

**RESPON RADIOADAPTASI  
TERHADAP KUANTITAS SEL DARAH PUTIH (*LEUKOSIT*)  
MENCIT (*MUS MUSCULUS L*) DENGAN RADIASI  
GAMMA Co-60 SECARA *IN VIVO***

**TESIS**

**GUSTI NGURAH SUTAPA**

**08 06 42 11 04**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM PASCASARJANA FISIKA MEDIS  
DEPOK  
OKTOBER 2010**

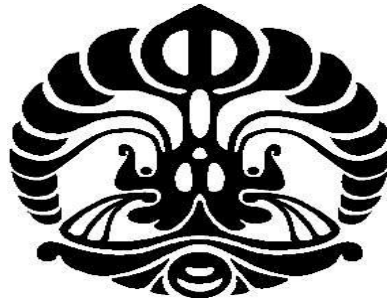
**RESPON RADIOADAPTASI  
TERHADAP KUANTITAS SEL DARAH PUTIH (*LEUKOSIT*)  
MENCIT (*MUS MUSCULUS L*) DENGAN RADIASI  
GAMMA Co-60 SECARA *IN VIVO***

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister**

**GUSTI NGURAH SUTAPA**

**08 06 42 11 04**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM PASCASARJANA FISIKA MEDIS  
DEPOK  
OKTOBER 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Gusti Ngurah Sutapa**

**NPM : 08 06 42 11 04**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 13 Oktober 2010**



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Gusti Ngurah Sutapa  
NPM : 08 06 42 11 04  
Program Studi : Pascasarjana Fisika Medis  
Judul Tesis : Respon Radioadaptasi Terhadap  
Kuantitas Sel Darah Putih (*Leukosit*)  
Mencit (*Mus Musculu L*) dengan Radiasi  
Gamma Co-60 Secara *In Vivo*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Fisika Medis pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. Djarwani S. Soejoko (.....)

Penguji : Dr. rer. Nat. Musaddiq Musbach (.....)

Penguji : Dr. Fredy Haryanto (.....)

Penguji : Dr. Seruni Udyaningsih Fresileben(.....)

Ditetapkan di : Salemba Jakarta

Tanggal : 13 Oktober 2010

## KATA PENGANTAR

### “Om Swastiyastu”

Puji syukur saya panjatkan kepada Shang Hyang Widi Wasa (Tuhan Yang Maha Esa), atas berkah dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelas Magister Fisika Medis Departemen Fisika pada Fakultas MIPA Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Djarwani S. Soeharso, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
2. Dra. Zubaidah Alatas, M.Sc., yang telah banyak membantu dalam usaha penulisan tesis ini;
3. I Wayan Balik Sudarsana, M.Si., Dewa Made Arsana beserta rekan-rekan di Lab. Kesehatan Provinsi Bali, yang telah banyak membantu dalam usaha pengambilan data dan sampel darah yang saya perlukan;
4. Aji, Meme, Isteri, Ayu Sintha, Ayu Rahma dan Ngurah Laksamana, Ketut sekeluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moril; dan
5. Teman-teman S2 Fisika Medis UI dan sahabat yang banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Shang Hyang Widi Wasa (Tuhan Yang Maha Esa) berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

“Om Santih, Santih, Santih Om”

Depok, 13 Oktober 2010

Penulis.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gusti Ngurah Sutapa  
NPM : 08 06 42 11 04  
Program Studi : Pascasarjana Fisika Medis  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Respon Radioadaptasi Terhadap Kuantitas Sel Darah Putih (*Leukosit*) Mencit (*Mus Musculus L*) dengan Radiasi Gamma Co-60 Secara *In Vivo*, beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir ini saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 13 Oktober 2010

Yang menyatakan

(Gusti Ngurah Sutapa)

## LEMBARAN PERSETUJUAN

Nama : Gusti Ngurah Sutapa  
NPM : 0806421104  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi : Magister Fisika  
Kekhususan : Fisika Medis  
Judul Tesis : Respon Radioadaptasi Terhadap Kuantitas Sel Darah Putih  
(*Leukosit*) Mencit (*Mus Musculus L*) dengan Radiasi  
Gamma Co-60 Secara *In Vivo*.

Penulisan tesis ini telah selesai dan siap untuk dapat maju sidang tugas akhir.

Jakarta, 23 September 2010

Mengetahui,  
Pembimbing Sidang Magister

Prof. Dr. Djarwani S. Soejoko

Menyetujui

Program Magister Fisika  
Program Pascasarjana F-MIPA UI

Ketua,

Dr. Yunus Daud

NIP. 196811041995121001

## ABSTRAK

Nama : Gusti Ngurah Sutapa  
Program Studi : Pascasarjana Fisika  
Kekhususan : Fisika Medis  
Judul : Respon Radioadaptasi Terhadap Kuantitas Sel Darah Putih (*Leukosit*) Mencit (*Mus Musculus L*) dengan Radiasi Gamma Co-60 Secara *In Vivo*.

Induksi dosis radiasi rendah memungkinkan terjadinya perubahan pada mekanisme sistem selular dan molekuler, yang dengan kondisi tertentu, dapat memproteksi sel terhadap efek yang ditimbulkan oleh dosis radiasi tinggi yang diterima berikutnya. Fenomena demikian disebut respon radioadaptasi. Telah dilakukan penelitian respons adaptasi pada 80 ekor mencit jantan berumur 37 – 46 hari, dengan berat dalam rentang 23.79 – 26.66 gram. Sampel mencit dibagi menjadi 4 kelompok, satu kelompok untuk kontrol sedangkan kelompok lainnya diberi perlakuan penyinaran dengan radiasi gamma Co 60, yang selanjutnya disebut perlakuan tanpa adaptasi, adaptasi I, dan adaptasi II. Pada perlakuan tanpa adaptasi, mencit diberi dosis challenges 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, dan 3.0 Gy, perlakuan adaptasi I sampel mencit diberi dosis adaptasi 0.1 Gy sebelum kelima dosis challenges, dan perlakuan adaptasi II dosis kelima dosis challenges diberikan 5 menit setelah menerima dosis adaptasi 0.1 Gy. Jumlah leukosit rata-rata mencit kelompok kontrol  $(9.51 \pm 0.81) \times 10^3/\mu\text{l}$ . Umumnya pemberian radiasi pada ketiga perlakuan mengakibatkan jumlah leukosit menurun dan linier dengan kenaikan dosis. Penurunan jumlah leukosit tertinggi terjadi pada perlakuan tanpa adaptasi, kemudian diikuti oleh perlakuan adaptasi I dan perlakuan adaptasi II, dengan representasi koefisien linieritas -0.18, -0.15, dan -0.11. Ini menunjukkan bahwa respons adaptasi meningkat bila ada interval waktu antara pemberian dosis adaptasi dan dosis challenges. Selain respons pada leukosit, telah diteliti pula respons pada berbagai komponen leukosit, antara lain segmen neutrofil dan limfosit yang jumlahnya cenderung sedikit menurun seperti pada leukosit, serta eosinofil, neutrofil, neutrofil batang, dan monosit yang ternyata tidak memberikan perubahan respons yang signifikan pada ketiga perlakuan.

