



KARAKTERISIASI ULAT SUTERA (*Bombyx mori* L.) SEBAGAI BIOLOGI DOSIMETRI SINAR GAMMA (γ) Cs¹³⁷

RURY MULANDA



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2003

ABSTARK

Rury Mulanda. G07499014. Karakterisasi Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Sebagai biologi Dosimetri Sinar Gamma (λ) Cs¹³⁷. Dibimbing oleh Bapak Ir. Irmansyah M.Si, dan Bapak Dr. drh. Koekoeh Santoso.

Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak mungkin dapat menghindarkan diri dari serbuan radiasi alam. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini menggunakan ulat sutera sebagai hewan percobaan yang digunakan untuk mencari bioindikator dari radiasi sinar gamma.

Data yang diperoleh dari pemaparan radiasi sinar gamma terhadap berat badan menunjukkan bahwa pada dosis 0 Gy baik pada larva IV dan V menunjukkan nilai tertinggi. Jika dilihat berdasarkan lama hidup dari ulat sutera pada perlakuan hari dosis 20 Gy pada hari ke-13 menghasilkan ulat sutera yang baik jika dilihat dari kontrol. Hal ini disebabkan terdapat efek positif (Hormon Hormesis) pada ulat sutera dan oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Data kematian yang diperoleh menunjukkan bahwa pada dosis 0 Gy- 80 Gy dapat mati banyak disebabkan oleh jamur pada daun murbei, berbeda pada dosis diatas 100 Gy. Dari data berat badan dan kematian akibat pemaparan radiasi sinar gamma yang diperoleh maka dimodelkan dengan metode Gompertz yang menunjukkan hubungan antara kematian dengan dosis. Sehingga banyaknya kematian yang timbul akibat radiasi bisa diketahui seberapa dosis yang dikenainya. Pada instar IV dimodelkan sebagai $\mu = -7.43013 e^{-0.0198 X_1}$ dan pada instar V dimodelkan sebagai $\mu = -7.43013 e^{-0.0198 X_1 + 0.7523}$. Dimana X₁ menyatakan dosis dan μ menyatakan ln dari kematian. Sehingga dari Model yang didapati ini dapat menunjukkan LD50, pada instar IV bisa menyebabkan LD50 pada dosis 119,6 Gy dan pada instar V pada dosis 157,6 Gy.

Keterangan: LD (Lethal Dosis)

LD50 ialah pada dosis dimana dapat menyebabkan kematian populasinya menjadi 50%



KARAKTERISASI ULAT SUTERA (*Bombyx mori L.*) SEBAGAI BIOLOGI DOSIMETRI SINAR GAMMA (γ) Cs¹³⁷

RURY MULANDA

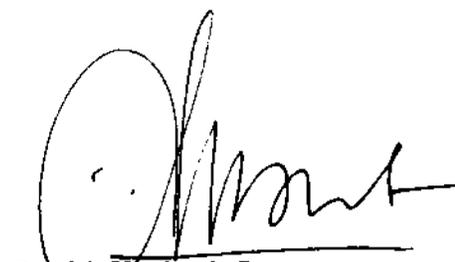
Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar
Sarjana Sains
Pada
Program Fisika

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2003

Judul Skripsi : Karakterisasi Ulat Sutera (Bombyx mori L.) Sebagai Biologi Dosimetri Sinar gamma (γ) Cs¹³⁷
Nama : Rury Mulanda
NRP : G07499014
Program Study : Fisika

Menyetujui,


Ir. Irmansyah, M.Si
Pembimbing I


Dr. drh Koekoeh Santoso
Pembimbing II

Mengetahui,



Dr. Klagus Dahlan
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus Skripsi: 8 Agustus 2003

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Singkawang, Kalimantan Barat pada tanggal 3 Januari 1982 dari ayah Adnan Ananda dan ibu Mulwaty. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis memulai pendidikan sekolah dasar pada tahun 1986 dan melanjutkan pendidikan tingkat pertama pada tahun 1993. Pada tahun 1996 penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMU N7 Pontianak. Pada tahun 1999 penulis lulus dari SMU N7 Pontianak dan pada tahun yang sama penulis lulus seleksi masuk IPB melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB. Penulis masuk jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis juga aktif dalam organisasi, periode 2000/2001 menjadi anggota Badan Eksekutif Mahasiswa FMIPA seksi Seni dan Olah Raga. Penulis juga pernah menjadi asisten Fisika Dasar I tahun 2000/2001, Fisika Dasar II tahun 2001/2002, dan Elektronika Dasar pada tahun 2002/2003.

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University. Dokumen ini adalah hak milik IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi IPB University di alamat email: ipb@ipb.ac.id

DAFTAR ISI

Teks	Halaman
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GRAFIK.....	vii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang Masalah.....	1
Tujuan Penelitian.....	1
Hipotesa Penelitian.....	1
TINJAUAN PUSTAKA.....	1
Radiasi Elektromagnetik.....	1
Sinar Gamma (γ).....	2
Peluruhan Sinar Gamma (γ).....	2
Sifat Sinar Gamma (γ).....	2
Cs-137.....	2
Aktivitas Radiasi.....	3
Interaksi Radiasi.....	3
Interaksi Radiasi Sinar Gamma dengan Materi.....	3
Efek Fotolistrik.....	3
Efek Compton.....	3
Efek Produksi Pasangan.....	4
Interaksi Radiasi Sinar Gamma dengan Sistem Biologi.....	4
a. Proses Fisika.....	4
b. Proses Kimia.....	5
c. Proses Biologi.....	5
Dosimetri.....	5
Hirarki Dosis.....	5
Dosis Serap.....	5
Ulat Sutera (<i>Bombyx mori L.</i>).....	6
Sistematika.....	6
Siklus Hidup Ulat Sutera (<i>Bombyx mori L.</i>).....	6
Metode Gompertz.....	6
BAHAN DAN METODE.....	6
Waktu dan Tempat Penelitian.....	6
Bahan dan Alat.....	7
Rancangan Percobaan.....	7
Prosedur Irradiasi dengan IBL437C.....	7
Pelaksanaan Penelitian.....	7
Disinfeksi Ruangan.....	7
Tahap Pemeliharaan.....	7

Parameter	8
Analisis Data	8
HASIL DAN PEMBAHASAN	8
Berat Badan Ulat Sutera (<i>Bombyx mori L.</i>)	10
Jumlah Kematian Ulat Sutera (<i>Bombyx mori L.</i>)	12
Pemodelan Dengan Metode Gompertz	12
KESIMPULAN DAN SARAN	12
Kesimpulan	13
Saran	13
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	15
Lampiran A	16
Lampiran B	17
1. Program SAS Berat Larva IV	24
2. Program SAS Berat Larva V	29
3. Program SAS Larva IV Yang Mati	37
4. Program SAS Larva V Yang Mati	42
5. Output Gompit Model	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Peluruhan Radioisotop Cs-137.....2
 Gambar 2. Aktivitas radiasi sebagai fungsi dari waktu ($T_{1/2}$)=Waktu Paro3
 Gambar 3. Efek Fotolistrik.....3
 Gambar 4. Efek Compton.....4
 Gambar 5. Efek Produksi Pasangan.....4
 Gambar 6. Ruangan sample ulat diradiasi.....7
 Gambar 7. Ulat Sutera yang Mati Berwarna Coklat.....11
 Gambar 8. Gejala Awal Ulat Sutera Membentuk Kokon.....12
 Gambar 9. Kokon Ulat Sutera Telah Terbentuk.....12

DAFTAR TABEL

Tabel 1. SAS Hasil Berat Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Berdasarkan Dosis Dalam Satuan Gram.....8
 Tabel 2. SAS Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Berdasarkan Dosis10

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs137 terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Instar IV dan V.....8
 Grafik 2. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs137 terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Instar IV Berdasarkan Hari Pengamatan.....9
 Grafik 3. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs137 terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Instar V Berdasarkan Hari Pengamatan.....10
 Grafik 4. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs137 terhadap Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Instar IV dan V.....10
 Grafik 5. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs137 terhadap Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Berdasarkan Hari Pengamatan Pada Instar IV.....10
 Grafik 6. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs137 terhadap Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Berdasarkan Hari Pengamatan Pada Instar V.....11

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan laporan praktikum adalah sebagai berikut:
 1. Laporan harus dibuat dengan rapi dan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 2. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 3. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 4. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 5. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 6. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 7. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 8. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 9. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.
 10. Laporan harus dibuat dengan menggunakan bahasa yang lugas dan jelas.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Sains nuklir, termasuk biologi radiasi mulai tumbuh pada akhir abad ke-19 pada saat ditemukannya sinar roentgen dan bahan-bahan radioaktif. Perkembangan-perkembangan berikutnya dari bidang ilmu pengetahuan ini tumbuh bersama dengan tumbuhnya Fisika nuklir, biologi sel dan timbulnya kesadaran akan kegunaan dan bahaya-bahaya yang disebabkan oleh radiasi pengion.

Sejak 70 tahun yang lalu penggunaan radiasi telah dilakukan pada diagnosa dan terapi serta bidang biologi, tanpa mengabaikan pengaruh-pengaruh biologis yang ditimbulkan akibat penggunaan radiasi itu sendiri. Alam itu sendiri memegang peranan penting terhadap timbulnya radiasi pada lingkungan dengan adanya bahan-bahan radioaktif alamiah. Radiasi alamiah ini ikut memegang peranan pula terhadap evolusi dari kehidupan yang ada sekarang dan kehidupan yang akan datang.

Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak mungkin dapat menghindarkan diri dari serbuan radiasi alam. Disadari ataupun tidak yang hidup dipermukaan bumi ini selalu mendapatkan jatah dosis radiasi yang berasal dari berbagai sumber radiasi alamiah di sekitar kita. Sumber radiasi alam ini dapat berasal dari ruang angkasa dalam bentuk radiasi kosmis maupun dari permukaan bumi, udara dan bahkan dari dalam tubuh kita sendiri.

Penggunaan sumber radioaktif yang kurang benar, terjadi kebocoran dari instalasi nuklir dan pembuangan limbah radionuklida dapat memberi efek negatif bagi kehidupan kita atau setidaknya benda-benda yang dekat dengan sumber radioaktif. Karena sinar radioaktif tidak bisa dideteksi dengan panca indra, sehingga pengaruh bisa diketahui jika telah terjadi kerusakan biologi pada lingkungan. Karena itu perlu dibuat bioindikator untuk mengetahui tingkat pencemaran dari sinar radioaktif.

Ulat sutera (*Bombyx mori L.*) merupakan jenis serangga yang memiliki siklus hidup cukup pendek. Lama periode larva (ulat) saat mulai menetas sampai membuat kokon lebih kurang dicapai dalam waktu satu bulan (Samsijah, 1984). Ulat sutera (*Bombyx mori L.*) adalah serangga yang mengalami metamorfosis sempurna, dalam hidupnya mengalami fase

telur, larva, pupa dan dewasa (Sangaku, 1975), dengan demikian ulat sutera (*Bombyx mori L.*) cocok dijadikan hewan model. Hal ini dikarenakan salah satunya adalah siklus hidup cukup pendek, sehingga penelitian yang dilakukan tidak memerlukan waktu yang lama.

Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan dosimetri biologi yaitu dengan menentukan bioindikator radiasi sinar gamma ulat sutera (*Bombyx mori L.*) sehingga dapat menentukan nilai dosis serapan yang akan dimodelkan dengan menggunakan metode Gompertz.

Hipotesa Penelitian

Dengan pemberian sinar gamma Cs¹³⁷ terhadap ulat sutera (*Bombyx mori L.*) akan mempengaruhi atau tidak akan mempengaruhi sama sekali pada penurunan berat badan ulat sutera (*Bombyx mori L.*) dan mortalitas (kematian) ulat sutera (*Bombyx mori L.*) pada instar IV dan instar V.

TINJAUAN PUSTAKA

Radiasi Elektromagnetik

Radiasi elektromagnetik memancarkan gelombang elektromagnetik. Menurut Max Planck (1960) pemancaran energi radiasi elektromagnetik dari sumbernya tidak berlangsung secara kontinu melainkan secara terputus-putus (diskrit), merupakan paket-paket yang harganya tertentu yang disebut kuanta. Besar energi setiap kuantum adalah bergantung pada frekuensi gelombang, persamaannya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots(1)$$

dimana E adalah energi dalam joule, ν adalah frekuensi (gelombang per detik), λ adalah panjang gelombang dan h adalah konstanta planck yang bernilai $6,6262 \cdot 10^{-34}$ joule detik.

Selanjutnya dari keberhasilan Einstein (1905) menggunakan teori kuantum untuk menerangkan mekanisme terjadinya efek fotolistrik, ditarik kesimpulan bahwa kuantum juga memiliki massa efektif yang selanjutnya

dikenal dengan nama foton. Besarnya massa efektif dari foton adalah:

$$m = \frac{h\nu}{c^2} \dots \dots \dots (2)$$

Sinar Gamma (γ)

Sinar gamma adalah radiasi elektromagnet yang dipancarkan dari inti atom tereksitasi yang mengikuti proses peluruhan radioaktif, sebagai suatu cara membuang energi eksitasi untuk menuju ke tingkat dasarnya. Inti yang tereksitasi biasanya kembali ke tingkat dasar dengan memancarkan radiasi- γ dengan energi $h\nu$, energi eksitasi yang sama dengan $h\nu$ dapat langsung diberikan kepada elektron atomnya sendiri.

Sinar gamma merupakan salah satu bentuk energi radiasi yang banyak digunakan dalam bidang kehidupan, seperti: biologi, kesehatan, industri dan pertanian (Amsyari, 1989; Darussalam, 1989), karena memiliki panjang gelombang yang pendek sehingga memiliki daya tembus yang besar.

Sinar gamma dapat dimanfaatkan dalam industri seperti untuk mensterilkan alat-alat kedokteran, sediaan farmasi, pengawetan bahan makanan, polimerisasi dan sintesa kimia.

Sumber iradiasi sinar gamma yang banyak digunakan dalam industri ada dua jenis yaitu cobalt-60 dan cesium-137. Dengan memancarkan Co^{60} akan diperoleh sinar gamma dengan energi maksimum sebesar 1,173 MeV, sedangkan peluruhan Cs^{137} dapat menghasilkan energi maksimum sebesar 0,662 MeV (Amsyari, 1989).

