJ'**
2. Pilih : **Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design.**

Layar monitor akan menampilkan kotak dialog peringatan seperti pada Gambar 4.31 yang menunjukkan bahwa format data tidak dibuat melalui *software* Minitab, sehingga perlu menentukan faktor-faktornya sebelum melakukan analisis data.

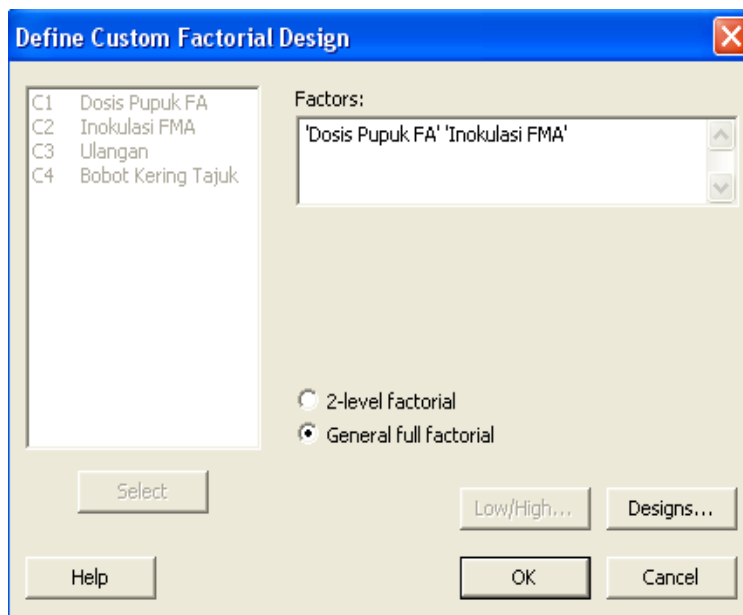


*Gambar 4.31 Pilihan untuk meyakinkan bahwa data yang dibuat tidak menggunakan format dari Minitab*

3. Pilih : **Yes**

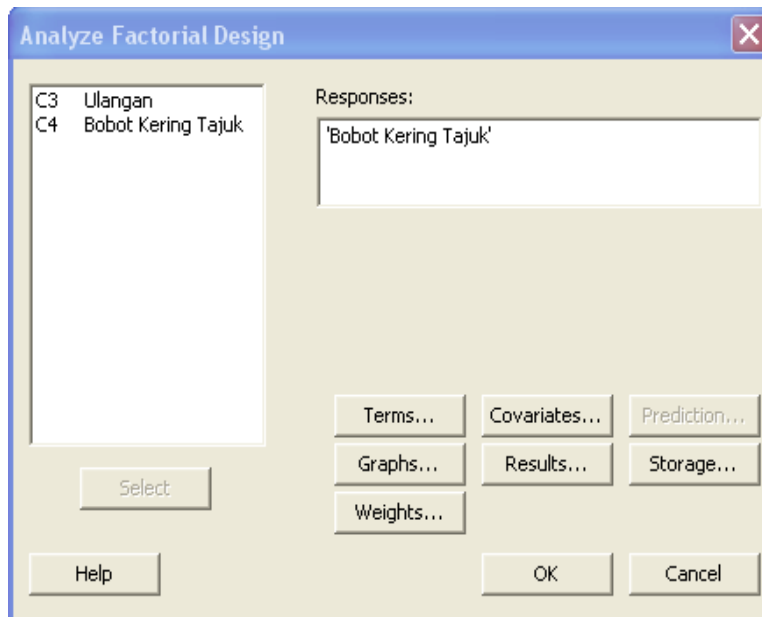
Layar monitor akan menampilkan kotak dialog **Define Custom Factorial Design** (Gambar 4.32).

4. Masukkan '*Dosis Pupuk FA*' dan '*Inokulasi FMA*' ke dalam kotak **Factors** dengan cara klik 2 kali pada setiap faktor dari kotak kiri. Ini dilakukan untuk menentukan bahwa dalam rancangan percobaan, Dosis Pupuk FA dan Inokulasi FMA bertindak sebagai faktor.
5. Karena level faktor melebihi 2 level, maka pilih **General full factorial**, kemudian klik **OK**.



*Gambar 4.32 Kotak dialog untuk memilih faktor/variabel yang akan buat Anova.*

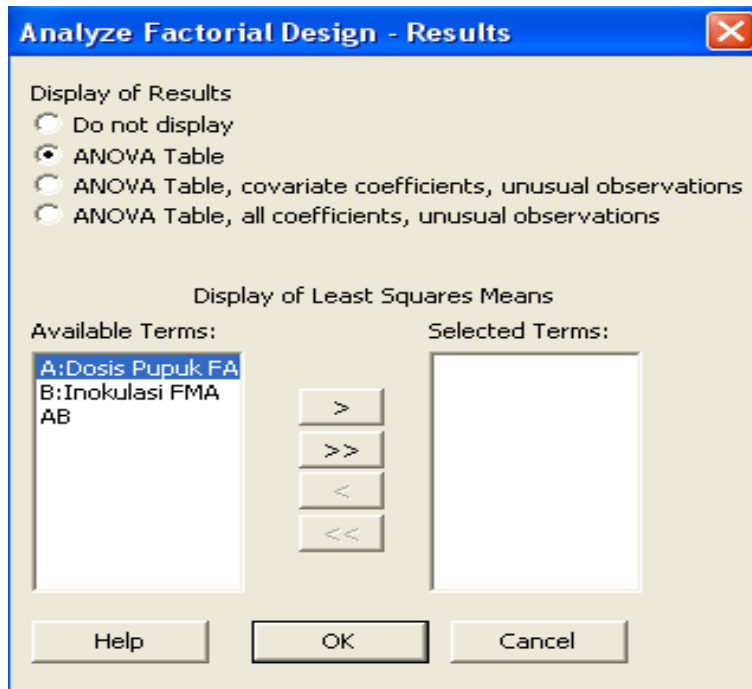
Layar monitor akan menampilkan kotak dialog **Analysis Factorial Design** (Gambar 4.33).



*Gambar 4.33 Kotak dialog memasukkan variabel sebagai respons*

6. Pada kotak dialog, masukkan '*Bobot Kering Tajuk*' (klik 2 kali pada kotak sebelah kiri) ke dalam **Responses**.
7. Pilih : **Result**.

Layar monitor akan menampilkan kotak dialog *Analysis Factorial Design-Results* (Gambar 4.34).



Gambar 4.34 Kotak dialog untuk memilih bentuk tampilan output

8. Pilihlah **ANOVA Table**, kemudian klik **OK**

Kotak dialog **Analysis Factorial Design** akan ditampilkan kembali (Gambar 4.33)

9. Selanjutnya, klik **OK**.

Langkah-langkahnya akan berbeda apabila format rancangan dibuat melalui minitab. Ketika akan melakukan analisis data dengan format rancangan yang dibuat melalui *software* Minitab, maka *software* Minitab tidak meminta kita menentukan faktor karena telah dibuatnya secara otomatis. Caranya:

1. Aktifkan file data yang dibuat berdasarkan desain Minitab
2. Pilih **Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design**. Layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Analyze Factorial Design** seperti pada Gambar 4.33.
3. Kemudian, lakukan tahapan selanjutnya dengan mengikuti tahap **6** hingga **8**.

#### 4.8.4 Interpretasi Hasil ANOVA Percobaan Faktorial

Hasil analisis percobaan faktorial diawali dengan keterangan mengenai faktor yaitu faktor Dosis Pupuk FA ada 5 level dan faktor Inokulasi FMA ada 3 level. Selanjutnya di bawahnya disajikan ANOVA. Dari tabel ANOVA (Gambar 4.35) kita dapat mengetahui pengaruh tiap faktor atau interaksi antar faktor terhadap peubah respons (bobot kering tajuk).

Factor	Type	Levels	Values
Dosis Pupuk FA	fixed	5	0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0
Inokulasi FMA	fixed	3	0, 1, 2

Analysis of Variance for Bobot Kering Tajuk, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Dosis Pupuk FA	4	27.9334	27.9334	6.9833	13.79	0.000
Inokulasi FMA	2	93.4126	93.4126	46.7063	92.24	0.000
Dosis Pupuk FA*Inokulasi FMA	8	2.0654	2.0654	0.2582	0.51	0.839
Error	30	15.1905	15.1905	0.5063		
Total	44	138.6018				

S = 0.711582    R-Sq = 89.04%    R-Sq(adj) = 83.93%

Gambar 4.35 Output Anova Minitab.

Dalam Anova desain faktorial, terdapat 2 faktor dan 1 interaksi sehingga kita mengajukan 3 hipotesis yang harus dirumuskan. Hipotesis tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk FA, pengaruh inokulasi FMA, dan pengaruh interaksi antara dosis pupuk FA dan inokulasi FMA.

**a. Pengaruh Dosis Pupuk FA terhadap Bobot Kering Tajuk**

Pengujian hipotesis dilakukan untuk memeriksa pengaruh dosis pupuk FA terhadap bobot kering tajuk.

**Hipotesis :**

$H_0$  : dosis pupuk FA tidak berpengaruh terhadap bobot kering tajuk.

$H_1$  : dosis pupuk FA berpengaruh terhadap bobot kering tajuk (paling sedikit ada 1 dosis yang memberikan pengaruh berbeda).

Ketentuannya adalah apabila nilai F melebihi  $F_{(0.05,4:30)} = 2.69$ , maka tolak  $H_0$  atau apabila  $p$ -value kurang dari  $\alpha$  maka tolak  $H_0$ .

Dari hasil Anova kita ketahui bahwa nilai F dosis pupuk FA adalah 13.79 dan  $p$ -value adalah 0.000 (Gambar 4.31). Hal ini artinya kita menolak  $H_0$  dan menerima  $H_1$ , dan kesimpulannya adalah ***terdapat pengaruh yang cukup signifikan dari dosis pupuk FA terhadap bobot kering tajuk.***



**b. Pengaruh Inokulasi FMA terhadap bobot kering tajuk**

Hipotesis yang diajukan untuk melihat pengaruh inokulasi FMA terhadap bobot kering tajuk adalah :

$H_0$  : inokulasi FMA tidak berpengaruh terhadap bobot kering tajuk

$H_1$  : inokulasi FMA berpengaruh terhadap bobot kering tajuk (paling sedikit ada 1 inokulum FMA yang memberikan pengaruh berbeda)

Ketentuannya adalah apabila nilai F melebihi  $F_{(0.05,2;30)} = 3.32$ , maka tolak  $H_0$  atau apabila  $p$ -value kurang dari  $\alpha$  maka tolak  $H_0$ .

Dari output Anova kita ketahui bahwa nilai F inokulasi FMA adalah 92.24 dan  $p$ -value adalah 0.000 (Gambar 4.36). Hal ini artinya kita menolak  $H_0$  dan menerima  $H_1$ , dan kesimpulannya adalah ***terdapat pengaruh yang cukup signifikan dari inokulasi FMA terhadap bobot kering tajuk.***

**c. Pengaruh Interaksi Dosis Pupuk FA dan Inokulasi FMA terhadap Bobot Kering Tajuk**

Hipotesis yang diajukan untuk melihat pengaruh interaksi dosis pupuk FA dan inokulasi FMA terhadap bobot kering tajuk adalah :

$H_0$  : interaksi antar faktor tidak berpengaruh terhadap bobot kering tajuk

$H_1$  : interaksi antar faktor berpengaruh terhadap bobot kering tajuk

Ketentuannya adalah apabila nilai  $F$  melebihi  $F_{(0.05,8;30)} = 2.27$ , maka tolak  $H_0$  atau apabila  $p$ -value kurang dari  $\alpha$  maka tolak  $H_0$ .

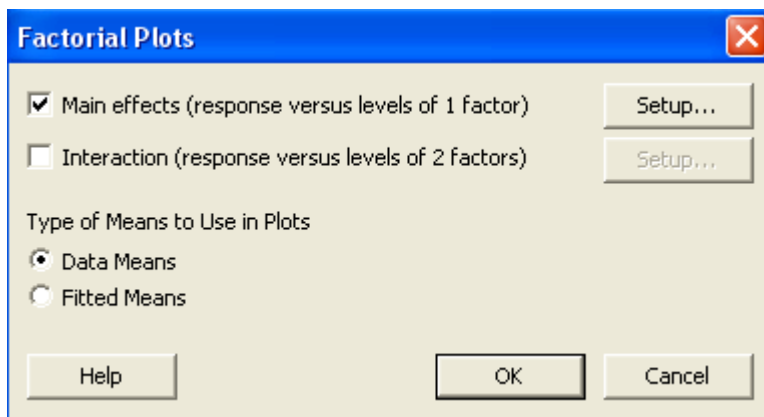
Dari output Anova kita ketahui bahwa nilai  $F$  inokulasi FMA adalah 0.51 lebih kecil dari  $F$  tabel, tetapi  $p$ -value adalah 0.839 lebih besar dari 0.05 (Gambar 4.36), maka kita menerima  $H_0$ , dan kesimpulannya adalah *interaksi antar faktor tidak berpengaruh terhadap bobot kering tajuk. Dengan demikian tidak perlu dilakukan uji lanjut !!*.

#### 4.8.5 Grafik Respons Percobaan Faktorial

Grafik plot digunakan untuk mengevaluasi level setiap faktor. Langkah-langkahnya adalah :

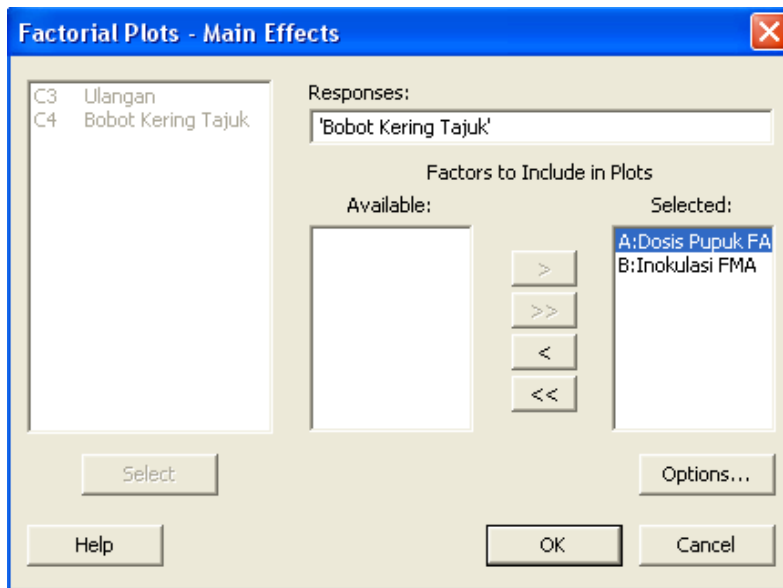
##### 1. Pilih **Stat > DOE > Factorial > Factorial Plots**

Kotak dialog **Factorial Plots** akan ditampilkan seperti pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36 Kotak dialog pilihan membuat grafik.

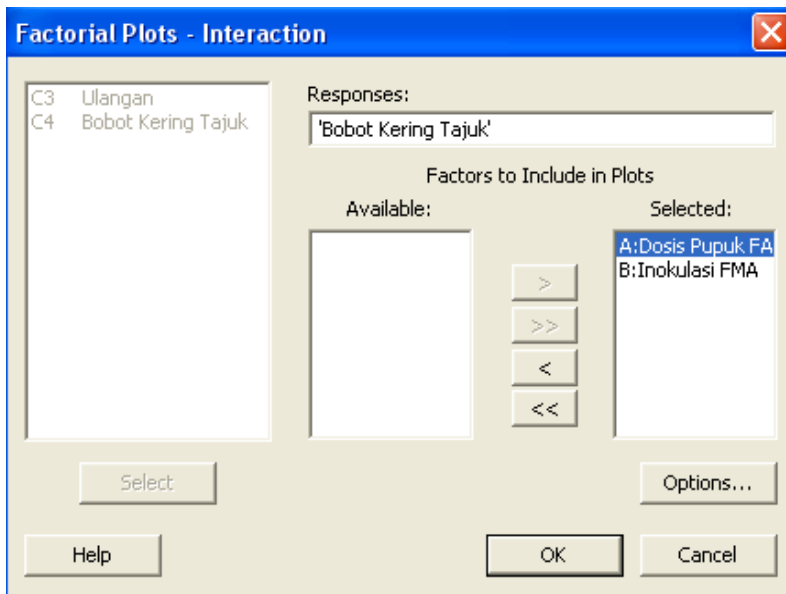
2. Dalam kotak dialog, beri tanda cek (√) pada **Main Effects (response versus levels of 1 faktor)**. Perintah digunakan untuk membuat plot level-level faktor utama yaitu dosis pupuk FA dan inokulasi FMA.
3. Klik **Setup**. Layar monitor akan menampilkan kotak dialog **Factorial Plots – Main Effects** (Gambar 4.37). Ini untuk menentukan faktor-faktor utama yang akan digunakan dalam model.



Gambar 4.37 Kotak dialog menentukan faktor utama dalam model.

4. Dalam kotak dialog **Main Effects**, klik 2 kali pada 'bobot kering tajuk' untuk memasukkan ke kotak **Responses**

5. Masukkan semua daftar pada kolom **Available** ke dalam kolom **Selected** dengan mengklik >>. Klik **OK**. Layar monitor akan memperlihatkan kembali kotak dialog **Factorial Plots** (Gambar 4.37).
6. Dalam kotak dialog *Factorial Plots*, beri tanda cek (√) pada **Interaction (response versus levels of 2 factors)**. Perintah ini untuk membuat plot interaksi antar faktor yaitu dosis pupuk FA dan inokulasi FMA.
7. Klik **Setup**.
8. Dalam kotak dialog Interaction, masukkan '*bobot kering tajuk*' di bawah **Responses**.
9. Masukkan semua variabel dalam kolom **Available** (klik 2 kali pada >> ) ke dalam kolom **Selected**, kemudian klik **OK** (Gambar 4.38).

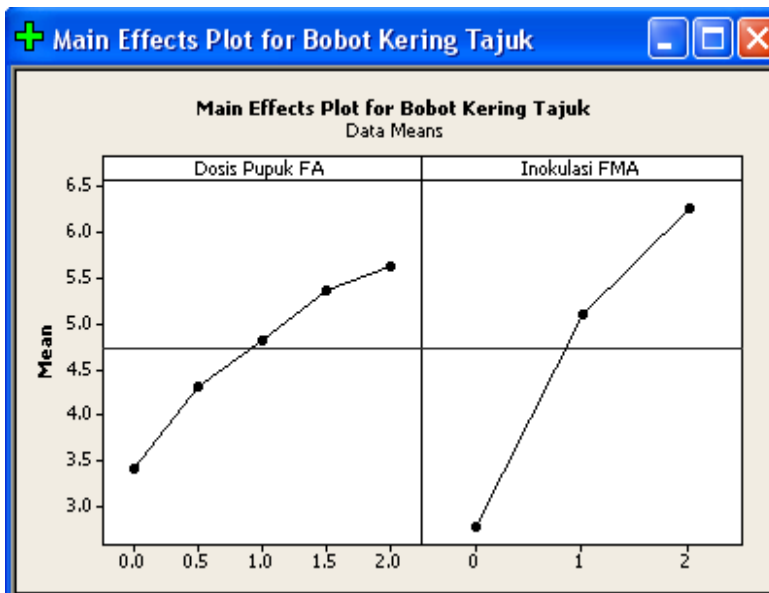


Gambar 4.38 Kotak dialog *Factorial Plots-Interaction*.

10. Dalam kotak dialog *Factorial Plots* pilih **Data Means**

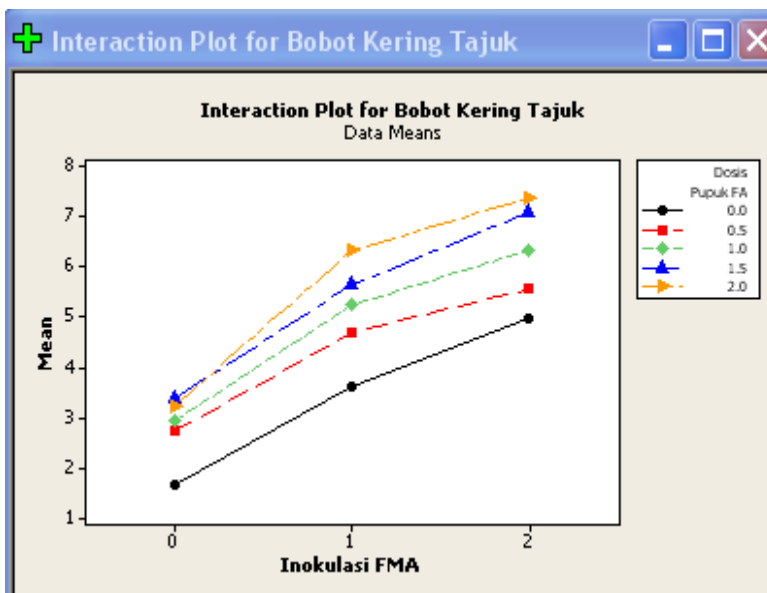
11. Selanjutnya klik OK.

Hasil analisis berupa 2 grafik plot yaitu grafik untuk faktor utama (Gambar 4.38) dan grafik untuk interaksi kedua faktor (Gambar 4.40).



Gambar 4.39 Grafik pengaruh tiap faktor.

Pada grafik faktor utama menunjukkan bahwa dosis pupuk FA 2.0 dan inokulasi FMA 2 memberikan pengaruh yang besar terhadap bobot kering tajuk. Semakin tinggi dosis pupuk FA akan meningkatkan bobot kering tajuk. Inokulasi FMA 2 memberikan bobot kering tajuk yang lebih tinggi.



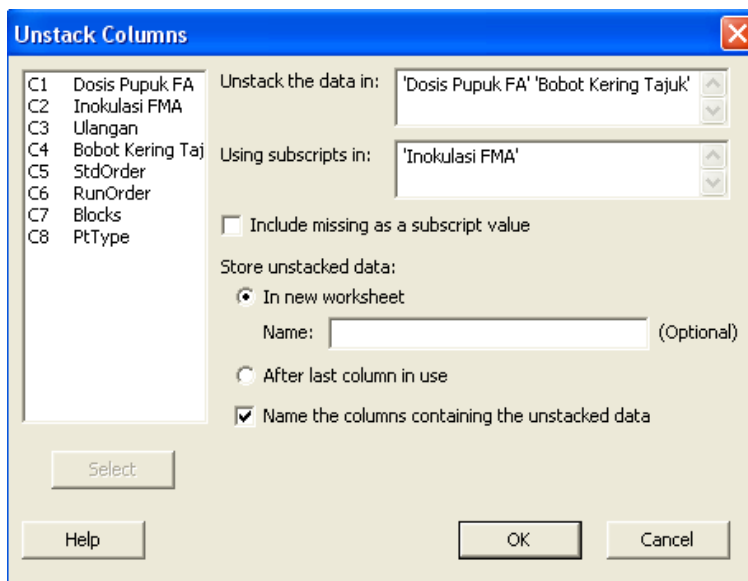
Gambar 4.40 Grafik pengaruh interaksi dua faktor

Pada grafik interaksi menunjukkan bahwa untuk semua dosis pupuk FA, inokulasi FMA meningkatkan bobot kering tajuk.

Namun demikian untuk mengevaluasi grafik interaksi, kita harus melakukan **Uji keseragaman rerata** berdasarkan faktor tertentu. Tahapan uji keseragaman rerata adalah :

1. Pilih **Data > Unstack Columns**.

Layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Unstack Columns** seperti pada Gambar 4.41.



Gambar 4.41 Kotak dialog penentuan faktor dalam uji keseragaman rerata.

2. Masukkan variabel '*Dosis pupuk FA*' dan '*Bobot kering tajuk*' ke dalam kolom **Unstack the data in**; (Klik 2 kali pada c1 dan c4).
3. Masukkan variabel '*Inokulasi FMA*' ke dalam **Using subscripts in**, (Klik 2 kali pada c2).
4. Dalam **Store unstacks data**, pilih **In new worksheet**.
5. Beri tanda cek (√) pada **Name the columns containing the unstacked data**.
6. Klik **OK**.

Layar monitor akan memperlihatkan lembar data baru yang berisikan *data dosis pupuk FA* dan *bobot kering tajuk* untuk setiap *inokulasi FMA* (Gambar 4.42). Selanjutnya data dilakukan Anova dan dilakukan uji perbandingan rerata untuk setiap *dosis pupuk FA*.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Dosis Pupuk FA_0	Bobot Kering Tajuk_0	Dosis Pupuk FA_1	Bobot Kering Tajuk_1	Dosis Pupuk FA_2	Bobot Kering Tajuk_2
1	0.0	1.40	0.0	4.49	0.0	5.17
2	0.0	1.63	0.0	2.18	0.0	5.52
3	0.0	2.02	0.0	4.19	0.0	4.26
4	0.5	2.10	0.5	5.59	0.5	5.98
5	0.5	2.37	0.5	4.31	0.5	5.18
6	0.5	3.74	0.5	4.19	0.5	5.50
7	1.0	2.89	1.0	4.54	1.0	6.54
8	1.0	2.77	1.0	5.30	1.0	7.39
9	1.0	3.14	1.0	5.88	1.0	5.07
10	1.5	4.21	1.5	6.24	1.5	6.88

Gambar 4.42 Data dalam Minitab uji keseragaman rerata.