Kata Kunci :

Induksi radiasi, respon adaptasi, dosis *challenges*.



## ABSTRACT

Name : Gusti Ngurah Sutapa  
Study Program : Graduate in Physics  
Specialty : Medical Physics  
Title : Radioadaptive Response of Quantity White Blood Cells (*Leukocytes*), Mice (*Mus musculus L*) With Co-60 Gamma Radiation *In Vivo*.

Low radiation dose induction might changes the mechanism of cellular and molecular system, with a certain condition; it can protect cells to reduce the effect from subsequent high dose. This phenomenon is called radioadaptive response. In this work radioadaptive response has been investigated to 80 male mice with the age from 37 to 46 days, and the weight from 23.79 to 26.66 grams. These samples were divided into 4 groups, one group was a control, and the other groups were treated with Co 60 gamma radiation which will be called as treatment without adaptive, adaptive I, and adaptive II. To the mice from the group of treatment without adaptive, challenge doses of 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, and 3.0 Gy were delivered. The same challenge doses were given to the adaptive I and adaptive II treatment group after direct and 5 minutes receiving the adaptive dose of 0.1 Gy. The number of total leucocyt counts from the control group was  $(9.51 \pm 0.81) \times 10^3/\mu\text{l}$ . In general radiation doses decrease the leucocytes counts from the three treated groups and linearly related with the increasing dose. The effect of radioadaptive response of the adaptive II treatment group was relatively higher, which were illustrated by the linear coefficient of the group without adaptive, adaptive I, and adaptive II with the value of -0.18, -0.15, and -0.11 repectively. These results indicated that the adaptive response increased when there was interval delivering time between adaptive and challenge dose. It was also found that components of leucocytes such as neutrophyl leucocytes and lymphocytes segments gave lower response with the trend likely the same as leucocytes. Furthermore there were no significant changes of response from the three types of treatment to other components such as eosinophyls, neutrophyl stems, and monocytes.

Key words:

Induction of radiation, adaptive response, the dose *challenges*

## DAFTAR ISI

HALAMAN	
JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Radiasi dan Efek Biologis.....	4
2.1.1. Sumber Radiasi.....	4
2.1.2. Efek Biologis.....	6
2.2. Respon Radioadaptasi.....	8
2.2.1. Respon Radioadaptasi <i>In Vitro</i> .....	8
2.2.2. Respon Radioadaptasi <i>In Vivo</i> .....	10
2.2.3. Mekanisme Respon Radioadaptasi.....	10
2.3. Implementasi Dalam Proteksi Radiasi.....	12
2.4. Sel Darah.....	13
2.4.1. Leukosit.....	14
2.4.2. Efek Radiasi Terhadap Leukosit.....	16

2.4.3. Efek Radiasi Terhadap Komponen Leukosit.....	17
2.4.3.1. Efek Terhadap Granulosit.....	18
2.4.3.2. Efek Terhadap Limfosit.....	18
2.4.3.3. Efek Terhadap Monosit.....	18
2.5. Mencit ( <i>Mus Musculus L</i> ).....	18
<b>3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1. Peralatan dan Bahan.....	20
3.2. Persiapan Penelitian.....	20
3.3. Proses Pengambilan Darah.....	22
3.4. Proses Radiasi.....	22
3.5. Diagram Blok Penelitian.....	24
3.6. Analisa Data.....	25
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil Penelitian.....	26
4.2. Pembahasan.....	37
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran.....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar. 2.1. Skema Peluruhan Co-60.....	4
Gambar. 2.2. Teknik Pengukuran PDD pad SSD Konstan.....	5
Gambar. 2.2a. Teknik Pengukuran TAR pada SAD.....	6
Gambar. 2.3. Akibat Ionisasi pada Jaringan Terjadi Cedra pada Sebagian Besar DNA.....	7
Gambar. 2.4. Perbaikan Kerusakan Kromosom pada Sel Kulit Manusia Terhadap Penurunan Frekuensi Mikronuklei/sel yang Diradiasi Dengan Dosis Adaptasi.....	9
Gambar. 2.5. Grafik Menunjukkan Tingkat dan Derajat Perubahan Sel Darah pada Beberapa Dosis Radiasi.....	16
Gambar. 2.6. Kerusakan Sel Darah Pasca Radiasi Gamma pada dosis 1 Gy dan 3 Gy.....	17
Gambar. 2.7. Mencit ( <i>Mus Musculus L</i> ).....	19
Gambar. 3.1. Kondisi Penyinaran dengan SSD Konstan.....	23
Gambar. 3.2. Diagram Blok Penelitian.....	24
Gambar. 4.1. Jumlah Leukosit Darah Mencit dengan Variasi Dosis.....	27
Gambar. 4.2. Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Kontrol.....	28
Gambar. 4.3. Jumlah Komponen Leukosit Darah Mencit dengan Variasi Dosis.....	31
Gambar. 4.4. Rasio Jumlah Eosinofil Terhadap Kontrol.....	33
Gambar. 4.5. Rasio Jumlah Neutrofil Batang Terhadap Kontrol.....	34
Gambar. 4.6. Rasio Jumlah Neutrofil Segmen Terhadap Kontrol.....	35
Gambar. 4.7. Rasio Jumlah Limfosit Terhadap Kontrol.....	36
Gambar. 4.8. Rasio Jumlah Monosit Terhadap Kontrol.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Data Berat dan Umur Mencit.....	48
Lampiran II. Rumus Perhitungan Waktu Radiasi.....	49
Lampiran III. Nilai PDD pada Pesawat Co-60 FCC 8000 F.....	50
Lampiran IV. Laju Dosis Co-60 FCC 800 F.....	51
Lampiran V. Nilai Out-put Faktor.....	52
Lampiran V. Data Hasil Hitung Jumlah Leukosit dan Hitung Komponen Leukosit pada Mencit Jantan.....	53
Lampiran Vb. Nilai Absolut Komponen Leukosit.....	55
Lampiran VI. Persamaan Garis Linier dan Koefisien Korelasi.....	59
Lampiran VII. Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Kontrol.....	61
Lampiran VIII. Rasio Komponen Leukosit Terhadap Kontrol.....	62
Lampiran IX. Analisa Varian.....	66
Lampiran X. Surat Ijin Penelitian di RSUP Sanglah Denpasar.....	96
Lampiran XI. Keterangan Kelaikan Etik ( <i>Ethical Clearance</i> ).....	97

## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel. 2.1. Komponen-Komponen Leukosit.....	15
Tabel. 2.2. Klasifikasi dan Data Biologis Mencit ( <i>Mus Musculus L</i> ).....	19
Tabel. 3.1. Pengelompokan Mencit Berdasarkan Perlakuan.....	21
Tabel. 4.1. Jumlah Leukosit Kelompok Mencit Dengan Kontrol dan Perlakuan..	26
Tabel. 4.2. Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Kontrol.....	28
Tabel. 4.3. Persamaan Linier Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Dosis Radiasi.....	29
Tabel. 4.4. Komponen Leukosit Kelompok Mencit Dengan Kontrol dan Perlakuan.....	30
Tabel. 4.5. Rasio Jumlah Eosinofil Terhadap Kontrol.....	32
Tabel. 4.6. Rasio Jumlah Neutrofil Batang Terhadap Kontrol.....	33
Tabel. 4.7. Rasio Jumlah Neutrofil Segmen Terhadap Kontrol.....	34
Tabel. 4.8. Rasio Jumlah Limfosit Terhadap Kontrol.....	35
Tabel. 4.9. Rasio Jumlah Monosit Terhadap Kontrol.....	36

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Studi terakhir tentang efek radiasi dosis rendah terhadap mekanisme sel dan molekuler menyebabkan terjadinya pergeseran tiga paradigma utama. Fenomena tersebut merupakan suatu perubahan besar dalam pemikiran tentang terjadinya perubahan pada materi biologis akibat radiasi pengion. Ketiga fenomena yang dimaksud adalah efek *bystander*, ketidakstabilan genom, dan respon radioadaptasi, yang merupakan bagian penting dari respon molekul, sel dan jaringan tubuh terhadap radiasi pengion (Brooks, 2005).

Pergeseran paradigma pertama adalah berpindahnya dari asumsi bahwa radiasi untuk menimbulkan suatu respon atau efek harus berinteraksi dengan sel secara langsung dan mentransfer energinya pada sel tersebut. Ternyata sel yang tidak secara langsung terpapar radiasi mampu memberikan respon seperti halnya sel yang langsung terpapar radiasi. Efek biologi yang terjadi pada sel yang tidak secara langsung terpapar radiasi tetapi berada berdekatan dengan sel yang teradiasi disebut sebagai efek *bystander*. Pada variasi radiasi dosis rendah, efek *bystander* dapat berupa mutasi, kerusakan kromosom, dan transformasi sel (Alatas, 2004).

Paradigma kedua adalah ketidakstabilan genom yang sangat berperan dalam induksi kanker. Sebelumnya, pemikirannya adalah kerusakan DNA terjadi langsung akibat radiasi dosis rendah. Sekarang telah diketahui bahwa berbagai perubahan baru diekspresikan beberapa generasi kemudian setelah sebuah sel terpapar radiasi. Ketidakstabilan genom pada sel dapat diinduksi oleh radiasi, yang menunjukkan terjadinya peningkatan laju perubahan pada materi genetik baru yang mampu merubah kestabilan genom pada sel normal menjadi tidak stabil, yang merupakan karakteristik dari sel kanker. Ketidakstabilan genom terjadi pada sel beberapa waktu kemudian setelah paparan radiasi dan berdampak pada turunan sel yang terpapar tersebut selama beberapa generasi. Berbagai kerusakan seluler meliputi aberasi kromosom, mikronuklei, mutasi dan amplifikasi gen, transformasi neoplastik dan kematian reproduktif yang tertunda akibat hilangnya

kestabilan genom. Ketidakstabilan genom memberikan kesempatan untuk dapat dilakukan intervensi antara paparan radiasi dan perkembangan ketidakstabilan genom (Little, 1998).

Paradigma ketiga respon radioadaptasi adalah perubahan profil ekspresi gen akibat diinduksi radiasi dosis sangat rendah ( $< 0,5$  Gy). Perubahan ini dalam kondisi tertentu, dapat memproteksi sel terhadap efek yang ditimbulkan oleh dosis radiasi yang lebih tinggi berikutnya. Fenomena ini disebut respon radioadaptasi adalah respon adaptasi yang diinduksi radiasi. Pertama kali dikenalkan oleh Olivieri *et. al*, pada tahun 1984 bahwa, radiasi dosis rendah diketahui dapat memodifikasi tingkat kerusakan dari dosis radiasi berikutnya yang lebih tinggi pada sel limfosit manusia (Olivieri, 1984).

Respon radioadaptasi adalah suatu fenomena biologi dimana resistensi terhadap radiasi diperoleh dengan pemberian satu kali atau beberapa kali radiasi awal dengan dosis yang sangat rendah. Dalam medan radiasi, respon adaptasi menjadi sinonim untuk radioresisten, yang dapat mengubah efektivitas biologis radiasi berikutnya dengan dosis yang lebih besar (Okazaki, 2005 dan Kadhim, 2004). Dosis radiasi adaptasi pada penelitian ini diberikan pada mencit jantan (*Mus Musculus L*), yang akan ditentukan respon radioadaptasinya terhadap kuantitas sel darah putih (*Leukosit*) dengan radiasi gamma  $Co^{60}$  secara *in Vivo*.

## 1.2. Perumusan Masalah

Apakah terdapat penurunan jumlah leukosit pada mencit terhadap dosis radiasi tanpa adaptasi (dosis *challenge*)?. Apakah penurunannya proposional terhadap peningkatan dosis radiasi?. Dengan dosis adaptasi 0.1 Gy langsung diradiasi dosis *challenge* dan dosis adaptasi 0.1 Gy, kemudian diradiasi dosis *challenge* setelah 5 jam, apakah masih menunjukkan penurunan jumlah leukosit pada mencit?. Bagaimana dengan komponen-komponen leukosit, apakah menunjukkan hasil yang sama dengan leukosit ?.



### 1.3. Tujuan

Menentukan proporsionalitas radiasi gamma Co-60 terhadap jumlah leukosit pada mencit, beserta komponen-komponennya. Menentukan respon adaptasi radiasi gamma Co-60 terhadap jumlah leukosit dan komponen leukosit pada mencit, baik langsung diberi dosis *challenge* maupun setelah 5 jam kemudian diberi dosis *challenge*.

### 1.3. Batasan Penelitian

Objek penelitian ini adalah mencit jantan sebanyak 80 ekor, sebanyak 20 ekor untuk kontrol, 20 ekor untuk perlakuan tanpa adaptasi, diradiasi dengan dosis 1,0 Gy, 1,5 Gy, 2,0 Gy, 2,5 Gy, 3,0 Gy (dosis *challenge*). Dosis adaptasi 0,1Gy langsung dosis *challenge* untuk 20 ekor pada perlakuan adaptasi I. Kemudian dilanjutkan untuk 20 ekor pada perlakuan dosis adaptasi 0.1 Gy, setelah 5 jam diradiasi dosis *challenge*. Berat badan mencit berkisar 20-30 gram dan usia mencit antara 1-3 bulan. Luas lapangan penyinaran 20 x 20 cm<sup>2</sup> dengan SSD 80 cm.