Peluruhan Sinar Gamma (γ)

Peluruhan sinar gamma (γ) memancarkan sinar gamma (γ) yang merupakan radiasi elektromagnetik. Peluruhan terjadi pada nuklida yang berada dalam keadaan tereksitasi yaitu nuklida yang memiliki tingkat energi diatas tingkat terendahnya (tingkat dasar). Tingkat energi dasar nuklida adalah energi ikat total dari nuklida stabil.

Nuklida tereksitasi biasanya terjadi dari nuklida yang melakukan peluruhan α atau β untuk mencapai tingkat energi dasar atau keadaan stabil dilakukan pelepasan energi melalui peluruhan γ (Soetioso Jatiman, 1977).

Sifat Sinar Gamma (γ)

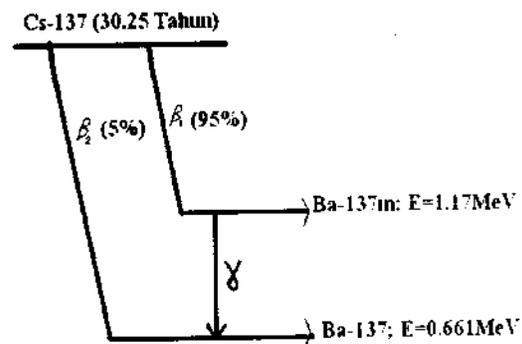
Sifat yang terjadi pada sinar γ yaitu:

- sinar γ adalah radiasi elektromagnetik terdiri dari foton yang energinya besar. Sinar γ dipancarkan dari nuklida tereksitasi dengan panjang gelombang antara $0,005 \text{ \AA}^0$ hingga $0,5 \text{ \AA}^0$
- Daya ionisasi dalam medium sangat kecil sehingga daya tembusnya sangat besar dibandingkan dengan daya tembus partikel α atau β
- Kemampuan untuk menghasilkan fluoresensi dan menghitamkan plat potret lebih besar dibandingkan dengan partikel α atau β
- Tidak dibelokkan oleh medan magnet
- Tidak bermuatan listrik
- Tidak bermassa

Cesium 137 (Cs^{137})

Cesium 137 (Cs^{137}) merupakan bahan radioaktif yang mempunyai waktu paruh yang cukup panjang yaitu 30,25 tahun, yang sifat kimianya sama dengan kalium (Etherington, 1958) dan termasuk jenis nuklida yang mudah larut sehingga mudah diserap oleh jaringan tubuh sehingga dapat merusak jaringan tersebut bila konsentrasinya tinggi.

Radioisotop Cs^{137} dapat meluruh menjadi barium metastabil ($Ba-137m$) dengan memancarkan partikel beta dengan energi 1.17 MeV, kemudian meluruhkan menjadi barium stabil ($Ba-137$) dengan memancarkan radiasi sinar gamma dengan energi 0,661 MeV.



Gambar 1. Skema peluruhan radioisotop $Cs-137$



Aktivitas Radiasi

Aktivitas radiasi adalah besaran yang menyatakan jumlah peluruhan yang terjadi per detik. Aktivitas radiasi biasanya dinyatakan dengan simbol A.

Persamaan umumnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$A(t) = \left| \frac{dN}{dt} \right| \dots\dots\dots(3)$$

$$A(t) = \left| \frac{dN_0 e^{-\lambda t}}{dt} \right| \dots\dots\dots(4)$$

$$A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \dots\dots\dots(5)$$

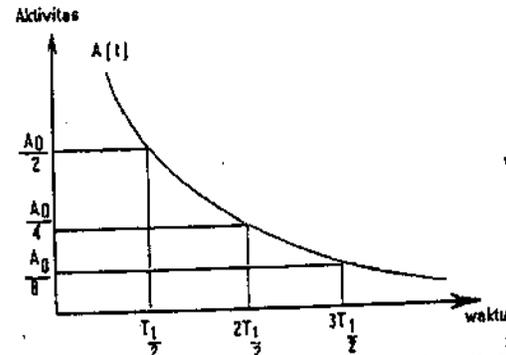
dimana A(t) adalah aktivitas radiasi pada saat t, sehingga A₀ yaitu aktivitas pada saat t=0, sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$A_0 = \lambda N_0 \dots\dots\dots(6)$$

oleh karena itu N(t)=N₀e^{-λt} dan A(t)=λN₀e^{-λt}, maka diperoleh hubungan:

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \dots\dots\dots(7)$$

Persamaan ini menyatakan bahwa radiasi berkurang secara eksponensial dengan waktu.



Gambar 2. Aktivitas radiasi sebagai fungsi dari waktu (T_{1/2})= Waktu paro

Interaksi Radiasi

Interaksi Radiasi sinar Gamma dengan Materi

Kehilangan energi dari sinar-γ pada saat melewati materi (zat) terjadi karena tiga proses utama, yaitu:

- efek fotolistrik

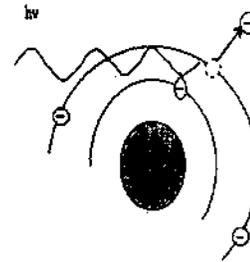
- efek Compton
- efek produksi pasangan

Efek fotolistrik dan efek Compton timbul karena interaksi antara sinar-γ dengan elektron-elektron dalam atom dari materi (zat) itu, sedangkan efek produksi pasangan timbul karena interaksi dengan medan listrik inti atom.

Efek fotolistrik

Mekanisme interaksi efek fotolistrik dominan pada energi foton di bawah 0.1 MeV. Dalam proses interaksi fotolistrik, seluruh energi foton terserap oleh salah satu elektron yang terikat kuat oleh atom dan kemudian elektron bersangkutan dilempar keluar oleh atomnya.

Bila energinya kecil, foton akan berinteraksi dengan elektron orbit luar atom, apabila energinya besar, elektron dari orbit lebih dalam akan dilepaskan juga. Disamping itu efek fotolistrik lebih banyak terjadi pada material dengan Z yang lebih besar.



Gambar 3. Efek fotolistrik

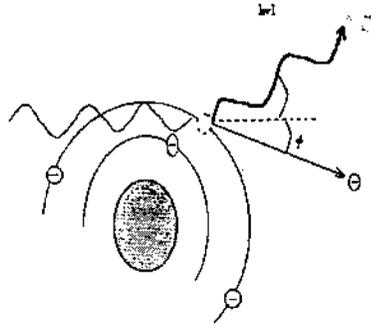
Efek Compton

Efek Compton adalah gejala yang timbul dalam proses interaksi foton dengan elektron bebas atau dengan elektron yang tidak terikat secara kuat pada atomnya yang menghasilkan foton lain yang berenergi lebih rendah dari foton datang. Foton lain itu disebut hamburan.

Pada efek ini foton dengan energi hν berinteraksi dengan elektron terluar dari atom,



selanjutnya foton dengan energi $h\nu$ dihamburkan dan elektron tersebut dilepaskan dari ikatannya dengan atom dan bergerak dengan energi kinetik tertentu. Proses efek Compton hanya terjadi apabila energi foton datang antara ± 0.5 MeV sampai ± 1 MeV.



Gambar 4. Efek Compton

Gambar diatas menunjukkan bagaimana tumbukan yang terjadi ketika foton datang menumbuk elektron dan kemudian mengalami hamburan dari arahnya semula sedangkan elektronnya menerima impulse dan mulai bergerak. Dalam tumbukan ini foton dapat dipandang sebagai partikel yang kehilangan jumlah energi yang besarnya sama dengan energi kinetik K yang diterima oleh elektron, walaupun sebenarnya kita mengamati dua foton yang berbeda. Jika foton semula mempunyai frekuensi ν , maka foton hambur mempunyai frekuensi yang lebih rendah ν' , sehingga;

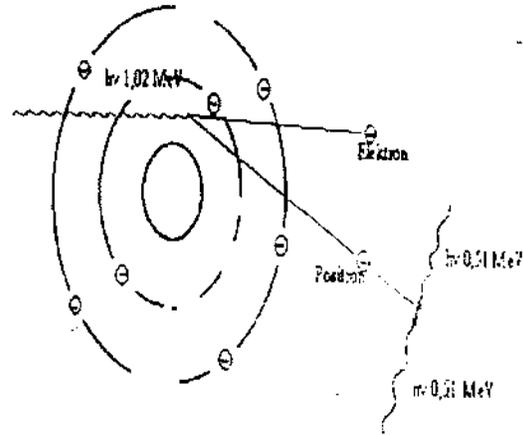
$$h\nu - h\nu' = K \dots\dots\dots(8)$$

(Arthur Beiser, 1995).

Efek Produksi Pasangan

Interaksi pada efek ini dengan medan listrik inti atau elektron yang mengakibatkan penyerapan total. Efek produksi pasangan, foton datang seluruhnya diserap dan kemudian terbentuk pasangan positron dan negatron dengan energi kinetik total tetap sama dengan energi foton datang.

Proses produksi pasangan hanya terjadi apabila energi foton datang ≥ 1.02 MeV.



Gambar 5. Proses Produksi Pasangan.

Interaksi Antara Radiasi dengan Sistem Biologi

Interaksi antara radiasi dengan sistem biologi melalui beberapa tahapan yaitu:

- a. Proses Fisika
- b. Proses Kimia
- c. Proses Biologi

Tahapan yang terjadinya proses radiasi dengan sistem biologi saling berkaitan.

a. Proses Fisika

Proses fisika ditandai dengan peristiwa penyerapan (absorpsi) energi oleh materi dan molekul dalam sel sesaat setelah terkena tumbukan radiasi, lalu kemudian diikuti peristiwa eksitasi dan ionisasi pada atom atau molekul-molekul tersebut. Peristiwa eksitasi terjadi apabila radiasi melintasi/mendekati suatu atom dan menimbulkan percepatan pada elektron yang bergerak pada orbitnya. Sedangkan peristiwa ionisasi terjadi bilamana radiasi dengan energi yang cukup besar melintasi/mendekati ataupun menumbuk suatu atom dan menyebabkan terlemparnya satu elektron keluar orbitnya.

b. Proses Kimia

Pada proses ini terjadi setelah proses fisika yang ditandai dengan perubahan molekul-molekul penting secara kimiawi. Pada perubahan molekuler secara kimiawi terpenting



setelah diradiasi pada makhluk hidup adalah dihasilkan suatu senyawa radikal bebas dan peroksida yang merupakan radiolisis molekul air. Karena pada makhluk hidup umumnya hampir 80% komposisi terdiri dari air.

c. Proses Biologi

Pada proses ini terjadi setelah proses kimia yang ditandai dengan berbagai macam perubahan molekul-molekul penting sel atau jaringan serta gangguan dan kerusakan pada sistem biologi. Pancaran sinar gamma bergerak menembus suatu medium dipengaruhi oleh tebal medium, komposisi medium dan besar dosis. Pada dasarnya tubuh makhluk hidup termasuk suatu medium yang relatif tidak padat dan tidak tebal karena sebagian besar ($\pm 80\%$) terdiri dari air. Oleh karena itu energi sinar gamma yang rendah dapat menembus keseluruhan tubuh organisme (Bethel, 1974).

Apabila energi sinar gamma mengenai tubuh, maka partikel radiasi langsung berinteraksi dengan bagian yang terkecil dari sel yaitu atom yang ada dalam sel. Apabila intensitas radiasi makin besar, maka gangguan fungsi sel-sel tersebut termanifestasi dalam waktu yang relatif singkat dapat terjadi gangguan secara total, sehingga menyebabkan kematian (Markham, 1978).

Menurut Soegiarto (1975), Ridwan, Amsyari (1989) dan Upton (1982), efek biologis dapat terjadi dalam dua hal yaitu:

a. Efek Langsung

Radiasi langsung mempengaruhi bahan-bahan biologis atau molekul-molekul biokimia dalam sel seperti enzim, RNA, DNA, protein dan sebagainya. Energi yang terserap langsung dapat memecahkan molekul-molekul tersebut menjadi fragmen-fragmen yang rusak atau tidak berfungsi lagi.

b. Efek Tidak Langsung

Radiasi tidak langsung mempengaruhi bagian sel yang hidup, namun mempengaruhi molekul-molekul air, energi radiasi akan mengubah molekul air menjadi ion-ion dan radikal bebas yang sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup. Efek radiasi ini bergantung pada jumlah radikal bebas yang terbentuk. Dengan demikian kerusakan pada komponen sel, tidak langsung sebagai akibat

radiasi tetapi oleh radikal-radikal bebas yang dihasilkan sebagai akibat radiolisis.

Dosimetri

Dosimetri radiasi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari berbagai besaran dan satuan dosis radiasi, sedangkan dosis adalah kuantisasi dari proses yang ditinjau sebagai akibat radiasi mengenai materi. Besaran Dosimetri secara langsung dikaitkan dengan akibat biologi yang ditimbulkannya ialah besaran yang dibatasi oleh jumlah energi yang diserap dari radiasi oleh jaringan biologi, atau energi yang diserahkan oleh radiasi pengion kepada bahan.

Hirarki Dosis

a. Penyinaran (X)

Besaran radiasi untuk pertama kali diperkenalkan yaitu penyinaran dengan simbol X, yang pada kongres Radiologi pada tahun 1928 didefinisikan sebagai kemampuan radiasi sinar-X atau sinar- γ untuk menimbulkan ionisasi. Satuannya adalah Roentgen atau R, dimana 1 R adalah besaran penyinaran yang dapat menyebabkan terbentuknya muatan listrik sebesar 1 esu (electro-static-unit) pada satuan elemen volume udara sebesar 1 cc, pada kondisi temperatur dan tekanan normal. Persamaan penyinaran dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X = \frac{dQ}{dm} \dots \dots \dots (9)$$

dengan dQ merupakan jumlah muatan pasangan ion yang terbentuk disuatu elemen volume udara bermassa dm.

Dalam satuan SI, besaran X berdimensi suatu muatan persatuan massa, yaitu J/Kg. Sehingga dapat dinyatakan:
 $1R = 2.58 \times 10^{-4} \text{ J/Kg}$

Dosis Serap

Apabila radiasi mengenai suatu bahan, maka akan terjadi penyerapan energi di dalam bahan tersebut melalui berbagai macam proses/interaksi. Dosis serap (D) didefinisikan sebagai energi rata-rata yang diserap bahan persatuan massa bahan tersebut.