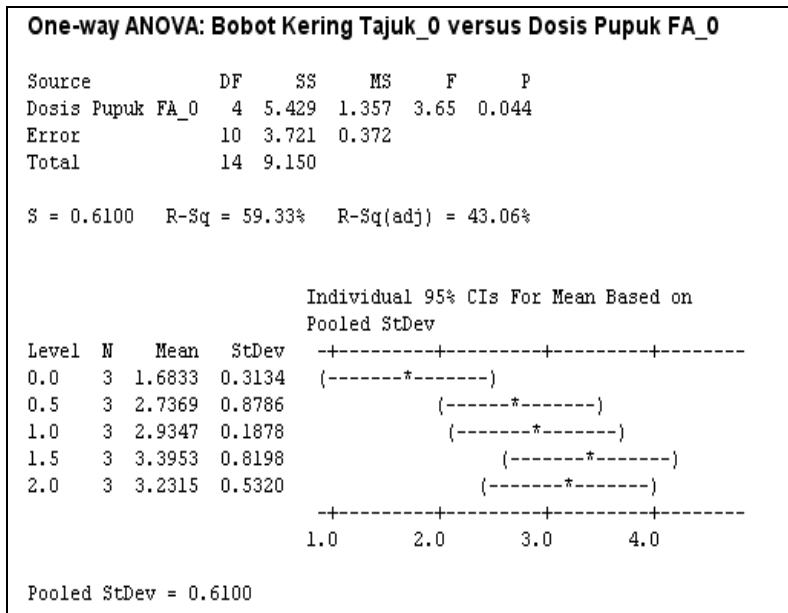
### Uji Rerata Bobot Kering Tajuk pada Inokulasi FMA-0

Uji perbandingan digunakan *Fisher's test*. Uji Fisher rerata bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-0, langkah-langkahnya adalah :

1. Pilih **Stat > ANOVA > One-Way**
2. Masukkan '*Bobot kering tajuk*' ke dalam **Response**, lalu masukkan '*Inokulasi FMA*' ke dalam **Factor**.
3. Klik **Comparison**
4. Pilih **Fisher's, individual error rate** dan isikan **5**, Klik **OK** di tiap kotak dialog.

*window session* akan menampilkan hasil seperti pada Gambar 4.43.





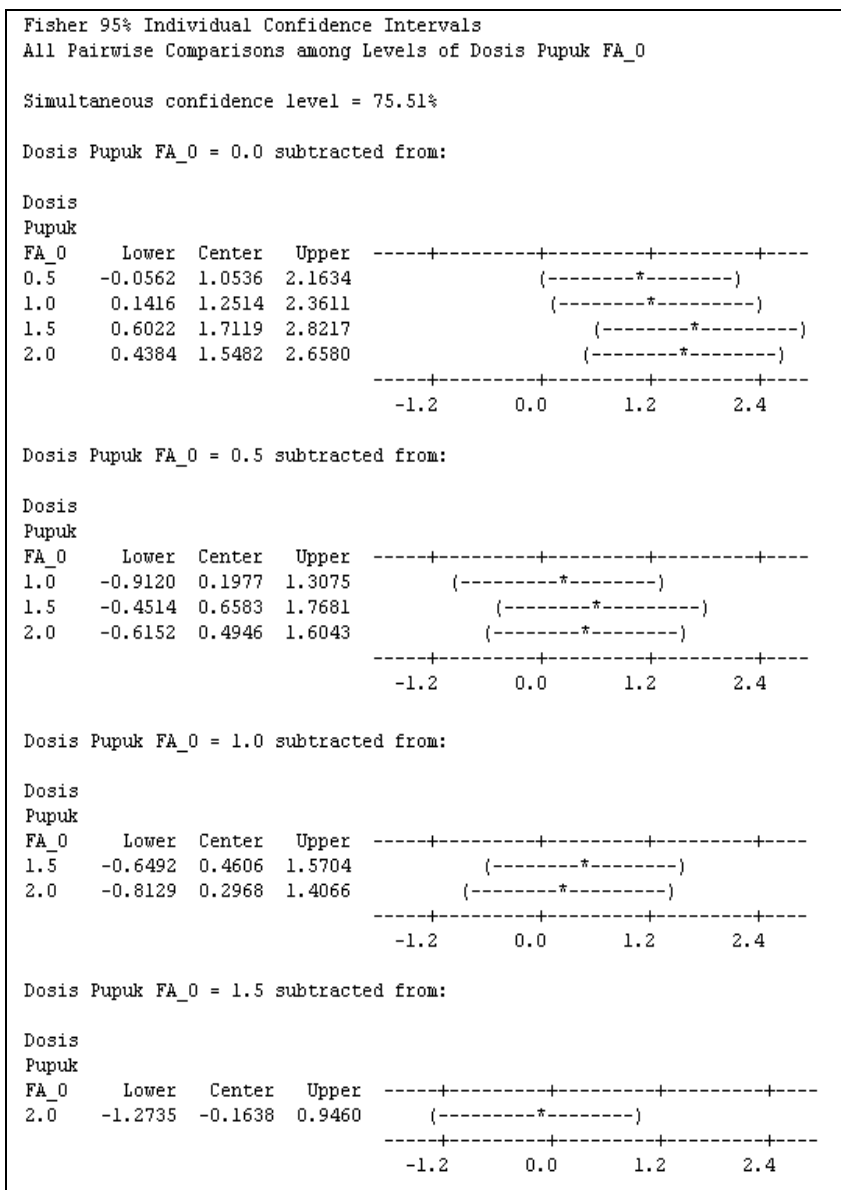
Gambar 4.43 Anova dosis puuk FA pada FMA-0.

### Hipotesis :

$H_0$  : Bobot kering tajuk pada Inokulasi FMA-0 sama

$H_1$  : Bobot kering tajuk pada Inokulasi FMA-0 tidak sama

Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa *p-value* adalah 0.044 lebih kecil dari level toleransi sebesar 5%, dan nilai F (3.65) lebih besar dari  $F_{(0.05, 4:10)} = 3.06$ , sehingga kita menolak  $H_0$ . *Kesimpulannya adalah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap rerata bobot kering tajuk antar dosis pupuk FA pada inokulasi FMA-0.*



*Gambar 4.44 Output Fisher's test pada perbandingan rerata dosis pupuk FA pada FMA-0.*

Berdasarkan penelusuran *uji Fisher's* rerata bobot kering tajuk akibat dosis pupuk FA pada inokulasi FMA-0 menunjukkan bahwa pada dosis pupuk FA 0 sama dengan dosis 0.5 tetapi berbeda signifikan dengan dosis lainnya. Secara ringkas hasil ini disajikan pada Tabel 4.5

*Tabel 4.5 Ringkasan hasil uji lanjut Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-0*

Dosis pupuk FA	0	0.5	1.0	1.5	2.0
Notasi	a	ab	b	b	b

### **Uji Rerata Bobot Kering Tajuk pada Inokulasi FMA-1**

Uji Fisher rerata bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-1, langkah-langkahnya adalah:

1. Pilih **Stat > ANOVA > One-Way**

Masukkan '*bobot kering tajuk-1*' ke dalam **Responses**, lalu masukkan '*Inokulasi FMA-1*' ke dalam **Factor**.

2. Klik **OK**.

Hasil ANOVA akan di tampilkan pada Gambar 4.45 berikut :

### One-way ANOVA: Bobot Kering Tajuk\_1 versus Dosis Pupuk FA\_1

Source	DF	SS	MS	F	P
Dosis Pupuk FA_1	4	12.500	3.125	4.45	0.025
Error	10	7.020	0.702		
Total	14	19.520			

S = 0.8379    R-Sq = 64.04%    R-Sq(adj) = 49.65%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
0.0	3	3.6190	1.2554	(-----*-----)
0.5	3	4.6994	0.7736	(-----*-----)
1.0	3	5.2386	0.6718	(-----*-----)
1.5	3	5.6377	0.6332	(-----*-----)
2.0	3	6.3267	0.6951	(-----*-----)

3.0                      4.5                      6.0                      7.5

Pooled StDev = 0.8379

Fisher 95% Individual Confidence Intervals

All Pairwise Comparisons among Levels of Dosis Pupuk FA\_1

Simultaneous confidence level = 75.51%

Dosis Pupuk FA\_1 = 0.0 subtracted from:

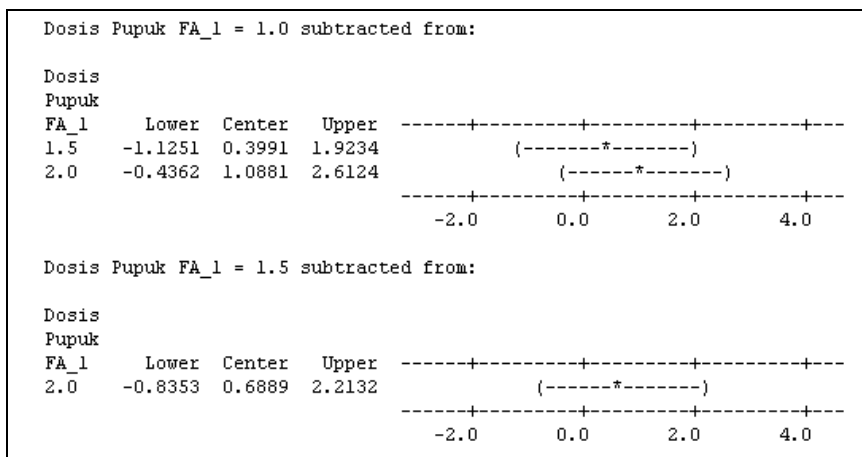
Dosis Pupuk FA_1	Lower	Center	Upper	CI
0.5	-0.4438	1.0805	2.6047	(-----*-----)
1.0	0.0953	1.6196	3.1439	(-----*-----)
1.5	0.4945	2.0187	3.5430	(-----*-----)
2.0	1.1834	2.7077	4.2320	(-----*-----)

-2.0                      0.0                      2.0                      4.0

Dosis Pupuk FA\_1 = 0.5 subtracted from:

Dosis Pupuk FA_1	Lower	Center	Upper	CI
1.0	-0.9851	0.5391	2.0634	(-----*-----)
1.5	-0.5860	0.9383	2.4626	(-----*-----)
2.0	0.1029	1.6272	3.1515	(-----*-----)

-2.0                      0.0                      2.0                      4.0



Gambar 4.45 Output Fisher's test pada perbandingan rerata dosis pupuk FA pada FMA-1.

### Hipotesis :

Ho : Bobot kering tajuk pada FMA-1 adalah sama

H1 : Bobot kering tajuk pada FMA-2 tidak sama

Daerah penolakan :  **$p\text{-value} < \alpha$**

Pada level toleransi ( $\alpha$ ) sebesar 0.05, dapat disimpulkan bahwa pada inokulasi FMA-1, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antar *dosis pupuk FA*.

Berdasarkan hasil analisis *Fisher's test*, dapat ditunjukkan bahwa pada inokulasi FMA-1, dosis pupuk FA 0 sama dengan 0.5 tetapi berbeda dengan 1, 1.5, dan 2. Dosis pupuk FA 0.5 sama dengan dosis 1 dan 1.5 tetapi berbeda dengan dosis 2.0. Dosis 1 sama dengan dosis 1.5 dan 2.0, sedangkan dosis 1.5 sama dengan dosis 2.0. Dengan demikian hasil *Fisher's test* bobot kering tajuk

pada inokulasi FMA-1 dapat diringkas seperti pada Tabel 4.6.

*Tabel 4.6 Ringkasan hasil uji lanjut Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-1*

Dosis pupuk FA	0	0.5	1.0	1.5	2.0
Notasi	a	ab	bc	bc	c

### **Uji Rerata Bobot Kering Tajuk pada Inokulasi FMA-2**

Langkah selanjutnya adalah melakukan *Fisher's test* untuk rerata bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-2, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pilih **Stat > ANOVA > One-Way**
2. Masukkan '*Bobot kering tajuk-2*' ke dalam **Response**, lalu masukkan '*Inokulasi FMA-2*' ke dalam **Factor**.
3. Klik **OK**.

### One-way ANOVA: Bobot Kering Tajuk\_2 versus Dosis Pupuk FA\_2

Source	DF	SS	MS	F	P
Dosis Pupuk FA_2	4	12.070	3.017	6.78	0.007
Error	10	4.449	0.445		
Total	14	16.519			

S = 0.6670    R-Sq = 73.06%    R-Sq(adj) = 62.29%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
0.0	3	4.9833	0.6510	(-----*-----)
0.5	3	5.5523	0.4029	(-----*-----)
1.0	3	6.3320	1.1687	(-----*-----)
1.5	3	7.0915	0.4166	(-----*-----)
2.0	3	7.3536	0.3149	(-----*-----)

4.8                  6.0                  7.2                  8.4

Pooled StDev = 0.6670

Fisher 95% Individual Confidence Intervals

All Pairwise Comparisons among Levels of Dosis Pupuk FA\_2

Simultaneous confidence level = 75.51%

Dosis Pupuk FA\_2 = 0.0 subtracted from:

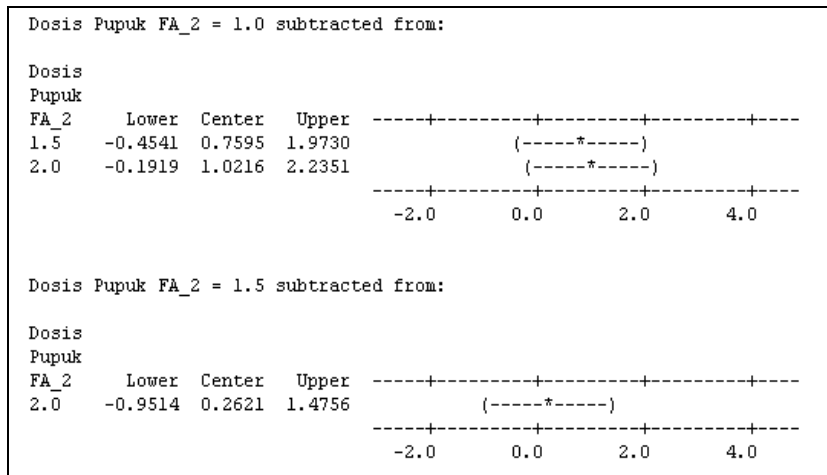
Dosis Pupuk FA_2	Lower	Center	Upper	CI
0.5	-0.6445	0.5691	1.7826	(-----*-----)
1.0	0.1352	1.3487	2.5622	(-----*-----)
1.5	0.8947	2.1082	3.3217	(-----*-----)
2.0	1.1568	2.3703	3.5838	(-----*-----)

-2.0                  0.0                  2.0                  4.0

Dosis Pupuk FA\_2 = 0.5 subtracted from:

Dosis Pupuk FA_2	Lower	Center	Upper	CI
1.0	-0.4339	0.7797	1.9932	(-----*-----)
1.5	0.3256	1.5391	2.7526	(-----*-----)
2.0	0.5877	1.8012	3.0148	(-----*-----)

-2.0                  0.0                  2.0                  4.0



*Gambar 4.46 Output Fisher's test pada perbandingan rata-rata dosis pupuk FA pada FMA-2.*

### Hipotesis :

$H_0$  : bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-2 adalah sama

$H_1$  : bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-2 tidak sama

Berdasarkan hasil Anova (Gambar 4.46) menunjukkan bahwa *p-value* lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0.05, sehingga kita menolak hipotesis awal. Kesimpulannya adalah terdapat perbedaan rerata bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-2.

Berdasarkan hasil Fisher's test, dapat ditunjukkan bahwa pada inokulasi FMA-2, dosis pupuk FA 0 sama dengan 0.5 tetapi berbeda dengan 1, 1.5, dan 2. Dosis pupuk FA 0.5 sama dengan dosis 1, tetapi berbeda



dengan dosis 1.5 dan 2.0. Dosis 1 sama dengan dosis 1.5 dan 2.0, sedangkan dosis 1.5 sama dengan dosis 2.0. Dengan demikian hasil *Fisher's test* bobot kering tajuk pada inokulasi FMA-1 dapat diringkas seperti pada Tabel 4.7.

*Tabel 4.7 Ringkasan hasil uji lanjut Fisher's rerata bobot kering tajuk pada FMA-2*

Dosis pupuk FA	0	0.5	1.0	1.5	2.0
Notasi	a	ab	bc	c	c

Dari hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa interaksi faktor dosis pupuk FA dan inokulasi FMA mempengaruhi bobot kering tajuk.

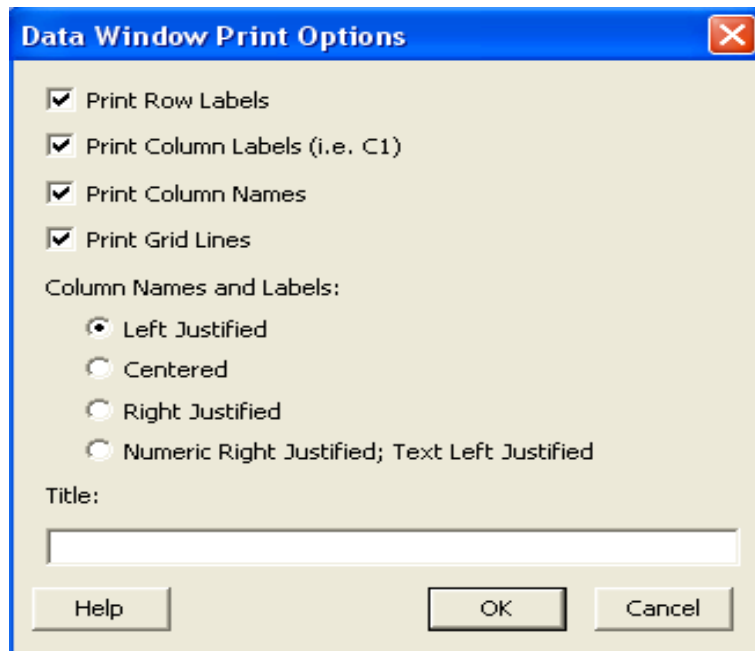
#### 4.9 Mencetak Hasil

Hasil kerja pada *software* Minitab dapat dicetak/print langsung dengan cara sebagai berikut :

1. Aktifkan window *Project Manager* dengan memilih **Windows > 2 Project Manager**, atau menekan tombol **[Ctrl]+[I]**
2. Pilih folder yang akan dicetak. Apabila ingin mencetak *window session*, kita harus memilih *folder Session*. Apabila ingin mencetak Grafik, pilih *folder Graph*, dan seterusnya.
3. Apabila ingin mencetak data, pada *Project Manager*, pilih folder **Worksheets > [nama file] > Columns**
4. Selanjutnya klik kanan.

5. Layar monitor akan menunjukkan menu dengan beberapa fungsi. Pilih **Print**.

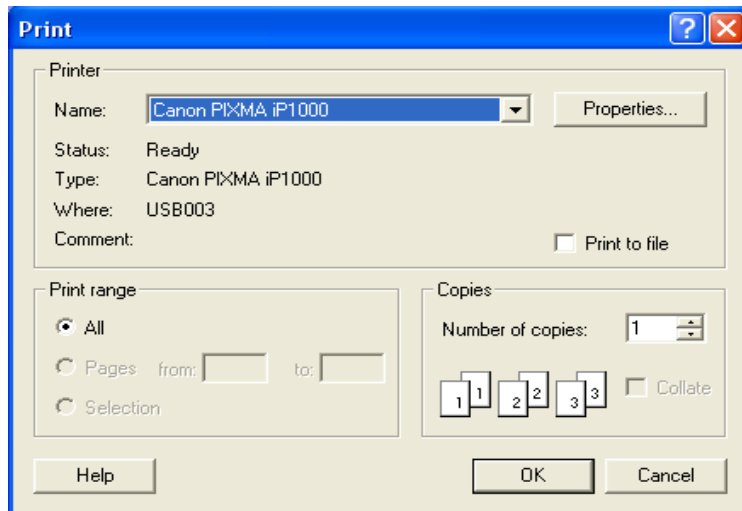
Setelah itu kotak dialog **Data Window Print Options** akan muncul (Gambar 4.47). Kotak dialog meminta kita memilih informasi dalam *lembar data* yang akan dicetak.



*Gambar 4.47 Kotak dialog pemilihan informasi yang akan dicetak.*

6. Pilih **OK**

Selanjutnya layar monitor akan memperlihatkan kotak dialog **Print** seperti pada Gambar 4.48.



*Gambar 4.48 Kotak dialog perintah mencetak.*

7. Dalam kotak **Printer**, pada kolom **Name**, pilih jenis printer yang digunakan.
8. Klik **OK**

## 4.10 Tranformasi Data

### **Landasan Teori dan Penggunaan Minitab**

Transformasi data merupakan suatu alternatif atau jalan keluar jika data tidak memenuhi asumsi untuk analisis keragaman. Transformasi data pada hakekatnya adalah mengubah skala data ke skala baru sedemikian rupa sehingga data dapat memenuhi asumsi untuk analisis keragaman. Adapun kegunaan transformasi data ialah **i)** menjadikan data dalam skala transformasi memiliki ragam yang seragam dan galatnya menyebar normal, **ii)** ragam dalam skala transformasi tidak akan dipengaruhi oleh perubahan dalam nilai tengah perlakuan sebagai akibat

perubahan skala, dan **iii)** membuat pengaruh nyata dari perlakuan menjadi linier aditif.

Transformasi data yang sering digunakan dalam perancangan percobaan antara lain *transformasi logaritma*, *transformasi akar kuadrat*, dan *transformasi arc-sin*. Transformasi demikian sesungguhnya merupakan transformasi yang tradisional. Transformasi logaritma umumnya digunakan jika datanya memiliki sebaran yang luas dan memiliki nilai ekstrim tinggi dan ekstrim rendah, atau datanya memiliki simpangan baku yang proporsional terhadap nilai tengahnya, atau jika pengaruh perlakuannya bersifat multiplikatif. Sebagai contoh, jika data pengamatan berupa nilai 1, 10, 100, 1000 dan 10.000 yang memperlihatkan adanya nilai ekstrim rendah 1 dan ekstrim tinggi 10.000 atau kisaran data yang lebar sekali. Dengan skala logaritma akan diperoleh data baru berupa 0, 1, 2, 3 dan 4 sehingga kisaran datanya menjadi lebih sempit dan jarak antar datanya juga seragam. Transformasi akar kuadrat cocok digunakan untuk data yang diperoleh melalui kejadian-kejadian yang sangat jarang, misalnya jumlah serangga yang tertangkap dalam sebuah perangkap atau munculnya gulma dalam suatu petak percobaan, tanaman yang mati akibat terserang penyakit layu pada lokasi yang diketahui tidak pernah terserang penyakit dan sebagainya. Transformasi ini juga cocok untuk data yang dinyatakan dalam persen dan kisarannya terletak antara 0 – 30% atau 70 – 100%. Yang dimaksud dengan persen disini adalah yang diperoleh dari hasil pembagian, misalnya persen tanaman yang memiliki daun berwarna merah, persen gabah hampa dan sebagainya, bukan persen dari satuan kadar seperti kadar

protein, kadar nitrogen dan sebagainya. Transformasi arcsin cocok digunakan untuk data proporsi yang dinyatakan dalam pecahan desimal atau persentase, khususnya yang kisaran datanya dari 0 – 100%. Data persen yang kisaran datanya terletak antara 30 – 70% tidak perlu ditransformasi.

Transformasi tradisional demikian sifatnya kaku dan tidak jarang hasilnya tidak memuaskan karena setelah transformasi dilakukan ternyata data dalam skala transformasi tetap tidak memenuhi asumsi untuk analisis keragaman. Selain itu, untuk transformasi arcsin memerlukan tabel untuk penghitungannya, atau kalkulator yang memiliki fasilitas inverse dan arcsin, atau komputer yang memasang piranti lunak *spreadsheet*. Tidak semua pengguna rancangan percobaan memahami cara transformasi arcsin menggunakan tabel, kalkulator ataupun komputer.

Era kuda gigit besi sekarang sudah berubah menjadi era komputasi, tabel dan kalkulator sudah lama diganti dengan komputer yang lebih canggih. Penggunaan komputer sesungguhnya semakin memudahkan peneliti untuk memilih transformasi data yang akurat dan andal, apalagi dengan tersedianya berbagai piranti lunak statistika seperti Minitab. Piranti lunak Minitab v.15 menyediakan fasilitas untuk mencari transformasi yang sesuai secara cepat dan tepat. Salah satu fasilitas tersebut adalah *Transformasi Box-Cox*, suatu metoda yang sesungguhnya sudah lama dikenal oleh mereka yang menekuni bidang statistika. Metoda *Box-Cox* dikembangkan untuk mencari transformasi optimal dari data yang tidak memenuhi asumsi sidik ragam, khususnya

ketidaknormalan galat. Dengan transformasi *Box-Cox*, skala data pengamatan diubah menjadi suatu skala tertentu sehingga galat data menjadi menyebar normal. Prinsip dasar yang melandasi transformasi *Box-Cox* adalah transformasi pangkat dan padanya diberlakukan ketentuan sebagai berikut:

$$Y' = Y^\lambda \text{ jika } \lambda \neq 0, \text{ dan } Y' = \ln(Y) \text{ jika } \lambda = 0.$$

$Y'$  = nilai pengamatan pada skala baru atau setelah transformasi

$Y$  = nilai pengamatan pada skala sebelum transformasi

$\lambda$  = konstanta transformasi

Panduannya adalah sebagai berikut:

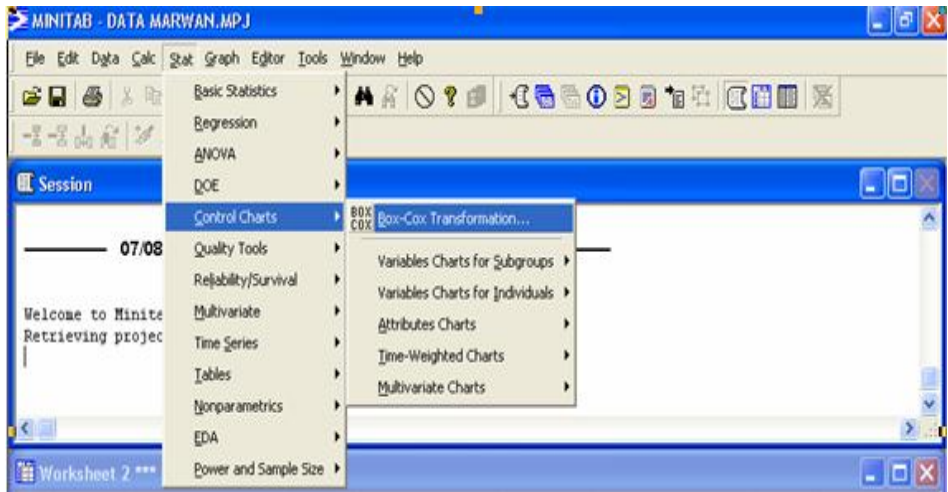
Nilai $\lambda$	Transformasi
$\lambda = 2$	$Y' = Y^2$
$\lambda = 1$	TIDAK PERLU TRANSFORMASI
$\lambda = 0,5$	$Y' = \sqrt{Y}$
$\lambda = 0$	$Y' = \text{Ln}Y$ (logaritma bilangan alam)
$\lambda = -0,5$	$Y' = \frac{1}{\sqrt{Y}}$
$\lambda = -1$	$Y' = 1/Y$

Suatu nilai  $\lambda$  dikatakan optimal jika menghasilkan simpangan baku yang paling kecil antara data hasil transformasi dengan hasil ditransformasi kembali data transformasi ke skala data asalnya.