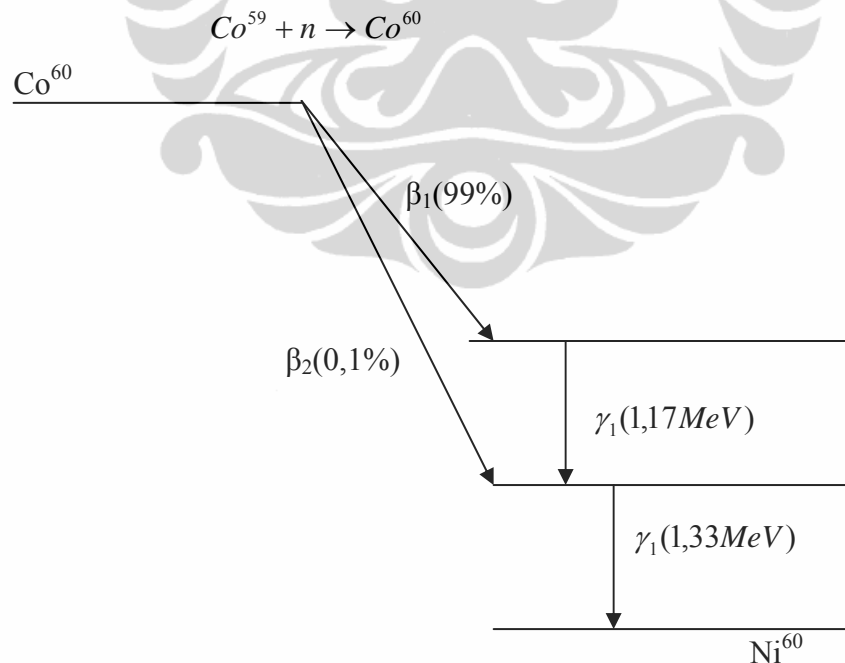
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Radiasi Dan Efek Biologis

##### 2.1.1. Sumber radiasi

Teleterapi adalah istilah umum yang digunakan untuk penyinaran eksternal dengan sumber radiasi yang berada jauh atau mempunyai jarak dari pasien.  $Co^{60}$  adalah salah satu sumber radiasi yang paling banyak digunakan untuk keperluan medis, terutama di Indonesia (50%) sebagai sumber radiasi pesawat teleterapi. Menurut energinya telecobalt diklasifikasikan sebagai pesawat megavoltage karena energi rata-ratanya 1,25 MeV.  $Co^{60}$  merupakan sumber radiasi gamma yang dihasilkan dari aktivitas  $Co^{59}$  yang ditembakkan neutron dalam sebuah reaktor, sehingga menjadi radioaktif. Anak luruh dari  $Co^{60}$  adalah  $Ni^{60}$  yang disertai dengan pemancaran sinar  $\beta$  dan dua sinar gamma dengan energi 1,17 MeV dan 1,33 MeV, dengan waktu paruh 5,26 tahun atau konstanta peluruhan  $0,011 \text{ bulan}^{-1}$  (Akhadi, 2000).



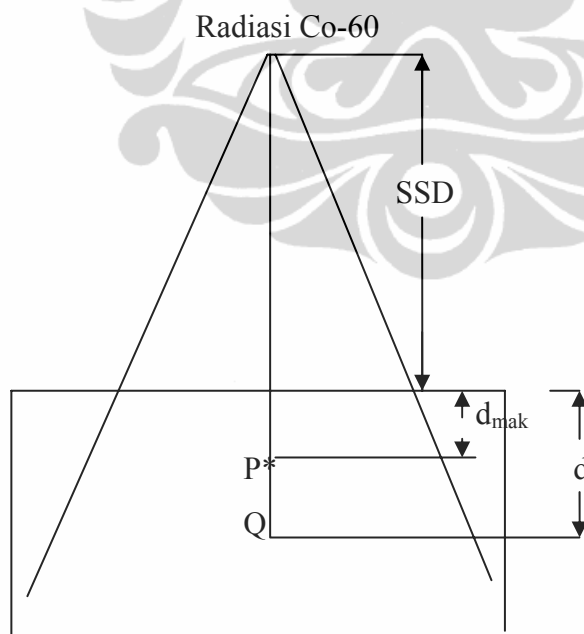
Gambar 2.1. Skema peluruhan  $Co^{60}$  (Akhadi, 2000).

Dalam menggunakan penyinaran eksternal (teleterapi  $\text{Co}^{60}$ ) perlu diperhatikan beberapa parameter utama yaitu, kedalaman, luas lapangan radiasi, teknik SSD atau SAD, dan energi foton. Lapangan radiasi yang digunakan untuk radioterapi mempunyai beberapa bentuk dan ukuran, disesuaikan dengan bentuk dan ukuran kanker/tumor yang diobati. Secara umum lapangan radiasi di kelompokkan menjadi bujur sangkar, persegi empat panjang, lingkaran, dan lapangan tidak beraturan.

SSD (*Source Surface Distance*) adalah jarak antara sumber radiasi dengan permukaan objek (kulit). Pada radioterapi, SSD merupakan parameter yang sangat penting karena memberikan kontribusi terhadap besar dosis dan PDD (*Percentage Depth Dose*) pada umumnya dinormalisasikan dengan dosis maksimum ( $D_{\text{mak}} = 100\%$ ), yakni dosis pada kedalaman  $d_{\text{mak}}$ .

$$PDD = \frac{D_Q}{D_P} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan  $D_Q$  adalah dosis titik Q dalam medium pada kedalaman d dan  $D_P$  adalah dosis pada titik P di kedalaman  $d_{\text{mak}}$ . Seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut.

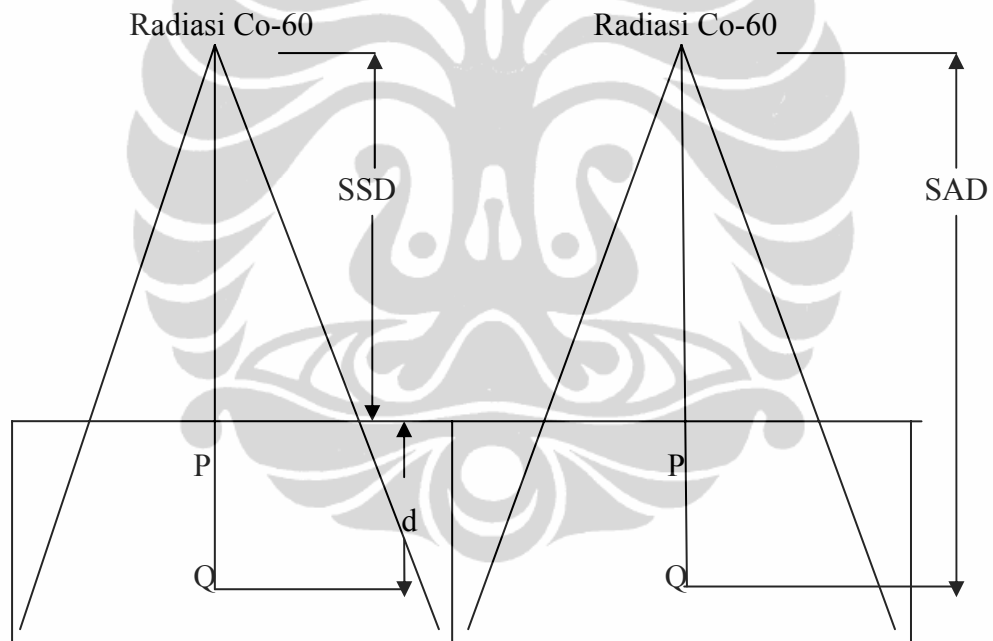


**Gambar 2.2. Teknik pengukuran PDD pada SSD konstan (Cunningham,1983).**

Bila perlakuan radioterapi menggunakan multi lapangan, atau disebut pengukuran dengan SAD (*Source to Axis Distance*) maka pusat tumor dipakai sebagai titik isosenter berkas radiasi, menjadikan pelaksanaan pemberian dosis lebih praktis. Pada umumnya pesawat Linac di pasang dengan SAD 100 cm, dan pesawat Co-60 dengan SAD 80 cm. Selanjutnya kalkulasi dosimetri menggunakan TAR (*Tissue Air Ratio*) atau TPR (*Tissue Phantom Ratio*).