1 rad=100 erg/g
 1 gray(Gy)=1 J/Kg , sehingga
 1 Gy=100 rad

Ulat Sutera (*Bombyx mori. L*)

Sistematika

Sistematika ulat sutera sebagai berikut:

- Phyllum : Arthropoda
- Kelas : Insekta
- Ordo : Lepidoptera
- Familli : Bombycidae
- Genus : Bombyx
- Spesies : Bombyx mori L.

Siklus Hidup Ulat Sutera (*Bombyx mori. L*)

Ulat Sutera (*Bombyx mori. L*) termasuk serangga yang selama hidupnya mengalami metamorposa sempurna yaitu dimulai dari telur, ulat (larva), kepompong (pupa) dan kupu-kupu. Ulat yang baru keluar dari telur kelihatan kecil kehitam-hitaman atau coklat gelap dan kepala besar serta badannya masih tertutup bulunya.

Siklus hidup pada serangga ini memiliki masa hidup dalam berbagai instar. Dimana saat ulat sutera keluar dari telur, ulat tersebut masuk pada instar I. Dalam instar I terjadi selama tiga hari dan sehari masa istirahat kemudian menjadi instar II. Selama instar I ditandai dengan tubuhnya menjadi gemuk, warna kehijau-hijauan dan bulu-bulunya seolah-olah rontok, sesudah itu akan berhenti makan memasuki masa istirahat dan diakhiri dengan pergantian kulit, sesudah berganti kulit mulai memasuki instar II, selanjutnya akan memasuki instar III selama enam hari dan sehari masa istirahat dan ganti kulit menjadi instar IV. Dalam instar IV terjadi selama 4-5 hari dan sehari masa istirahat dan ganti kulit untuk menjadi instar V. Pada instar V berlangsung selama 7-8 hari dan sehari masa istirahat akan memasuki untuk menjadi kokon. Pada akhir instar V biasanya tidak terjadi pergantian kulit tetapi tubuhnya berangsur-angsur kelihatan seolah-olah tembus cahaya dan ulat berhenti makan. Ulat seperti ini sudah mulai mengeluarkan serat sutera dan membuat kokon. Dalam pemeliharaan ulat sutera ini diperlukan pakan (makanan) yaitu daun murbei. Diperlukan juga ruangan yang mempunyai sirkulasi udara

yang baik dengan beberapa jendela. Di ruang pemeliharaan disediakan rak-rak bertingkat untuk menyusun sasak-sasak tempat ulat.

Metode Gompertz

Metode ini merupakan suatu pemodelan yang dilakukan untuk mencari bioindikator uji hasil eksperimen. Metode ini dilakukan secara statistik. Pada metode Gompertz menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$q(x) = \frac{D(x)}{N(x)} \dots\dots\dots(10)$$

$$\mu(x) = -\ln[q(x)] \dots\dots\dots(11)$$

dimana q(x) adalah banyaknya peluang mati berdasarkan hari pengamatan (x), D(x) adalah jumlah mati dalam hari pengamatan (x), N(x) adalah jumlah populasi eksperimen dan μ (x) adalah ln dari persentasi jumlah kematian dalam hari pangamatan (x).

Sehingga dapat diturunkan menjadi sebagai berikut:

$$\mu(x) = ae^{\beta x} \dots\dots\dots(12)$$

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Biologi Radiasi Pusat Antar Universitas (PAU) Institut Pertanian Bogor. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari 2003 hingga April 2003. Suhu dan kelembaban udara tempat pemeliharaan ulat sutera yang diamati adalah:

	Suhu
Pagi	: 25,95°C±0.158°C
Siang	: 26,38°C±0.718°C
Sore	: 26,37°C±0.801°C
Malam	: 25,83°C±0.408°C

	Kelembaban
Pagi	: 82,3%±5,143%
Siang	: 70,5%±7,243%
Sore	: 79,4%±4,939%
Malam	: 79,4%±6,073%

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang diperlukan antara lain: daun murbei, kapur kaporit, kapur tulis, kertas paraffin, aluminium foil dan kantong plastik. Hewan percobaan yang digunakan ialah ulat sutera (*Bombyx mori. L*) Strain c301 yang diperoleh dari pusat pembibitan ulat sutera Candirotto Jawa Tengah.

Peralatan yang digunakan untuk membantu kelancaran penelitian ini ialah Irradiator IBL 437 N^o 9358 dengan Source CLS₅₅CS¹³⁷, rak tempat pemeliharaan, wadah pemeliharaan berukuran 25x25 cm, timbangan analitik merk "Sartorius", Termohigrometer, lemari es dan lain-lain.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) intime dengan 10 perlakuan dosis yang terdiri dari satu kontrol dan sembilan perlakuan dosis yaitu 0 Gy, 20Gy, 40Gy, ..., 200Gy. Dengan laju dosis 2, 61 Gy/menit untuk bulan Februari 2003 dan setiap dosis perlakuan terdiri dari lima kali pengulangan untuk setiap populasi yang terdiri dari 50 ekor ulat sutera.

Rancangan percobaan ini menggunakan model aditif linear sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (13)$$

dimana:

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

μ = Rataan umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke-j

= $\mu_i - \mu$

ε_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

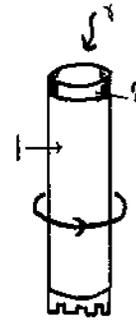
Untuk melihat keefektifan pengaruh radiasi terhadap ulat Sutera (*Bombyx mori. L*), data yang diperoleh kemudian akan digunakan dengan program SAS.

Prosedur Iradiasi dengan IBL 437C

Setelah sampel (ulat) dimasukkan dalam Irradiator Chamber, canister (drum) diputar 90^o dan canister akan terkunci pada tempatnya dimana sejajar dengan garis berwarna biru pada dinding canister. Sekarang ulat siap diradiasi. Untuk memulai pengiradian kunci dimasukkan dalam Keyswitch dan diputar

kearah On, lalu diikuti beberapa lampu indikator antara lain *time display, mains, battery* dan *no canister* akan menyala. Tombol *test lamp Switch* ditekan semua lampu indikator akan menyala jika berfungsi. Apabila semua telah berfungsi dengan baik ditandai dengan menyalanya lampu-lampu indikator, sekarang siap memprogram waktu pengiradian.

Tombol P ditekan sekaligus dimasukkan waktu pengiradian dengan menekan tombol-tombolnya pada keyboard. setelah selesai memasukkan waktu tombol P dan R tetap ditekan sampai timer stabil. Lalu ditekan tombol *cycle star* dan drum akan mulai berputar sebagai tanda iradiasi dimulai. Ditunggu sampai layar timer kembali nol dan lampu *cycle star* akan mati dan radiasi selesai. ulat tersebut bisa dikeluarkan dari Irradiator Chamber.



Keterangan:

1. ruangan sampel
2. penutup Canister

Gambar 6. Ruang Sampel Ulat diradiasi

Pelaksanaan Penelitian

Disinfeksi Ruang

Tiga hari menjelang pemeliharaan seluruh ruangan dan peralatan yang terkait dengan pemeliharaan ulat sutera disucihamakan dengan larutan formalin 2% kemudian dikeringkan pada suhu ruangan. Suhu dan kelembaban ruangan diukur empat kali sehari: pagi, siang, sore dan malam.

Tahapan Pemeliharaan

Telur ulat sutera diletakkan dalam kotak tetas pada suhu ruangan. Setelah telur

menetas, larva-larva dipindahkan dalam wadah yang telah disiapkan yaitu kotak yang berukuran 25x25 cm. Larva ulat sutera instar I sampai instar III dipelihara secara kelompok. Pada saat memasuki instar IV baru ulat sutera dipilih yang sehat-sehat sebagai bahan percobaan yang akan dipelihara secara individual dan diberi makan *adlibitum*.

Saat larva ulat sutera memasuki instar IV dipilih ulat yang seragam moultingnya, kemudian ditimbang secara individual berat badan ulat sutera awal instar IV. Setelah ditimbang dan diberi label pada setiap larva ulat sutera, segera diradiasi dengan irradiator 437C sesuai dengan dosis masing-masing. Kemudian ditimbang setiap hari untuk melihat perubahan yang terjadi pada larva ulat tersebut. Selanjutnya sampai larva tersebut menjadi kokon dan dihitung banyaknya jumlah kematian pada larva tersebut. Begitu juga yang terjadi pada larva ulat sutera instar V setelah mengalami instar IV akan memulai instar V ditimbang secara individual, kemudian diradiasi dalam irradiator, selanjutnya ditimbang setiap hari sampai menjadi kokon dan dihitung juga berapa jumlah kematian ulat sutera tersebut.

Parameter

Parameter-parameter yang diamati dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Berat Badan

Data berat badan pada larva ulat sutera instar IV dan instar V diperoleh dengan menimbang ulat sutera setiap harinya pada sebelum ulat sutera sebelum diradiasi sampai menjadi kokon yang dinyatakan dengan gram.

2. Kematian

Data kematian diperoleh dari banyaknya jumlah kematian yang dihitung dari jumlah populasi yang mati.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan metode Gompertz untuk mencari bioindikator yang diterapkan dengan program komputer SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

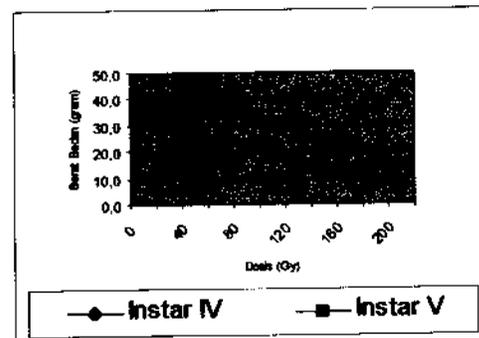
Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)

Irradiasi sinar gamma ulat sutera (*Bombyx mori* L.) memberikan pengaruh terhadap perkembangan berat badan ulat sutera (*Bombyx mori* L.) dan kokonnya ($P < 0.001$) pada instar IV dan instar V sebagaimana terlihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. SAS hasil berat badan ulat sutera (*Bombyx mori* L.) pengaruh irradiasi sinar gamma berdasarkan dosis dalam satuan gram.

Dosis (Gy)	Berat badan Instar IV	Berat badan Instar V	Uji Statistik
0	31.0067 ^a	37.9192 ^a	<0.0001
20	30.7453 ^a	38.1936 ^a	
40	26.7114 ^b	36.6141 ^b	
60	23.7696 ^c	35.5601 ^c	
80	22.5902 ^d	33.3047 ^d	
100	18.3621 ^e	29.5051 ^e	
120	15.4666 ^f	27.0334 ^f	
140	14.3234 ^g	22.0334 ^g	
160	10.3136 ^h	20.0544 ^h	
180	8.1500 ⁱ	17.9041 ⁱ	
200	6.8920 ^j	14.6743 ^j	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf menyatakan pengaruh dari iradiasi oleh uji Duncan dengan nilai uji $P < 0.0001$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.



Grafik 1. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs¹³⁷ terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Instar IV dan V

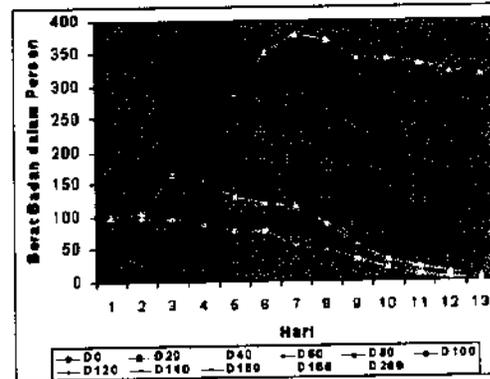
Larva IV yang tidak diradiasi 0 Gy (kontrol) memiliki tingkat berat badan yang

tertinggi dibandingkan dengan larva IV yang diradiasi pada dosis masing-masing, hal ini menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma pada dosis 20 Gy-200 Gy memberikan pengaruh terhadap penurunan berat badan pada instar IV.

Larva V terlihat bahwa yang terjadi pada iradiasi pada 20 Gy memiliki berat badan yang tertinggi dan pada dosis 40 Gy-200 Gy memberikan pengaruh terhadap penurunan berat badan pada instar V.

Penurunan berat badan ini karena telah terjadi kerusakan pada saluran pencernaan dan organ sensori, sehingga terjadi gangguan metabolisme tubuh (Djojoseobagio, 1988) dan menyebabkan penurunan nafsu makan. Hal ini telah ditunjukkan pada ulat sutera yang mati kemudian dibedah, dengan melihat usus pencernaan pada ulat sutera banyak mengalami kerusakan seperti bolong-bolong dan hancur sehingga dapat menyebabkan ulat sutera tersebut mengalami penurunan nafsu makan. Hal ini sesuai dengan apa yang telah diteliti oleh Syarif (1976), bahwa serangga (*Chilo Suppressalis*) diradiasi dengan sinar gamma pada dosis 50 Gy terjadi disquamsi (terlepas) sel epitel saluran pencernaan, pada dosis 70 Gy terbentuk Vacuola pada sitoplasma sel epitel saluran pencernaan dan dosis 100 Gy menyebabkan disquamsi sel epitel yang lebih banyak ditemukan sehingga nafsu makan berkurang dan pertumbuhan terhambat. Dan juga sesuai dengan apa yang telah diteliti oleh Irfan dan Marwan (2002), bahwa Ulat sutera (*Bombyx mori L.*) diradiasi dengan sinar gamma pada dosis 5 Gy-10 Gy dapat menyebabkan terhentinya mitosis, inti-inti sel akan pecah. Tetapi yang terjadi pada larva V pada dosis 20 Gy penurunan tidak terjadi, dimana terjadi hormesis (efek positif) sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Untuk lebih jelas dalam perkembangan berat badan ulat sutera dalam lama hari pengamatan dapat dilihat grafik 2 pada instar IV dibawah ini.



Grafik 2. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs^{137} terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Instar IV Berdasarkan Hari Pengamatan

Dalam lamanya hari pada ulat sutera (*Bombyx mori L.*) larva IV pada kontrol (0 Gy) mengalami penurunan berat badan terjadi pada hari ke delapan dimana saat ulat sutera memulai persiapan untuk membuat kokon dan pada saat itu terjadi penurunan nafsu makan.