Minitab menyediakan dua cara untuk mendapatkan transformasi *Box-Cox* yaitu melalui *Control Charts* dan *Quality Tools* yang semuanya terdapat dalam Menu Bar **Stat**.

## 1. Control Charts

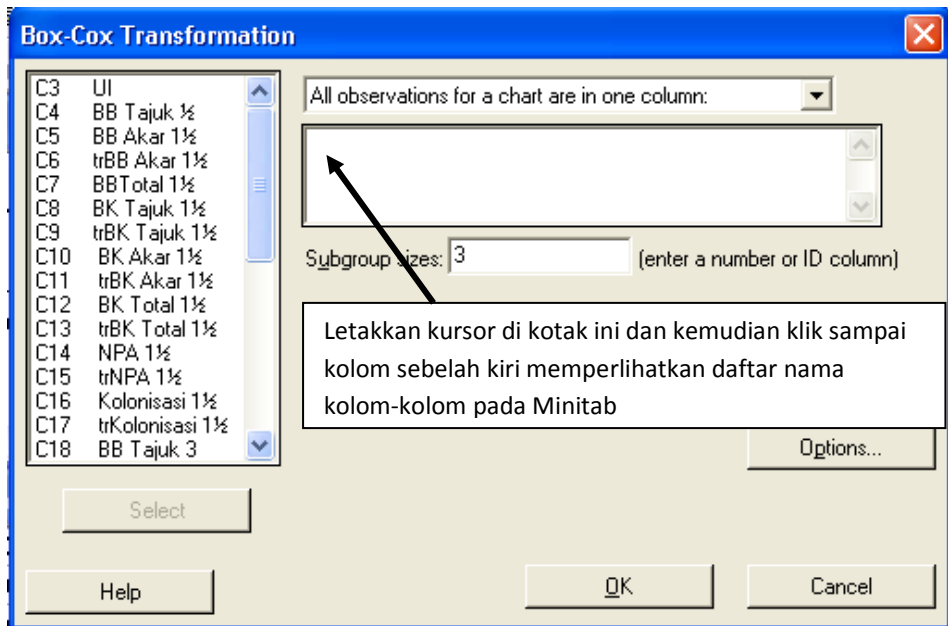
Perintah untuk menjalankan Control Charts adalah **Stat\Control Charts\Box-Cox Transformation** seperti terlihat pada tayangan Gambar 4.49.



*Gambar 4.49 Memulai Control Charts*

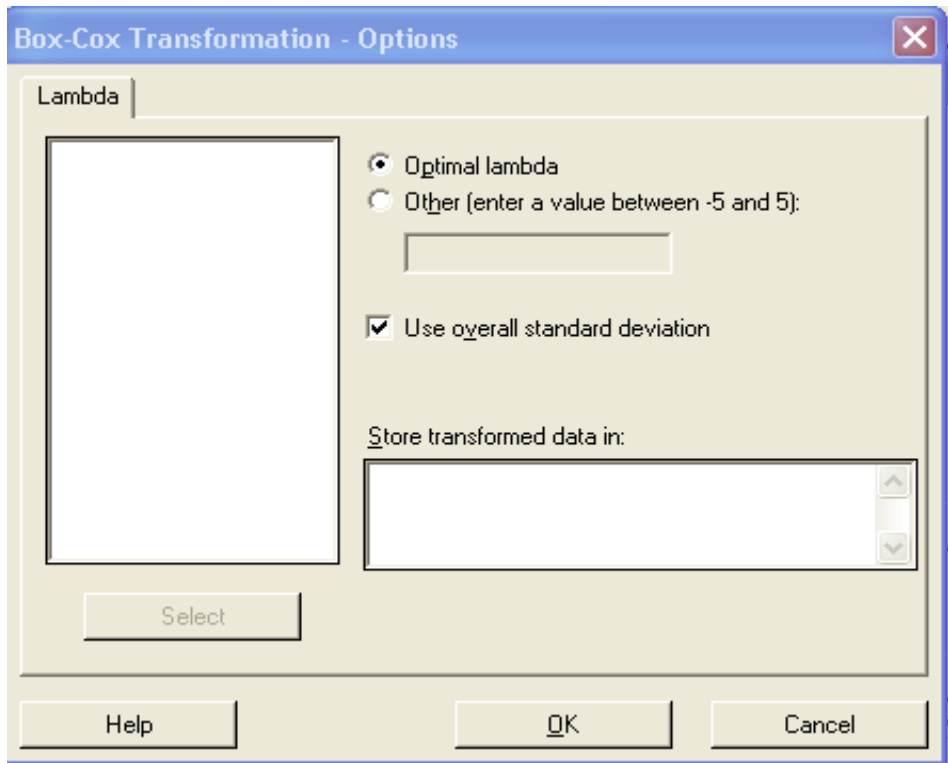
Jika Task Bar *Box-Cox Transformation* di klik maka akan muncul tayangan seperti pada Gambar 4.50 Soroti salah satu parameter yang akan ditransformasi, misalnya BB Akar  $1\frac{1}{2}$ , kemudian tekan tombol **Select** sampai parameter BB Akar  $1\frac{1}{2}$  mengisi kotak sebelah kanan. Kolom **Sub group sizes** diisi dengan banyaknya ulangan, dalam kasus Marwan adalah 3.





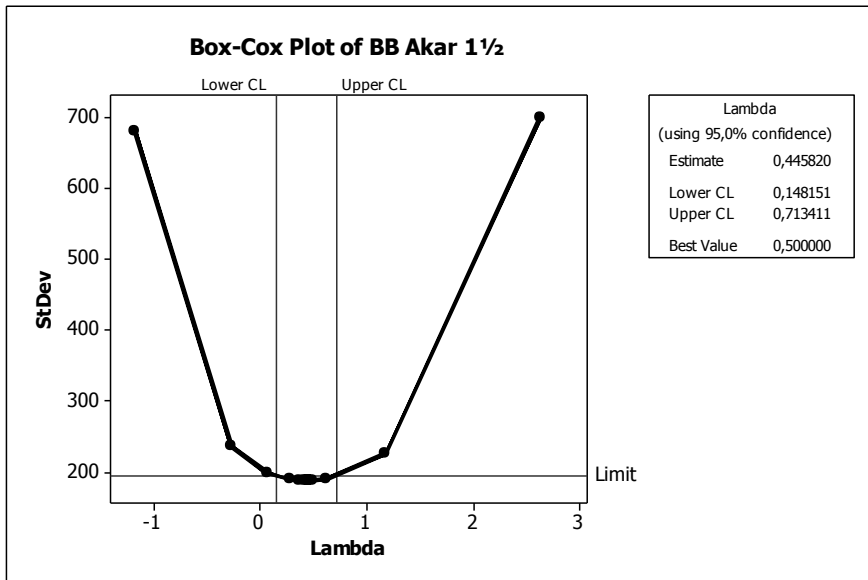
*Gambar 4.50 Menu pada Box-Cox Transformation*

Langkah selanjutnya tekan tombol **Options** kemudian klik pada **Use overall standard deviation** seperti terlihat pada Gambar 4.51.



*Gambar 4.51 Pilihan yang muncul setelah tombol **Options** diklik*

Hasil analisis dengan menu **Box-Cox Transformation** menggunakan pilihan **Sub groups sizes** 3, dan **Options** *Use overall standard deviation* adalah seperti Gambar 4.51.

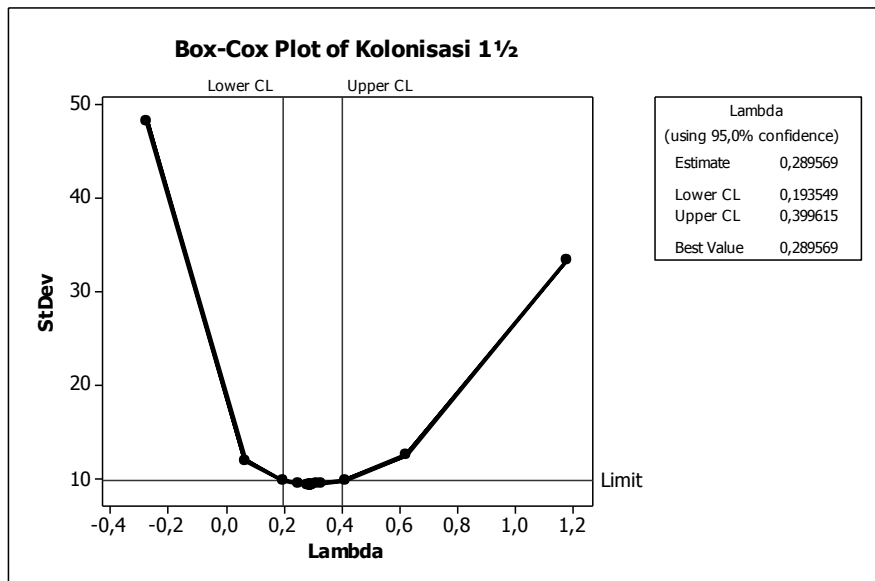


Gambar 4.52 Box-Cox Plot parameter Bobot Basah Akar 1½

Pada sudut kanan atas Gambar 4.52 ditunjukkan adanya dua nilai  $\lambda$  yaitu **Estimate** sebesar 0,458820 dan **Best Value** sebesar 0,500000. Nilai  $\lambda$  diperoleh melalui serangkaian perhitungan dan dengan komputer sekalipun tidak selalu berhasil mendapatkan nilai  $\lambda$  seperti pada panduan yang telah diuraikan tadi. Hasil penentuan  $\lambda$  seringkali merupakan angka desimal (positif ataupun negatif), yang umumnya disebut sebagai **estimate**  $\lambda$ .

Transformasi pangkat menggunakan nilai *estimate*  $\lambda$  seringkali dipandang sebagai suatu hal yang aneh dan tidak umum. Oleh sebab itu Minitab kemudian memilihkan nilai  $\lambda$  terdekat dan merupakan bilangan pangkat yang

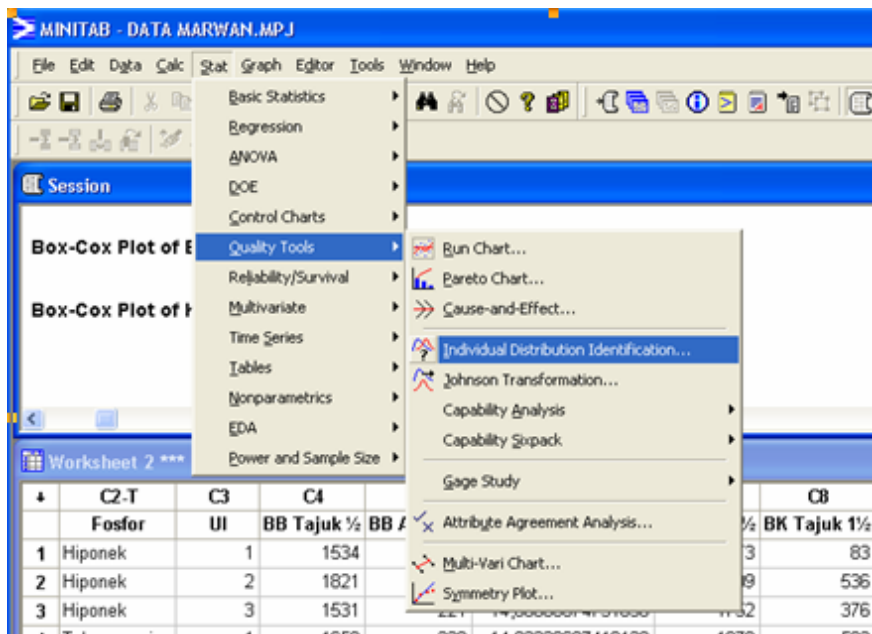
umum digunakan dalam transformasi, biasa disebut **best value of  $\lambda$** , sehingga dapat digunakan untuk transformasi sebagaimana transformasi tradisional yang telah dikenal selama ini. Namun demikian ada kalanya Minitab memilhkan nilai **best value of  $\lambda$**  sama persis dengan nilai **estimate  $\lambda$**  (Gambar 4.53). Jika hal demikian terjadi berarti tidak ada nilai-nilai selain nilai **estimate  $\lambda$**  yang dapat digunakan untuk transformasi data. Transformasi tetap harus dilakukan menggunakan pangkat bilangan pecahan.



Gambar 4.53 Hasil transformasi Box-Cox memperlihatkan nilai **estimate  $\lambda$**  yang sama besarnya dengan **best value of  $\lambda$** .

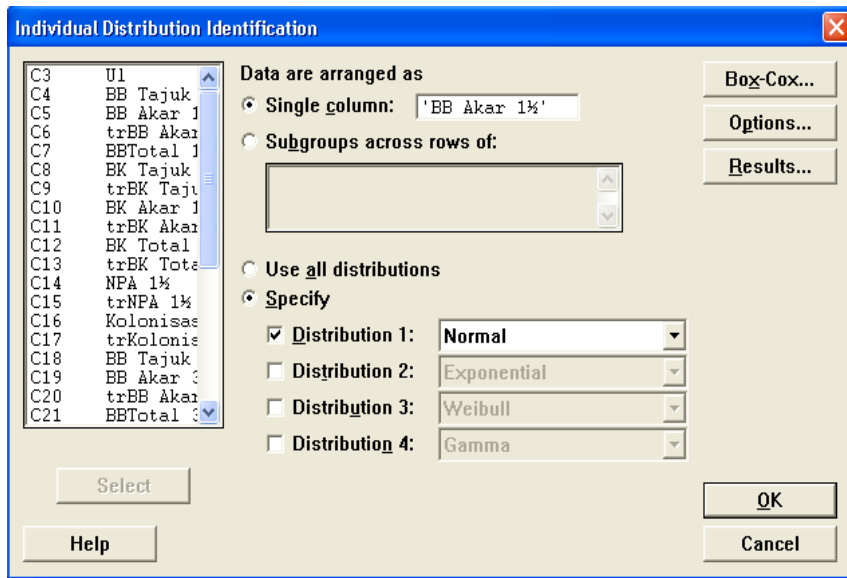
## 2. Quality Tools

Menu **Quality Tools** merupakan pilihan kedua yang dapat digunakan untuk mendapatkan transformasi Box-Cox. Perintahnya adalah **Stat\Quality Tools\Individual Distribution Identification** seperti terlihat pada tayangan Gambar 4.54.



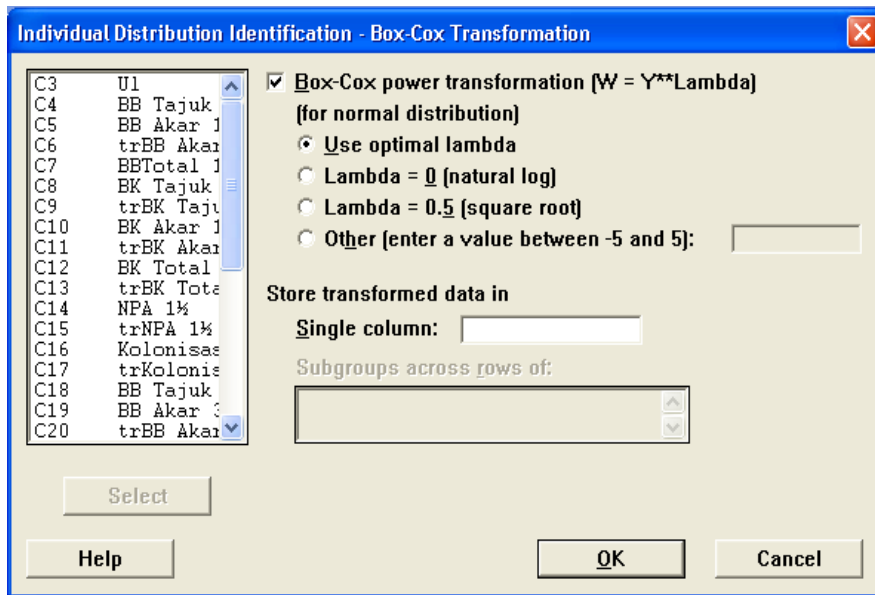
Gambar 4.54 Memulai *Quality Tools*

Jika task bar **Individual Distribution Identification** diklik maka akan muncul tayangan seperti Gambar 4.55.



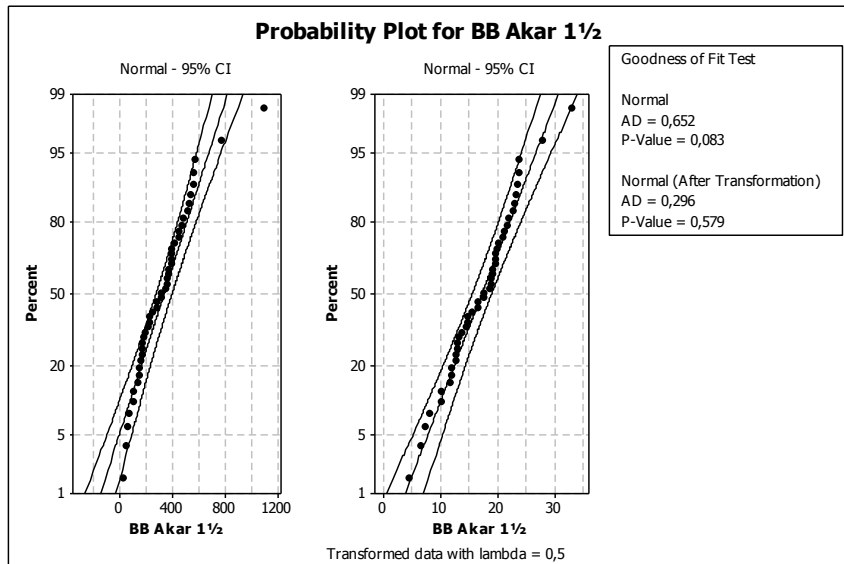
Gambar 4.55 Menu pada *Individual Distribution Identification*

Langkah selanjutnya ialah meletakkan kursor pada kolom **Single column**, kemudian soroti salah satu parameter yang akan diuji, misalnya BB Akar 1½, lalu tekan tombol **Select** sehingga parameter tersebut mengisi kolom **Single column**. Pilih atau klik **Specify** dan beri tanda centang pada **Distribution 1: Normal** seperti pada gambar di atas. Klik tombol **Box-Cox** sehingga keluar tayangan seperti Gambar 4.56.



Gambar 4.56 Pilihan yang muncul setelah menekan tombol **Box-Cox**

Beri tanda centang atau klik pada pilihan **Box-Cox power transformation** dan biarkan defaultnya yaitu **Use optimal lambda** bekerja. Lalu tekan tombol **OK** sehingga tayangan kembali seperti Gambar 13 dan kemudian tekan tombol **OK** sehingga akhirnya muncul Gambar 4.57.



*Gambar 4.57 Hasil analisis transformasi Box-Cox menggunakan menu Quality Tools.*

Pada Gambar 4.57 ditunjukkan sebaran data di sekitar sebaran normalnya, pada gambar sebelah kiri ditunjukkan kondisi sebelum dilakukan transformasi karena “kenormalannya” memiliki **P-Value** sebesar 0,083 ( $> 0,05$ ) maka kita harus menolak  $H_0$  yang menyatakan bahwa data BB Akar tidak mengikuti sebaran normal dan menerima  $H_1$  yang menyatakan bahwa data mengikuti sebaran normal. Pada gambar sebelah kanan ditunjukkan “kenormalan” data setelah ditransformasi menggunakan  $\lambda$  sebesar 0,5 dan akan memiliki **P-Value** sebesar 0,579.



Dari uraian di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Transformasi Box-Cox menggunakan menu **Control Charts** memiliki kelebihan berupa dihasilkannya informasi nilai-nilai  $\lambda$  yang dapat digunakan untuk melakukan transformasi data yaitu **estimate**  $\lambda$  dan **best value of**  $\lambda$ . Kelemahannya adalah kita tidak mengetahui berapa **P-Value** yang akan dihasilkan setelah dilakukannya transformasi.
2. Transformasi Box-Cox menggunakan menu **Quality Tools** memiliki kelebihan berupa dihasilkannya nilai **P-Value** akan tetapi tidak jelas apakah nilai  $\lambda$  yang dihasilkannya merupakan **estimate** atau **best value**.
3. Ditinjau dari segi kepraktisan maka menu **Quality Tools** lebih bermanfaat daripada **Control Charts** karena kepada peneliti langsung ditunjukkan besarnya **P-Value** yang merupakan indikasi keberhasilan transformasi data. Jika **P-Value**  $< 0,05$  berarti transformasi gagal dalam menormalkan data hasil pengamatan.

Data yang tidak memenuhi uji kenormalan galat dan keseragaman ragam kemudian dicari transformasinya dengan cara di atas. Setelah ditemukan nilai  $\lambda$  kemudian data dalam skala transformasi diuji kembali menggunakan **Normality test**.

Ketika dilakukan analisis untuk mencari nilai  $\lambda$  ternyata dijumpai beberapa kasus yang menarik. Data BK Tajuk  $1\frac{1}{2}$  dan BK Total  $1\frac{1}{2}$  yang memenuhi asumsi kenormalan galat, lolos uji Levene tapi tidak lolos uji Bartlett, dan data BK Tajuk 3 dan BK Total 3 yang memenuhi asumsi kenormalan galat dan asumsi

keseragaman ragam (Tabel 4.8) ternyata oleh **Control Charts\Box-Cox Transformation** dan **Quality Tools\Individual Distribution Identification** dinyatakan perlu ditransformasi dan semuanya dengan transformasi pangkat 0,5 (Tabel 4.9). Kasus demikian biasanya mengindikasikan bahwa sekalipun lolos uji kenormalan galat dan keseragaman ragam tapi mungkin saja dalam analisis keragaman akan dihasilkan nilai koefisien keragaman (KK) yang tinggi. Transformasi seperti yang disarankan oleh Minitab pada umumnya akan mampu menurunkan KK.

Berikut disajikan hasil penentuan *estimate*  $\lambda$  dan *best value of*  $\lambda$  dan **P-Value** pasca transformasi dari data hasil pengamatan pertumbuhan *Pueraria javanica*.

Tabel 4.8 Nilai *estimate* dan *best value of*  $\lambda$  dari data yang galatnya tidak menyebar normal

Parameter	$\lambda$		Transfor -masi	P-Value pasca transformasi		
	Estimat e	Best value		QT	K-S	R-J
BB Akar 1½	0,445820	0,500000	Pangkat 0,5	0,579	> 0,15	> 0,10
BK Akar 1½	0,319019	0,500000	Pangkat 0,5	0,381	> 0,15	> 0,10
BK Tajuk 1½	0,563210	0,500000	Pangkat 0,5	0,117	> 0,15	> 0,10
BK Total 1½	0,615510	0,500000	Pangkat 0,5	0,040	0,05	> 0,10
NPA 1½	0,188138	0,000000	Ln (x + 1)	0,428	0,02	0,012
Kolonisasi ½	0,289569	0,289569	Pangkat 0,289569	0,019	> 0,15	0,045
BB Akar 3	0,545922	0,500000	Pangkat 0,5	0,239	0,15	> 0,10
BK Tajuk 3	0,717250	0,500000	Pangkat 0,5	0,312	> 0,15	> 0,10
BK Akar 3	0,459260	0,500000	Pangkat 0,5	0,279	> 0,15	> 0,10
BK Total 3	0,704180	0,500000	Pangkat 0,5	0,461	> 0,15	> 0,10
NPA3	- 0,266786	- 0,500000	Pangkat - 0,5	< 0,05	0,02	< 0,01
Kolonisasi 3	0,611086	0,500000	Pangkat 0,5	0,011	0,02	0,035
Spora 1½	- 0,041336	0,000000	Ln (x + 1)	0,299	> 0,15	> 0,10
Spora 3	- 0,076274	0,000000	Ln x	0,195	> 0,15	> 0,10

Keterangan: Ln = logaritma natural, QT = Quality Tools, K-S = Kolmogorov-Smirnov, R-J = Ryan Joiner

Transformasi  $\ln(x+1)$  perlu dilakukan karena angka-angka pengamatan yang bernilai  $< 1$  akan menghasilkan angka negatif jika ditransformasi dengan logaritma natural ( $\ln x$ ). Oleh sebab itu dilakukan penyesuaian dengan transformasi  $\ln(x + 1)$  atau yang lain yang akan menghasilkan angka-angka yang positif.

**P-Value** pada Tabel 4.8 ternyata ada yang belum memenuhi harapan karena masih  $< 0,05$  yaitu untuk data NPA $1\frac{1}{2}$ , NPA 3, dan Kolonisasi  $1\frac{1}{2}$  dan Kolonisasi 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih perlu dilakukan transformasi lanjutan.

***Pertanyaannya sekarang adalah bagaimanakah mengetahui bahwa transformasinya sudah final ?***

Jawabannya adalah data hasil transformasi jika diuji kembali dengan **Control Charts** dan **Quality Tools** akan menghasilkan nilai  $\lambda = 1$  yang menunjukkan bahwa *transformasi sudah berakhir*.

Jika dilakukan pengujian menggunakan **Quality Tools** pada data tr BK Akar  $1\frac{1}{2}$  [data BK Akar  $1\frac{1}{2}$  yang telah ditransformasi dengan pangkat 0,5] ternyata Minitab menyatakan **P-Value** akan berubah menjadi 0,565 jika dilakukan transformasi pangkat 0,5 pada data transformasi tersebut. Dengan kata lain BK Akar  $1\frac{1}{2}$  harus ditransformasi dengan pangkat 0,5 yang dipangkatkan 0,5 atau secara keseluruhan dengan pangkat 0,25. Pada skala transformasi pangkat 0,25 ternyata **Control Charts** dan **Quality Tools** akan menghasilkan nilai  $\lambda = 1$ . Data NPA  $1\frac{1}{2}$  bahkan harus ditransformasi sampai tiga kali,

skala transformasi yang paling akhir adalah  $[\ln(x+1)]$  pangkat 0,25.