$$TAR = \frac{D_Q}{\dot{D}_Q} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan  $D_Q$  adalah dosis utama pada pasien atau phantom dan  $\dot{D}_Q$  adalah laju dosis phantom air dalam udara dititik Q yang sama pada sumbu utama. Seperti ditunjukan pada gambar 2.2a berikut.



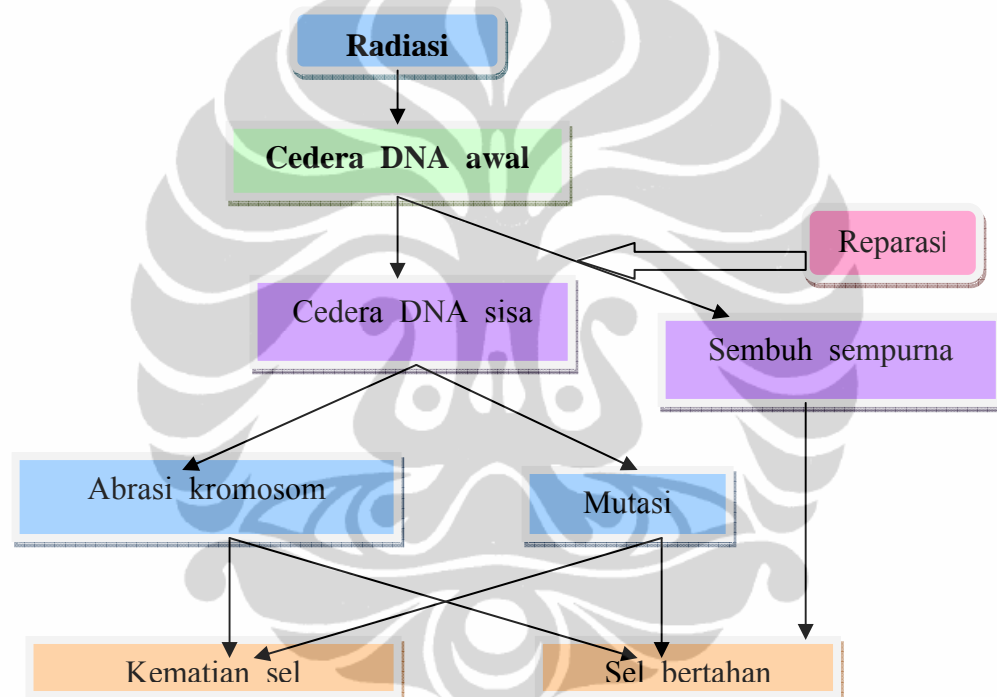
**Gambar 2.2a. Teknik pengukuran TAR pada SAD** (Cunningham, 1983).

### 2.1.2. Efek biologis

Interaksi antara radiasi pengion dengan jaringan dapat mengakibatkan kematian sel secara langsung dan tidak langsung. Kematian langsung terjadi akibat perubahan struktur molekul pada DNA berupa *single* atau *double strandbreak* (SSB atau DSB), sedangkan yang tidak langsung karena terbentuknya radikal bebas (OH) akibat ionisasi air. Air selalu ada dan merupakan komponen terpenting dalam sel. Adanya radikal bebas bukan merupakan lingkungan yang

kondusif bagi kehidupan sel. Kejadian berikutnya adalah pada tingkat seluler, berupa terjadinya kematian sel atau terjadinya abrasi kromosom pada saat menjalani mitosis. Beberapa sel yang mengalami cedera radiasi masih mampu untuk membelah diri satu kali atau lebih sampai akhirnya semua cikal bakal sel kehilangan kemampuan bereproduksi (Frankenberg, 1981).

Berbagai cedera yang mungkin terjadi akibat interaksi sinar pengion pada DNA adalah DSB (*double strandbreak*), SSB (*single strandbreak*). Cedera lain adalah berupa cedera pada rantai basa, pada rantai gula, *crosslinks* DNA - DNA dan DNA - protein.



Gambar 2.3. Akibat ionisasi pada jaringan terjadilah cedera pada sebagian besar DNA (Susworo, 2007).

Cedera ini mungkin lebih diperberat dengan pemberian radiokemoterapi sebagai salah satu agen untuk meningkatkan hasil pengobatan dengan radiasi. Dari cedera yang terjadi, *double strandbreak* paling berkaitan erat dengan kematian jaringan. Gambar 2.3. menunjukkan akibat ionisasi pada jaringan terjadi cedera pada sebagian besar DNA. Tubuh mempunyai berbagai mekanisme untuk melakukan reparasi pada DNA yang mengalami cedera. Mekanisme pertama adalah *reversal of damage* yang merupakan modus langsung perbaikan DNA. Dalam hal ini terjadi proses *enzimatik photoreactivation* dari dimerpirimidin, perbaikan alkilasi

guanine, perbaikan *single strandbreak* dengan penyambungan kembali pita yang terputus secara langsung adalah perbaikan dengan melakukan insersi lokasi hilangnya basa. Mekanisme berikutnya adalah *excision repair* yakni dengan menyingkirkan lokasi cedera dengan melakukan proses enzimatik.