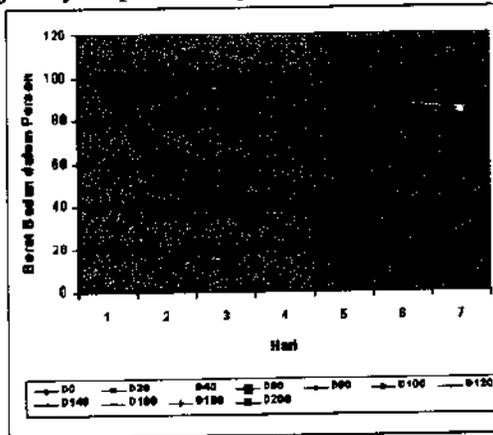
Penurunan berat badan yang terjadi pada ulat sutera (*Bombyx mori L.*) yang diradiasi pada dosis 20 Gy di mana dapat dilihat pada grafik 2 di atas hal itu tidak terjadi jika dibandingkan dengan kontrol pada hari ke-2 sampai hari ke-3 dan hari ke-10 sampai hari ke-12 dimana pada dosis ini telah terjadi hormesis pada ulat sutera.

Untuk dosis 20 Gy dan 40 Gy peningkatan berat badan pada hari ke-6 sampai hari ke-7, dimana pada hari ke-7 berat badan tertinggi pada dosis 40 Gy. Hal ini menunjukkan bahwa pada dosis 40 Gy membuat ulat sutera menjadi gemuk dibandingkan pada kontrol. Berbeda dengan pemaparan radiasi pada 140 Gy dimana peningkatan yang sangat tinggi pada hari ke-2 sampai hari ke-4 yang kemudian mengalami penurunan berat badan yang secara drastis, hal ini menunjukkan bahwa pada dosis 140 Gy tidak baik bagi ulat sutera.

Pada instar V terlihat bahwa iradiasi sinar gamma memberikan pengaruh pada ulat sutera (*Bombyx mori L.*). Pada dosis 20 Gy tidak terjadi penurunan berat badan ulat sutera (*Bombyx mori L.*) seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 1, hal ini perlu dilakukan untuk penelitian lebih lanjut. Pada dosis 100 Gy-200 Gy penurunan berat badan terjadi pada hari kedua, hal ini menunjukkan bahwa setelah iradiasi sinar gamma yang mengakibatkan organ sensori ulat sutera terjadi kerusakan sehingga



terjadi penurunan nafsu makan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik 3 dibawah ini.



Grafik 3. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs¹³⁷ terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori L*) Instar V Berdasarkan Hari Pengamatan

Jumlah Kematian Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*)

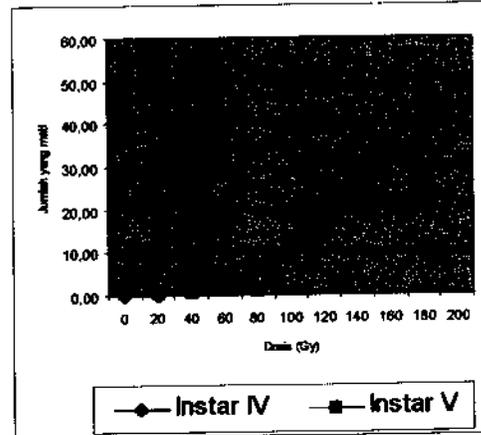
Banyak jumlah ulat sutera (*Bombyx mori L.*) yang mati akibat radiasi sinar gamma sangat berpengaruh pada berbagai dosis ($P < 0.0001$) yang ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. SAS hasil jumlah mati ulat sutera (*Bombyx mori L.*) pengaruh irradiasi sinar gamma berdasarkan dosis.

Dosis (Gy)	Jumlah mati Instar IV	Jumlah mati Instar V	Uji Statistik
0	0.0923 ^j	0.4570 ^h	<0.0001
20	0.1231 ^j	0.2860 ^h	
40	1.5385 ⁱ	0.6860 ^h	
60	2.6769 ^h	3.3710 ^g	
80	5.9385 ^g	0.9140 ^h	
100	12.0923 ^f	10.9710 ^f	
120	20.5538 ^e	16.0000 ^e	
140	24.6462 ^d	26.2860 ^d	
160	35.9385 ^c	31.7140 ^c	
180	41.6308 ^b	34.8000 ^b	
200	49.3231 ^a	49.0290 ^a	

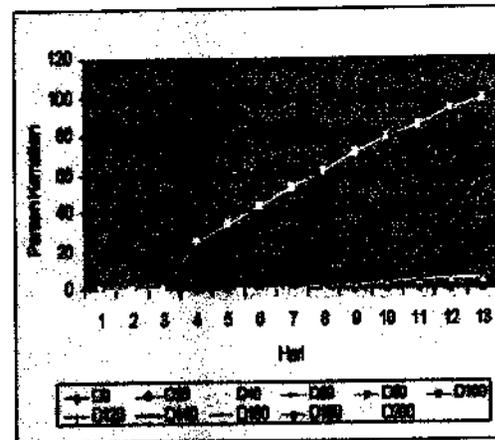
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf menyatakan pengaruh dari iradiasi oleh uji Duncan dengan nilai uji $P < 0.0001$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

Pada dosis 200 Gy menunjukkan bahwa nilai tertinggi jumlah kematian pada ulat sutera (*Bombyx mori L.*) baik pada larva IV dan larva V, ini dapat dilihat juga pada grafik 4. Dalam lama hidup instar IV dan V dimana saat mencapai kokon menunjukkan nilai terbanyak dari jumlah kematian dari ulat sutera tersebut.



Grafik 4. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs¹³⁷ terhadap Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L*) Instar IV dan V

Banyaknya jumlah kematian berdasarkan hari pengamatan dapat dilihat grafik 5 pada instar IV dibawah ini.



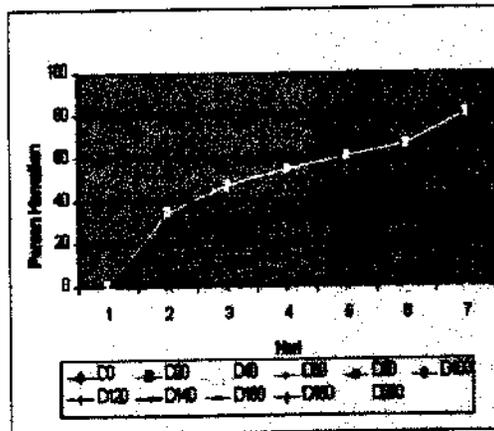
Grafik 5. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs¹³⁷ terhadap Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L*) Berdasarkan Hari Pengamatan Pada Instar IV

Pemaparan radiasi sinar gamma memberikan pengaruh terhadap jumlah kematian ulat sutera (*Bombyx mori L.*) instar IV seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 2 ($P < 0.0001$) dan pada grafik 5 diatas yang

menunjukkan dosis 0 Gy- 200 Gy ada ulat sutera (*Bombyx mori L.*) yang mati.

Pada dosis 20 Gy-40 Gy menunjukkan jumlah kematian rendah yang dimulai pada hari ke-8 dan hari ke-9 sehingga pada dosis tersebut hampir sama pada kontrol (0 Gy), pada dosis 60 Gy-80 Gy menunjukkan jumlah kematian sedang yang dimulai pada hari ke-6 dan hari ke-7, sedangkan dosis 100 Gy-200 Gy menunjukkan jumlah kematian tinggi yang telah dimulai pada hari ke-3 sehingga memiliki pengaruh yang sangat nyata. Dari grafik 5 didapatkan LD 50 didapati pada dosis 120 Gy dimana jumlah populasi ulat sutera (*Bombyx mori L.*) yang terdapat tinggal 50%.

Pemaparan radiasi sinar gamma memberikan pengaruh terhadap jumlah kematian ulat sutera (*Bombyx mori L.*) pada instar V seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 2 ($P < 0,0001$) dan grafik 6 dibawah ini yang menunjukkan pada dosis 0 Gy-200 Gy ada ulat sutera (*Bombyx mori L.*) yang mati.



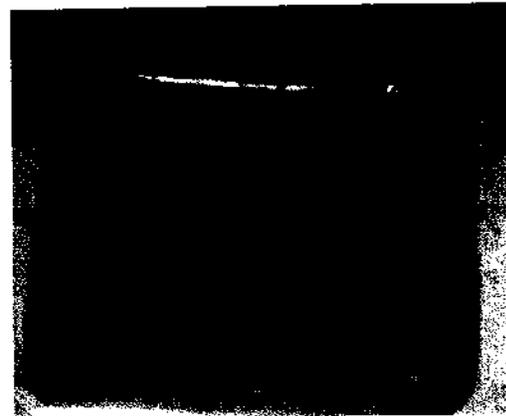
Grafik 6. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Cs^{137} terhadap Jumlah Mati Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Berdasarkan Hari Pengamatan Pada Instar V

Pada instar V, dosis 0 Gy- 80 Gy jumlah kematian rendah seperti yang ditunjukkan pada grafik 6, hal ini menunjukkan bahwa pada dosis tersebut hanya membunuh kuman penyakit yang menempel pada ulat sutera, hal ini sesuai penelitian Irfan dan Marwan 2002. Pada dosis 100 Gy-200 Gy menunjukkan jumlah kematian tinggi seperti yang diperlihatkan pada grafik 6.

Pada instar V untuk LD 50 tidak terdapat pada pemberian dosis berdasarkan eksperimen, sehingga dapat dilihat berdasarkan

pemodelan dosis serap. Hal ini dapat dilihat pada grafik 6 dimana pada dosis 140 Gy jumlah yang mati 35,6% dan pada dosis 160 Gy jumlah yang mati 58,4%, sehingga untuk instar V LD 50 pada rentangan 140 Gy < D50 < 160 Gy.

Kematian yang terjadi pada kontrol (0 Gy) diduga disebabkan jamur yang berasal dari pakan daun murbei. Ini ditunjukkan dengan ditemukannya koloni jamur pada setiap larva yang mati. Berbeda halnya dengan larva yang diradiasi pada dosis 80 Gy-200Gy. Setiap larva yang mati diciri-cirikan dengan larva kelihatan lemah, nafsu makan berkurang ditunjukkan dengan banyak sisa pakan yang ditinggalkan kemudian kulit warna agak coklat seperti gosong, terakhir larva mengeluarkan cairan keruh dari duburnya yang kental kehijau-hijauan dan larva mati, yang ditunjukkan pada gambar 6. Pada dosis yang diradiasi dengan 20 Gy- 40 Gy menunjukkan ulat sutera (*Bombyx mori L.*) bersih (putih) dibandingkan yang tidak diradiasi. Sehingga pada dosis 20 Gy tersebut dapat membuat ulat sutera (*Bombyx mori L.*) lebih baik dibandingkan dengan ulat sutera yang tidak diradiasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Irfan dan Marwan, 2002. Sehingga pada dosis 20 Gy tersebut dapat membunuh kuman penyakit pada ulat sutera (*Bombyx mori L.*).



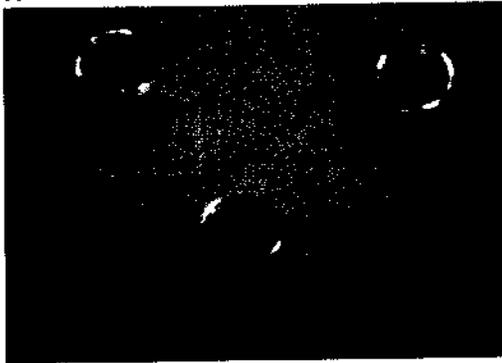
Gambar 7. Ulat sutera yang mati berwarna coklat

Sisa dari ulat sutera yang nggak mati pada saat setelah mencapai instar V akan membentuk kokon. Ulat membuat kokon sebagai persiapan memasuki masa berkepompong. Dalam membuat kokon selesai dalam tiga hari. Ulat yang siap mengkokon mempunyai ciri sebagai berikut:



- a. tubuhnya kelihatan bening, transparan, berwarna kekuningan
- b. nafsu makan berkurang
- c. ulat cenderung berjalan kepinggir
- d. dari mulut keluar serat sutera
- e. kotoran yang keluar berwarna coklat kekuningan.

Lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Gejala awal ulat sutera membuat kokon.



Gambar 9. Kokon ulat sutera yang telah terbentuk.

Pemodelan Dosis Radiasi dengan Metode Gompertz

Metode Gompertz merupakan suatu pemodelan secara statistik untuk menentukan dosis serapan yang diterima dari persentasi kematian. Dalam pemodelan ini sangat dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu jumlah kematian, perlakuan hari dan Instar.

Pada instar I-IV dimana ulat sutera (*Bombyx mori L*) masih bisa memperbaiki sel-

sel sehingga perlakuan dari instarnya bisa dianggap nol.

Sehingga pemodelan dosis serapan pada ulat sutera dapat dinyatakan sebagai berikut:

Pada instar IV

$$\mu = -7.43013 e^{-0.0198 X_1} \dots\dots\dots(14)$$

Pada instar V

$$\mu = -7.43013 e^{-0.0198 X_1 + 0.7523} \dots\dots\dots(15)$$

Dengan $\mu(x)$ merupakan ln dari persentasi kematian, X_1 merupakan dosis serap.

Untuk melihat LD50 dengan model yang didapati, instar IV LD50 pada dosis 119,64 Gy dan instar V pada dosis 157,6 Gy.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa irradiasi sinar gamma dengan dosis 20 Gy-200Gy dapat memberikan pengaruh penurunan terhadap berat badan ulat sutera (*Bombyx mori L.*) baik pada instar IV dan instar V yang telah ditunjukkan pada uji statistik $P < 0.0001$.

Dengan irradiasi dibawah 100 Gy belum menyebabkan jumlah kematian yang banyak belum bisa untuk menentukan LD50. LD50 yang terjadi pada eksperimen ini terjadi pada dosis 120 Gy untuk instar IV. Berdasarkan model dosis untuk melihat LD50 pada instar IV terjadi pada dosis 119,6 Gy dan instar V pada dosis 157,6 Gy. Pada dosis 20 Gy-60 Gy jumlah kematian yang terjadi hampir sama disebabkan pada dosis 0 Gy dan kematian banyak disebabkan dari jamur pada pakan daun murbey.