Setelah tahap tersebut dilakukan ternyata ada data yang cukup ditransformasi satu kali, dua kali dan ada pula yang harus sampai tiga kali (Tabel 4.9).

*Tabel 4.9 Hasil pengujian ulang dengan Normality Test*

Parameter	$\lambda$		Transformasi keseluruhan	P-Value pasca transformasi		
	Estimate	Best value		QT	K-S	R-J
trBK Akar 1½	0,63804	0,5000	Pangkat 0,25	0,565	> 0,15	> 0,10
trNPA 1½	0,29387	0,5000	$(\ln(x+1))^{0,25}$	0,392	0,096	> 0,10
trKolonisasi 1½	1,00000	1,0000	Pangkat 0,289569	0,019	> 0,15	0,045
trNPA3	1,06715	1,0000	Pangkat -0,25	< 0,05	0,023	< 0,01
trKolonisasi 3	1,22211	1,0000	Pangkat 0,5	0,011	0,018	0,035
trSpora 1½	0,55046	0,50000	$(\ln(x+1))^{0,5}$	0,152	> 0,15	> 0,10
trSpora 3	0,60010	0,50000	$(\ln(x+1))^{0,5}$	0,621	> 0,15	> 0,10

Keterangan:  $\wedge$  = pangkat

### **Sidik Ragam dan Penyajian Hasil Analisis**

Analisis keragaman percobaan split plot dapat dilakukan dengan piranti lunak Minitab v.15, namun perbandingan berpasangan antar reratanya sulit dimengerti. Piranti lunak CoStat v6.303 merupakan alternatif yang paling baik untuk analisis keragaman.

Untuk analisis keragaman percobaan petak terbagi (*split plot*) terdapat ketentuan khusus yang mengatur penggunaan ragam (*variance*) yang digunakan dalam perbandingan antar rerata, ketentuan tersebut disajikan pada Tabel 4.10.

Pengujian antar rerata pengaturan kadar air dan antar rerata pemberian bahan alami merupakan *default* dari CoStat tanpa pengguna perlu ikut campur. Dalam CoStat nilai  $E_a$  dan  $E_b$  disebut sebagai *variance*. Nilai *variance* untuk perbandingan No. 3 dan 4 harus dimasukkan ketika menjalankan **Mean Comparisons** pada CoStat.

Pembandingan antar rerata No. 1 dan 2 hukumnya wajib dilakukan jika nilai F hitungannya menyatakan ada pengaruh nyata dari petak utama dan atau anak petak. Pembandingan No. 3 jika diperlukan informasi mengenai *trend* perubahan pengaruh setiap bahan alami pada kadar air yang sama. Jika uji No. 3 diikuti maka penyajian datanya akan rumit dan sulit membacanya. Dengan uji silang (No. 4) sesungguhnya lebih memudahkan pengguna karena pembandingan dilakukan pada seluruh perlakuan tanpa kecuali. Lebih mudah lagi jika dibuat tabel dua arah. Oleh sebab itu hanya uji pengaruh utama pengaturan kadar air, pengaruh utama pemberian bahan alami, dan uji silang pengaruh interaksi pengaturan kadar air dan pemberian bahan alami yang akan dikupas nanti.

Tabel 4.10 Ketentuan pengujian antar rerata

No	Pembandingan berpasangan antara		Ragam
1	Dua rerata pengaturan kadar air (rerata dari seluruh perlakuan pemberian bahan alami)	$A_1 - A_2$	$\frac{2 E_a}{rb}$
2	Dua rerata perlakuan pemberian bahan alami (rerata dari seluruh perlakuan pengaturan kadar air)	$B_1 - B_2$	$\frac{2 E_b}{ra}$
3	Dua rerata perlakuan pemberian bahan alami pada perlakuan pengaturan kadar air yang sama	$A_1B_1 - A_1B_2$	$\frac{2 E_b}{r}$
4	Dua rerata perlakuan pengaturan kadar air pada perlakuan pemberian bahan alami yang sama atau berbeda (uji silang)	$A_1B_1 - A_2B_2$	$\frac{2[(b-1)E_b + E_a]}{rb}$

Keterangan : A = pengaturan kadar air, B = pemberian bahan alami, a = banyaknya perlakuan A, b = banyaknya perlakuan B, r = ulangan,  $E_a$  = kuadrat tengah galat A (petak utama),  $E_b$  = kuadrat tengah galat B (anak petak)

Satu hal yang perlu diperhatikan dalam analisis keragaman adalah penyajian hasil analisis jika terjadi transformasi data. Penyajian hasil analisis harus selalu menggunakan data asli bukan data transformasi. Pada uji

lanjut yang disajikan seharusnya hasil retransformasi data transformasi namun demikian seringkali terjadi perbedaan antara data asli dengan data retransformasi. Langkah paling baik adalah data yang disajikan adalah data asli sedangkan notasi DMRTnya adalah data transformasi (Tabel 4.11).

*Tabel 4.11 Teknis menyajikan data hasil transformasi*

Perlakuan		Data asli	Data transformasi	Penyajian Data
Air	Bahan alami			
100%	Hiponek	249 efg	15,45 efg	249 efg
100%	Tepung kulit telur	445 cd	21,04 bcd	445 bc d
100%	Tepung tulang ayam	133 gh	11,22 hi	133 hi
100%	Tepung tulang sapi	354 cde	18,59 cde	354 cd e
100%	Vermikompos	726 a	26,56 a	726 a
75%	Hiponek	417 cd	20,41 cd	417 cd
75%	Tepung kulit telur	169 fgh	13 fgh	169 fgh
75%	Tepung tulang ayam	71 h	8,3 i	71 i
75%	Tepung tulang sapi	292 defg	17,04 def	292 def
75%	Vermikompos	611 ab	24,6 ab	611 ab
50%	Hiponek	307 def	17,25 de	307 de
50%	Tepung kulit telur	178 fgh	13,05 fgh	178 fgh
50%	Tepung tulang ayam	167 fgh	11,74 ghi	167 ghi
50%	Tepung tulang sapi	294 defg	17,04 def	294 def
50%	Vermikompos	499 bc	22,27 bc	499 bc

Hasil analisis data dengan menggunakan software CoStat v 6.13 menunjukkan bahwa pengaruh pemberian



bahan alami jauh lebih menonjol dibandingkan dengan pengaruh pengaturan kadar air (Tabel 4.12).

Tabel 12. Rekapitulasi F hitung dan koefisien keragaman pengaruh pengaturan kadar air dan pemberian bahan alami terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica* dan perkembangan *Glomus etunicatum*

Parameter	Blok	Air	KK	Bahan Alami	Air x Bhn alami	KK (%)
BB Tajuk 6 MST	0,55 ns	10,51 *	18,82	27,92 **	2,82 *	21,81
BB Akar 6 MST	2,24 ns	1,16 ns	25,79	32,60 **	3,10 *	15,42
BBTotal 6 MST	0,92 ns	5,66 ns	25,18	42,18 **	4,25 *	18,09
BK Tajuk 6 MST	1,15 ns	0,29 ns	12,40	25,81 **	2,89 *	16,68
BK Akar 6 MST	8,44 *	8,14 *	6,75	55,73 **	4,37 *	9,18
BK Total 6 MST	1,52 ns	0,95 ns	12,69	40,42 **	3,94 *	13,95
Kolonisasi 6 MST	1,15 ns	5,64 ns	12,73	158,84 **	9,20 **	12,00
Spora 6 MST	7,87 *	0,77 ns	18,47	2,11 ns	0,64 ns	25,99
BB Tajuk 12 MST	0,39 ns	0,17 ns	34,47	17,80 **	1,33 ns	30,08
BB Akar 12 MST	0,94 ns	0,20 ns	24,80	13,70 **	1,10 ns	24,30
BBTotal 12 MST	0,17 ns	0,21 ns	34,06	18,26 **	1,20 ns	30,84

BK Tajuk 12 MST	0,41 ns	0,29 ns	31,41	7,25 **	0,71 ns	26,56
BK Akar 12 MST	0,84 ns	0,29 ns	20,77	13,98 **	1,12 ns	20,35
BK Total 12 MST	0,43 ns	0,30 ns	27,33	8,90 **	0,76 ns	23,74
Kolonisasi 12 MST	0,03 ns	0,07 ns	13,42	68,74 **	7,05 **	13,18
Spora 12 MST	6,51 ns	1,89 ns	13,21	6,68 **	0,99 ns	22,44

Keterangan: ns = berpengaruh tidak nyata, \*\* = berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ), \* = berpengaruh nyata ( $0,01 < p < 0,05$ ), BB = bobot basah, BK = bobot kering, MST = minggu setelah tanam

Pengaruh blok nyata pada dua parameter yaitu bobot kering akar (BK Akar 1½) dan jumlah spora (Spora 1½) pada umur 6 minggu setelah tanam (MST). Hal tersebut menandakan lebih pekanya kedua parameter tersebut terhadap pengaruh lingkungan terhadap kedua parameter tersebut.

Koefisien keragaman anak petak tidak selalu lebih rendah daripada koefisien keragaman petak utama yang menunjukkan penggunaan rancangan petak terbagi (*split plot*) tidak sepenuhnya berhasil meredam keragaman yang diakibatkan oleh pengaturan kadar air. Jika dihitung, rerata koefisien keragaman petak utama ternyata kurang lebih sama dengan koefisien keragaman anak petak yang

menunjukkan bahwa pengaturan kadar air dan pemberian bahan alami sesungguhnya memiliki pengaruh yang sama besarnya terhadap *Pueraria javanica* dan *Glomus etunicatum*. Penggunaan percobaan faktorial mungkin lebih tepat untuk kasus penelitian semacam ini dibandingkan dengan rancangan petak terbagi.

Pengaruh tunggal pemberian bahan alami terlihat jauh lebih menonjol dibandingkan dengan pengaruh tunggal pengaturan kadar air dan pengaruh interaksi keduanya. Boleh dikatakan semua paramater yang diamati dalam penelitian ini dipengaruhi oleh pemberian bahan alami daripada oleh pengaturan kadar air ataupun interaksi keduanya.

Tepung tulang sapi dan vermikompos merupakan bahan alami yang mampu menyaingi hiponek merah dalam menghasilkan bobot basah tajuk *Pueraria javanica* umur 6 MST (minggu setelah tanam) sedangkan tulang ayam menghasilkan pengaruh terburuk (Tabel 4.13). Bobot basah tajuk *Pueraria javanica* umur 6 MST akan semakin rendah jika kadar airnya semakin berkurang. Bobot basah tajuk *P. javanica* umur 6 MST yang dihasilkan oleh tepung kulit telur, tepung tulang ayam, dan vermikompos juga akan semakin menurun jika kadar airnya semakin rendah, sedangkan yang dihasilkan oleh

hiponek merah dan tepung tulang ayam relatif tidak dipengaruhi kadar air. Bobot basah tertinggi dihasilkan oleh perlakuan tepung tulang sapi dan vermikompos pada kadar air 100% sedangkan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada pemberian air 75%.

Tabel 4.13 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah tajuk (mg) *Pueraria javanica* umur 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	1629 abcd	1740 abc	1634 abcd	1668 p
Tepung kulit telur	1469 cde	975 fg	606 gh	1017 q
Tepung tulang ayam	468 h	411 h	767 gh	549 r
Tepung tulang sapi	2003 a	1735 abc	1223 ef	1654 p
Vermikompos	1965 ab	1558 bcde	1263 def	1595 p
Rerata Kadar Air	1507 x	1284 y	1099 z	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos merupakan bahan alami yang pengaruhnya mampu melampaui pengaruh yang dihasilkan oleh hiponek merah dan bahan alami lainnya dalam meningkatkan bobot basah akar (Tabel 4.14). Akan

tetapi kadar air tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah akar. Interaksi pengaturan kadar air dan pemberian bahan alami selain vermikompos bersifat tidak konsisten terhadap bobot basah akar *P. javanica* umur 6 MST yang diberi hiponek merah. Akan tetapi kadar air yang semakin menurun relatif tidak menurunkan bobot basah akar *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung tulang ayam. Kadar air yang semakin menurun menyebabkan penurunan bobot basah akar *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung kulit telur, tepung tulang sapi dan vermikompos. Bobot basah akar tertinggi dihasilkan oleh vermikompos yang diberi air 100% sedangkan yang terendah dihasilkan oleh pemberian tepung tulang ayam yang diberi air 75%.

Tabel 4.14 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah akar *Pueraria javanica* 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	249 efg	417 cd	307 de	324 q
Tepung kulit telur	445 bcd	169 fgh	178 fgh	264 q
Tepung tulang ayam	133 hi	71 i	167 ghi	124 r
Tepung tulang sapi	354 cde	292 def	294 def	313 q
Vermikompos	726 a	611 ab	499 bc	612 p
Rerata Kadar Air	381 x	312 x	289 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos, tepung tulang sapi dan hiponek merah menghasilkan bobot basah total *P. javanica* umur 6 MST tertinggi sedangkan tepung tulang ayam menghasilkan bobot basah total terendah (Tabel 4.15). Kadar air 100% menghasilkan bobot basah total tertinggi sedangkan kadar air 50% menghasilkan bobot basah total terendah, semakin rendah kadar air semakin rendah pula bobot basah total yang dihasilkannya. Kadar air yang semakin menurun juga menurunkan bobot basah total *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung kulit telur, tepung tulang sapi dan vermikompos. Akan tetapi pengaruhnya menjadi tidak menentu pada *P. javanica*

yang diperlakukan dengan hiponek merah dan justru meningkatkan bobot basah total pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung tulang ayam. Bobot basah total tertinggi dihasilkan oleh vermikompos yang diberi air 100% sedangkan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 75%.

Tepung tulang sapi dan vermikompos menghasilkan bobot kering tajak *P. javanica* umur 6 MST yang sama tingginya dengan yang dihasilkan oleh pemberian hiponek merah (Tabel 4.16). Akan tetapi pengaturan kadar air berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering tajak. Kadar air yang semakin rendah menyebabkan penurunan bobot kering tajak *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung tulang sapi dan vermikompos akan tetapi justru meningkatkan bobot kering tajak yang diperlakukan dengan hiponek merah dan tepung tulang ayam. Bobot kering tajak *P. javanica* yang diberi kulit telur relatif tidak dipengaruhi oleh kadar air. Bobot kering tajak tertinggi dihasilkan oleh perlakuan tepung tulang sapi pada kadar air 100% atau 75% dan perlakuan vermikompos pada kadar air 100%.

Tabel 4.15 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah total *Pueraria javanica* 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	1878 cd	2157 bc	1941 bcd	1992 p
Tepung kulit telur	1913 bcd	1144 ef	784 fgh	1281 q
Tepung tulang ayam	601 gh	482 h	934 fg	672 r
Tepung tulang sapi	2357 ab	2027 bc	1517 de	1967 p
Vermikompos	2691 a	2169 bc	1762 cd	2207 p
Rerata Kadar Air	1888 x	1596 xy	1388 y	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%



Tabel 4.16 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering tajuk *Pueraria javanica* umur 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	332 cd	440 abc	479 ab	417 p
Tepung kulit telur	188 def	204 de	134 efg	175 q
Tepung tulang ayam	95 fg	66 g	204 de	122 q
Tepung tulang sapi	583 a	489 ab	331 bc	468 p
Vermikompos	498 ab	376 bc	333 bc	402 p
Rerata Kadar Air	339 x	315 x	297 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos merupakan bahan alami yang mampu menghasilkan bobot kering akar *P. javanica* umur 6 MST dan pengaruhnya tidak dapat disamai oleh bahan yang lain (Tabel 4.17). Kadar air yang semakin menurun menyebabkan penurunan nyata bobot kering akar *P. javanica* umur 6 MST. Kadar air yang semakin menurun menyebabkan penurunan bobot kering akar *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung kulit telur, tepung tulang sapi dan vermikompos, akan tetapi pengaruhnya menjadi tidak menentu pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan

hiponek merah dan tepung tulang ayam. Pemberian vermikompos, pada kadar air 100 – 50%, menghasilkan bobot kering tertinggi dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya sedangkan pemberian tepung tulang ayam pada kisaran kadar air tersebut selalu menghasilkan bobot kering akar terendah.

Tabel 4.17 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering akar *Pueraria javanica* 6 MST (mg)

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	52 de	125 b	71 d	83 q
Tepung kulit telur	80 cd	36 ef	36 ef	50 r
Tepung tulang ayam	25 f	5 g	24 f	18 s
Tepung tulang sapi	112 bc	68 d	53 de	78 q
Vermikompos	227 a	205 a	157 ab	197 p
Rerata Kadar Air	99 x	88 y	68 y	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos, tepung tulang sapi dan hiponek merah menghasilkan bobot kering total *P. javanica* umur 6 MST tertinggi sedangkan tepung tulang ayam menghasilkan bobot kering total terendah (Tabel 4.18). Kadar air yang semakin rendah cenderung menurunkan bobot kering total akan tetapi perbedaannya tidak nyata. Kadar air yang semakin rendah menurunkan bobot kering total *P. javanica* umur 6 MST yang diperlakukan dengan

tepung kulit telur, tepung tulang sapi, dan vermikompos akan tetapi justru meningkatkan bobot kering total *P. javanica* yang diperlakukan dengan hiponek merah dan tepung tulang ayam. Bobot kering total tertinggi dihasilkan oleh tepung tulang sapi dan vermikompos pada kadar air 100% atau 75% sedangkan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 75%.

Tabel 4.18 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering total *Pueraria javanica* umur 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	384 cde	565 ab	550 ab	500 p
Tepung kulit telur	268 def	239 ef	170 fg	226 q
Tepung tulang ayam	120 gh	71 h	229 ef	140 r
Tepung tulang sapi	695 a	557 ab	385 cd	546 p
Vermikompos	725 a	581 ab	491 bc	599 p
Rerata Kadar Air	438 x	402 x	364 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos dan hiponek merah menghasilkan persen kolonisasi akar oleh *Glomus etunicatum* tertinggi pada umur 6 MST sedangkan tepung tulang ayam menghasilkan persen kolonisasi akar terendah. Kadar air yang semakin rendah justru meningkatkan persen kolonisasi akar oleh *G. etunicatum*, peningkatannya nyata pada *P. javanica* yang

diperlakukan dengan hiponek merah, tepung kulit telur, dan vermikompos. Sebaliknya, penurunan kadar air justru menurunkan persen kolonisasi akar pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung tulang ayam dan tepung tulang sapi. Persen kolonisasi akar tertinggi dihasilkan oleh perlakuan hiponek merah dan vermikompos pada kadar air 50% dan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 75% dan 50% (Tabel 4.19).

Tabel 4.19 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap kolonisasi akar *Pueraria javanica* oleh *Glomus etunicatum* pada 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100 %	75%	50%	
Hiponek merah	29,58 c	38,31 bc	65,08 a	44,32 p
Tepung kulit telur	5,82 e	5,7 ef	12,39 d	7,97 q
Tepung tulang ayam	2,55 f	0 g	0 g	0,85 r
Tepung tulang sapi	12,24 d	4,54 ef	7,08 de	7,95 q
Vermikompos	30,32 c	47,69 ab	61,69 a	46,56 p
Rerata Kadar Air	16,10 y	19,25 xy	29,25 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Bobot basah dan bobot kering tajuk, akar dan total tanaman *Pueraria javanica* umur 12 MST hanya dipengaruhi oleh pemberian bahan alami saja. Vermikompos, hiponek merah dan tepung tulang sapi selalu menghasilkan bobot basah dan bobot kering tajuk, akar dan total tanaman *P. javanica* umur 12 MST (Tabel

4.20 dan 4.21). Vermikompos selalu menghasilkan bobot basah dan bobot kering tajuk, akar dan total tanaman *P. javanica* umur 12 MST.

Tabel 4.20 Pengaruh pemberian bahan alami terhadap bobot basah tajuk, akar, dan total tanaman *Pueraria javanica* umur 12 MST

Bahan Alami	Bobot basah (mg)		
	Tajuk	Akar	Total
Hiponek merah	2975 a	811 ab	3786 a
Tepung kulit telur	1457 b	343 c	1810 b
Tepung tulang ayam	1073 b	269 c	1342 b
Tepung tulang sapi	2832 a	616 b	3448 a
Vermikompos	3260 a	1044 a	4304 a

Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Tabel 4.20 Pengaruh pemberian bahan alami terhadap bobot kering tajuk, akar, dan total tanaman *Pueraria javanica* umur 12 MST

Bahan Alami	Bobot kering (mg)		
	Tajuk	Akar	Total
Hiponek merah	702 a	182 ab	884 a
Tepung kulit telur	345 b	86 c	431 b
Tepung tulang ayam	317 b	71 c	388 b
Tepung tulang sapi	699 a	142 b	841 a
Vermikompos	805 a	230 a	1035 a

Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos dan hiponek merah menghasilkan persen kolonisasi akar tertinggi pada umur 12 MST sedangkan tepung tulang ayam menghasilkan persen kolonisasi akar terendah (Tabel 15). Penurunan kadar air berpengaruh tidak nyata terhadap persen kolonisasi akar *P. javanica* oleh *G. etunicatum* pada umur 12 MST. Penurunan kadar air relatif tidak berpengaruh terhadap persen kolonisasi *G. etunicatum* pada akar *P. javanica* yang diperlakukan dengan hiponek merah dan vermikompos, meningkatkan kolonisasi pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung kulit telur, tepung tulang ayam, akan tetapi menurunkan persen kolonisasi pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung tulang sapi. Persen kolonisasi akar tertinggi dihasilkan oleh hiponek merah pada kadar air 50% dan vermikompos pada kadar air 75% sedangkan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 100 – 75%.

Tabel 4.21 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap kolonisasi akar *Pueraria javanica* oleh *Glomus etunicatum* pada 12 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	77,48 abc	60,90 cd	79,65 abc	72,68 p
Tepung kulit telur	21,19 f	49,16 de	36,70 e	35,69 q
Tepung tulang ayam	6,91 g	5,18 g	20,93 f	11,00 r
Tepung tulang sapi	69,57 bc	37,87 e	21,26 f	42,90 q
Vermikompos	74,72 abc	93,83 a	86,26 ab	84,93 p
Rerata Kadar Air	49,97 x	49,39 x	48,96 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Jumlah spora *G. etunicatum* dalam medium zeolit pada umur 6 MST tidak dipengaruhi oleh perlakuan pengaturan kadar air dan pemberian bahan alami. Sedangkan pada umur 12 MST jumlahnya hanya dipengaruhi oleh bahan alami. Hiponek merah selalu menghasilkan jumlah spora tertinggi pada umur 6 dan 12 MST (Tabel 4.22). Tepung kulit telur sekalipun pada umur 6 MST menghasilkan jumlah spora tersedikit namun pada 12 MST justru menghasilkan spora yang mendekati yang dihasilkan oleh hiponek merah akan tetapi melebihi perlakuan lainnya. Sebaliknya vermikompos yang pada 6 MST menghasilkan jumlah spora yang lebih banyak dari tepung kulit telur akan tetapi pada 12 MST justru menghasilkan jumlah spora yang lebih sedikit dari yang dihasilkan oleh tepung kulit telur.

Tabel 4.22. Pengaruh pemberian bahan alami terhadap jumlah spora *G. etunicatum* pada medium zeolit pada 6 dan 12 MST

Bahan Alami	Jumlah spora dalam medium zeolit (buah)	
	6 MST	12 MST
Hiponek merah	74 a	910 a
Tepung kulit telur	11 a	644 a
Tepung tulang ayam	24 a	73 bc
Tepung tulang sapi	21 a	37 c
Vermikompos	47 a	116 ab

Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos menghasilkan bobot basah akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* tertinggi pada umur 6 MST sedangkan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam (Tabel 4.23). Kadar air yang semakin rendah justru meningkatkan bobot basah akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum*, peningkatannya nyata pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan hiponek merah, dan vermikompos. Sebaliknya, penurunan kadar air justru menurunkan persen kolonisasi akar pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung kulit telur, tepung tulang ayam, dan tepung tulang sapi. Bobot basah akar *P. javanica* terkolonisasi tertinggi dihasilkan oleh perlakuan vermikompos pada kadar air



75% atau 50% dan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 75% dan 50%.

Tabel 4.23 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah akar *Pueraria javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* pada 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	64,02 d	156,38 c	192,85 c	137,75 q
Tepung kulit telur	26,3 ef	9,68 g	23,02 f	19,67 r
Tepung tulang ayam	3,43 h	0,00 i	0,00 i	1,14 s
Tepung tulang sapi	42,4 de	13,37 fg	20,3 f	25,36 r
Vermikompos	197,25 bc	277,35 ab	301,54 a	258,71 p
Rerata Kadar Air	66,68 y	91,36 xy	107,54 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Vermikompos menghasilkan bobot kering akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* tertinggi pada umur 6 MST sedangkan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam (Tabel 4.24). Kadar air yang semakin rendah justru meningkatkan bobot kering akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum*, peningkatannya nyata pada *P. javanica* yang diperlakukan dengan hiponek merah. Sebaliknya, penurunan kadar air justru menurunkan persen kolonisasi akar pada

*P. javanica* yang diperlakukan dengan tepung kulit telur, tepung tulang ayam, dan tepung tulang sapi. Bobot kering akar *P. javanica* terkolonisasi tertinggi dihasilkan oleh perlakuan vermikompos pada kadar air 75% atau 50% dan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 75% dan 50%.