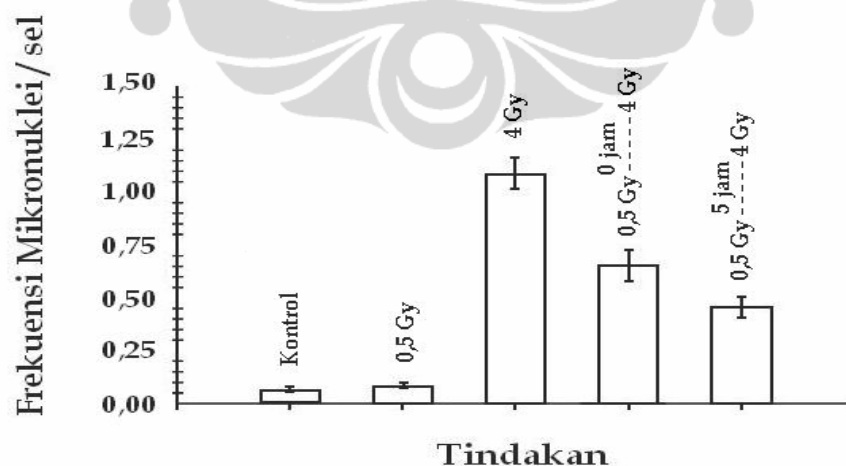
## 2.2. Respon Radioadaptasi

Sel dapat merespon radiasi dosis sangat rendah dengan beberapa perubahan pada ekspresi gen. Perubahan ekspresi gen tergantung pada dosis dan jenis radiasi, yang menimbulkan perubahan penting pada sel dalam jaringan. Diawali pemberian radiasi terhadap sel dengan dosis sangat rendah, disebut sebagai dosis adaptasi, dan kemudian dalam waktu singkat diberi radiasi dengan dosis yang lebih besar, disebut sebagai dosis *challenge*, ternyata terjadi penurunan jumlah aberasi kromosom yang diinduksi bila dibandingkan dengan sel yang tidak diradiasi dengan dosis adaptasi. Perubahan seperti ini merupakan respon adaptasi sel terhadap paparan radiasi atau respon radioadaptasi. Pada sel mamalia dosis optimum yang dibutuhkan untuk menginduksi respon radioadaptasi adalah di bawah 0.1 Gy. Respon adaptasi dapat meningkatkan efisiensi pembentukan klon, frekuensi mutasi, dan pada penurunan efisiensi transformasi sel (Brooks, 2005 dan Kadhim, 2004).

### 2.2.1. Respon Radioadaptasi *In Vitro*

Respon radioadaptasi *in vitro* dapat dijelaskan pada penelitian sel limfosit manusia yang diinduksi sinar-x sebagai berikut. Sel darah yang dikultur selama 34 jam, kemudian diirradiasi dengan dosis adaptasi 0,01 Gy. Setelah empat belas jam diirradiasi kembali dengan dosis *challenge* 1,5 Gy. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah aberasi kromosom dan dibandingkan dengan jumlah aberasi kromosom pada sel yang hanya menerima dosis *challenge*. Menunjukkan hasil bahwa jumlah aberasi kromosom pada sel yang menerima dosis adaptasi lebih rendah dibandingkan dengan jumlah abrasi kromosom pada sel yang hanya menerima dosis *challenge*. Respon adaptasi berupa penurunan jumlah aberasi kromosom tidak hanya dijumpai pada sel limfosit manusia, tetapi juga pada sel limfe, sel sumsum tulang dan sel spermatosit tikus (UNSCEAR, 1994 dan Wojcik, 1994).

Melalui uji mikronuklei dapat diketahui kemampuan sel untuk melakukan perbaikan terhadap kerusakan patahan pada DNA akibat radiasi. Akibat induksi radiasi umumnya mikronuklei mengandung potongan kromosom yang tidak mengalami proses perbaikan. Untuk mengetahui pengaruh paparan dosis dan laju dosis rendah terhadap kemampuan sel untuk melakukan perbaikan terhadap patahan kromosom dilakukan penelitian pada sel kulit manusia. Pada penelitian ini frekuensi mikronuklei per sel diradiasi dosis adaptasi 0,5 Gy dengan laju dosis 2,5 mGy/menit. Setelah waktu 0 jam dan 5 jam diradiasi kembali dengan dosis 4 Gy dengan laju dosis 1,8 Gy/menit. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2.4. Grafik menunjukkan bahwa dosis dan laju dosis rendah dapat menstimulasi sel untuk meningkatkan kemampuannya memperbaiki kerusakan kromosom, sehingga konsekuensi dari paparan radiasi berikutnya tereduksi. Variabel biologis adalah hal yang penting dalam menentukan konsekuensi paparan radiasi dan bahwa kerusakan kromosom tidak selalu proporsional terhadap dosis. Penurunan frekuensi mikronuklei menunjukkan pengurangan patahan kromosom dalam sel setelah paparan dosis *challenge*. Kerusakan yang terjadi akibat radiasi segera mengalami proses perbaikan yang berlangsung lebih efisien. Sehingga meningkatkan efisiensi pembentukan klon, disebabkan lebih banyak sel yang tetap bertahan hidup pasca radiasi (Mitchel, 2000).



**Gambar 2.4.** Perbaikan kerusakan kromosom pada sel kulit manusia terhadap penurunan frekuensi mikronuklei/sel yang diradiasi dengan dosis adaptasi (Mitchel, 2000).

Dengan radiasi dosis rendah dapat meningkatkan kemampuan sel normal manusia, termasuk sel *bystander* yang tidak terpapar radiasi. Sel normal dapat melakukan perbaikan kerusakan kromosom dan juga menginduksi terjadinya kematian melalui apoptosis pada sel limfosit akibat paparan akut radiasi berikutnya, sehingga tubuh terbebas dari sel yang tidak normal. Dosis rendah dapat mengamplifikasi probabilitas kematian sel dengan mekanisme apoptosis, berarti meningkatkan probabilitas sel untuk mengalami kematian daripada tetap bertahan hidup sebagai sel abnormal. Sehingga mekanisme ini sangat berpotensi mereduksi risiko kanker pada organisma (Broome, 2002 dan Cregan, 1999).

### 2.2.2. Respon Radioadaptasi In-Vivo

Pada studi *in vivo*, variasi dosis adaptasi seluruh tubuh yang diberikan lebih besar dari studi *in vitro*. Pada *in vivo*, dosis awal 0.02 Gy telah memberikan efek nyata pada induksi malformasi fetus yang disebabkan oleh dosis *challenge* sebesar 2 Gy. Dosis adaptasi 0.1Gy, dan interval waktu 4 jam kemudian kembali diradiasi dosis *challenge* 2 Gy sudah cukup untuk menimbulkan respon adaptasi *in vivo*. Hasilnya adalah kelompok yang diradiasi dengan tanpa dosis adaptasi, terdapat perbedaan nyata dalam malformasi dan kematian tertunda tetapi tidak terhadap berat badan atau malformasi skeletal. Perbedaan ini mungkin dikarenakan proses dari efek yang diamati terjadi pada tahapan embriogenesis yang berbeda.

Terdapat tiga proses utama yang perlu diperhatikan dalam resiko kanker terhadap respon adaptasi diinduksi oleh radiasi dosis rendah, yaitu perbaikan DNA, apoptosis dan fungsi sel imun, dan respon tersebut juga mempunyai pengaruh pada risiko radiasi *in vivo* (Azzam, 1996).

### 2.2.3. Mekanisme Respon Radioadaptasi

Sebuah penelitian tingkat seluler dan molekuler mendukung asumsi bahwa perbaikan DNA adalah mekanisme utama untuk induksi respon adaptasi. Dalam perkembangan efek radiasi telah ditunjukkan keberhasilan mekanisme perbaikan terhadap kerusakan *double strand breaks* DNA. Oleh karena itu *double strand breaks* DNA sudah cukup untuk menginduksi respon adaptasi dalam meningkatkan potensi proteksinya (Ueno, 1996).