Pemodelan dosis serap yang didapat dapat ditentukan dari persentasi jumlah kematian, yang dinyatakan sebagai berikut:

Pada instar IV

$$\mu = -7.43013 e^{-0.0198 X_1} \dots\dots\dots(14)$$

Pada instar V

$$\mu = -7.43013 e^{-0.0198 X_1 + 0.7523} \dots\dots\dots(15)$$



Saran

Dari penelitian ini disarankan:

1. Perlu dilakukan untuk menentukan pemodelan dosis serap pada ulat sutera Instar I-III
2. Perlu pemeriksaan pada daun murbey yang ada jamur berapa persen dapat menyebabkan kematian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amsyari, F. 1989. Radiasi Dosis Rendah dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan. Air Langga university Press. Surabaya. Hal 12.
- Beisser, A. 1995. Konsep Fisika Modern. Penerbit Erlangga. Edisi Tiga. Hal 59.
- Bethel, F. H. 1974. Study of Biological Effects of Irradiation. United Stated Atomic Energi Commission. Virginia. Hal 71.
- Brewbaker, JL. 1965. Agricultural Genetic. Prentice Hall. Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Darussalam, M. 1989. Radiasi dan Radioisotop. Penggunaan dalam Bidang Pertanian, Biologi dan Kedokteran. PT. Tarsito. Bandung. Hal 5.
- Djojoseobagio, S. 1988. Dasar-dasar Radioisotop dan Radiasi Dalam Biologi. PAU. IPB. Bogor.
- Etherington, H. 1958. Nuclear Engineering Hand Book Company Inc. Ney York. Hal 11-45.
- Grosch, DS, Hoopwood LE. 1983. Biological Effect of Radiation. Acad. Press. New York.
- Irfan, 2002. Pengaruh Irradiasi Cs-137 Terhadap Saluran Pencernaan Ulat Sutera Instar IV dan V. Skripsi. FKH. IPB.
- Jatiman, S. 1977. Dasar Fisika Radiasi. PUSDIKLAT Badan Tenaga Atom Nasional. Jakarta Selatan. Hal 17-33.
- Katsumata, F. 1964. Petunjuk Sederhana Bagi Pemeliharaan Ulat Sutera. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Kustiono, A. S. 1977. Dosimetri. PUSDIKLAT Badan Tenaga Atom Nasional. Jakarta Selatan. Hal 1-4.
- Markham, M. 1978. Efek Biologi Radiasi Pengion. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional. Jakarta. Hal 443.
- Marwan, 2002. Pengaruh IrradiasiCs-137 Terhadap Pakan Ulat Sutera Instar IV dan V. Skripsi. FKH. IPB.
- Mattjik, AA dan Sumertajaya, M. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Mini Tab.
- Ridwan, M. 1980. Penggunaan Sumber Radiasi Ganuma Co-60 Untuk Sterilisasi Alat Kedokteran. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional. Jakarta. Hal 2-3.
- Rosenfeld. A.H and R.A. Schuter. 1951. Nuclear Physics. Revised Edition. The University of Chicago Press.
- Sangaku. 1975. Textbook of Tropical Sericulture. Japan Ovaerseas Cooperation Voluteers, 4-2-24 Hiroo, Tokyo. Japan
- Samsijah dan Andadari. 1992. Petunjuk Teknis Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor. Hal 1-8.
- Sjarief, S. H. 1976. Observasi Mengenai sterilisasi dan Semisterilisasi Terinduksi Pada *Chilo Suppressalis* Oleh Sinar Gamma. Skripsi. Universitas Nasional Jakarta. Jakarta.
- Sparrow, AH. 1961. Types of Ionizing and Their Cytogenetic Effects in Luctett, JD. Mutation and Plant Breeding. National Research Council Washington.
- Soegiarto, c. 1975. Biologi Radiasi. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Aton Nasional. Jakarta. Hal 13.
- Tubiana, M, Dutreix and J, Wambersie, A.1990. Introduction of Radiobiologi. Taylor. Francis.
- Upton, C. A. 1982. The Biological Effects of Low Level Ionizing Radiation. Scientific American. Hal 246.
- Wirtosimin, S. 1995. Mengenal Asas Proteksi Radiasi. Penerbit ITB Bandung.



LAMPIRAN



Lampiran A. Pemaparan Sinar Gamma Cs¹³⁷ Terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Instar IV Berdasarkan Perlakuan Dosis Pada Hari Pengamatan

Pengamatan hari ke....	Nilai BB D0	BB% D0	Nilai BB D20	BB% D20	Nilai BB D40	BB% D40	Nilai BB D60	BB% D60	Nilai BB D80	BB% D80	Nilai BB D100
1	11.82	100.00	11.39	100.00	9.52	100.00	9.92	100.00	8.84	100.00	8.04
2	14.63	123.80	15.64	137.27	12.93	135.72	14.93	150.50	12.34	139.59	10.97
3	19.55	165.38	19.10	167.68	15.54	163.14	16.39	165.22	13.43	151.92	15.87
4	24.68	208.79	23.59	207.08	19.86	208.55	20.39	205.54	18.69	211.43	20.57
5	32.20	272.39	30.87	270.94	27.41	287.83	25.95	261.59	25.65	290.16	23.28
6	36.73	310.74	36.10	316.86	33.38	350.52	29.98	302.22	29.22	330.54	26.32
7	39.98	338.21	39.65	348.06	35.85	376.46	31.38	316.33	30.17	341.29	27.49
8	39.28	332.32	38.38	336.91	35.19	369.53	29.98	302.22	27.30	308.82	22.49
9	38.73	327.68	38.08	334.28	32.47	340.96	29.00	292.31	26.32	297.74	21.00
10	37.11	313.93	37.41	328.42	32.51	341.38	26.56	267.74	26.23	296.72	17.94
11	36.58	309.46	36.96	324.48	31.64	332.25	25.39	255.95	25.25	285.63	15.60
12	36.08	305.28	36.57	321.03	30.67	322.06	24.75	249.50	24.97	282.47	15.06
13	35.73	302.29	35.94	315.50	30.30	318.18	24.37	245.67	24.70	279.41	13.96

Pengamatan hari ke....	BB% D100	Nilai BB D120	BB% D120	Nilai BB D140	BB% D140	Nilai BB D160	BB% D160	Nilai BB D180	BB% D180	Nilai BB D200	BB% D200
1	100.00	7.77	100.00	8.77	100.00	8.78	100.00	9.62	100.00	12.60	100.00
2	136.44	10.90	140.28	12.18	138.88	10.47	119.25	10.07	104.68	12.25	97.22
3	197.39	14.35	184.68	19.91	227.02	16.78	191.12	15.93	165.59	12.15	96.43
4	255.85	21.51	276.83	24.38	277.99	18.02	205.24	14.79	153.74	10.85	86.11
5	289.55	23.76	305.79	23.69	270.13	15.80	179.95	12.40	128.90	9.87	78.33
6	327.36	23.22	298.84	22.97	261.92	15.30	174.26	11.48	119.33	9.68	76.83
7	341.92	22.40	288.29	22.30	254.28	14.84	169.02	11.04	114.76	6.47	51.35
8	279.73	17.05	219.43	18.31	208.78	12.30	140.09	8.41	87.42	6.13	48.65
9	261.19	15.70	202.06	15.68	178.79	8.33	94.87	5.12	53.22	4.24	33.65
10	223.13	12.97	166.92	9.32	106.27	5.11	58.20	3.10	32.22	2.51	19.92
11	194.05	11.31	145.56	5.62	64.08	3.53	40.21	1.97	20.48	1.21	9.60
12	187.31	10.28	132.30	3.44	39.22	1.32	15.03	1.32	13.72	0.55	4.37
13	173.63	9.87	127.03	2.67	30.44	0.72	8.20	0.72	7.48	0.26	2.06

Lampiran B. Pemaparan Sinar Gamma Cs¹³⁷ Terhadap Berat Badan Ulat Sutera (*Bombyx mori L.*) Instar V Berdasarkan Perlakuan Dosis Pada Hari Pengamatan

Pengamatan hari ke....	Nilai BB D0	BB% D0	Nilai BB D20	BB% D20	Nilai BB D40	BB% D40	Nilai BB D60	BB% D60	Nilai BB D80	BB% D80	Nilai BB D100
1	40.85	100.00	40.25	100.00	39.86	100.00	39.27	100.00	39.21	100.00	39.18
2	39.21	95.99	39.56	98.29	38.34	96.19	37.74	96.10	34.72	88.55	35.34
3	38.76	94.88	39.12	97.19	37.54	94.18	36.56	93.10	33.71	85.97	29.56
4	37.98	92.97	38.27	95.08	36.91	92.60	36.10	91.93	32.91	83.93	28.33
5	36.59	89.57	37.55	93.29	35.69	89.54	35.42	90.20	31.53	80.41	26.50
6	36.22	88.67	36.79	91.40	34.42	86.35	32.92	83.83	30.83	78.63	24.72
7	35.82	87.69	35.82	88.99	33.53	84.12	30.91	78.71	30.22	77.07	22.91

Pengamatan hari ke....	BB% D100	Nilai BB D120	BB% D120	Nilai BB D140	BB% D140	Nilai BB D160	BB% D160	Nilai BB D180	BB% D180	Nilai BB D200	BB% D200
1	100.00	38.57	100.00	39.11	100.00	39.53	100.00	39.51	100.00	38.95	100.00
2	90.20	30.32	78.61	25.16	64.33	22.26	56.31	20.33	51.46	18.75	48.14
3	75.45	26.94	69.85	22.68	57.99	20.41	51.63	17.44	44.14	15.82	40.62
4	72.31	25.06	64.97	18.94	48.43	18.76	47.46	15.76	39.89	10.82	27.78
5	67.64	23.91	61.99	17.60	45.00	17.64	44.62	13.70	34.67	8.77	22.52
6	63.09	22.72	58.91	16.46	42.09	12.70	32.13	10.46	26.47	6.18	15.87
7	58.47	21.71	56.29	15.50	39.63	9.08	22.97	8.13	20.58	3.44	8.83

- Keterangan: 1. BB (Berat Badan)
 2. BB% (Berat Badan Dalam Persen)
 3. D (Dosis)



1. PROGRAM SAS BERAT LARVA IV

```
data dt;
do A=0 to 200 by 20;
  do r=1 to 5;
    do B=1 to 13;
      input y @@;
      output;
    end;
  end;
end;
```

cards;							
13.568	17.856	20.881	26.981 ...	37.408	37.119	36.507	
36.447							
12.961	15.326	20.2	24.622 ...	37.164	36.881	36.212	
35.783							
11.661	13.326	19.173	24.173 ...	37.199	36.719	36.464	
36.018							
11.753	12.662	17.808	25.841 ...	36.871	36.199	35.781	
35.179							
9.156	13.996	19.676	21.776 ...	36.89	35.971	35.451	
35.221							
14.561	17.937	19.564	25.561 ...	38.723	38.105	37.719	
37.651							
13.123	16.733	20.117	22.861 ...	37.493	37.059	36.816	
35.571							
10.174	15.61	18.651	23.073 ...	37.45	37.019	36.561	
36.014							
9.226	15.566	18.06	24.456 ...	36.446	36.41	35.764	35
9.876	12.345	19.117	22.002 ...	36.956	36.23	36	
35.471							
9.813	13.937	16.067	18.783 ...	31.769	31.189	30.651	
30.177							
9.377	11.733	14.324	18.012 ...	32.448	32.001	30.198	
29.879							
9.345	11.01	14.021	18.705 ...	32.521	31.486	31.198	
30.73							
10.064	15.6	17.903	24.001 ...	34.105	32.998	31.123	
31.064							
9.016	12.345	15.362	19.801 ...	31.685	30.507	30.163	
29.669							
9.177	14.276	15.881	20.143 ...	27.991	27.186	26.803	
28.556							
10.081	14.538	16.135	19.952 ...	26.385	25.448	25.328	
24.691							
10.448	15.258	17.741	19.171 ...	22.55	22.109	21.214	
20.32							
9.751	14.955	15.186	21.711 ...	27.552	24.604	25.081	
25.081							
10.121	15.643	16.998	20.991 ...	28.346	27.605	25.348	
25.189							
8.861	12.491	12.966	20.071 ...	29.31	28.986	28.691	
28.691							

8.131	11.129	12.778	20.561 ...	27.664	26.138	25.744	
25.744							
8.155	12.389	13.162	17.557 ...	24.8	23.136	22.908	
22.614							
10.133	14.778	16.247	19.691 ...	25.857	24.9	24.668	
23.583							
8.901	10.904	11.982	15.561 ...	23.531	23.111	22.849	
22.849							
8.168	11.443	16.582	21.152 ...	20.668	18.556	17.916	
17.527							
7.765	10.129	15.336	20.461 ...	19.572	17.668	16.801	
16.666							
8.002	11.563	16.447	20.401 ...	16.718	13.918	13.666	
13.502							
8.116	10.933	17.371	22.681 ...	19.518	15.668	15.013	
11.016							
8.152	10.763	13.616	18.166 ...	13.213	12.201	11.908	
11.112							
7.601	10.918	13.556	20.117 ...	13.552	10.756	9.907	9.32
7.123	9.74	11.491	18.512 ...	12.776	9.991	9.526	
9.243							
8.965	12.982	15.431	21.591 ...	11.978	11.554	11.012	
10.628							
6.996	9.987	15.092	24.751 ...	13.448	12.214	10.96	
10.264							
8.162	10.848	16.191	22.561 ...	13.081	12.01	9.991	
9.889							
8.892	13.946	16.772	24.892 ...	8.231	5.696	3.493	
2.899							
8.904	11.77	16.549	24.744 ...	7.466	4.592	3.146	
2.643							
7.744	9.882	17.879	25.718 ...	9.592	5.766	4.196	
3.012							
9.562	12.533	16.768	23.668 ...	10.701	5.594	3.359	
2.186							
8.754	12.778	16.562	22.853 ...	10.546	6.466	2.986	2.56
9.768	9.982	16.786	20.835 ...	7.614	4.599	3.676	2.1
9.58	11.813	16.671	20.832 ...	6.606	3.867	2.696	
2.054							
8.112	10.123	16.882	17.91 ...	3.71	2.729	2.01	
1.991							
8.74	10.32	15.903	14.742 ...	2.897	2.583	1.991	
1.891							
7.698	10.115	17.727	15.766 ...	4.727	3.852	2.996	
2.664							
11.797	10.092	16.8	14.777 ...	3.59	2.841	2.01	1.01
8.734	10.899	16.726	13.671 ...	4.114	2.117	1.58	
0.444							
8.9	9.3	15.686	14.903 ...	2.63	1.817	0.958	
0.655							
8.736	9.345	14.788	15.671 ...	2.95	1.59	1.024	
0.788							