Tabel 4.24 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering akar *Pueraria javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* pada 6 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	13,58 c	49,06 b	44,82 b	35,82 q
Tepung kulit telur	4,74 d	2,02 d	4,67 d	3,81 r
Tepung tulang ayam	0,63 e	0,00 f	0,00 f	0,21 s
Tepung tulang sapi	13,37 c	3,23 d	3,71 d	6,77 r
Vermikompos	64,94 ab	92,06 a	96,4 a	84,46 p
Rerata Kadar Air	19,45 y	29,28 xy	29,93 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Sampai umur 12 MST, vermikompos masih tetap menghasilkan bobot basah akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* tertinggi, sedangkan yang terendah juga tetap dihasilkan oleh tepung tulang ayam (Tabel 4.25). Penurunan kadar air berpengaruh tidak nyata

terhadap bobot basah akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum*. Akan tetapi pengaruhnya berubah-ubah bergantung kepada jenis bahan alami yang digunakan. Pengaruh perlakuan hiponek merah dan vermikompos tidak dipengaruhi oleh perubahan kadar air, pengaruh perlakuan tepung kulit telur dan tepung tulang ayam menjadi semakin meningkat jika kadar airnya menurun, sedangkan pengaruh tepung tulang sapi menjadi semakin menurun seiring dengan menurunnya kadar air. Bobot basah akar *P. javanica* terkolonisasi tertinggi dihasilkan oleh perlakuan vermikompos berapapun kadar airnya dan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam berapapun kadar airnya.

Tabel 4.25 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot basah akar *Pueraria javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* pada 12 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	745,65 abc	490,91 c	524,13 bc	586,90 q
Tepung kulit telur	50,79 ef	120,18 de	202,4 d	124,46 s
Tepung tulang ayam	14,81 fg	12,97 g	67,38 ef	31,72 t
Tepung tulang sapi	583,94 abc	202,13 d	95,08 de	293,72 r
Vermikompos	758,21 abc	1044,66 a	879,4 ab	894,09 p
Rerata Kadar Air	430,68 x	374,17 x	353,68 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Sampai umur 12 MST, vermikompos masih tetap menghasilkan bobot kering akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* tertinggi, sedangkan yang terendah juga tetap dihasilkan oleh tepung tulang ayam (Tabel 4.26). Penurunan kadar air berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering akar *P. javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum*. Akan tetapi pengaruhnya berubah-ubah bergantung kepada jenis bahan alami yang digunakan. Pengaruh perlakuan hiponek merah dan tepung tulang sapi menjadi semakin menurun seiring dengan menurunnya kadar air, hal sebaliknya terjadi pada perlakuan vermikompos, tepung kulit telur, dan tepung tulang ayam. Bobot kering akar *P. javanica* terkolonisasi tertinggi dihasilkan oleh perlakuan vermikompos pada kadar air 75% dan yang terendah dihasilkan oleh tepung tulang ayam pada kadar air 100% dan 75%.

Tabel 4.26 Pengaruh interaksi pemberian bahan alami dan pengaturan kadar air terhadap bobot kering akar *Pueraria javanica* terkolonisasi oleh *Glomus etunicatum* pada 12 MST

Bahan Alami	Kadar Air			Rerata Bahan Alami
	100%	75%	50%	
Hiponek merah	165,29 abc	110,2 c	120,3 bc	131,93 q
Tepung kulit telur	13,73 e	32,21 d	47,17 d	31,04 s
Tepung tulang ayam	4,12 f	3,48 f	17,04 e	8,21 t
Tepung tulang sapi	130,74 abc	47,41 d	22,9 de	67,02 r
Vermikompos	167,46 abc	229,25 a	193,94 ab	196,88 p
Rerata Kadar Air	96,27 x	84,51 x	80,27 x	

Rerata diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Jarak Duncan pada taraf kepercayaan 95%

## BAB V

### APLIKASI SAS DALAM ANALISIS DATA PERCOBAAN

#### 5.1 Pendahuluan

SAS merupakan sebuah program aplikasi untuk berbagai analisis data. Keberadaannya sangat berarti dalam membantu peneliti untuk menganalisis data percobaan, baik dalam Analisis Ragam (Anova), Regresi Korelasi, maupun perbandingan Ortogonal Kontras dan Ortogonal Polinomial. Berbeda dengan Minitab, pada hasil uji lanjut SAS setiap rerata perlakuan sekaligus diberikan notasi pembeda.

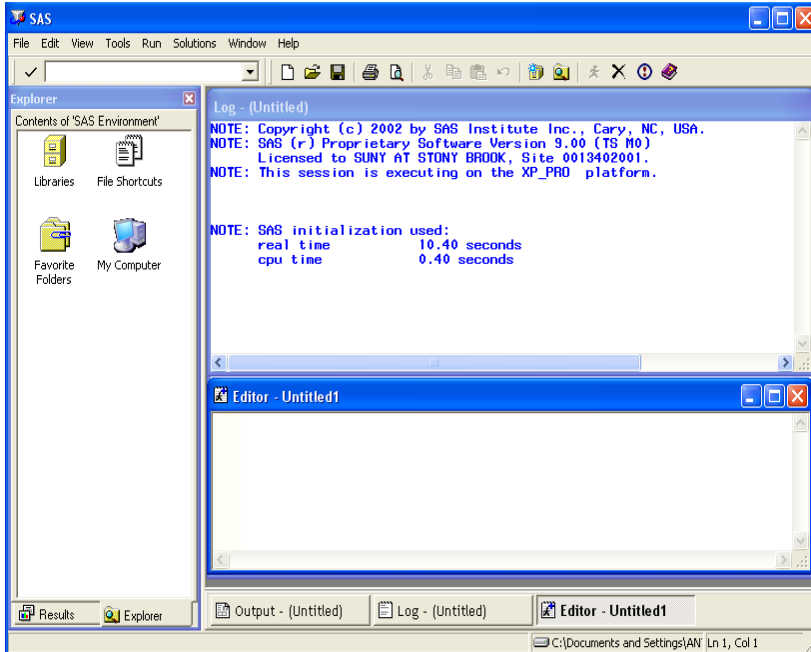
Contoh-contoh aplikasi SAS dalam buku ini adalah analisis data percobaan meliputi Anova, perbandingan Ortogonal Kontras, dan Ortogonal Polinomial.

SAS yang digunakan dalam acuan aplikasi software ini adalah SAS versi 9.0 for Window. *ShortCut* software SAS dalam menu dilambangkan seperti pada Gambar 5.1.



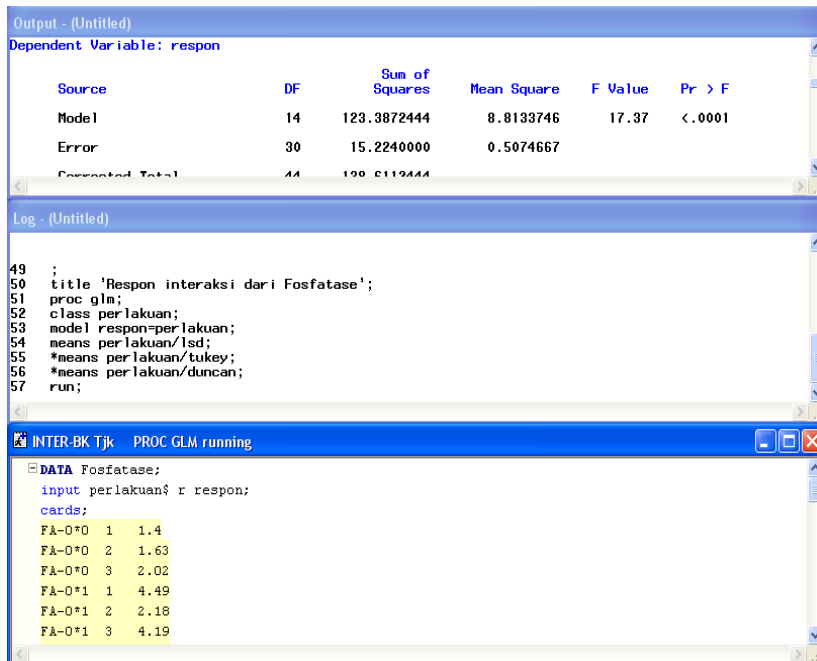
*Gambar 5.1 ShortCut SAS v.9.0 for window.*

Saat kita mengaktifkan program SAS maka akan ditunjukkan beberapa bagian yaitu menu, window Editor, window Log, dan window Output (Gambar 5.2)



Gambar 5.2 Tampilan menu dalam program SAS.

Menu dalam SAS juga disajikan dalam bentuk *menu bar* dan *tools bar*. Fungsi fasilitas analisis data yang akan dipilih disediakan dalam menu bar atau tools bar. *Window Editor* merupakan window tempat penyajian data dan seperangkat perintah analisis data yang diinginkan. *Window Log* menampilkan urutan perintah yang telah dimasukkan, sedangkan *Window Output* menampilkan hasil analisis yang telah dilakukan (Gambar 5.3).



Gambar 5.3 Tampilan window Output, Window Log, Window Editor.

## 5.2 Memasukkan Data Satu Faktor dan Perintah Analisis Data

Input data yang akan dianalisis dapat langsung dilakukan pada window Editor/window data, tetapi dapat pula dengan cara menyalin dari susunan data yang telah disiapkan dalam Excel. Yang perlu diperhatikan dalam menyiapkan data adalah :

1. Format urutan antara faktor, ulangan, respons yang menyerupai diagram pohon.
2. Penulisan angka desimal menggunakan tanda titik (.) bukan koma (,).



3. Perintah analisis dituliskan pada window Data, baik sebelum sajian data maupun sesudah sajian data.
4. Contoh penyajian data percobaan satu faktor dari data (Tabel 3.1; Gambar 3.2 pada window Data SAS) disajikan pada Gambar 5.4.

The screenshot shows a SAS Data window titled 'bokashi-1faktor'. The window contains the following code and data:

```

data bokashi;
  input dosis ulangan Y;
  Cards;
  0 1 13.41
  0 2 13.64
  0 3 12.43
  : : :
  : : :
  250 2 21.45
  250 3 19.12
  250 4 19.34
  ;
  Title 'Pengaruh dosis bokashi terhadap bobot buah cabe';
proc glm
  data=bokashi;
  class dosis;
  model y=dosis;
  means dosis/lsd;
  means dosis/tukey;
  means dosis/duncan;
run;

```

Gambar 5.4 Sajian data satu faktor dalam window Data SAS.

Pada bar bagian atas tertulis nama file data yang dimasukkan yaitu 'bokashi-1faktor'. Selanjutnya dalam lembar data sebelum data disajikan, perintah yang harus dituliskan meliputi :

1. **Data bokashi;** : *bokashi* merupakan nama data yang diisikan dan harus sama persis dengan perintah analisis setelah penyajian data (Gambar 5.4)
2. **inputs dosis ulangan Y;**: baris *inputs* diisi dengan nama perlakuan yaitu **dosis**, **ulangan** dan kode peubah (**Y**). Apabila perlakuan tiap faktor (dalam kolom) dimasukkan bukan numerik (angka), seperti dosis, r, dan Y maka dibelakang kode ditambahkan tanda dolar (**\$**), sedangkan perlakuan yang dapat dikode dengan numerik (angka) tidak perlu ditambahkan dengan tanda \$. Dosis bokashi merupakan angka numerik, dan dalam kolom dosis langsung dituliskan tingkat dosisnya. Ulangan (blok) dapat pula dinotasikan r (*replication*) yang terdiri atas 1, 2, 3, dan 4, sedangkan Y adalah respons tanaman, dalam hal ini adalah bobot cabe.
3. Tuliskan perintah **cards;** : untuk menutup perintah sebelum penyajian data.

Perlu diperhatikan bahwa baik perintah sebelum maupun sesudah penyajian data harus diakhiri dengan tanda titik-koma (;).


Beberapa perintah analisis yang diperlukan dimasukkan setelah data disajikan, meliputi :

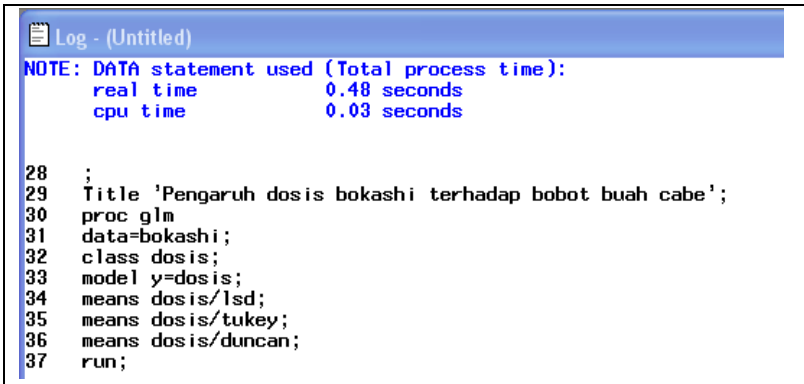
1. Penyajian data diakhiri dengan titik-koma (;)
2. **Title** : pada Title tuliskan nama peubah dari data yang akan dianalisis. Judul peubah ditulis dalam tanda kutip satu ('), misalnya '*Pengaruh dosis bokashi terhadap bobot buah cabe*' dan diakhiri dengan ; .

3. **proc glm;** : adalah perintah untuk analisis '*general linier model*'.
4. **data=bokashi;** : analisis akan dilakukan terhadap data dengan nama *bokashi*. Penulisan nama data ini harus sama persis dengan perintah sebelum penyajian data.
5. **class dosis;** : adalah satu faktor perlakuan yaitu **dosis** (untuk RAL), sedangkan untuk RAK tambahkan 'ulangan' :**class ulangan dosis;**
6. **model y=dosis;** : pembuatan model analisis respons Y akibat pengaruh perlakuan **dosis**. Untuk RAK tuliskan : **model y=ulangan dosis;**
7. **means dosis/lsd;** : adalah perintah uji lanjut **LSD** untuk faktor dosis. Apabila sekaligus akan dilakukan dengan uji lanjut lain, maka pada baris selanjutnya dapat dituliskan seperti berikut.
8. **means dosis/tukey;** : adalah perintah uji lanjut Tukey untuk faktor dosis.
9. **means dosis/duncan;** : adalah perintah uji lanjut Duncan untuk faktor dosis.
10. Perintah-perintah analisis data setelah penyajian data dapat dituliskan sekaligus. Pada SAS for window ditunjukkan bahwa apabila perintah yang dimasukkan salah maka perintah yang seharusnya berwarna **biru** akan menjadi berwarna **merah**. Perintah-perintah yang sudah terlanjur dituliskan tetapi tidak akan digunakan, maka perintah tersebut dapat dinonaktifkan dengan cara menambahkan tanda bintang pada awal perintah. Perintah analisis yang dinonaktifkan akan ditampilkan dengan warna **hijau** (Gambar 5.11).
11. **runs;** : Keseluruhan perintah analisis data diakhiri dengan menuliskan perintah **runs;** .

## 5.2 Menjalankan Perintah Analisis Satu Faktor

Setelah menuliskan perintah-perintah analisis sebelum dan sesudah penyajian data selesai dengan benar, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan perintah-perintah yang telah dituliskan sehingga kita dapat melihat hasilnya. Langkah-langkah yang diperlukan untuk menjalankan perintah analisis adalah :

1. Aktifasi/kursor mouse tetap pada window data.
2. Arahkan mouse pada **tools bar**, dan klik pada gambar orang sedang berlari 
3. Hasil analisis data seperti yang diinginkan dalam perintah yang telah dituliskan akan ditampilkan pada window **Output**, sedangkan urutan perintahnya disajikan pada window **Log** (Gambar 5.5).



```

Log - (Untitled)
NOTE: DATA statement used (Total process time):
      real time           0.48 seconds
      cpu time            0.03 seconds

28 ;
29   Title 'Pengaruh dosis bokashi terhadap bobot buah cabe';
30   proc glm
31     data=bokashi;
32     class dosis;
33     model y=dosis;
34     means dosis/lsd;
35     means dosis/tukey;
36     means dosis/duncan;
37   run;

```

Gambar 5.5 Tampilan sebagian 'window Log'.

Bagian pertama dari window Output ditampilkan informasi mengenai kelompok level (*Class Level Information*). **Class** adalah dosis, levels 6 (banyaknya tingkat dosis), dan **Values** adalah besaran nilai tiap dosis

yaitu 0 – 250 dengan selang 50 dan jumlah observasi adalah 24 (Gambar 5.6).

Pengaruh dosis bokashi terhadap bobot buah cabe						
						11:11 Tuesday,
The GLM Procedure						
Class Level Information						
Class	Levels	Values				
dosis	6	0	50	100	150	200 250
Number of observations						24

Gambar 5.6 Tampilan sebagian window Output.

Bagian berikutnya disajikan hasil analisis general linier model (GLM) dan Anova (Gambar 5.7). GLM menunjukkan bahwa model sangat nyata dengan nilai  $Pr > F$  0.0001 lebih kecil dari 1%. Hasil Anova menunjukkan bahwa dosis bokashi berpengaruh sangat nyata terhadap 'bobot buah cabe' dengan nilai  $Pr > F$  0.0001 lebih kecil dari 1%.

The GLM Procedure					
Dependent Variable: Y					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	161.6945208	32.3389042	26.33	<.0001
Error	18	22.1058750	1.2281042		
Corrected Total	23	183.8003958			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Y Mean	
	0.879729	6.370941	1.108199	17.39458	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
dosis	5	161.6945208	32.3389042	26.33	<.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
dosis	5	161.6945208	32.3389042	26.33	<.0001

Gambar 5.7 Hasil analisis 'general linier model' dan Anova.

Bagian Output berikutnya adalah uji lanjut LSD. Hasil Uji lanjut LSD/uji t terhadap tingkat dosis bokashi (Gambar 5.8) menunjukkan bahwa terdapat 3 kelompok perlakuan yang berbeda dengan nilai pembeda 1.6463. Kelompok 1 adalah dosis 0 (notasi **C**), kelompok ke 2 adalah 50 dan 100 (notasi **B**), dan kelompok 3 adalah dosis 150, 200, dan 250 (notasi **A**).

Alpha			0.05
Error Degrees of Freedom			18
Error Mean Square			1.228104
Critical Value of t			2.10092
Least Significant Difference			1.6463
<b>Means with the same letter are not significantly different.</b>			
<b>t Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>dosis</b>
A	20.2550	4	250
A	19.9525	4	150
A	19.2375	4	200
B	16.3075	4	100
B	15.3225	4	50
C	13.2925	4	0

*Gambar 5.8 Hasil uji lanjut LSD/uji t dosis bokashi.*

Hasil uji lanjut Tukey (Gambar 5.9) menunjukkan terdapat 3 kelompok perlakuan dosis bokashi yang berbeda nyata yaitu kelompok 1 dosis 0 yang overlap dengan dosis 50 (notasi C), kelompok 2 dosis 50 dan 100 (notasi B), dan kelompok 3 adalah dosis 150, 200, dan 250 (notasi A) dengan nilai pembeda 2.4904.

Alpha				0.05
Error Degrees of Freedom				18
Error Mean Square				1.228104
Critical Value of Studentized Range				4.49442
Minimum Significant Difference				2.4904
Means with the same letter are not significantly different.				
Tukey Grouping		Mean	N	dosis
	A	20.2550	4	250
	A			
	A	19.9525	4	150
	A			
	A	19.2375	4	200
	B			
	B	16.3075	4	100
	B			
C	B	15.3225	4	50
C				
C		13.2925	4	0

Gambar 5.9 Hasil uji lanjut Tukey dosis bokashi.

Hasil uji berjarak Duncan's (Gambar 5.10) mendapatkan 3 kelompok dosis yang memberikan repons berbeda nyata. Hasil ini sama dengan uji LSD, yaitu kelompok 1 adalah dosis 0 (notasi **C**), kelompok 2 adalah dosis 50 dan 100 (notasi **B**), dan kelompok 3 adalah dosis 150, 200, 250 (notasi **A**). Nilai pembeda untuk setiap jarak uji disajikan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Nilai pembeda uji Duncan's

	Jarak Uji				
	2	3	4	5	6
Nilai	1.464	1.727	1.778	1.814	1.840

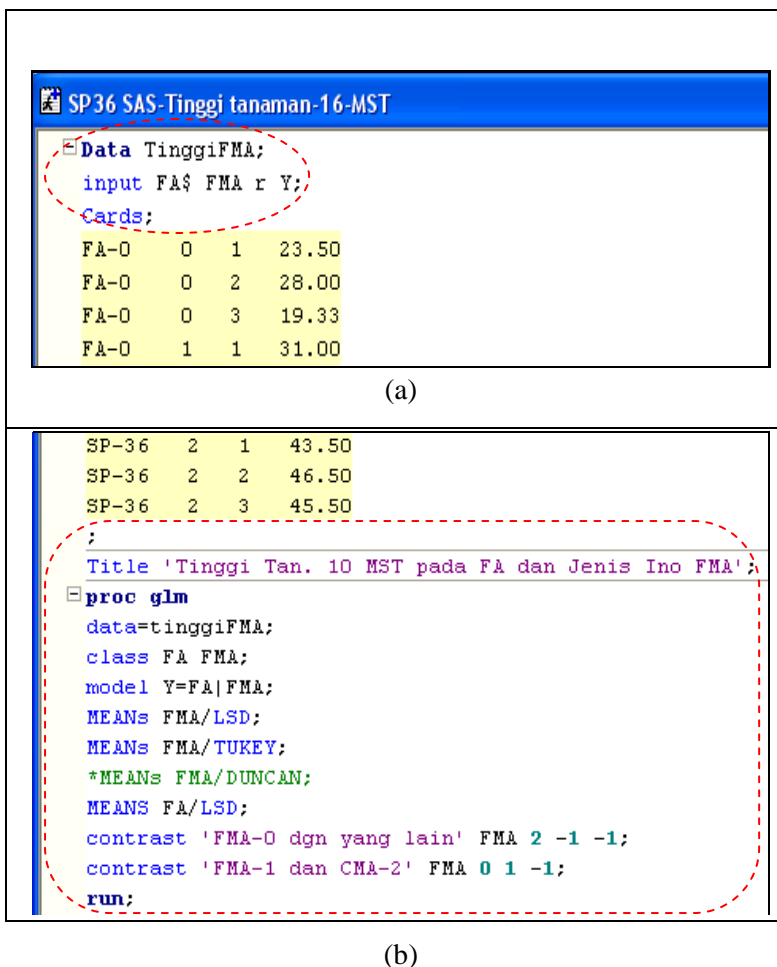


	Alpha	0.05			
	Error Degrees of Freedom	18			
	Error Mean Square	1.228104			
<b>Number of Means</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Critical Range</b>	1.646	1.727	1.778	1.814	1.840
<b>Means with the same letter are not significantly different.</b>					
<b>Duncan Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>dosis</b>		
A	20.2550	4	250		
A	19.9525	4	150		
A	19.2375	4	200		
B	16.3075	4	100		
B	15.3225	4	50		
C	13.2925	4	0		

*Gambar 5.10 Hasil uji lanjut Duncan terhadap dosis bokashi.*

#### 5.4 Memasukkan Data Dua Faktor dan Perintah Analisis Data (LSD, Tukey, Ortogonal Kontras)

Memasukkan data dalam window Editor dapat dilakukan secara langsung maupun menyalin data yang telah disiapkan dalam Excel. Perlu diperhatikan bahwa penulisan angka desimal data yang akan dianalisis dengan SAS menggunakan titik (.). Perintah analisis dalam SAS baik data yang dimasukkan secara langsung maupun disalin dari Excel, harus dituliskan sebelum dan sesudah penyajian data dengan beberapa perintah yang diperlukan. Sebagai contoh kita dapat mengambil data dari Gambar 3.4.



Gambar 5.11 Perintah dalam window Editor (data) sebelum (a) dan setelah (b) data dimasukkan.

Pada bar atas tertulis nama file data yang telah dimasukkan yaitu 'SP36 SAS-Tinggi Tanaman-16-MST'. Selanjutnya dalam lembar data sebelum data disajikan, perintah yang harus dituliskan meliputi :

1. **Data TinggiFMA;** : *TinggiFMA* merupakan nama peubah yang diisikan dan harus sama persis dengan perintah analisis setelah penyajian data (Gambar 4.11a)
2. **inputs FA\$ FMA r Y;** : baris *inputs* diisi dengan kode faktor-1 (**FA\$**), kode faktor-2 (**FMA**), kode ulangan (**r**) dan kode peubah (**Y**). Apabila perlakuan tiap faktor (dalam kolom) dimasukkan bukan numerik (angka), maka dibelakang kode ditambahkan tanda dolar (**\$**), sedangkan perlakuan yang dapat dikode dengan numerik (angka) tidak perlu ditambahkan dengan tanda \$, seperti FMA, r, dan Y. Beberapa inokulum FMA adalah perlakuan faktor-2 yang dapat dinotasikan/dikodekan 0, 1, dan 2 sehingga notasi FMA tidak perlu ditambahkan \$. Ulangan (blok) dinotasikan r (*replication*) yang terdiri atas 1, 2, dan 3, sedangkan Y adalah data respons tanaman.
3. Tuliskan perintah **cards;** : untuk menutup perintah sebelum penyajian data.

Perlu diperhatikan bahwa setiap perintah sebelum maupun sesudah penyajian data harus diakhiri dengan tanda **titik-koma (;)**.

Beberapa contoh perintah yang harus dimasukkan setelah data disajikan meliputi :


1. Penyajian data diakhiri dengan titik-koma (;)
2. **Title** : pada Title masukkan nama peubah dari data yang akan dianalisis. Judul peubah ditulis dalam tanda kutip satu ('), misalnya '*Tinggi Tan. 10 MST pada FA dan jenis Ino. FMA*' dan diakhiri dengan ; .
3. **proc glm;** : adalah perintah untuk analisis '*general linier model*'
4. **data=TinggiFMA;** : analisis akan dilakukan terhadap data dengan nama *TinggiFMA*. Penulisan nama data ini harus sama persis dengan perintah sebelum penyajian data.
5. **class FA FMA;** : adalah faktor-1 dan faktor-2 dalam perlakuan percobaan ini (RAL). Untuk RAK tuliskan : **class r FA FMA;**
6. **model y=FA|FMA;** : pembuatan model untuk analisis respons Y akibat pengaruh dari faktor FA dan FMA untuk RAL. Untuk RAK tuliskan : **model y=r FA|FMA;**
7. **MEANs FMA/LSD;** : adalah perintah analisis perbandingan rerata perlakuan dengan uji lanjut LSD untuk faktor FMA. Apabila sekaligus akan dilakukan dengan uji lanjut yang lainnya, maka pada baris selanjutnya dapat dituliskan seperti pada contoh Gambar 5.11.
8. **MEANs FMA/TUKEY;** : adalah perintah analisis perbandingan rerata perlakuan dengan uji lanjut Tukey untuk faktor FMA.
9. **MEANs FA/LSD;** : adalah perintah analisis perbandingan rerata perlakuan dengan uji lanjut LSD

untuk faktor FA. Pengujian dengan jenis uji lanjut lainnya juga dapat dilakukan seperti pada uji FMA.