Dua kategori gen yang dapat merespon dosis adaptasi yaitu pertama, respon bersifat umum, tidak bergantung pada apakah sel menunjukkan respon adaptasi sitogenetik atau tidak. Responnya aktivasi semua gen yang berhubungan dengan sintesa protein dan inaktivasi gen yang terkait dengan metabolisme. Kedua, kelompok gen yang transkripsinya diekspresikan secara berbeda, atas dasar apakah sel akan beradaptasi atau tidak. Mekanisme pengontrolan aktivasi dan inaktivasi sejumlah gen tersebut bergantung pada, dosis, laju dosis dan jenis radiasi. Mekanisme molekuler menunjukkan perbedaan respon terhadap paparan radiasi dosis tinggi dan rendah, juga untuk LET rendah dan tinggi (Brooks, 2005 dan Woll, 1996).

Beberapa parameter yang mempengaruhi tingkat respon adaptasi, seperti kisaran dosis dan laju dosis adaptasi (AD), kisaran dosis *challeng* (CD), interval AD - CD, proliferasi sel atau regulasi siklus sel, situasi *in vitro* atau *in vivo*, induksi pada perbaikan DNA, induksi pada ekspresi protein, tipe sel dan tahap perkembangan sel, stimulasi pada sistem imun dan disposisi genetik. Dosis adaptasi 0,5 Gy hanya efektif jika diberikan dengan laju dosis 0,01 Gy/menit atau lebih rendah tetapi tidak pada 0,1 Gy atau lebih tinggi. Di sisi lain, dosis adaptasi 0,01 Gy menginduksi respon adaptasi ketika diberikan pada 0,2 Gy/menit tetapi tidak pada 0,05 Gy/menit [12]. Radiasi dosis rendah (0.1 Gy) telah dapat merubah profil ekspresi gen pada sel dan jaringan hewan (Steffen, 2005).

Respon seluler adaptasi bersifat sementara. Respon adaptasi sekali diinduksi, terhadap proliferasi limfosit manusia dapat berlangsung selama 3 siklus sel atau 2 - 3 hari. Pada sel mamalia, respon radioadaptasi dengan dosis optimum di bawah 0,01 Gy yang segera diekspresikan dalam waktu maksimal 4-6 jam setelah radiasi dan berlangsung selama lebih dari 20 jam. Dengan dosis lebih besar selain segera menghilangkan kondisi yang telah teradaptasi, juga tidak dapat menginduksi respon adaptasi. Ini menunjukkan adanya keterlibatan beberapa mekanisme *feedback regulatory*. Peningkatan radioresisten yang diinduksi oleh respon adaptasi hanya berlangsung untuk periode waktu yang terbatas. Respon adaptasi akan berhasil jika pengkondisian paparan radiasi dilakukan selama fase S/G<sub>2</sub> dari siklus sel (Ueno, 1996 dan Azzam, 1996).

### 2.3. Implementasi Dalam Proteksi Radiasi

Untuk tujuan proteksi radiasi, efek dari paparan radiasi adalah proporsional dengan dosis radiasi, tanpa dosis ambang. Tetapi dengan dosis dan laju dosis rendah diberikan pada kultur sel atau hewan secara *in vivo* ternyata menginduksi suatu respon adaptasi dan mereduksi efek dari paparan radiasi berikutnya dengan dosis yang lebih besar. Respon adaptasi masih mempunyai batasan dan tidak terjadi secara universal baik semua individu maupun semua tahap perkembangan organisma hidup. Dengan batasan validitas dan kekuatan pada respon adaptasi, maka secara umum fenomena ini masih menjadi perdebatan apakah dapat diaplikasikan dalam proteksi radiasi praktis (Ueno, 1996).

Radiasi dosis rendah merubah efek pada beberapa kromosom dan implikasinya pada sejumlah gen dari kromosom tersebut. Sehingga sulit untuk memperkirakan implikasi efek dari mutasi dalam satu gen atau kromosom spesifik. Radiasi dosis rendah mungkin dapat meningkatkan, menurunkan, atau tidak menyebabkan terjadinya perubahan terhadap perbaikan pada kromosom tertentu, termasuk pula gen-gen dari kromosom tersebut. Selain itu, peningkatan kemampuan perbaikan yang diinduksi oleh radiasi dosis rendah dapat merefleksikan perbaikan yang berlangsung tanpa kesalahan (*error-free repair*), maka dapat menurunkan risiko kanker, atau perbaikan dengan kesalahan (*error-prone repair*), maka dapat meningkatkan risiko kanker (Mitchel, 2000).

Aplikasi respon adaptasi pada proteksi radiasi, masih menghadapi beberapa permasalahan seperti; (Alatas, 2006).

1. Terbatasnya pengetahuan dalam pemahaman mekanisme yang menginduksi respon adaptasi. Untuk menerangkan fenomena inilah digunakan beberapa teori dan mekanisme, diantaranya adalah apoptosis, peningkatan perbaikan DNA, kejadian repopulasi sel, penangkapan radikal bebas oleh protein, jalur sinyal transduksi, respon sistem imunitas tubuh, dan lainnya. Namun, sebagian besar hasil studi mengarah pada suatu teori bahwa fenomena ini diinduksi oleh suatu proses molekuler yang belum diketahui yang dipicu oleh dosis rendah dalam rangka untuk meningkatkan perbaikan DNA akibat paparan dosis *challenge*.

2. Hasil penelitian yang bervariasi. Sebagian studi menunjukkan hasil positif adanya respon adaptasi, sementara studi lainnya tidak berhasil menunjukkan respon ini, bahkan membuktikan adanya efek sinergis.
3. Variabilitas antar individu. Populasi manusia sangat bervariasi dalam mengekspresikan respon adaptasi. Kemampuan untuk melakukan proses perbaikan terhadap kerusakan DNA berbeda-beda, sangat bergantung pada sejumlah faktor seperti genetik, makanan, tingkat antioksidan, dan lainnya.
4. Perbedaan respon adaptasi pada studi *in vitro* dan *in vivo*. Sejumlah penelitian menyatakan bahwa mekanisme yang mendasari respon adaptasi secara *in vitro* berbeda dalam beberapa aspek dari pengamatan secara *in vivo*. Lebih jauh lagi, beberapa hasil studi menyatakan bahwa respon adaptasi hanya terjadi pada sel yang berada dalam siklus sel dan aktif melakukan pembelahan. Jika ini memang benar, berarti tidak ada implikasi nyata respon adaptasi terhadap proteksi radiasi, karena sebagian besar sel dalam tubuh manusia dewasa berada dalam fase G<sub>0</sub> (*resting phase*).

#### **2.4. Sel Darah**

Darah adalah suatu jaringan tubuh yang terdapat di dalam pembuluh darah yang warnanya merah. Warna merah itu keadaannya tidak tetap bergantung pada banyaknya oksigen dan karbon dioksida di dalamnya. Darah yang banyak mengandung karbon dioksida warnanya merah tua. Adanya oksigen dalam darah diambil dengan jalan bernapas, dan zat ini sangat berguna pada peristiwa pembakaran atau metabolisme di dalam tubuh. Viskositas atau kekentalan darah lebih kental daripada air yang mempunyai berat jenis 1,041-1,067, temperatur 38°C, dan pH 7,37 - 7,45.