9.917	10.705	15.655	14.917 ...	2.231	1.468	1.019
0.683						
9.443	9.443	14.651	13.761 ...	1.956	0.568	0.29
12.762	12.8	16.951	13.555 ...	2	0.477	0.1
8.301	9.444	13.771	10.665 ...	1.8	0.612	0.101
0.173						
8.839	9.8	14.118	12.121 ...	1.75	0.502	0.121
0.218						
7.099	7.506	12.861	12.061 ...	1.867	0.45	0.117

```

;
title1 'HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU ';
PROC GLM DATA=DT;
CLASS A B R;
model y=a b r(b) a*b;
test h=b e=r(b);
mean a/duncan;
mean b/duncan e=r(b);
mean a*b;
run;

```

OUTPUT

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	11	0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200
B	13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
r	5	1 2 3 4 5

Number of observations 712

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Dependent Variable: y

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	194	83171.68981	428.72005	167.52	<.0001
Error	517	1323.08562	2.55916		
Corrected Total	711	84494.77543			

Source	R-Square	Coeff Var	Root MSE	y Mean	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	0.984341	8.424135	1.599737	18.98993	10	48424.46640	4842.44664	1892.20	<.0001
B					12	13822.89510	1151.90792	450.11	<.0001
r(B)					52	365.76159	7.03388	2.75	<.0001
A*B					120	20558.56673	171.32139	66.94	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	48443.79392	4844.37939	1892.96	<.0001
B	12	13821.88204	1151.82350	450.08	<.0001



1. Mengembangkan kemampuan analisis kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah.
 2. Mengembangkan kemampuan komunikasi lisan dan tulisan.
 3. Mengembangkan kemampuan berkolaborasi dalam tim.
 4. Mengembangkan kemampuan beradaptasi dengan lingkungan yang berubah.
 5. Mengembangkan kemampuan berinovasi dan berkreasi.
 6. Mengembangkan kemampuan beretika dan bertanggung jawab.
 7. Mengembangkan kemampuan berkeadilan dan berkeadilan sosial.
 8. Mengembangkan kemampuan berkeadilan gender.
 9. Mengembangkan kemampuan berkeadilan lingkungan.
 10. Mengembangkan kemampuan berkeadilan budaya.
 11. Mengembangkan kemampuan berkeadilan ekonomi.
 12. Mengembangkan kemampuan berkeadilan politik.
 13. Mengembangkan kemampuan berkeadilan hukum.
 14. Mengembangkan kemampuan berkeadilan sosial.
 15. Mengembangkan kemampuan berkeadilan budaya.
 16. Mengembangkan kemampuan berkeadilan ekonomi.
 17. Mengembangkan kemampuan berkeadilan politik.
 18. Mengembangkan kemampuan berkeadilan hukum.
 19. Mengembangkan kemampuan berkeadilan sosial.
 20. Mengembangkan kemampuan berkeadilan budaya.

r(B)	52	360.59581	6.93453	2.71	<.0001
A*B	120	20558.56673	171.32139	66.94	<.0001
Tests of Hypotheses Using the Type III MS for r(B) as an Error Term					
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	12	13821.88204	1151.82350	166.10	<.0001

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 517
 Error Mean Square 2.55916
 Harmonic Mean of Cell Sizes 64.71533

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 Critical Range	.5525	.5817	.6012	.6156	.6269	.6360	.6437	.6503	.6560
.6610									

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	31.0067	65	0
A			
A	30.7453	65	20
B	26.7114	65	40
C	23.7696	65	60
D	22.5902	65	80
E	18.3621	65	100
F	15.4666	65	120
G	14.3234	65	140
H	10.3136	65	160
I	8.1500	65	180
J	6.8920	62	200

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 52
 Error Mean Square 6.934535
 Harmonic Mean of Cell Sizes 54.76596

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12 13										



Critical Range 1.010 1.062 1.097 1.122 1.141 1.156 1.169 1.179 1.188 1.196
 1.202 1.208

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	25.3937	55	7
A			
A	24.6447	55	6
B	22.8452	55	8
B			
B	22.7897	55	5
C	21.1096	55	9
D	19.7562	55	4
D			
D	18.9821	55	10
E	17.9683	54	11
E			
E	17.6595	54	12
E			
E	17.4343	54	13
F	16.0000	55	3
G	12.4817	55	2
H	9.7329	55	1

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
0	1	5	11.8198000	1.69440630
0	2	5	14.6332000	2.05346273
0	3	5	19.5476000	1.16045263
0	4	5	24.6786000	1.95806928
0	5	5	32.1954000	1.85330159
0	6	5	36.7288000	1.43922538
0	7	5	39.9756000	0.55977388
0	8	5	39.2798000	0.57868273
0	9	5	38.7314000	0.59127938
0	10	5	37.1064000	0.22643829
0	11	5	36.5778000	0.47865980
0	12	5	36.0830000	0.45612663
0	13	5	35.7296000	0.53910185
20	1	5	11.3920000	2.31906544
20	2	5	15.6382000	2.08172061
20	3	5	19.1018000	0.79577930
20	4	5	23.5906000	1.41025434
20	5	5	30.8656000	0.93847872
20	6	5	36.0966000	0.98301160
20	7	5	39.6508000	0.24330475
20	8	5	38.3808000	0.89728964
20	9	5	38.0812000	1.07047219
20	10	5	37.4136000	0.84672977

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
20	11	5	36.9646000	0.73477908
20	12	5	36.5720000	0.76735161
20	13	5	35.9414000	1.02136051
40	1	5	9.5230000	0.41437604
40	2	5	12.9250000	1.84419752
40	3	5	15.5354000	1.55556205
40	4	5	19.8604000	2.40106328
40	5	5	27.4064000	1.59328255
40	6	5	33.3778000	2.24413752
40	7	5	35.8508000	2.49895922
40	8	5	35.1864000	2.02421819
40	9	5	32.4712000	1.48622347
40	10	5	32.5056000	0.97180235
40	11	5	31.6362000	0.93343704
40	12	5	30.6666000	0.49095040
40	13	5	30.3038000	0.58289253
60	1	5	9.9156000	0.48104553
60	2	5	14.9340000	0.54723807
60	3	5	16.3882000	0.99606360
60	4	5	20.3936000	0.98043246
60	5	5	25.9532000	1.16483870
60	6	5	29.9836000	2.42654617
60	7	5	31.3826000	2.91376231
60	8	5	29.9794000	2.68547581
60	9	5	28.9972000	2.96225095
60	10	5	26.5648000	2.36284949
60	11	5	25.3904000	2.20895684
60	12	5	24.7548000	2.09279949
60	13	5	24.3674000	2.36961944
80	1	5	8.8362000	0.81360998
80	2	5	12.3382000	1.54091262
80	3	5	13.4270000	1.63893044
80	4	5	18.6882000	2.09070065
80	5	5	25.6512000	0.72135615
80	6	5	29.2222000	2.58207159
80	7	5	30.1704000	2.58527799
80	8	5	27.3028000	1.98285267
80	9	5	26.8812000	1.91538448
80	10	5	26.2324000	2.29190735
80	11	5	25.2542000	2.44504442
80	12	5	24.9720000	2.41280884
80	13	5	24.6962000	2.55162844
100	1	5	8.0402000	0.16678189
100	2	5	10.9662000	0.57593507
100	3	5	15.8704000	1.45417891
100	4	5	20.5722000	1.62900881
100	5	5	23.2840000	2.26379405

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
100	6	5	26.3238000	0.92078999
100	7	5	27.4882000	2.09157852
100	8	5	22.5944000	2.41282310
100	9	5	21.0020000	2.88020234
100	10	5	17.9378000	3.01799937
100	11	5	15.6022000	2.61732138
100	12	5	15.0608000	2.40147677
100	13	5	13.9646000	3.04277107
120	1	5	7.7694000	0.81054506
120	2	5	10.8950000	1.27640080
120	3	5	14.3522000	1.86498651
120	4	5	21.5064000	2.37400670
120	5	5	23.7590000	2.04513325
120	6	5	23.2158000	2.14483687
120	7	5	22.3954000	2.34889033
120	8	5	17.0488000	0.71800397
120	9	5	15.7032000	0.96673404
120	10	5	12.9670000	0.63268950
120	11	5	11.3050000	0.92375846
120	12	5	10.2792000	0.66883982
120	13	5	9.8688000	0.59703074
140	1	5	8.7712000	0.65441363
140	2	5	12.1818000	1.50414900
140	3	5	16.9060000	0.55441726
140	4	5	24.3750000	1.12065070
140	5	5	23.6912000	1.09398295
140	6	5	22.9652000	2.35007142
140	7	5	22.2964000	2.47058360
140	8	5	18.3144000	2.33564655
140	9	5	15.6770000	1.52184841
140	10	5	9.3072000	1.42360799
140	11	5	5.6228000	0.67086303
140	12	5	3.4360000	0.46727347
140	13	5	2.6600000	0.32248643
160	1	5	8.7796000	0.89926236
160	2	5	10.4706000	0.76005348
160	3	5	16.7938000	0.64948187
160	4	5	18.0170000	2.81377966
160	5	5	15.8044000	2.36933436
160	6	5	15.2908000	2.39948344
160	7	5	14.8398000	2.28774140
160	8	5	12.2958000	2.99973502
160	9	5	8.3346000	3.66682912
160	10	5	5.1108000	1.96926933
160	11	5	3.5260000	0.85122617
160	12	5	2.6738000	0.70985153
160	13	5	2.1400000	0.30322187

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

15:24 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
180	1	5	9.6168000	1.31456635
180	2	5	10.0682000	0.74321242
180	3	5	15.9310000	0.84110582
180	4	5	14.7878000	0.71717585
180	5	5	12.3994000	0.64327856
180	6	5	11.4804000	1.14472564
180	7	5	11.0368000	1.10119944
180	8	5	8.4094000	1.19787950
180	9	5	5.1164000	0.52062395
180	10	5	3.1030000	0.75279679
180	11	5	1.9666000	0.54772374
180	12	5	1.3182000	0.46177505
180	13	5	0.7160000	0.20640615
200	1	5	12.5988000	1.85407155
200	2	5	12.2482000	2.85233329
200	3	5	12.1468000	1.87904822
200	4	5	10.8486000	1.77105655
200	5	5	9.8780000	2.17088922
200	6	5	9.6772000	1.13542864
200	7	5	6.4074000	3.06030345
200	8	5	6.1322500	1.04880804
200	9	5	4.2442000	0.96096972
200	10	5	2.5056000	0.79924952
200	11	4	1.2104000	0.20793168
200	12	4	0.5544000	0.79924952
200	13	4	0.2647500	0.20793168

2. PROGRAM SAS BERAT LARVA V

```

data beratV;
do A=0 to 200 by 20;
  do r=1 to 5;
    do B=1 to 7;
      input y @@;
      output;
    end;
  end;
end;
cards;
40.628 39.653 39.564 37.828 36.779 36.613 36.019
41.044 39.73 38.766 37.653 36.544 36.379 36.12
40.73 38.632 38.328 37.691 36.513 36.291 35.864
40.87 39.154 39.012 38.709 36.538 35.791 35.512
41.019 38.87 38.119 38.008 36.591 36.033 35.576
40.838 39.722 39.313 38.73 37.8 39.96 36.373
40.574 39.816 38.744 37.87 39.697 35.154 35.054
39.977 39.782 39.593 37.632 37.089 37 36.123
40.077 39.79 39.052 39.121 37.044 36.012 36.428

```

39.799	38.712	38.885	37.981	36.121	35.812	35.1
39.666	38.59	37.5	36.746	35.828	34.709	34.149
40.324	39.349	38.718	36.681	35.628	34.691	34.152
40.711	38.378	38.056	37.682	35.73	33.981	32.002
38.668	37.666	36.59	36.66	35.653	34.748	34.312
39.921	37.711	36.835	36.766	35.632	33.981	33.079
40.192	37.731	36.813	36.183	35.345	32.878	30.528
38.16	37.7	36.377	36.176	35.886	32.678	30.916
40.201	38.213	36.52	35.774	35.16	32.651	30.823
38.159	37.206	36.911	36.143	35.187	33.517	30.644
39.658	37.861	36.17	36.235	35.521	32.856	31.632
39.646	35.987	34.475	33.713	31.964	31.507	30.127
38.719	34.759	33.12	33.704	30.866	30.056	29.856
39.528	33.446	33.027	32.498	31.577	30.476	29.458
38.611	33.95	33.169	31.95	31.456	31.127	31.091
39.526	35.501	34.756	32.69	31.776	30.963	30.571
40.311	34.831	30.298	29.626	26.712	24.82	22.387
40.297	35.651	29.363	27.362	24.328	21.957	20.986
38.982	34.374	29.352	27.406	26.823	23.406	21.687
38.788	34.833	28.803	28.092	26.961	26.523	24.711
37.505	37.014	29.987	29.152	27.667	26.903	24.781
38.295	30.434	27.823	26.876	26.044	23.519	22.021
38.307	31.342	25.933	24.709	23.519	20.824	19.788
38.247	29.965	27.676	24.618	21.67	20.961	20.161
39.268	31.312	26.712	24.958	24.614	24.506	23.326
38.722	28.544	26.562	24.151	23.726	23.78	23.257
38.661	23.829	20.658	18.951	16.714	16.023	14.712
38.619	25.052	21.749	18.916	17.052	16.8	16.023
39.987	23.731	20.981	18.9	17.144	16.169	15.454
39.601	26.144	24.032	19.077	19.002	16.15	15.78
38.694	27.021	26	18.867	18.104	17.164	15.528
40.056	22.637	20.38	19.146	17.99	10.25	6.731
39.971	21.645	20.405	18.773	18.731	15.192	10.054
39.661	20.981	19.9	18.866	16.872	14.42	9.566
38.891	22.052	20.622	17.962	17.623	11.942	9.437
39.054	24	20.752	19.056	16.968	11.718	9.6
40.044	20.782	18.458	17.169	12.658	10.117	8.419
38.981	19.715	15.96	13.972	13.063	10.165	8.601
39.711	19.665	17.645	15.767	14	10.249	7.958
39.821	21.021	18.354	15.817	15.014	12.01	9.031
38.99	20.47	16.763	16.059	13.782	9.752	6.662
38.752	19.782	13.632	10.581	9.031	7.78	4
38.662	16.763	16.563	11.711	9.169	4.918	2.709
38.829	17.786	13.652	10.703	9.231	4.9	2.77
39.83	20.72	18.645	10.596	7.767	5.3	4.129
38.693	18.686	16.554	10.51	8.662	8	3.584

```

;
title1 'HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU';
PROC GLM DATA=beratV;
CLASS A B R;
model y = a b r(b) a*b;
test h=b e=r(b);