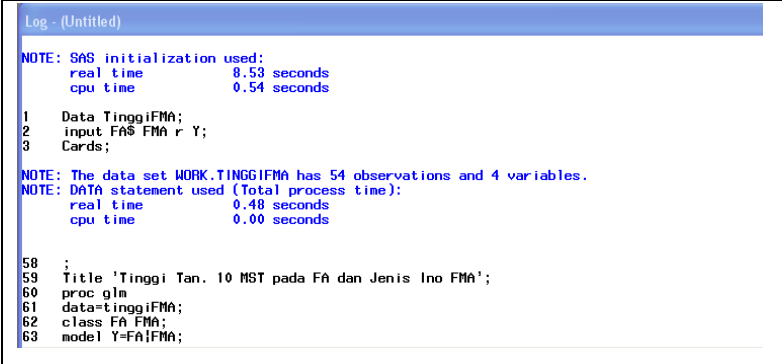
10. **contrast** 'FMA-0 dengan yang lain' FMA 2 -1 -1; dan **contrast** 'FMA-1 dan FMA-2' FMA 0 1 -1; : adalah perintah **Uji Orthogonal Kontras** di antara FMA. Dalam perintah ini kita harus memasukkan nilai *koefisien orthogonal* kontras.
11. Perintah-perintah analisis data setelah penyajian data dapat dituliskan sekaligus. Pada SAS for window ditunjukkan bahwa apabila perintah yang dimasukkan salah maka perintah yang harusnya berwarna **biru** akan menjadi warna **merah**. Perintah-perintah yang sudah terlanjur dituliskan tetapi tidak akan digunakan (diaktifkan), maka perintah tersebut dapat dinonaktifkan dengan cara menambahkan tanda bintang pada awal perintah. Perintah analisis yang dinonaktifkan akan ditampilkan dengan warna **hijau** (Gambar 5.11).
12. **runs;** : Keseluruhan perintah analisis data diakhiri dengan menuliskan **runs;** .

## 5.5 Menjalankan Perintah Analisis Dua Faktor

Setelah penulisan perintah sebelum dan sesudah penyajian data selesai dengan benar, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan perintah-perintah yang telah dituliskan sehingga kita dapat melihat hasilnya. Langkah-langkah yang diperlukan untuk menjalankan perintah analisis adalah :

1. Aktivasi/kursor mouse tetap pada window data.
2. Arahkan mouse pada **tools bar**, dan klik pada gambar orang sedang berlari 

3. Hasil analisis data seperti yang diinginkan dalam perintah yang telah dituliskan akan ditampilkan pada window **Output**, sedangkan urutan perintahnya disajikan pada window **Log** (Gambar 5.12).



```

Log - (Untitled)

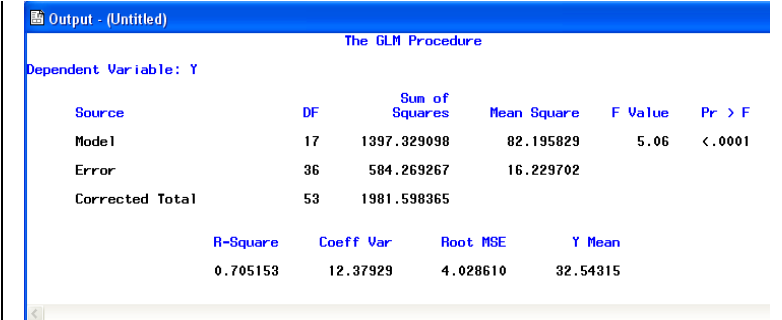
NOTE: SAS initialization used:
      real time      8.53 seconds
      cpu time       0.54 seconds

1  Data TinggiFMA;
2  input FAS FMA r Y;
3  Cards;

NOTE: The data set WORK.TINGGIFMA has 54 observations and 4 variables.
NOTE: DATA statement used (Total process time):
      real time      0.48 seconds
      cpu time       0.00 seconds

58 ;
59 Title 'Tinggi Tan. 10 MST pada FA dan Jenis Ino FMA';
60 proc glm
61 data=tinggIFMA;
62 class FA FMA;
63 model Y=FA|FMA;
  
```

(a)



Output - (Untitled)

The GLM Procedure

Dependent Variable: Y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	1397.329098	82.195829	5.06	<.0001
Error	36	584.269267	16.229702		
Corrected Total	53	1981.598365			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Y Mean
	0.705153	12.37929	4.028610	32.54315

(b)

Gambar 5.12 Tampilan sebagian window Log dan window Output.

Tampilan Output diawali oleh hasil analisis model linier umum (Gambar 5.13). Berdasarkan nilai  $F = 5.06 >$  dan  $Pr > F = 0.0001$  menunjukkan bahwa model linier memberikan makna yang sangat nyata.

Hasil analisis lainnya seperti yang dituliskan dalam window Data disajikan berurutan ke bagian bawah dari window Output. Geser layar ke atas, maka dapat dilihat hasil Anova dan uji lanjut yang diminta. Hasil Anova terdapat 3 tipe dan umumnya kita cukup memilih 1 saja pada tipe III, seperti pada Gambar 5.13.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
F <sub>A</sub>	5	558.2815648	111.6563130	6.88	0.0001
F <sub>MA</sub>	2	675.2621815	337.6310907	20.80	<.0001
F <sub>A</sub> *F <sub>MA</sub>	10	163.7853519	16.3785352	1.01	0.4547

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
F <sub>A</sub>	5	558.2815648	111.6563130	6.88	0.0001
F <sub>MA</sub>	2	675.2621815	337.6310907	20.80	<.0001
F <sub>A</sub> *F <sub>MA</sub>	10	163.7853519	16.3785352	1.01	0.4547

Gambar 5.13 Hasil Anova dari data yang diuji.

Hasil Anova Gambar 5.12 menunjukkan bahwa faktor FA dan faktor FMA memberikan pengaruh yang sangat signifikan karena nilai Pr > F lebih kecil dari nilai F atau lebih kecil dari 0.01. Interaksi antara FA dan FMA tidak memberikan pengaruh yang signifikan karena nilai Pr > F lebih besar dari 0.01.

Semua hasil uji lanjut LSD/uji t (Gambar 5.14) dan Tukey untuk FMA (Gambar 5.15), uji LSD untuk FA (Gambar 5.16) dan Ortogonal Kontras (Gambar 5.17) disajikan pada bagian berikutnya dan dapat dilihat dengan menggeser layar ke atas.

Alpha			0.05
Error Degrees of Freedom			36
Error Mean Square			16.2297
Critical Value of t			2.02809
Least Significant Difference			2.7235

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	FMA
A	35.806	18	2
A			
A	34.194	18	1
B	27.629	18	0

Gambar 5.14 Hasil uji lanjut LSD untuk FMA.

Pada output hasil uji LSD/uji t, TUKEY, maupun Duncan dari analisis SAS sekaligus ditunjukkan nilai rerata perlakuan, nilai pembeda dari setiap uji, dan **notasi pembeda** antara rerata perlakuan. Nilai pembeda untuk uji LSD/uji t terhadap FMA adalah 2.7235 (Gambar 5.13), sedangkan untuk uji Tukey adalah 3.2824 (Gambar 5.14). Nilai pembeda uji Duncan dalam contoh ini tidak ditampilkan karena dalam penulisan perintah di-nonaktifkan (Gambar 5.11).

Alpha			0.05
Error Degrees of Freedom			36
Error Mean Square			16.2297
Critical Value of Studentized Range			3.45676
Minimum Significant Difference			3.2824

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	FMA
A	35.806	18	2
A			
A	34.194	18	1
B	27.629	18	0

Gambar 5.15 Hasil Uji lanjut Tukey untuk FMA.



Alpha			0.05
Error Degrees of Freedom			36
Error Mean Square			16.2297
Critical Value of t			2.02809
Least Significant Difference			3.8516
Means with the same letter are not significantly different.			
<b>t Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>FA</b>
A	38.056	9	SP-36
B	33.111	9	FA-1
B	33.000	9	FA-1.5
B	32.389	9	FA-0.5
B	31.667	9	FA-2
C	27.037	9	FA-0

Gambar 5.16 Hasil uji lanjut LSD untuk FA.

Output uji LSD untuk FA menunjukkan bahwa perlakuan SP-36 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, demikian juga dengan perlakuan FA-0 yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Di antara perlakuan FA-0.5, FA-1, FA-1.5 dan FA-2 tidak berbeda nyata. Nilai pembeda uji LSD/uji t untuk FA adalah 3.8516 (Gambar 5.16).

Jika kita perhatikan hasil uji lanjut menggunakan Minitab dan SAS, maka yang membedakan adalah bahwa pada output Minitab tidak ditampilkan **notasi pembeda**, sedangkan pada output SAS nilai rerata kelompok perlakuan disertai dengan **notasi pembeda**. Hasil uji lanjut dengan notasi pembeda pada rerata kelompok perlakuan ini juga akan kita peroleh jika kita melakukan uji lanjut menggunakan program **CoStat**.

Selanjutnya untuk pengujian rerata kelompok perlakuan menggunakan Orthogonal Kontras disajikan pada Gambar 5.17.

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FMA-0 dgn yang lain	1	651.9010704	651.9010704	40.17	<.0001
FMA-1 dan CMA-2	1	23.3611111	23.3611111	1.44	0.2381

Gambar 5.17 Hasil Uji Ortogonal Kontras untuk FMA.

Hasil uji **Ortogonal Kontras** untuk FMA menunjukkan kesamaan dengan hasil uji LSD dan TUKEY. Perlakuan FMA-0 berbeda nyata dengan FMA lainnya, sedangkan antara FMA-1 dan FMA-2 tidak berbeda nyata. Output uji Ortogonal kontras tidak disertai notasi pembeda sebagaimana kita jumpai pada uji lanjut LSD, Tukey, dan Duncan.

Apabila hasil pengujian di atas belum menyakinkan dan masih diinginkan melakukan pengujian yang lain, maka tambahkan perintah analisis setelah sajian data sebelum perintah **runs**;

## 5.6 Uji Ortogonal Polinomial

Dalam metode ortogonal polinomial perbedaan antara kasus dengan *selang yang sama* dan *selang yang tidak sama* hanyalah dalam memperoleh gugus kontras ortogonal (koefisien polinomial) dan derajat bebas yang tepat. Untuk kasus tingkat dosis dengan selang yang sama koefisien polinomial dapat langsung diambil dari tabel koefisien ortogonal yang telah ditetapkan dalam tabel

koefisien polinomial (Lampiran Tabel 1), sedangkan untuk kasus dengan selang tidak sama harus dilakukan perhitungan koefisien ortogonal sendiri. Akan tetapi apabila nilai koefisien telah diperoleh, maka untuk kasus selang tidak sama dengan nilai yang sama, nilai koefisien tersebut dapat digunakan dalam pengujian. Cara untuk mendapatkan koefisien ortogonal polinomial dengan selang tidak sama adalah rumit, terutama apabila perlakuan yang bersangkutan memiliki derajat yang tinggi. Namun demikian dalam penelitian pertanian sebagian besar respons biologi terhadap faktor lingkungan cukup dapat diterangkan oleh polinomial yang tidak lebih dari derajat 3 (tiga).

*Contoh :*

Data pengamatan tanggap **Bobot Kering Tajuk** (gram per tanaman) akibat kombinasi perlakuan Mikoriza + Asam Humat (**MH**), Mikoriza + Bakteri pelarut fosfat (**MB**), Asam Humat + Bakteri Pelarut Fosfat (**BH**), dan Mikoriza + Asam Humat + Bakteri Pelarut Fosfat (**MBH**) pada dosis Fosfat Alam (FA) **0, 1, 2, dan 4** gram per tanaman. Data percobaan diperoleh dari 3 ulangan.

Secara umum cara memasukkan data adalah sama dengan contoh-contoh sebelumnya. Data dapat disiapkan terlebih dahulu pada worksheet MsExcel atau diketik langsung pada *Window Data* pada program SAS.

Kemungkinan tanggap BK tajuk terhadap tingkat dosis fosfat alam (FA) untuk setiap kombinasi perlakuan MH, MB, BH, MBH adalah **Linier, Kuadratik, dan Kubik**. Hal ini karena tingkat dosis yang diuji adalah 4 taraf,

sehingga terdapat 3 derajat polinomial, yaitu *linier*, *kuadratik*, dan *kubik*. Untuk menentukan model kurva respons yang tepat maka data BK tajuk harus dianalisis menggunakan Ortogonal Polinomial dengan terlebih dahulu menentukan ***koefisien ortogonal polinomial***. Pada selang tingkat dosis yang sama, nilai-nilai koefisien biasanya telah disiapkan pada lampiran buku-buku Perancangan Percobaan. Namun demikian seperti pada contoh kasus ini, karena selang tingkat dosis tidak sama, maka nilai Koefisien Ortogonal Polinomial harus dihitung sendiri secara manual. Prosedur perhitungan koefisien ortogonal polinomial dapat diikuti pada buku **Gomez and Gomez (1995; hal.235-240)**, atau dapat pula dihitung menggunakan Software CropStat. Hasil perhitungan koefisien ortogonal polinomial untuk selang tingkat dosis 0, 1, 2, dan 4 disajikan pada Tabel 5.2.

*Tabel 5.2 Nilai koefisien ortogonal polinomial dosis FA*

Perlakuan		Koefisien Ortogonal Polinomial		
Dosis (g/tanaman)	Sandi (x)	<i>Linier</i>	<i>Kuadratik</i>	<i>Kubik</i>
0	-	<b>-7</b>	<b>14</b>	<b>-13</b>
1	-	<b>-3</b>	<b>-8</b>	<b>25</b>
2	-	<b>1</b>	<b>-16</b>	<b>-26</b>
4	-	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>4</b>

Selanjutnya nilai-nilai koefisien ortogonal polinomial tersebut dimasukkan dalam perintah analisis pada Window Data program SAS. Penyajian data pengamatan BK dalam Window Data program SAS seperti disajikan pada Gambar 5.18.

```

□ Data BKtajak;
input FA r MH MB BH MBH;
label FA='Dosis Fosfat Alam';

Cards;
0 1 14.03 14.57 10.53 14.54
0 2 13.63 14.20 10.77 14.43
0 3 13.75 14.40 10.65 14.47
1 1 14.53 14.48 12.23 15.40
1 2 14.23 14.25 11.36 15.01
1 3 14.25 14.35 11.30 15.10
2 1 14.35 14.67 12.32 15.83
2 2 14.83 13.90 11.84 15.08
2 3 14.70 13.87 11.76 15.67
4 1 13.93 13.32 11.31 14.90
4 2 13.50 14.15 11.73 14.79
4 3 13.70 14.05 11.40 14.81
;

Title 'BK tajuk terhadap dosis FA dan Kombinasi M,B,H';
□ proc print data=BKtajak label;
var FA r MH;
run;
□ proc glm data=BKtajak;
class FA;
model MH=FA;
contrast 'MLinear' FA -7 -3 1 9;
contrast 'MHKuadratik' FA 14 -8 -16 10;
contrast 'MHKubik' FA -13 35 -26 4;
means FA;
run;

```

```

❑ proc print data=BKtajak label;
  var FA r MB;
  run;


---


❑ proc glm data=BKtajak;
  class FA;
  model MB=FA;
  contrast 'MBLinear'      FA -7 -3 1 9;
  contrast 'MBKuadratik'  FA 14 -8 -16 10;
  contrast 'MBKubik'     FA -13 35 -26 4;
  means FA;
  run;


---


❑ proc print data=BKtajak label;
  var FA r BH;
  run;


---


❑ proc glm data=BKtajak;
  class FA;
  model BH=FA;
  contrast 'BHLlinear'     FA -7 -3 1 9;
  contrast 'BHKuadratik'  FA 14 -8 -16 10;
  contrast 'BHKubik'     FA -13 35 -26 4;
  means FA;
  run;


---


❑ proc print data=BKtajak label;
  var FA r MBH;
  run;


---


❑ proc glm data=BKtajak;
  class FA;
  model MBH=FA;
  contrast 'MBHLlinear'   FA -7 -3 1 9;
  contrast 'MBHKuadratik' FA 14 -8 -16 10;
  contrast 'MBHKubik'    FA -13 35 -26 4;
  means FA;
  run;

```

*Gambar 5.18 Penyajian data dan perintah analisis Ortogonal Polinomial*

**Penjelasan :**

**Data** **BKtajak;** : adalah nama peubah 'BK tajak', penulisannya harus dirujuk dengan benar pada perintah '**proc print data=BKtajak label;**' maupun '**proc glm data=BKtajak;**'.

**input** FA r MH MB BH MBH; : adalah petunjuk format penulisan data setiap kolom yaitu FA adalah dosis fosfat alam (FA); r adalah ulangan; MH, MB, BH, dan MBH adalah kombinasi perlakuan yang akan dianalisis tanggap kurva responsnya.

**Cards;** : berisi data dengan urutan dari kiri ke kanan untuk setiap baris adalah tingkat dosis FA, Ulangan, data BK tajak pada MH, MB, BH, dan MBH.

**Title** 'BK tajak terhadap dosis FA dan Kombinasi M,B,H'; : judul data yang akan dianalisis.

**proc print data=BKtajak label;** : perintah mencetak data label 'BKtajak'

**var** FA r MH; : adalah variabel (peubah) yang akan dianalisis yaitu MH terdapat FA dengan ulangan r.

**run;** : adalah perintah menjalankan semua analisis yang telah ditulis pada baris sebelumnya.

**proc glm data=BKtajak;** : adalah perintah untuk menjalankan analisis general linier model (glm) data BKtajak.

**class** FA; : adalah perintah bahwa analisis didasarkan pada dosis FA

**model** MH=FA; : model yang dianalisis adalah variabel MH terhadap FA.

**contrast 'MHLinier'** FA -7 -3 1 9; : adalah perintah analisis model kurva tanggap **linier** variabel MH terdapat dosis FA, dengan nilai koefisien ortogonal polinomial adalah -7, -3, 1, 9.

**contrast 'MHKuadratik'** FA 14 -8 -16 10; : adalah perintah analisis model kurva tanggap **kuadratik** variabel MH terdapat dosis FA, dengan nilai koefisien ortogonal polinomial adalah 14, -8, -16, 10.

**contrast 'MHKubik'** FA -13 35 -26 4; : adalah perintah analisis model kurva tanggap **kubik** variabel MH terdapat dosis FA, dengan nilai koefisien ortogonal polinomial adalah -13, 35, -26, 4.

**means** FA; : adalah perintah menghitung rerata BK tajuk akibat tingkat dosis FA untuk variabel MH dri tiga ulangan.

**run**; : adalah perintah menjalankan semua analisis yang telah dituliskan pada baris sebelumnya.

Semua perintah tersebut ditulis ulang untuk menjalankan analisis pada setiap peubah lainnya MB, BH, dan MBH, dengan menyesuaikan/mengubah kode variabel yang akan dianalisis.



## Output Analisis Ortogonal Polinomial

Hasil analisis data berdasarkan perintah analisis yang dituliskan di atas disajikan pada Gambar 5.19 berikut ini.

BK tajuk terhadap dosis FA dan Kombinasi M,B,H			
09:22			
Obs	Dosis Fosfat Alam	r	MH
1	0	1	14.03
2	0	2	13.63
3	0	3	13.75
4	1	1	14.53
5	1	2	14.23
6	1	3	14.25
7	2	1	14.35
8	2	2	14.83
9	2	3	14.70
10	4	1	13.93
11	4	2	13.50
12	4	3	13.70

Class Level Information			
Class	Levels	Values	
FA	4	0	1 2 4
Number of observations		12	

The GLM Procedure					
Dependent Variable: MH					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.71609167	0.57203056	12.84	0.0020
Error	8	0.35640000	0.04455000		
Corrected Total	11	2.07249167			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	MH Mean	
	0.828033	1.494909	0.211069	14.11917	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	1.71609167	0.57203056	12.84	0.0020
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	1.71609167	0.57203056	12.84	0.0020
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MHLinear	1	0.05600595	0.05600595	1.26	0.2947
MHKuadratik	1	1.64405541	1.64405541	36.90	0.0003
MHKubik	1	0.01393985	0.01393985	0.31	0.5912
The GLM Procedure					
Level of FA	N	Mean	Std Dev	MH	
0	3	13.80333333	0.20526406		
1	3	14.33666667	0.16772994		
2	3	14.62666667	0.24826062		
4	3	13.71000000	0.21517435		
Obs	Dosis Fosfat Alam	r	MB		
1	0	1	14.57		
2	0	2	14.20		
3	0	3	14.40		
4	1	1	14.48		
5	1	2	14.25		
6	1	3	14.35		
7	2	1	14.67		
8	2	2	13.90		
9	2	3	13.87		
10	4	1	13.32		
11	4	2	14.15		
12	4	3	14.05		

## Class Level Information

Class	Levels	Values
FA	4	0 1 2 4

Number of observations 12

## The GLM Procedure

Dependent Variable: MB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.57942500	0.19314167	1.68	0.2467
Error	8	0.91706667	0.11463333		
Corrected Total	11	1.49649167			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MB Mean
0.387189	2.386996	0.338575	14.18417

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	0.57942500	0.19314167	1.68	0.2467

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	0.57942500	0.19314167	1.68	0.2467

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MBLinear	1	0.55808595	0.55808595	4.87	0.0584
MBKuadratik	1	0.00909632	0.00909632	0.08	0.7853
MBKubik	1	0.01361344	0.01361344	0.12	0.7393

## The GLM Procedure

Level of FA	N	Mean	Std Dev
0	3	14.3900000	0.18520259
1	3	14.3600000	0.11532563
2	3	14.1466667	0.45346812
4	3	13.8400000	0.45310043

Obs	Dosis Fosfat Alam	r	BH
1	0	1	10.53
2	0	2	10.77
3	0	3	10.65
4	1	1	12.23
5	1	2	11.36
6	1	3	11.30
7	2	1	12.32
8	2	2	11.84
9	2	3	11.76
10	4	1	11.31
11	4	2	11.73
12	4	3	11.40

### The GLM Procedure

#### Class Level Information

Class	Levels	Values
FA	4	0 1 2 4

Number of observations 12

#### The GLM Procedure

Dependent Variable: BH

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2.83820000	0.94606667	8.88	0.0063
Error	8	0.85186667	0.10648333		
Corrected Total	11	3.69006667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	BH Mean
0.769146	2.854092	0.326318	11.43333

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	2.83820000	0.94606667	8.88	0.0063

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	2.83820000	0.94606667	8.88	0.0063

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BHLinear	1	0.73417524	0.73417524	6.89	0.0304
BHKuadratik	1	2.08949113	2.08949113	19.62	0.0022
BHKubik	1	0.01484973	0.01484973	0.14	0.7185

The GLM Procedure			
Level of FA	N	Mean	Std Dev
0	3	10.6500000	0.12000000
1	3	11.6300000	0.52048055
2	3	11.9733333	0.30287511
4	3	11.4800000	0.22113344

Obs	Dosis Fosfat Alam	r	MBH
1	0	1	14.54
2	0	2	14.43
3	0	3	14.47
4	1	1	15.40
5	1	2	15.01
6	1	3	15.10
7	2	1	15.83
8	2	2	15.08
9	2	3	15.67
10	4	1	14.90
11	4	2	14.79
12	4	3	14.81

The GLM Procedure			
Class Level Information			
Class	Levels	Values	
FA	4	0	1 2 4
Number of observations		12	

The GLM Procedure					
Dependent Variable: MBH					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.81329167	0.60443056	11.84	0.0026
Error	8	0.40853333	0.05106667		
Corrected Total	11	2.22182500			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	MBH Mean	
	0.816127	1.506278	0.225979	15.00250	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	1.81329167	0.60443056	11.84	0.0026
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FA	3	1.81329167	0.60443056	11.84	0.0026
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MBHLinier	1	0.09966881	0.09966881	1.95	0.1999
MBHKuadratik	1	1.70911255	1.70911255	33.47	0.0004
MBHKubik	1	0.00391539	0.00391539	0.08	0.7889

The GLM Procedure			
Level of FA	N	Mean	Std Dev
0	3	14.4800000	0.05567764
1	3	15.1700000	0.20420578
2	3	15.5266667	0.39501055
4	3	14.8333333	0.05859465

Gambar 5.19 Hasil analisis Uji Ortogonal Polinomial tingkat dosis FA

Hasil output analisis di atas disajikan berurutan sesuai dengan perintah yang telah dituliskan yaitu analisis untuk variabel MH, MB, BH, dan MBH.

Pada setiap peubah, output analisis menampilkan data yang akan dianalisis, informasi klas level, analisis model umum linier, hasil analisis ortogonal polinomial yang meliputi model linier, kuadrat, dan kubik, dan yang

terakhir ditampilkan nilai rerata dan standar deviasi dari setiap level perlakuan.

Pemilihan model respons yang tepat dari hasil analisis ortogonal polinomial adalah berdasarkan nilai  $Pr > F$ . Model respons yang sesuai dari ketiga model yang diuji (linier, kuadratik, dan kubik) adalah model respons yang nilai  $Pr > F$  terkecil.

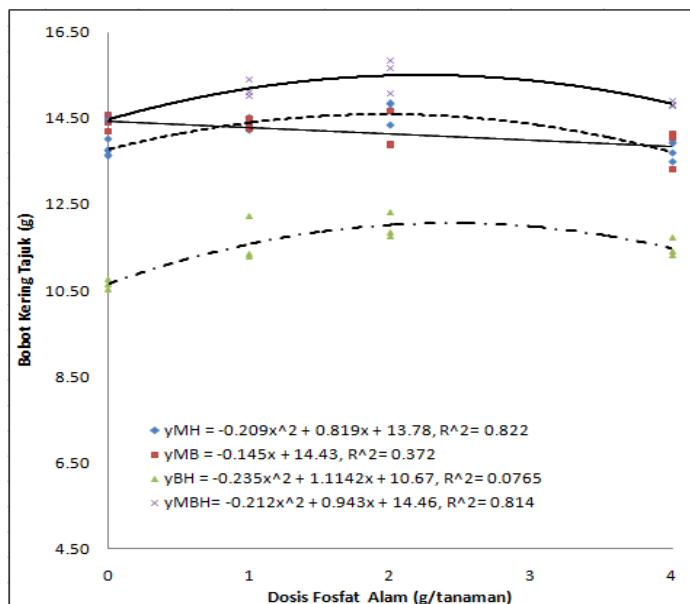
Dari contoh di atas dapat dilihat bahwa untuk variabel MH, nilai  $Pr > F$  dari ketiga model respons yang terkecil adalah pada model *kuadratik* dengan nilai  $Pr > F$  : **0.0003**. Oleh karena itu akibat perlakuan tingkat dosis FA, pada perlakuan MH memberikan respons *kuadratik*.

Perlakuan MB, dari ketiga model respons yang diuji nilai  $Pr > F$  terkecil diperoleh pada model respons linier yaitu **0.0584**, yang berarti bahwa respons perlakuan MB akibat tingkat dosis FA adalah *linier*. Pada perlakuan BH nilai  $Pr > F$  terkecil adalah **0.0022** yang diperoleh pada model respons *kuadratik*. Pada perlakuan MBH dari ketiga model respons yang diuji nilai  $Pr > F$  terkecil yang diperoleh adalah **0.0004**, yaitu model respons *kuadratik*.

Setelah model respons yang sesuai untuk setiap perlakuan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menggambarkan kurva respons setiap perlakuan tersebut. Menggambar kurva respons untuk setiap perlakuan MH, MB, BH, dan MBH dapat dilakukan dengan menggunakan MsExcel. Dengan MsExcel juga sekaligus dapat menghitung persamaan kurva (regresi) dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) (Gambar 5.20, 5.20).

Dosis FA	MH	MB	BH	BH
	$+ 0.819x + 13.78$	$+ 14.43$	$+ 1.1142x + 10.67$	$+ 0.943x + 14.46$
0	14.03	14.57	10.53	14.54
0	13.63	14.20	10.77	14.43
0	13.75	14.40	10.65	14.47
1	14.53	14.48	12.23	15.40
1	14.23	14.25	11.36	15.01
1	14.25	14.35	11.30	15.10
2	14.35	14.67	12.32	15.83
2	14.83	13.90	11.84	15.08
2	14.70	13.87	11.76	15.67
4	13.92	13.32	11.31	14.90
4	13.50	14.15	11.73	14.79
4	13.70	14.05	11.40	14.81

Gambar 15.20 Format penyajian data dalam MsExcel untuk menggambarkan kurva respons



Gambar 15.21 Gambar kurva respons dalam MsExcel



Gambar 15.20 dan 15.21 menunjukkan data dan kurva respons yang digambarkan melalui MsExcel. Persamaan garis regresi dan nilai  $R^2$  untuk setiap perlakuan dapat dimunculkan dalam MsExcel.

Apabila perlakuan bertingkat (dosis pupuk, dosis pestisida, dll) memiliki nilai yang besar, maka untuk memudahkan perhitungan nilai koefisien ortogonal polinomial, nilai tersebut harus diperkecil dengan pembagi yang sama. Sebagai contoh perlakuan kadar Nitrogen dengan dosis 0, 60, 90, 120 kg/ha, maka koefisien ortogonal polinomialnya disajikan pada Tabel 5.3.

*Tabel 5.3 Nilai koefisien ortogonal polinomial dosis N*

Perlakuan		Koefisien ortogonal polinomial		
Kadar N (kg/ha)	Sandi (x)	<i>Linier</i>	<i>Kuadratik</i>	<i>Kubik</i>
0	0	-9	5	-1
60	2	-1	-8	6
90	3	3	-4	-8
120	4	7	7	3

## 5.7 Mencetak dan Mengedit Output Analisis

Output analisis data dapat langsung dicetak dari program SAS. Namun demikian apabila output analisis akan diedit terlebih dahulu sebelum dicetak, maka salin/kopi output tersebut ke dalam MS Words. Pengeditan output lebih mudah jika dilakukan pada media MS Words. Dalam pengeditan output kita hanya mengambil informasi output analisis yang diperlukan dan selanjutnya dilakukan pencetakan (print).

Cara melakukan penyalinan/kopi output analisis dari SAS ke dalam MS Words adalah :

1. Aktifkan pointer/kursor pada window Output.
2. Blok hasil analisis dari awal hingga terakhir menggunakan mouse.
3. Klik kanan pada mouse, kemudian pilih **Edit > Copy**.
4. Aktifkan program MS Words dengan lembar kerja baru, klik kanan mouse, kemudian pilih **Paste**.
5. Lakukanlah pengeditan seperlunya terhadap hasil penyalinan dari SAS yang meliputi tata letak, besar dan model huruf, spasi, setup halaman, dan sebagainya.
6. Setelah pengeditan selesai, simpanlah hasilnya ke dalam folder yang telah ditentukan.
7. File yang ada dapat langsung dicetak dengan perintah **Print**, dan selanjutnya ikuti tautannya lebih lanjut seperti mencetak dokumen lainnya.

## BAB VI

# APLIKASI CoStat DALAM ANALISIS DATA PERCOBAAN

### 6.1 Pendahuluan

CoStat merupakan salah satu program aplikasi untuk pengolahan data yang meliputi Anova maupun regresi korelasi. Dalam buku ini hanya akan dibahas aplikasi CoStat dalam Anova data percobaan dan uji lanjut.

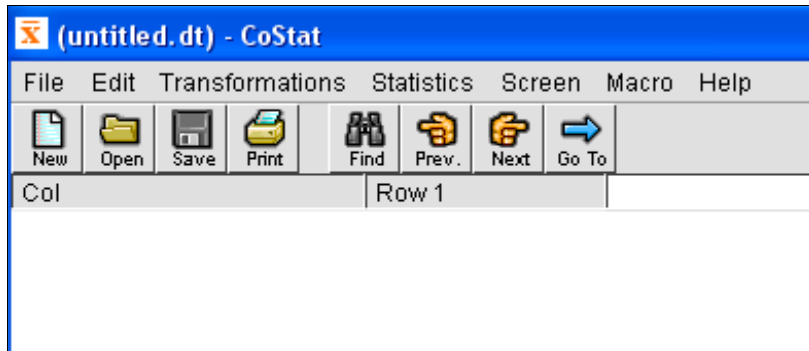
Hasil uji lanjut rerata perlakuan dalam program CoStat telah disertai notasi pembedanya, sama dengan hasil uji lanjut pada program SAS.

Dalam menu komputer *ShortCut* untuk CoStat dilambangkan seperti lambang nilai rerata seperti gambar berikut.



*Gambar 6.1 Gambar icon shortcut CoStat.*

CoStat dapat melakukan Anova dalam 20 model rancangan percobaan dengan dengan 5 uji lanjut dan masing-masing dengan 5 taraf selang kepercayaan. Fungsi-fungsi program aplikasi disusun dalam *Menu* dan *Tools bar* (Gambar 6.2).



*Gambar 6.2 Daftar menu dan tool bar CoStat.*

Data percobaan yang akan dianalisis dengan CoStat dapat disiapkan terlebih dahulu pada Excel. Format penulisan data sama dengan format untuk analisis menggunakan Minitab maupun SAS, berapapun jumlah variabel/peubah yang dimiliki dapat sekaligus disiapkan dalam worksheet Excel.

## **6.2 Memasukkan Data Dalam Excel**

Data yang telah dikumpulkan dimasukkan dalam Excel dengan format seperti data yang disiapkan untuk analisis menggunakan Minitab atau SAS. Level faktor kualitatif sebaiknya dikode menggunakan angka (numerik). Contoh data dapat diambil dari Gambar 3.2; 3.3 dan menambahkan beberapa variabel seperti disajikan pada Gambar 6.3.

Contoh 1 adalah data dari Gambar 3.2 hasil percobaan satu faktor yang telah dimasukkan ke dalam worksheet MsExcel dengan penambahan beberapa peubah/variabel.

	A	B	C	D	E	F
1	Dosis Bokashi	Ulangan	Y1-Bobot buah/petak (kg)	Y2-bobot buah/tan (g)	Y3- .....	
2	0	1	13.41	513.90		
3	0	2	13.64	482.24		
4	0	3	12.43	395.90		
5	0	4	13.69	386.73		
6	50	1	16.85	393.71		
7	50	2	15.03	586.75		
8	50	3	14.29	647.56		
9	50	4	15.12	567.87		
10	100	1	14.74	589.36		
11	100	2	18.45	737.78		
12	100	3	15.73	628.75		
13	100	4	16.31	612.97		
14	150	1	21.58	862.93		
15	150	2	20.09	803.53		
16	150	3	18.94	694.34		
17	150	4	19.20	705.09		
18	200	1	20.25	657.62		
19	200	2	19.26	643.03		
20	200	3	18.55	631.92		
21	200	4	18.89	597.76		
22	250	1	21.11	704.95		
23	250	2	21.45	593.91		
24	250	3	19.12	675.97		
25	250	4	19.34	687.19		

*Gambar 6.3 Format data satu faktor dalam Ms Excel.*

Contoh 2 adalah data dari Gambar 3.3 hasil percobaan 2 (dua) faktor yang telah dimasukkan ke dalam worksheet Excel.

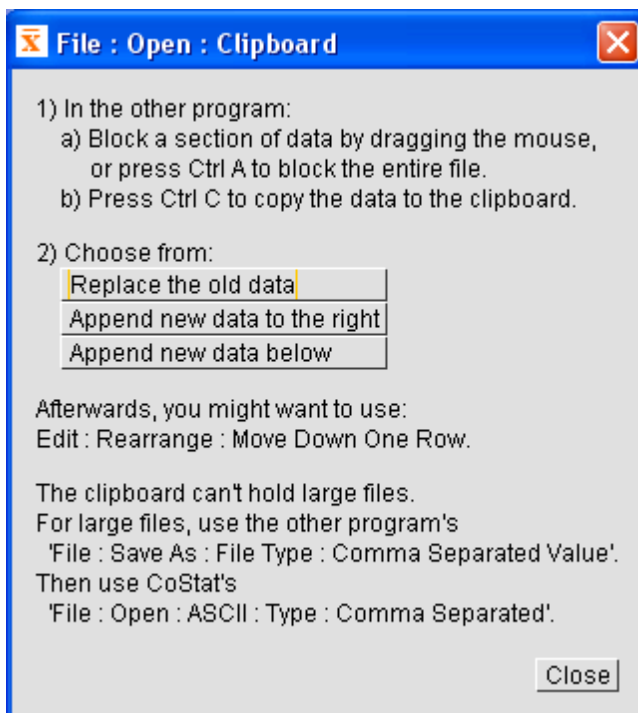
	A	B	C	D	E	F	G
1	Dosis Pupuk FA	Inokulasi FMA	Ulangan	Y1 BK Tajuk	Y2 Diameter Batang	Y3 Tinggi Tanaman	Y4 ...
2	0	0	1	1.40	4.75	23.50	
3	0	0	2	1.63	5.25	28.00	
4	0	0	3	2.02	4.75	19.33	
5	0	1	1	4.49	6.55	33.00	
6	0	1	2	2.18	5.75	26.50	
7	0	1	3	4.19	6.75	30.50	
8	0	2	1	5.17	7.05	33.50	
9	0	2	2	5.52	7.50	39.50	
10	0	2	3	4.26	7.50	38.50	
11	0.5	0	1	2.10	5.50	29.50	
12	0.5	0	2	2.37	4.45	23.00	
13	0.5	0	3	3.74	6.10	27.50	
14	0.5	1	1	5.59	7.05	37.00	
15	0.5	1	2	4.31	6.00	38.00	
16	0.5	1	3	4.19	6.90	37.50	
17	0.5	2	1	5.98	7.60	42.50	
18	0.5	2	2	5.18	7.50	43.00	
19	0.5	2	3	5.50	7.65	45.50	
20	1	0	1	2.89	5.50	34.50	
21	1	0	2	2.77	4.85	27.50	
22	1	0	3	3.14	5.50	27.00	
23	1	1	1	4.54	6.75	39.00	
24	1	1	2	5.30	6.80	36.50	
25	1	1	3	5.88	6.75	33.50	
26	1	2	1	6.54	8.10	39.00	
27	1	2	2	7.39	8.20	45.50	
28	1	2	3	5.07	8.15	43.50	
29	1.5	0	1	4.21	6.35	38.00	
30	1.5	0	2	2.57	4.75	24.50	
31	1.5	0	3	3.41	6.00	26.50	
32	1.5	1	1	6.24	7.75	36.00	
33	1.5	1	2	5.69	7.05	38.00	
34	1.5	1	3	4.98	5.70	36.50	
35	1.5	2	1	6.88	8.30	39.50	
36	1.5	2	2	6.82	8.00	43.50	
37	1.5	2	3	7.57	7.90	45.00	
38	2	0	1	3.28	5.60	35.50	
39	2	0	2	2.68	5.15	23.50	
40	2	0	3	3.74	5.60	24.50	
41	2	1	1	5.71	6.80	42.50	
42	2	1	2	7.08	6.50	30.00	
43	2	1	3	6.19	5.80	31.50	
44	2	2	1	7.11	8.10	43.00	
45	2	2	2	7.24	8.20	39.00	
46	2	2	3	7.71	7.25	42.50	

*Gambar 6.4 Format data dua faktor dalam Ms Excel.*

### 6.3 Mengimport Data Dari Excel

Data yang telah disiapkan dalam worksheet Excel dapat disalin langsung ke dalam worksheet data CoStat. Langkah-langkah yang diperlukan adalah :

1. Aktifkan program Excel dan buka file data yang akan disalin ke dalam program CoStat.
2. Blok seluruh data dalam worksheet Excel, kemudian klik kanan pada mouse, dan pilih **Copy**.
3. Aktifkan program **CoStat**, tekan tombol [Ctrl] [K] [V], maka akan ditampilkan kotak dialog seperti pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5 Kotak dialog pilihan menempatkan data salinan dari MsExcel.

4. Dalam kotak dialog menu, pilih 2) *Choose from:*  
**Replace the old data.**

Hasil salinan data dari MsExcel (Gambar 6.3) akan tampak seperti Gambar 6.6 berikut :

Row	Dosis Bokashi	Ulangan	Y1-Bobot buah/petak (kg)	Y2-bobot buah/tan (g)
1	0	1	13.41	513.9
2	0	2	13.64	482.24
3	0	3	12.43	395.9
4	0	4	13.69	386.73
5	50	1	16.85	393.71
6	50	2	15.03	586.75
7	50	3	14.29	647.56
8	50	4	15.12	567.87
9	100	1	14.74	589.36
10	100	2	18.45	737.78
11	100	3	15.73	628.75
12	100	4	16.31	612.97
13	150	1	21.58	862.93
14	150	2	20.09	803.53
15	150	3	18.94	694.34
16	150	4	19.2	705.09
17	200	1	20.25	657.62
18	200	2	19.26	643.03
19	200	3	18.55	631.92
20	200	4	18.89	597.76
21	250	1	21.11	704.95
22	250	2	21.45	593.91
23	250	3	19.12	675.97
24	250	4	19.34	687.19

*Gambar 6.6 Hasil salinan data satu faktor dari MsExcel.*

Apabila data telah disalin ke dalam lembar data CoStat, maka data tersebut telah siap untuk dilakukan Anova dan uji lanjut.



Dengan langkah-langkah yang sama, maka untuk data 2 (dua) faktor (Gambar 6.4) yang telah dimasukkan ke dalam worksheet CoStat dan ditampilkan seperti pada Gambar 6.7.

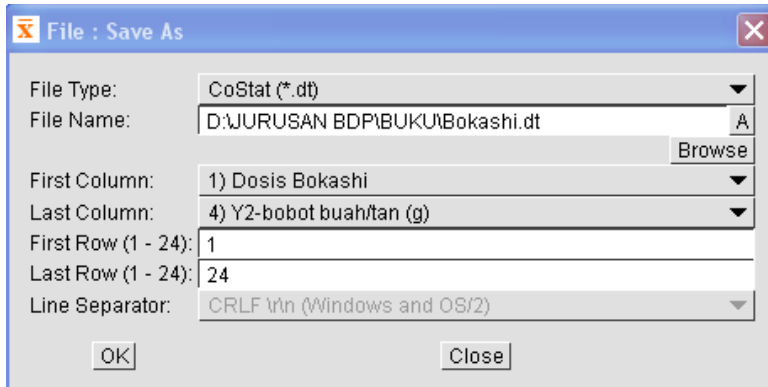
Row	Dosis Pupuk FA	Inokulasi FMA	Ulangan	Y1 BK Tajuk	Y2 Diameter Batang	Y3 Tinggi Tanaman
1	0	0	1	1.4	4.75	23.5
2	0	0	2	1.63	5.25	28
3	0	0	3	2.02	4.75	19.33
4	0	1	1	4.49	6.55	33
5	0	1	2	2.18	5.75	26.5
6	0	1	3	4.19	6.75	30.5
7	0	2	1	5.17	7.05	33.5
8	0	2	2	5.52	7.5	39.5
9	0	2	3	4.26	7.5	38.5
10	0.5	0	1	2.1	5.5	29.5
11	0.5	0	2	2.37	4.45	23
12	0.5	0	3	3.74	6.1	27.5
13	0.5	1	1	5.59	7.05	37
14	0.5	1	2	4.31	6	38
15	0.5	1	3	4.19	6.9	37.5
16	0.5	2	1	5.98	7.6	42.5
17	0.5	2	2	5.18	7.5	43
18	0.5	2	3	5.5	7.65	45.5
19	1	0	1	2.89	5.5	34.5
20	1	0	2	2.77	4.85	27.5
21	1	0	3	3.14	5.5	27
22	1	1	1	4.54	6.75	39
23	1	1	2	5.3	6.8	36.5
24	1	1	3	5.88	6.75	33.5
25	1	2	1	6.54	8.1	39
26	1	2	2	7.39	8.2	45.5
27	1	2	3	5.07	8.15	43.5
28	1.5	0	1	4.21	6.35	38
29	1.5	0	2	2.57	4.75	24.5
30	1.5	0	3	3.41	6	26.5
31	1.5	1	1	6.24	7.75	36
32	1.5	1	2	5.69	7.05	38
33	1.5	1	3	4.98	5.7	36.5
34	1.5	2	1	6.88	8.3	39.5
35	1.5	2	2	6.82	8	43.5
36	1.5	2	3	7.57	7.9	45
37	2	0	1	3.28	5.6	35.5
38	2	0	2	2.68	5.15	23.5
39	2	0	3	3.74	5.6	24.5
40	2	1	1	5.71	6.8	42.5
41	2	1	2	7.08	6.5	30
42	2	1	3	6.19	5.8	31.5
43	2	2	1	7.11	8.1	43
44	2	2	2	7.24	8.2	39
45	2	2	3	7.71	7.25	42.5

Gambar 6.7 Hasil salinan data dua faktor dari MsExcel.

## 6.4 Menyimpan Data Dalam CoStat

Data yang telah disalin dari Excel ke dalam kolom data CoStat dapat disimpan dengan langkah-langkah berikut :

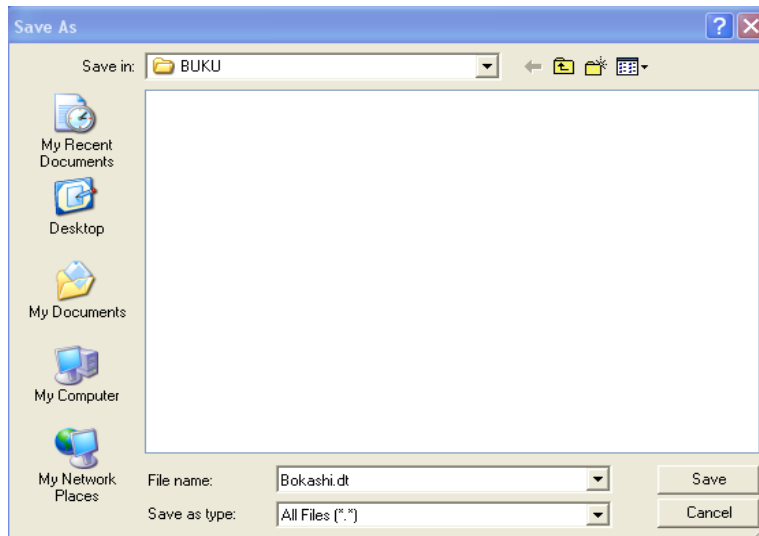
1. Pada menu pilih **File > Save As**. Kotak dialog akan ditampilkan seperti pada Gambar berikut.



*Gambar 6.8 Kotak dialog untuk menyimpan dokumen/file.*

Nama file CoStat diberi ekstention **.dt**.

2. Klik **Browse**, maka akan ditampilkan kotak dialog berikut :



*Gambar 6.9 Kotak dialog menentukan folder penyimpanan file dan memasukkan nama file.*

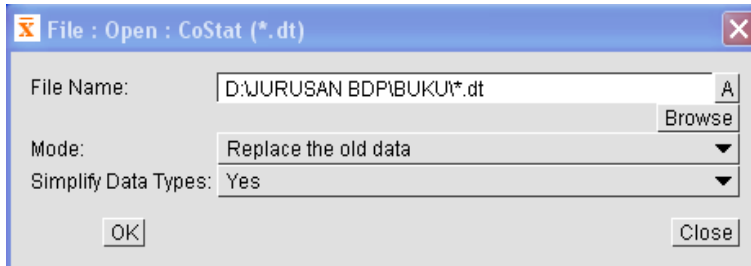
Dalam kotak dialog, tentukan folder tempat menyimpan file data dan tuliskan nama file (*nama file.dt*) dan klik **Save**.

3. Kotak dialog Gambar 6.8 akan ditampilkan kembali, selanjutnya klik **OK**.

**Untuk** membuka/memanggil file yang telah disimpan sebelumnya maka dapat dilakukan dengan cara :

1. Memilih menu **File > Open > CoStat (\*.dt)**.

Kotak dialog akan ditampilkan seperti pada Gambar 6.10.



*Gambar 6.10 Kotak dialog membuka file data.*

2. Dalam kotak dialog, pilih **Browse**
3. Tentukan lokasi/folder yang telah digunakan untuk menyimpan data sebelumnya, tuliskan nama file pada kolom **File name**, klik **Open**, klik **OK**, atau klik dua kali pada nama file yang akan dibuka.

Worksheet data CoStat akan terbuka dan siap untuk dilakukan analisis data.

## 6.5 ANOVA Data Percobaan

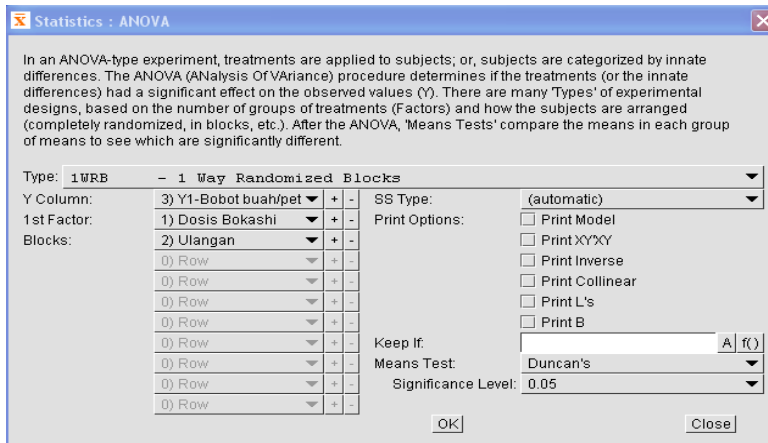
Anova dapat dilakukan terhadap data yang telah disalin ke dalam CoStat. Data percobaan dengan banyak variabel/perubah yang telah disiapkan dapat sekaligus dilakukan Anova. Data percobaan satu faktor dalam Rancangan Acak Kelompok (Gambar 6.6) maupun dua faktor dalam Rancangan Acak Lengkap (Gambar 6.7) di atas dapat langsung dilakukan Anova.

### 6.5.1 ANOVA Data Percobaan Satu Faktor

Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan Anova data percobaan satu faktor (Gambar 6.6) adalah sebagai berikut:

1. Setelah data dimasukkan dalam worksheet CoStat, pilih menu **Statistics > ANOVA**

Layar monitor akan menampilkan kotak dialog. Dalam kotak ini kita harus menentukan jenis rancangan percobaan yang digunakan, faktor perlakuan, variabel yang akan diuji, uji lanjut, dan selang kepercayaan.

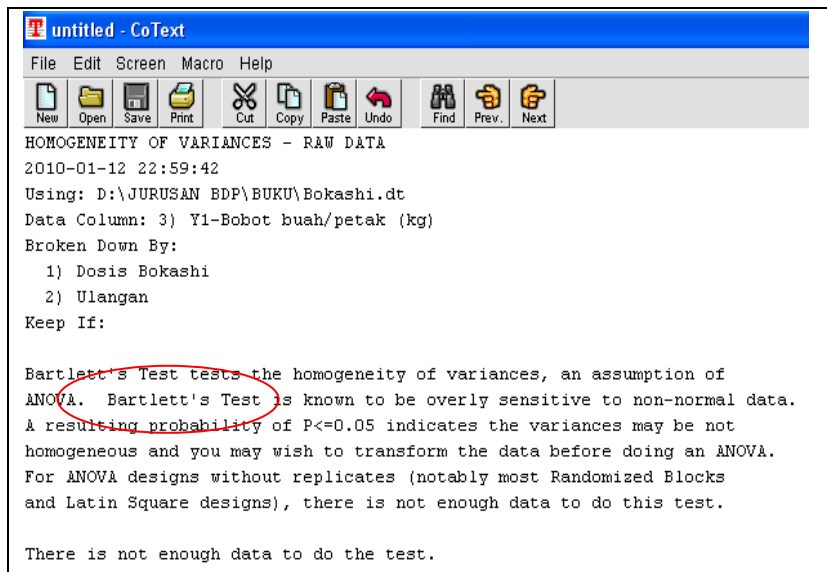


Gambar 6.11 Menu pilihan dalam Anova dan uji lanjut data percobaan satu faktor.