```

```

mean a/duncan;
mean b/duncan e=r(b);
mean a*b;
run;

```

OUTPUT

14:48 Saturday, June 3, 2003

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	11	0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200
B	7	1 2 3 4 5 6 7
r	5	1 2 3 4 5

Number of observations 385

14:48 Saturday, June 3, 2003

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

The GLM Procedure
Dependent Variable: y

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	104	41146.36465	395.63812	418.15	<.0001
Error	280	264.92526	0.94616		
Corrected Total	384	41411.28991			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	y Mean		
0.993603	3.418777	0.972708	28.45194		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	25862.48373	2586.24837	2733.41	<.0001
B	6	10562.52548	1760.42091	1860.59	<.0001
r(B)	28	33.10520	1.18233	1.25	0.1858
A*B	60	4688.25025	78.13750	82.58	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	25862.48373	2586.24837	2733.41	<.0001
B	6	10562.52548	1760.42091	1860.59	<.0001
r(B)	28	33.10520	1.18233	1.25	0.1858
A*B	60	4688.25025	78.13750	82.58	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for r(B) as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
B	6	10562.52548	1760.42091	1488.94	<.0001

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

14:48 Saturday, June 3, 2003



IPB University
 Institut Pertanian Bogor
 Jl. Raya Pajadjaran, Bogor 16151
 Telp. (0251) 8324100
 Fax. (0251) 8324101
 E-mail: ipb@ipb.ac.id
 Website: www.ipb.ac.id



The GLM Procedure
Duncan's Multiple Range Test for y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

		Alpha		0.05					
		Error Degrees of Freedom		280					
		Error Mean Square		0.946162					
Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Critical Range	.4577	.4818	.4980	.5098	.5191	.5267	.5330	.5383	.5430

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	38.1936	35	20
A			
A	37.9192	35	0
B	36.6141	35	40
C	35.5601	35	60
D	33.3047	35	80
E	29.5051	35	100
F	27.0334	35	120
G	22.2083	35	140
H	20.0544	35	160
I	17.9041	35	180
J	14.6743	35	200

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

14:48 Saturday, June 3, 2003

The GLM Procedure
Duncan's Multiple Range Test for y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

		Alpha		0.05			
		Error Degrees of Freedom		28			
		Error Mean Square		1.182329			
Number of Means	2	3	4	5	6	7	
Critical Range	.4247	.4463	.4602	.4701	.4776	.4834	

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	39.4814	55	1
B	31.0671	55	2
C	28.9569	55	3
D	27.2577	55	4
E	25.9012	55	5
F	24.0382	55	6
G	22.4611	55	7

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

14:48 Saturday, June 3, 2003

1. Mengembangkan kemampuan analisis dan sintesis informasi yang relevan untuk pemecahan masalah.
 2. Mengembangkan kemampuan komunikasi lisan dan tulisan yang efektif.
 3. Mengembangkan kemampuan berkolaborasi dalam tim.
 4. Mengembangkan kemampuan beradaptasi dengan perubahan.
 5. Mengembangkan kemampuan berinovasi dan berkreasi.

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
0	1	5	40.8582000	0.18023929
0	2	5	39.2078000	0.47943842
0	3	5	38.7578000	0.57171601
0	4	5	37.9778000	0.43178548
0	5	5	36.5930000	0.10773347
0	6	5	36.2214000	0.31771497
0	7	5	35.8182000	0.26735781
20	1	5	40.2530000	0.43548929
20	2	5	39.5644000	0.47774763
20	3	5	39.1174000	0.33991514
20	4	5	38.2668000	0.62974495
20	5	5	37.5502000	1.34002862
20	6	5	36.7876000	1.89283090
20	7	5	35.8156000	0.68416780
40	1	5	39.8580000	0.77487063
40	2	5	38.3388000	0.69497029
40	3	5	37.5398000	0.87393718
40	4	5	36.9070000	0.43546297
40	5	5	35.6942000	0.08534167
40	6	5	34.4220000	0.40310296
40	7	5	33.5388000	0.98986954
60	1	5	39.2740000	1.04088064
60	2	5	37.7422000	0.36234749
60	3	5	36.5582000	0.30593414
60	4	5	36.1022000	0.18640735
60	5	5	35.4198000	0.29785517
60	6	5	32.9160000	0.35111038
60	7	5	30.9086000	0.43172885
80	1	5	39.2060000	0.49771428
80	2	5	34.7286000	1.05266058
80	3	5	33.7094000	0.83465700
80	4	5	32.9110000	0.77701094
80	5	5	31.5278000	0.41756101
80	6	5	30.8298000	0.56884508
80	7	5	30.2206000	0.63317241
100	1	5	39.1766000	1.17529626
100	2	5	35.3406000	1.04262663
100	3	5	29.5606000	0.58781230
100	4	5	28.3276000	1.02502624
100	5	5	26.4982000	1.26898097
100	6	5	24.7218000	2.08488889
100	7	5	22.9104000	1.74751790
120	1	5	38.5678000	0.43571975
120	2	5	30.3194000	1.15344519
120	3	5	26.9412000	0.79534502
120	4	5	25.0624000	1.05511578
120	5	5	23.9146000	1.60107801
120	6	5	22.7180000	1.70592160
120	7	5	21.7106000	1.67293673

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
140	1	5	39.1124000	0.63755768
140	2	5	25.1554000	1.43672694
140	3	5	22.6840000	2.27442685
140	4	5	18.9422000	0.08119544
140	5	5	17.6032000	0.93712390
140	6	5	16.4612000	0.49572139
140	7	5	15.4994000	0.49390566
160	1	5	39.5266000	0.52989556
160	2	5	22.2630000	1.14313319
160	3	5	20.4118000	0.32516027
160	4	5	18.7606000	0.47032414
160	5	5	17.6368000	0.76720708
160	6	5	12.7044000	2.04387837
160	7	5	9.0776000	1.33233753
180	1	5	39.5094000	0.49308143
180	2	5	20.3306000	0.61681302
180	3	5	17.4360000	1.06798806
180	4	5	15.7568000	1.14835456
180	5	5	13.7034000	0.91032895
180	6	5	10.4586000	0.88782729
180	7	5	8.1342000	0.90852666
200	1	5	38.9532000	0.49426380
200	2	5	18.7474000	1.56743829
200	3	5	15.8092000	2.15397393
200	4	5	10.8202000	0.50273422
200	5	5	8.7720000	0.60363400
200	6	5	6.1796000	1.57145181
200	7	5	3.4384000	0.66938502

3. PROGRAM SAS LARVA IV YANG MATI

```

data dt;
do A=0 to 200 by 20;
  do r=1 to 5;
    do B=1 to 13;
      input y @@;
      output;
    end;
  end;
end;
cards;
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0

```

This data file contains the results of the analysis of variance for the number of dead larvae in the fourth instar of the silkworm, *Bombyx mori*, reared on different diets. The data are arranged in a 4x12 grid, with the number of dead larvae in the fourth instar in the first column and the number of larvae in the fourth instar in the second column. The data are arranged in a 4x12 grid, with the number of dead larvae in the fourth instar in the first column and the number of larvae in the fourth instar in the second column.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	4
4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4
0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	6
2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	6
6	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	6
0	0	0	0	0	2	2	2	2	4	4	4
6	0	0	0	0	0	2	2	2	6	6	8
0	0	0	0	0	2	4	4	4	8	8	8
0	0	0	0	0	2	4	4	4	4	4	6
6	0	0	0	0	2	4	4	4	4	6	6
0	0	0	0	2	2	4	4	6	8	10	10
6	0	0	0	2	6	6	6	8	10	14	14
0	0	0	0	2	4	6	6	6	8	12	14
14	0	0	0	4	4	6	6	8	10	12	14
0	0	0	0	6	6	6	8	12	14	16	16
14	0	0	0	8	8	8	14	16	22	24	24
0	0	0	0	4	4	10	10	12	20	20	20
24	0	0	0	10	12	12	16	18	24	24	30
0	0	0	0	2	2	14	20	22	24	30	30

0	0	0	0	0	2	12	20	22	26	26	30
30	0	0	0	8	14	18	22	22	32	40	50
0	0	0	0	10	14	18	24	24	38	44	48
54	0	0	0	2	12	20	26	26	40	42	50
0	0	0	0	0	8	16	24	26	38	46	50
48	0	0	0	10	12	20	24	28	36	44	52
0	0	0	0	10	14	14	14	16	38	50	60
52	0	0	10	10	16	20	22	24	42	52	62
0	0	0	16	16	16	16	16	30	44	52	64
50	0	0	8	8	10	16	20	28	40	54	62
0	0	0	12	12	12	20	20	26	40	48	60
0	0	0	18	20	26	30	34	50	60	66	74
54	0	0	22	22	28	30	38	48	58	68	70
70	0	0	22	26	28	28	36	48	62	70	72
0	0	0	22	24	24	32	38	52	64	72	74
74	0	0	20	20	24	30	36	52	62	68	74
0	0	0	20	26	30	40	48	62	70	72	74
70	0	0	22	28	32	38	46	62	68	74	78
0	0	0	20	24	34	42	52	60	68	74	82
68	0	0	26	26	34	44	48	58	66	78	82
0	0	0	22	24	34	42	52	64	72	78	80
0	0	0	22	30	40	48	60	72	78	84	90
76	0	0	26	34	42	58	64	70	78	86	92
0	0	0	24	36	44	54	60	70	80	82	94
78	0	0	22	30	44	52	62	72	80	84	94
0	0	0	28	40	44	50	60	70	78	88	96

```

;
title1 'HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati';
PROC GLM DATA=DT;
CLASS A B R;
model y=a b r(b) a*b;
test h=b e=r(b);
mean a/duncan;
mean b/duncan e=r(b);
mean a*b;
run;

```

OUTPUT

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	11	0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200
B	13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
r	5	1 2 3 4 5

Number of observations 715

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure
Dependent Variable: y

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	194	459982.0420	2371.0415	725.35	<.0001
Error	520	1699.7818	3.2688		
Corrected Total	714	461681.8238			

R-Square Coeff Var : Root MSE y Mean
0.996318 10.22228 1.807985 17.68671

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	210429.7622	21042.9762	6437.50	<.0001
B	12	135398.3329	11283.1944	3451.77	<.0001
r(B)	52	420.2182	8.0811	2.47	<.0001
A*B	120	113733.7287	947.7811	289.95	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	210429.7622	21042.9762	6437.50	<.0001
B	12	135398.3329	11283.1944	3451.77	<.0001
r(B)	52	420.2182	8.0811	2.47	<.0001
A*B	120	113733.7287	947.7811	289.95	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for r(B) as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	12	135398.3329	11283.1944	1396.24	<.0001

H	12.6182	55	6
I	9.7455	55	5
J	7.1273	55	4
K	0.0000	55	3
K			
K	0.0000	55	2
K			
K	0.0000	55	1

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati
 11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of	Level of	N	Mean	Std Dev
A	B			
0	1	5	0.0000000	0.00000000
0	2	5	0.0000000	0.00000000
0	3	5	0.0000000	0.00000000
0	4	5	0.0000000	0.00000000
0	5	5	0.0000000	0.00000000
0	6	5	0.0000000	0.00000000

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of	Level of	N	Mean	Std Dev
A	B			
0	7	5	0.0000000	0.00000000
0	8	5	0.0000000	0.00000000
0	9	5	0.0000000	0.00000000
0	10	5	0.0000000	0.00000000
0	11	5	0.4000000	0.89442719
0	12	5	0.4000000	0.89442719
0	13	5	0.4000000	0.89442719
20	1	5	0.0000000	0.00000000
20	2	5	0.0000000	0.00000000
20	3	5	0.0000000	0.00000000
20	4	5	0.0000000	0.00000000
20	5	5	0.0000000	0.00000000
20	6	5	0.0000000	0.00000000
20	7	5	0.0000000	0.00000000
20	8	5	0.0000000	0.00000000
20	9	5	0.0000000	0.00000000
20	10	5	0.4000000	0.89442719
20	11	5	0.4000000	0.89442719
20	12	5	0.4000000	0.89442719
20	13	5	0.4000000	0.89442719
40	1	5	0.0000000	0.00000000
40	2	5	0.0000000	0.00000000
40	3	5	0.0000000	0.00000000
40	4	5	0.0000000	0.00000000
40	5	5	0.0000000	0.00000000
40	6	5	0.0000000	0.00000000
40	7	5	0.0000000	0.00000000



HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
40	8	5	0.8000000	1.09544512
40	9	5	2.0000000	0.00000000
40	10	5	3.2000000	1.09544512
40	11	5	4.0000000	2.00000000
40	12	5	4.8000000	1.09544512
40	13	5	5.2000000	1.78885438
60	1	5	0.0000000	0.00000000
60	2	5	0.0000000	0.00000000
60	3	5	0.0000000	0.00000000
60	4	5	0.0000000	0.00000000
60	5	5	0.0000000	0.00000000
60	6	5	1.6000000	0.89442719
60	7	5	3.2000000	1.09544512
60	8	5	3.2000000	1.09544512
60	9	5	3.2000000	1.09544512
60	10	5	5.2000000	1.78885438
60	11	5	5.6000000	1.67332005
60	12	5	6.4000000	1.67332005
60	13	5	6.4000000	1.67332005
80	1	5	0.0000000	0.00000000
80	2	5	0.0000000	0.00000000
80	3	5	0.0000000	0.00000000
80	4	5	0.0000000	0.00000000
80	5	5	3.2000000	1.78885438
80	6	5	4.4000000	1.67332005
80	7	5	5.6000000	0.89442719
80	8	5	6.0000000	1.41421356
80	9	5	8.0000000	2.44948974
80	10	5	10.0000000	2.44948974
80	11	5	12.8000000	2.28035085
80	12	5	13.6000000	2.19089023
80	13	5	13.6000000	2.19089023
100	1	5	0.0000000	0.00000000
100	2	5	0.0000000	0.00000000
100	3	5	0.0000000	0.00000000
100	4	5	0.0000000	0.00000000
100	5	5	4.8000000	4.14728827
100	6	5	5.6000000	4.33589668
100	7	5	11.2000000	2.28035085
100	8	5	16.0000000	4.24264069
100	9	5	18.0000000	4.24264069
100	10	5	23.2000000	2.28035085
100	11	5	24.8000000	3.63318042
100	12	5	26.8000000	4.60434577
100	13	5	26.8000000	4.60434577
120	1	5	0.0000000	0.00000000
120	2	5	0.0000000	0.00000000

at Hic cupa with IPB University

1. Mengingat pentingnya analisis faktor dalam penelitian maka perlu dilakukan analisis faktor untuk mengetahui struktur faktor-faktor yang mendasari variabel-variabel yang diteliti.
 2. Mengetahui variabel-variabel mana saja yang merupakan faktor-faktor yang mendasari variabel-variabel yang diteliti.
 3. Mengetahui pengaruh masing-masing variabel-variabel yang mendasari variabel-variabel yang diteliti.
 4. Mengetahui pengaruh masing-masing variabel-variabel yang mendasari variabel-variabel yang diteliti.
 5. Mengetahui pengaruh masing-masing variabel-variabel yang mendasari variabel-variabel yang diteliti.



HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
120	3	5	0.000000	0.0000000
120	4	5	0.000000	0.0000000
120	5	5	6.000000	4.69041576
120	6	5	12.000000	2.44948974
120	7	5	18.400000	1.67332005
120	8	5	24.000000	1.41421356
120	9	5	25.200000	2.28035085
120	10	5	36.800000	3.03315018
120	11	5	43.200000	2.28035085
120	12	5	50.000000	1.41421356
120	13	5	51.600000	2.60768096
140	1	5	0.000000	0.0000000
140	2	5	0.000000	0.0000000
140	3	5	0.000000	0.0000000
140	4	5	11.200000	3.03315018
140	5	5	11.200000	3.03315018
140	6	5	13.600000	2.60768096
140	7	5	17.200000	2.68328157
140	8	5	18.400000	3.28633535
140	9	5	24.800000	5.40370243
140	10	5	40.800000	2.28035085
140	11	5	51.200000	2.28035085
140	12	5	61.600000	1.67332005
140	13	5	70.400000	2.19089023
160	1	5	0.000000	0.0000000
160	2	5	0.000000	0.0000000
160	3	5	0.000000	0.0000000
160	4	5	20.800000	1.78885438
160	5	5	22.400000	2.60768096
160	6	5	26.000000	2.0000000
160	7	5	30.000000	1.41421356
160	8	5	36.400000	1.67332005
160	9	5	50.000000	2.0000000
160	10	5	61.200000	2.28035085
160	11	5	68.800000	2.28035085
160	12	5	72.800000	1.78885438
160	13	5	78.800000	2.28035085
180	1	5	0.000000	0.0000000
180	2	5	0.000000	0.0000000
180	3	5	0.000000	0.0000000
180	4	5	22.000000	2.44948974
180	5	5	25.600000	1.67332005
180	6	5	32.800000	1.78885438
180	7	5	41.200000	2.28035085
180	8	5	49.200000	2.68328157
180	9	5	61.200000	2.28035085
180	10	5	68.800000	2.28035085

© Hak cipta milik IPB University

1. Mengingat pentingnya analisis statistik dalam penelitian, maka perlu dipelajari dan dipahami konsep-konsep dasar statistika.
 2. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika yang meliputi: definisi, jenis-jenis, ruang lingkup, dan kegunaan statistika.
 3. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika yang meliputi: definisi, jenis-jenis, ruang lingkup, dan kegunaan statistika.
 4. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika yang meliputi: definisi, jenis-jenis, ruang lingkup, dan kegunaan statistika.
 5. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika yang meliputi: definisi, jenis-jenis, ruang lingkup, dan kegunaan statistika.



1. Mengingat pentingnya analisis statistik dalam penelitian, maka perlu dipelajari dan dimengerti konsep-konsep dasar statistika.
 2. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika, seperti: populasi, sampel, parameter, statistik, uji hipotesis, dan lain-lain.
 3. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika, seperti: populasi, sampel, parameter, statistik, uji hipotesis, dan lain-lain.
 4. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika, seperti: populasi, sampel, parameter, statistik, uji hipotesis, dan lain-lain.
 5. Mengetahui konsep-konsep dasar statistika, seperti: populasi, sampel, parameter, statistik, uji hipotesis, dan lain-lain.

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
180	11	5	75.2000000	2.68328157
180	12	5	79.2000000	3.34664011
180	13	5	86.0000000	4.00000000
200	1	5	0.0000000	0.00000000
200	2	5	0.0000000	0.00000000
200	3	5	0.0000000	0.00000000
200	4	5	24.4000000	2.60768096
200	5	5	34.0000000	4.24264069
200	6	5	42.8000000	1.78885438
200	7	5	52.4000000	3.84707681
200	8	5	61.2000000	1.78885438
200	9	5	70.8000000	1.09544512
200	10	5	78.4000000	1.67332005
200	11	5	84.8000000	2.28035085
200	12	5	93.2000000	2.28035085
200	13	5	99.2000000	1.09544512

4. PROGRAM SAS LARVA V YANG MATI

```

data matiV;
do A=0 to 200 by 20;
  do r=1 to 5;
    do B=1 to 7;
      input y @@;
      output;
    end;
  end;
end;
cards;
0      0      0      0      2      2      2
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      2      2
0      0      0      0      2      2      2
0      0      0      0      2      2      2
0      0      0      0      0      2      2
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      2      2      2
0      0      2      2      2      2      2
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      2      2      2      2
0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      9
0      0      0      0      0      2      2
0      2      2      2      2      2      2
0      0      0      2      2      2      2

```

0	0	2	2	2	2
0	0	2	2	2	2
0	0	0	2	4	4
0	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2
0	2	10	14	18	20
0	4	20	22	30	30
0	4	10	12	16	16
0	4	8	10	10	14
0	0	4	10	10	10
0	8	12	16	18	22
0	8	16	20	20	24
0	12	20	22	28	30
0	8	20	20	20	20
0	12	20	20	20	20
0	22	30	32	40	42
0	20	28	34	34	34
0	22	30	32	34	34
0	20	26	30	30	34
0	16	24	32	32	34
0	24	30	30	38	50
0	26	30	36	36	48
0	30	32	32	36	40
0	24	26	32	32	38
0	22	24	30	34	40
0	26	28	32	38	52
0	30	40	40	40	52
0	30	32	34	34	52
0	28	28	30	30	48
0	32	32	32	40	52
0	28	50	52	60	64
0	40	42	50	60	70
0	38	50	60	62	66
0	30	46	60	60	64
0	36	44	52	62	68

```

;
title1 'HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati';
PROC GLM DATA=mativ;
CLASS A B R;
model y = a b r(b) a*b;
test h=b e=r(b);
mean a/duncan;
mean b/duncan e=r(b);
mean a*b;
run;

```

OUTPUT

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

1. Mengidentifikasi masalah yang dihadapi
2. Menentukan tujuan yang akan dicapai
3. Menentukan metode yang akan digunakan
4. Mengumpulkan data yang diperlukan
5. Menganalisis data yang telah terkumpul
6. Menyimpulkan hasil analisis data
7. Menyusun laporan hasil analisis data

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	11	0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200
B	7	1 2 3 4 5 6 7
r	5	1 2 3 4 5

Number of observations 385
HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati
11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Dependent Variable: y

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	104	155363.0130	1493.8751	55.53	<.0001
Error	280	7533.2364	26.9044		
Corrected Total	384	162896.2494			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	y Mean	
	0.953754	32.61964	5.186947	15.90130	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	102637.7351	10263.7735	381.49	<.0001
B	6	25183.0857	4197.1810	156.00	<.0001
r(B)	28	1457.1636	52.0416	1.93	0.0041
A*B	60	26085.0286	434.7505	16.16	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	10	102637.7351	10263.7735	381.49	<.0001
B	6	25183.0857	4197.1810	156.00	<.0001
r(B)	28	1457.1636	52.0416	1.93	0.0041
A*B	60	26085.0286	434.7505	16.16	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for r(B) as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
B	6	25183.08571	4197.18095	80.65	<.0001

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati
11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for y

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11									
Critical Range	2.441	2.569	2.655	2.719	2.768	2.808	2.842	2.871	2.895
2.917									

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	49.029	35	200



HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
20	3	5	0.0000000	0.0000000
20	4	5	0.0000000	0.0000000
20	5	5	0.4000000	0.8944272
20	6	5	0.8000000	1.0954451
20	7	5	0.8000000	1.0954451
40	1	5	0.0000000	0.0000000
40	2	5	0.0000000	0.0000000
40	3	5	0.4000000	0.8944272
40	4	5	0.8000000	1.0954451
40	5	5	1.2000000	1.0954451
40	6	5	1.2000000	1.0954451
40	7	5	1.2000000	1.0954451
60	1	5	0.0000000	0.0000000
60	2	5	0.0000000	0.0000000
60	3	5	0.4000000	0.8944272
60	4	5	0.8000000	1.0954451
60	5	5	1.2000000	1.0954451
60	6	5	1.6000000	0.8944272
60	7	5	1.6000000	0.8944272
80	1	5	0.0000000	0.0000000
80	2	5	0.4000000	0.8944272
80	3	5	0.4000000	0.8944272
80	4	5	0.8000000	1.0954451
80	5	5	1.2000000	1.0954451
80	6	5	1.6000000	1.6733201
80	7	5	2.0000000	1.4142136
100	1	5	0.0000000	0.000000000
100	2	5	2.8000000	1.7888544
100	3	5	10.4000000	5.8991525
100	4	5	13.6000000	4.9799598
100	5	5	15.2000000	7.4296702
100	6	5	16.8000000	8.1975606
100	7	5	18.0000000	7.6157731
120	1	5	0.0000000	0.0000000
120	2	5	9.6000000	2.1908902
120	3	5	17.6000000	3.5777088
120	4	5	19.6000000	2.1908902
120	5	5	21.2000000	3.8987177
120	6	5	23.2000000	4.1472883
120	7	5	23.6000000	4.3358967
140	1	5	0.0000000	0.0000000
140	2	5	20.0000000	2.4494897
140	3	5	27.6000000	2.6076810
140	4	5	32.0000000	1.4142136
140	5	5	34.0000000	3.7416574
140	6	5	34.8000000	3.0331502
140	7	5	35.6000000	3.5777088

a) Mata kuliah ini merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi mahasiswa IPB University

1. Mengingat pentingnya analisis faktor dalam penelitian, maka mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dan prosedur analisis faktor.
 2. Mengingat pentingnya analisis faktor dalam penelitian, maka mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dan prosedur analisis faktor.
 3. Mengingat pentingnya analisis faktor dalam penelitian, maka mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dan prosedur analisis faktor.
 4. Mengingat pentingnya analisis faktor dalam penelitian, maka mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dan prosedur analisis faktor.
 5. Mengingat pentingnya analisis faktor dalam penelitian, maka mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dan prosedur analisis faktor.

HASIL ANALISIS SATU FAKTOR DALAM WAKTU mati

11:23 Wednesday, June 14, 2003

The GLM Procedure

Level of A	Level of B	N	Mean	Std Dev
160	1	5	0.000000	0.000000
160	2	5	25.200000	3.0331502
160	3	5	28.400000	3.2863353
160	4	5	32.000000	2.4494897
160	5	5	35.200000	2.2803509
160	6	5	42.800000	5.0199602
160	7	5	58.400000	10.3344085
180	1	5	0.000000	0.000000
180	2	5	29.200000	2.2803509
180	3	5	32.000000	4.8989795
180	4	5	33.600000	3.8470768
180	5	5	36.400000	4.3358967
180	6	5	51.200000	1.7888544
180	7	5	81.200000	1.7888544
200	1	5	0.000000	0.000000
200	2	5	34.400000	5.1768716
200	3	5	46.400000	3.5777088
200	4	5	54.800000	4.8166378
200	5	5	60.800000	1.0954451
200	6	5	66.400000	2.6076810
200	7	5	80.400000	1.6733201

5. OUTPUT GOMPIT MODEL

Binary Logistic Regression: hidup; C4 versus dosis; perlk

Link Function: Gompit

Response Information

Variable	Value	Count
hidup	Success	9384
hidup	Failure	45616
C4	Total	55000

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P
Constant	-7.43013	0.06394	-116.21	0.000
dosis	-0.0198	0.0002606	-91.65	0.000
perlk	0.7523	0.03025	35.04	0.000

Log-Likelihood = -15543.947
 Test that all slopes are zero: G = 19167.264; DF = 3; P-Value = 0.000

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	1728.611	216	0.000
Deviance	2156.417	216	0.000
Hosmer-Lemeshow	253.297	8	0.000

Table of Observed and Expected Frequencies:
 (See Hosmer-Lemeshow Test for the Pearson Chi-Square Statistic)

Value Group	Success		Failure		Total
	Observed	Expected	Observed	Expected	
1	0	17.2	5500	5482.8	5500
2	6	46.7	5494	5453.3	5500
3	25	90.7	5475	5409.3	5500
4	68	159.5	5432	5340.5	5500
5	217	267.6	5283	5232.4	5500
6	500	444.5	5000	5055.5	5500
7	821	735.9	4679	4764.1	5500
8	1400	1239.8	4100	4260.2	5500
9	2375	2178.1	3125	3321.9	5500
10	3972	4087.1	1528	1412.9	5500
					----- 55000

Measures of Association:
(Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary Measures	
Concordant	385011467	89.9%	Somers' D	0.80
Discordant	41420217	9.7%	Goodman-Kruskal Gamma	0.81
Ties	1628860	0.4%	Kendall's Tau-a	0.23
Total	428060544	100.0%		