2. Tentukan pilihan jenis rancangan percobaan yang digunakan dengan cara klik tanda panah, kemudian pilihlah jenis rancangan yang digunakan (**1 Way Randomized Blocks**).
3. Tentukan peubah/variabel yang akan diuji dengan klik tanda panah atau tanda + dan - (**Y1 Bobot buah/petak**).

4. Tentukan faktor perlakuan dengan klik tanda panah atau tanda + dan - (Dosis **Bokashi**).
5. Tentukan Ulangan (Blocks) dengan klik tanda panah atau tanda + dan - .
6. Tentukan Uji lanjut yang akan digunakan untuk uji rerata (Means Test), misalnya **Duncan's**.
7. Tentukan selang kepercayaan uji (**Significance level**), misalnya 0.05.
8. Klik **OK**.

Hasil Anova data (Y1 Bobot buah/petak) akan ditampilkan seperti pada Gambar 6.12 berikut :



ANOVA  
 2010-01-12 22:59:42  
 Using: D:\JURUSAN BDP\BUKU\Bokashi.dt  
 .AOV Filename: 10RB.AOV - 1 Way Randomized Blocks  
 Y Column: (3) Y1-Bobot buah/petak (kg)  
 1st Factor: 1) Dosis Bokashi  
 Blocks: 2) Ulangan  
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0  
 Rows which remain: 24

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	3	9.475979167	3.1586597	3.7514083	.0342 *
Main Effects					
Dosis Bokashi	5	161.6945208	32.338904	38.407566	.0000 ***
Error	15	12.62989583	0.8419931<-		
Total	23	183.8003958			
Model	8	171.1705	21.396313	25.411507	.0000 ***

R<sup>2</sup> = SSmodel/SStotal = 0.93128471908  
 Root MSError = sqrt(MSError) = 0.91760179575  
 Mean Y = 17.3945833333  
 Coefficient of Variation = (Root MSError) / abs(Mean Y) \* 100% = 5.2752157%

Compare Means  
 Factor: 1) Dosis Bokashi  
 Test: Duncan's  
 Significance Level: 0.05  
 Variance: 0.84199305556  
 Degrees of Freedom: 15  
 Keep If:

n Means = 6  
 LSD 0.05 = 1.38297494988

Rank	Mean	Name	n	Non-significant ranges
1	250	20.255	4	a
2	150	19.9525	4	a
3	200	19.2375	4	a
4	100	16.3075	4	b
5	50	15.3225	4	b
6	0	13.2925	4	c

Gambar 6.12 Window output Anova dan Uji Duncan's terhadap Y<sub>1</sub>-bobot buah/petak.

Dari Output Anova Gambar 6.12 menunjukkan bahwa hasil analisis didahului dengan Uji kehomogenan data Bartlett's dan dilanjutkan dengan hasil Anova dan uji lanjut Duncan's. Dari Anova menunjukkan bahwa perlakuan dosis bokashi berpengaruh sangat nyata ( $P = 0.0000;***$ ) dan koefisien keragaman (*Coefficient of variation*) adalah 5.2752157%. Uji lanjut Duncan's telah ditunjukkan rangking nilai rerata perlakuan sekaligus dengan huruf pembeda perlakuan.

Anova untuk peubah selanjutnya dan seluruh peubah/variabel lainnya yang telah dimasukkan dalam data sesungguhnya dapat langsung dianalisis dengan cara mengulangi langkah 3 dan 8.

Pilih peubah satu per satu ( $Y_1$ ,  $Y_2$ , atau  $Y_n$ ) dengan cara klik pada tanda + atau - pada Gambar 5.11, kemudian klik **OK**. Hasil Anova untuk setiap peubah akan ditampilkan di bawah hasil Anova dari peubah sebelumnya. Jika secara berurutan maka hasil Anova  $Y_1$ , dilanjutkan Anova  $Y_2$ ,  $Y_3$  dan seterusnya hingga seluruh peubah selesai dianalisis.

Berikut adalah Anova terhadap  $Y_2$  bobot buah/tanaman yang sesungguhnya disajikan dalam window Anova CoStat berurutan setelah Anova  $Y_1$  bobot buah/tanaman (Gambar 5.13).



```

ANOVA
2010-01-13 21:45:15
Using: D:\JURUSAN BDP\BUKU\bokashi.dt
.AOV Filename: 1MRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
  Y Column: 4) Y2-bobot buah/tan (g)
  1st Factor: 1) Dosis Bokashi
  Blocks: 2) Ulangan
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 24

Source              df Type III SS      MS          F          P
-----
Blocks              3   7185.3283 2395.1094   0.437136   .7297 ns
Main Effects
  Dosis Bokashi     5  239562.3341 47912.467  8.7445965  .0005 ***
Error               15  82186.4106  5479.094<-
-----
Total               23  328934.073
Model               8  246747.6624 30843.458  5.6292989  .0020 **

R^2 = SSmodel/SStotal = 0.75014321304
Root MSError = sqrt(MSError) = 74.0209027235
Mean Y = 616.74
Coefficient of Variation = (Root MSError) / abs(Mean Y) * 100% = 12.001962%

Compare Means
Factor: 1) Dosis Bokashi
Test: Duncan's
Significance Level: 0.05
Variance: 5479.09404
Degrees of Freedom: 15
Keep If:

n Means = 6
LSD 0.05 = 111.561523429

Rank Mean Name      Mean      n Non-significant ranges
-----
  1 150             766.4725  4 a
  2 250             665.505   4 ab
  3 100             642.215   4 b
  4 200             632.5825  4 b
  5 50              548.9725  4 bc
  6 0               444.6925  4 c

```

Gambar 6.13 Output Anova CoStat  $Y_2$  bobot buah/tanaman.

Interpretasi hasil output Gambar 5.13 sama dengan output Gambar 5.12. Perhatikan *P-value* untuk Dosis Bokashi, koefisien keragaman, dan hasil perbandingan rerata uji Duncan's.

### 6.5.2 ANOVA Data Percobaan Dua Faktor

Data dalam Gambar 6.7 merupakan data percobaan 2 (dua) faktor yang dirancang dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 peubah **Y1** Bobot Kering Tajuk, **Y2** Diameter Batang, dan **Y3** Tinggi Tanaman.

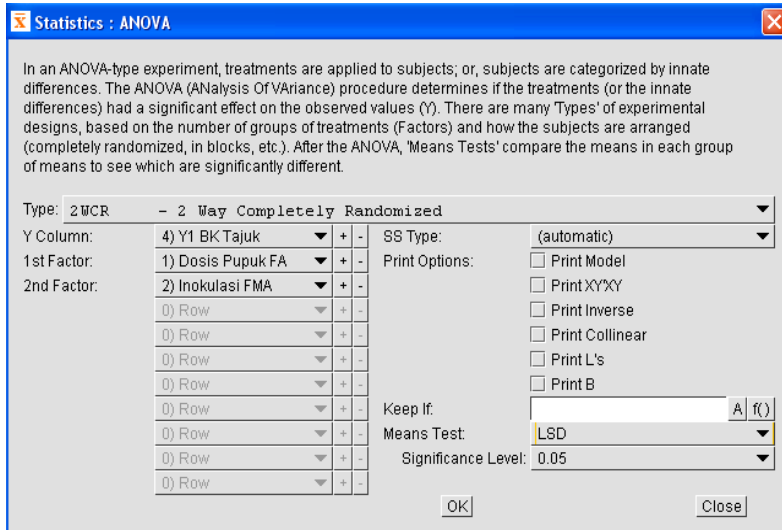
Langkah-langkah menyalin data dari Excel ke dalam CoStat sama dengan cara menyalin data dalam Anova satu faktor yaitu :

1. Blok data dalam Excel, klik kanan mouse dan pilih **Copy**
2. Aktifkan program CoStat, tekan tombol [Ctrl] [K] [V]
3. Layar monitor akan menampilkan kotak dialog. Dalam kotak dialog pilih **Replace the old data** (Gambar 6.5).
4. Data telah tersalin dalam window/lembar data CoStat dan telah siap untuk dilakukan Anova.

Langkah-langkah melakukan Anova dan Uji lanjut (LSD) data percobaan dua faktor dalam CoStat adalah sebagai berikut :

1. Setelah data dimasukkan dalam worksheet CoSat, pilih menu **Statistics > ANOVA**

Layar monitor akan menampilkan kotak dialog. Dalam kotak dialog ini kita harus menentukan jenis/**Type** rancangan percobaan yang digunakan, faktor perlakuan, variabel yang akan diuji, uji lanjut, dan selang kepercayaan.



Gambar 6.14 Menu pilihan dalam Anova dan uji lanjut data percobaan dua faktor.

2. Tentukan pilihan jenis rancangan percobaan yang digunakan (**Type**) dengan cara klik tanda panah, kemudian pilihlah jenis rancangan yang digunakan (**2 Way Completely Randomized**).
3. Tentukan peubah/variabel yang akan diuji (**Y Column**) dengan klik tanda panah atau tanda + dan - (**Y1 BK Tajuk**).
4. Tentukan faktor pertama (**1<sup>st</sup> Factor**) dengan klik tanda panah atau tanda + dan - (**Dosis Pupuk FA**).

5. Tentukan faktor kedua (**2<sup>st</sup> Factor**) dengan klik tanda panah atau tanda + dan – (***Inokulasi FMA***).
6. Tentukan Uji lanjut yang akan digunakan untuk uji rerata (Means Test), misalnya **LSD**.
7. Tentukan selang kepercayaan uji (***Significance level***), misalnya 0.05.
8. Klik **OK**

Hasil Anova dan uji lanjut LSD untuk 'Y1 BK Tajuk' akan ditampilkan dalam window output. Untuk melanjutkan Anova dan uji lanjut peubah 'Y2 Diameter batang' **ulangi langkah ke-3** dengan klik tanda panah atau tanda + dan – untuk memasukkan data Y2 tersebut dan dilanjutkan dengan klik **OK**. Hasil Anova dan uji lanjut LSD akan di tampilkan dalam window output CoStat di bawah hasil Y1. Anova dan uji lanjut pada peubah-peubah yang lain akan disajikan pada halaman selanjutnya.

Output Anova dan uji lanjut LSD data percobaan dua faktor di atas disajikan pada Gambar 5.15.

```

ANOVA
2010-01-14 09:46:39
Using: C:\Program Files\cohort6\clipboard.dt
.AOV Filename: 2WCR.AOV - 2 Way Completely Randomized
  Y Column: 4) Y1 BK Tajuk
  1st Factor: 1) Dosis Pupuk FA
  2nd Factor: 2) Inokulasi FMA
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 45

```

Source	df	Type III SS	MS	F	P
<b>Main Effects</b>					
Dosis Pupuk FA	4	27.93506667	6.9837667	13.76202	.0000 ***
Inokulasi FMA	2	93.39725778	46.698629	92.023047	.0000 ***
<b>Interaction</b>					
Dosis Pupuk FA * Inokulas	8	2.05492	0.256865	0.5061712	.8420 ns
Error	30	15.224	0.5074667<-		
Total	44	138.6112444			
Model	14	123.3872444	8.8133746	17.367396	.0000 ***

$R^2 = SS_{\text{model}}/SS_{\text{total}} = 0.89016764072$   
 Root MSerror =  $\sqrt{MS_{\text{error}}} = 0.71236694664$   
 Mean Y = 4.7211111111  
 Coefficient of Variation =  $(\text{Root MSerror}) / \text{abs}(\text{Mean Y}) * 100\% = 15.088968\%$

```

Compare Means
Factor: 1) Dosis Pupuk FA
Test: LSD
-----
Significance Level: 0.05
Variance: 0.50746666667
Degrees of Freedom: 30
Keep If:

n Means = 5
LSD 0.05 = 0.68582163855

```

Rank	Mean	Name	n	Non-significant ranges
1	5.6377777778		9	a
2	5.3744444444		9	ab
3	4.8355555556		9	bc
4	4.3288888889		9	c
5	3.4288888889		9	d

## Compare Means

Factor: 2) Inokulasi FMA

Test: LSD

Significance Level: 0.05

Variance: 0.50746666667

Degrees of Freedom: 30

Keep If:

n Means = 3

LSD 0.05 = 0.53123515691

Rank	Mean Name	Mean	n Non-significant ranges
1	2	6.26266666667	15 a
2	1	5.104	15 b
3	0	2.79666666667	15 c

## ANOVA

2010-01-14 09:47:14

Using: C:\Program Files\cohort6\clipboard.dt

.AOV Filename: 2WCR.AOV - 2 Way Completely Randomized

Y Column: 5) 2 Diameter Batang

1st Factor: 1) Dosis Pupuk FA

2nd Factor: 2) Inokulasi FMA

Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0

Rows which remain: 45

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Main Effects					
Dosis Pupuk FA	4	2.242777778	0.5606944	2.081357	.1081 ns
Inokulasi FMA	2	45.39244444	22.696222	84.250773	.0000 ***
Interaction					
Dosis Pupuk FA * Inokulas	8	0.670888889	0.0838611	0.3113013	.9557 ns
Error	30	8.081666667	0.2693889<-		
-----					
Total	44	56.38777778			
-----					
Model	14	48.30611111	3.4504365	12.808385	.0000 ***

R<sup>2</sup> = SSmodel/SStotal = 0.85667697886

Root MSerror = sqrt(MSerror) = 0.51902686721

Mean Y = 6.5777777778

Coefficient of Variation = (Root MSerror) / abs(Mean Y) \* 100% = 7.8906112%

Compare Means  
 Factor: 1) Dosis Pupuk FA  
 Test: LSD  
 Significance Level: 0.05  
 Variance: 0.2693888889  
 Degrees of Freedom: 30  
 Keep If:

n Means = 5  
 LSD 0.05 = 0.49968609324

Rank	Mean Name	Mean	n Non-significant ranges
1	1.5	6.86666666667	9 a
2	1	6.73333333333	9 a
3	2	6.55555555556	9 ab
4	0.5	6.52777777778	9 ab
5	0	6.20555555556	9 b

Compare Means  
 Factor: 2) Inokulasi FMA  
 Test: LSD  
 Significance Level: 0.05  
 Variance: 0.2693888889  
 Degrees of Freedom: 30  
 Keep If:

n Means = 3  
 LSD 0.05 = 0.38705518349

Rank	Mean Name	Mean	n Non-significant ranges
1	2	7.8	15 a
2	1	6.59333333333	15 b
3	0	5.34	15 c

Compare Means  
 Factor: 2) Inokulasi FMA  
 Test: LSD  
 Significance Level: 0.05  
 Variance: 0.2693888889  
 Degrees of Freedom: 30  
 Keep If:

n Means = 3  
 LSD 0.05 = 0.38705518349

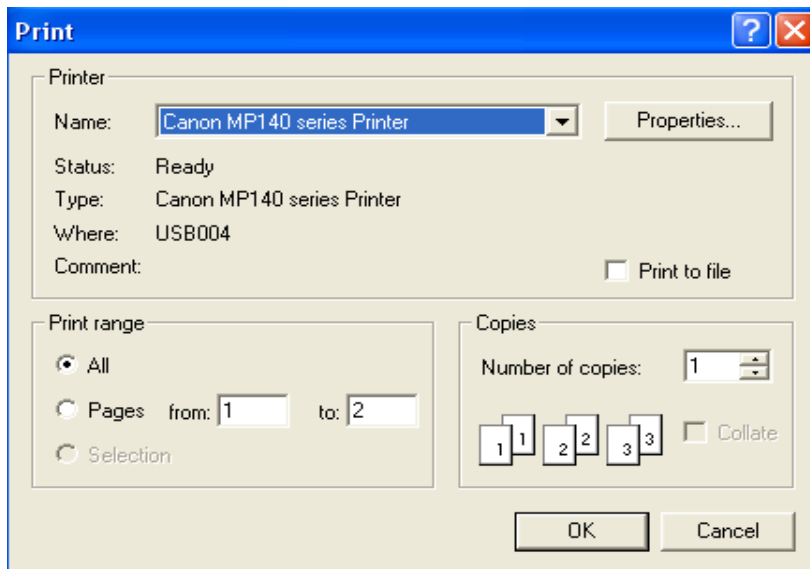
Rank	Mean Name	Mean	n Non-significant ranges
1	2	7.8	15 a
2	1	6.59333333333	15 b
3	0	5.34	15 c

Gambar 6.15 Ouput Anova dan uji lanjut LSD data percobaan dua faktor.

Output Anova dan uji lanjut pada Gambar 6.14 menunjukkan bahwa selain Anova juga ditampilkan hasil Uji Lanjut LSD. Uji lanjut LSD ditunjukkan baik untuk rerata faktor pertama (Dosis pupuk FA) maupun rerata faktor kedua (Inokulasi FMA) sekaligus dengan notasi pembedanya.

## 6.6 Mencetak Output Anova CoStat

Apabila output dalam window Anova langsung akan dicetak (print), maka dapat langsung ke menu dan klik **File > Print**. Setelah itu akan ditampilkan menu Print seperti Gambar 6.16 berikut :



*Gambar 6.16 Menu Print output Anova CoStat.*



Tentukan selang halaman output Anova yang akan dicetak, pilih jenis printer yang sesuai, tentukan jumlah rangkap cetakan, dan klik **OK**.

Output Anova CoStat sebelum dicetak sebaiknya disalin terlebih dahulu ke dalam MsWord. Setelah disalin jika perlu diedit supaya rapi selanjutnya dicetak sesuai prosedur dalam MsWord. Langkah-langkah menyalin output Anova dari CoStat ke MsWord agar isi filenya tetap tersaji dengan rapi (tidak rusak) adalah :

1. Blok (tanda) output Anova CoStat menggunakan *mouse*
2. Pilih Tool Bar, pilih **Copy**
3. Buka file baru pada MsWord, pilih *font* huruf **Courier New** dengan ukuran huruf **9**, kemudian klik kanan mouse dan klik **Paste**. Jika mungkin lakukan pengeditan seperlunya dan simpanlah file output tersebut.
4. Apabila output yang telah disalin akan dicetak, maka ikutilah prosedur cetak dalam MsWord.

Analisis data percobaan satu faktor dan dua faktor sekaligus dengan uji lanjutnya telah selesai dilakukan dalam CoStat. Output tersebut menjadi dasar dalam pengambilan keputusan atau kesimpulan tentang percobaan yang telah dilakukan. Interpretasi hasil analisis dan penarikan kesimpulan adalah kewajiban peneliti, software statistik hanyalah sebuah alat untuk membantu melakukan analisis data.

# DAFTAR PUSTAKA

- Gomez K.A. dan A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi ke 2. Terjemahan: Endang Sjamsuddin dan Justika S. Baharsjah. UI Press. 698 hal.
- Oramahi, H.A. 2009. *Perancangan Percobaan, Aplikasi dengan SPSS dan SAS*. Gaya Media. Yogyakarta. 223 hal.
- Stell, R.G.A dan J.H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik*. Edisi ke 2. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 748 hal.
- Suparno, A. 2009. The effectiveness of AMF Inoculum to Enhance the Potency of Papuan Crandallite Phosphate Rock and the Growth of Cocoa Seedling. *J. Tropical Soils* Vol. 14 No. 3
- Iriawan, N. dan S.P. Astuti. 2006. *Mengolah Data Statistik Menggunakan Minitab 14*. Andi Offset. Yogyakarta. 469 hal.

d  
t  
k  
h  
s  
a

Lampiran 1. Koefisien Orogonal Polinomial Perbandingan an  
Tiga Sampai Enam Perlakuan yang Berjarak Sama

Perlakuan (Banyaknya)	Derajat Polinomial	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Jumlah Kuadrat koefisien
3	Linear	-1	0	+1				2
	Kuadratik	+1	-2	+1				6
4	Linear	-3	-1	+1	+3			20
	Kuadratik	+1	-1	-1	+1			4
	Kubik	-1	+3	-3	+1			20
5	Linear	-2	-1	0	+1	+2		10
	Kuadratik	+2	-1	-2	-1	+2		14
	Kubik	-1	+2	0	-2	+1		10
	Kuartik	+1	-4	+6	-4	+1		70
6	Linear	-5	-3	-1	+1	+3	+5	70
	Kuadratik	+5	-1	-4	-4	-1	+5	84
	Kubik	-5	+7	+4	-4	-7	+5	180
	Kuartik	+1	-3	+2	+2	-3	+1	28
	Kuintic	-1	+5	-10	+10	-5	+1	252

Sumber: Gomez dan Gomez, 1995.

## Profil Penulis



**Dr. Ir. Antonius Suparno, M.P** dilahirkan di Gunung Kidul pada tanggal 16 Juni 1964. Penulis adalah anak ke enam dari P. Jatmodikromo dan B. Sadjem (alm). Pendidikan Dasar diselesaikan pada tahun 1977 di SD N Karangrejek III, Wonosari; Pendidikan Sekolah Penengah Pertama diselesaikan pada tahun 1981 di SMP N II Merauke; Pendidikan Sekolah Menengah Atas diselesaikan pada tahun 1984 di SMA N I Merauke. Gelar sarjana pertanian diperoleh pada tahun 1989

pada Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih Manokwari. Pada tahun 1991 penulis bekerja sebagai dosen pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Cenderawasih Manokwari yang saat ini telah berdiri sebagai Universitas Papua Manokwari. Pendidikan Pascasarjana diselesaikan pada tahun 1998 dari Program Studi Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Padjadjaran Bandung. Pada tahun 2008 penulis mendapatkan gelas Doktor dari Program Studi Agronomi Sekolah Pascasarjana IPB Bogor. Semenjak bekerja sebagai tenaga pengajar pada Universitas Cenderawasih – Universitas Papua hingga sekarang. Penulis menekuni bidang agronomi dengan penekanan pada pemanfaatan sumberdaya alam dalam meningkatkan produktifitas tanaman untuk kesejahteraan masyarakat. Penulis telah beberapa kali mendapatkan dana hibah penelitian dan pengabdian pada masyarakat dari Dirjen Dikti dan menjalin kerjasama dengan ACIAR, Oxfam, dan Pemda Papua – Papua Barat dalam pengembangan pertanian di tanah Papua. Beberapa artikel ilmiah telah diterbitkan dalam Jurnal Tanah Tropika, Bionatura, European Journal of Scientific Research, dan Journal of Agricultural Science. Penulis adalah anggota Asosiasi Mikoriza Indonesia.



**Dr. Ir. Abimanyu Dipo Nusantara, M.P** dilahirkan di Kota Purworejo, Jawa Tengah pada tanggal 25 Desember 1956. Penulis merupakan putra ketiga dari pasangan suami istri Drs. Sru Adji Surjadi (alm.) dan Hj. Sumarni. Pendidikan dasar sampai sarjana diselesaikan di Kota Jember, Jawa Timur. Gelar sarjana ilmu pertanian diperoleh pada tahun 1981 dari Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Selepas memperoleh gelar sarjana, penulis bekerja sebagai dosen di Universitas

Wisnuwardhana, Malang, Universitas Bondowoso, dan Universitas Moch. Sroedji, Jember, Jawa Timur. Pada tahun 1986, penulis *bedhol deso* ke Bengkulu untuk bekerja sebagai tenaga pengajar pada Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu sampai sekarang. Pendidikan Pascasarjana diselesaikan pada tahun 1994 pada Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Pada tahun 2011 penulis mendapatkan gelar Doktor dari Program Studi Ilmu Kehutanan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Semenjak bekerja sebagai tenaga pengajar di Universitas Bengkulu, penulis menekuni bidang Biologi Tanah dengan penekanan pada pemanfaatan sumber daya alam dan hayati untuk peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. Penulis telah beberapa kali memperoleh dana hibah penelitian dan pengabdian pada masyarakat dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan termasuk dari SEAMEO BIOTROP. Dari hasil penelitian tersebut, telah cukup banyak artikel ilmiah yang penulis terbitkan pada jurnal ilmiah terakreditasi maupun tidak terakreditasi dan pada beberapa fora nasional dan internasional. Penulis juga aktif sebagai pelatih pada pelatihan Reklamasi lahan Pascatambang, Penelusuran pustaka Digital, dan Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. Penulis merupakan anggota aktif dari Himpunan Ilmu Tanah Indonesia dan Asosiasi Mikoriza Indonesia.



# Perancangan Percobaan



Aplikasi Minitab,  
SAS, dan CoStat dalam

# Analisis Data

Berbagai macam software analisis statistika sudah tersedia. Semakin banyak software analisis statistika yang tersedia, akan semakin fleksibel dalam memilih prosedur analisis yang sesuai dengan percobaan yang sedang dilakukan.

Pemilihan prosedur analisis statistika yang tepat untuk suatu percobaan ditentukan oleh pengetahuan peneliti tentang alat statistik dan tentang masalah yang sedang diteliti. Kemampuan seseorang terhadap keduanya ini tidak selalu dapat dipenuhi.

Teknik analisis statistik yang umum digunakan untuk menganalisis data percobaan/penelitian khususnya bidang pertanian adalah analisis ragam (ANOVA) dan uji lanjut seperti *Beda Nyata Terkecil (BNT)*, *Duncan's*, *Tukey'HSD*, *Turkey-Kramer*, *Student-Newman-Keuls*, *Fisher's*, *Dunnett's*, *Ortogonal Kontras*, dan *Ortogonal Polinomial*.

Buku ini berisi tentang aplikasi Software Statistik yang meliputi Minitab, SAS, dan CoStat. Contoh-contoh aplikasi Software tersebut didasarkan pada contoh kasus baik percobaan satu faktor maupun percobaan faktorial mulai dari penyajian data hingga interpretasi hasil analisis dari setiap Software yang digunakan.

Buku ini dapat membantu mahasiswa agar secara mandiri dapat menganalisis data penelitian skripsi sehingga dapat mempercepat penyelesaian perkuliahannya. Di samping itu kehadiran buku ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu referensi bagi rekan-rekan peneliti dalam memilih dan melakukan analisis data percobaan sehingga diperoleh suatu kesimpulan yang tepat.

ISBN 602-7825-36-7



9 786027 825369

Penerbit **ALFABETA**

Jl. Gegerkalong Hilir Bandung  
Telp. 022-2008822 Fax. 022-2020373  
e-mail: [alfabetabdg@yahoo.co.id](mailto:alfabetabdg@yahoo.co.id)  
website: [www.cvalfabetabeta.com](http://www.cvalfabetabeta.com)

ISBN: 978-602-7825-36-9

Sta55-176