Pada tubuh yang sehat atau orang dewasa terdapat darah sebanyak kira-kira 1/13 dari berat badan atau kira-kira 4 sampai 5 liter. Keadaan jumlah tersebut pada tiap-tiap orang tidak sama, bergantung pada umur, pekerjaan, keadaan jantung atau pembuluh darah. Jika darah dilihat begitu saja maka merupakan zat cair yang warnanya merah, tetapi apabila dilihat dibawah mikroskop maka nyatalah bahwa dalam darah terdapat benda-benda kecil bundar yang disebut sel-

sel darah. Sedang cairan berwarna kekuning-kuningan disebut plasma. Berdasarkan volume darah, 55% adalah plasma darah dan 45% adalah komponen sel-sel darah. Sehingga darah dapat dibedakan menjadi 2 yaitu : (Zukasti, 2003; Cember, 1969 dan Wikipedia, 2009).

1. Sel-sel darah
  - a. *Eritrosit* (sel darah merah)
  - b. *Leukosit* (sel darah putih)
  - c. *Trombosit* (sel pembekuan darah)
2. Plasma darah.

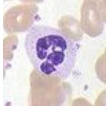

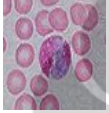



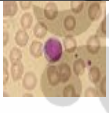

#### 2.4.1. Leukosit



Leukosit adalah sel yang membentuk komponen darah. Leukosit ini berfungsi untuk membantu tubuh melawan berbagai penyakit infeksi sebagai bagian dari sistem kekebalan tubuh. Leukosit tidak berwarna, memiliki inti, dapat bergerak secara amoeboid, dan dapat menembus dinding kapiler /diapedesis. Jumlah normal  $4 \times 10^9$  hingga  $11 \times 10^9$  sel leukosit dalam satu liter darah manusia dewasa yang sehat atau sekitar 7000 - 25000 sel per tetes. Dalam kasus leukemia, jumlahnya dapat meningkat hingga 50000 sel per tetes (Harahap, 2008). Ada beberapa komponen leukosit, yaitu:

1. Leukosit granulosit
  - a. *Basofil*
  - b. *Eosinofil*.
  - c. *Neutrofil* (batang dan segmen).
2. Leukosit agranulosit
  - a. *Limfosit*.
  - b. *Monosit*

Granulosit bersama-sama dengan monosit berfungsi sebagai fagosit. Sedangkan limfosit, sel-sel prekursornya dan sel-sel plasma membentuk populasi imunosit. Fungsi sel fagosit dan imunosit untuk mencegah terjadinya infeksi ke dalam tubuh. Granulosit diproduksi oleh sumsum tulang dengan siklus selnya sekitar 3 hari, sebelum mengalami kerusakan dan kematiannya. Sedangkan limfosit diproduksi pada kelenjar getah bening dan limpa, dapat hidup dalam darah selama 24 jam. Komponen-komponen leukosit selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Depkes, 1991 dan Gunawan, 2009).

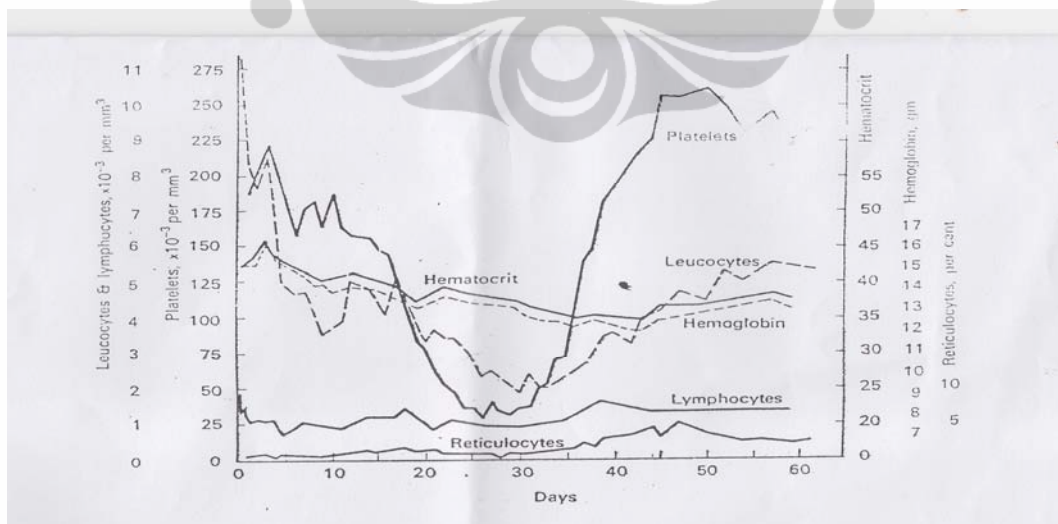
Tabel 2.1. Komponen-komponen Leukosit

No.	Tipe	Diagram	Gambar	% dalam tubuh	Keterangan
1.	Neutrofit *Batang *Segmen			2-6 % 50-70 %	Neutrofil berhubungan dengan pertahanan tubuh terhadap infeksi bakteri serta proses peradangan kecil lainnya, serta biasanya juga yang memberikan tanggapan pertama terhadap infeksi bakteri; aktivitas dan matinya neutrofil dalam jumlah yang banyak menyebabkan adanya nanah.
2.	Eosinofil			1-3 %	Eosinofil terutama berhubungan dengan infeksi parasit, dengan demikian meningkatnya eosinofil menandakan banyaknya parasit.
3.	Basofil			< 1 %	Basofil terutama bertanggung jawab untuk memberi reaksi alergi dan antigen dengan jalan mengeluarkan histamin kimia yang menyebabkan peradangan.
4.	Limfosit			20-40 %	Limfosit lebih umum dalam system limfa. Darah mempunyai tiga jenis limfosit: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sel B: Sel B membuat antibodi yang mengikat patogen lalu menghancurkannya. (Sel B tidak hanya membuat antibodi yang dapat mengikat patogen, tapi setelah adanya serangan, beberapa sel B akan mempertahankan kemampuannya dalam menghasilkan antibodi sebagai layanan sistem 'memori').</li> <li>2. Sel T: CD4+ (pembantu) Sel T mengkoordinir tanggapan ketahanan (yang bertahan dalam infeksi HIV) sarta penting untuk menahan bakteri intraseluler. CD8+ (sitotoksik) dapat</li> </ol>

					<p>membunuh sel yang terinfeksi virus.</p> <p>3. Sel natural killer: Sel pembunuh alami (<i>natural killer, NK</i>) dapat membunuh sel tubuh yang tidak menunjukkan sinyal bahwa dia tidak boleh dibunuh karena telah terinfeksi virus atau telah menjadi kanker.</p>
5.	Monosit			2-8 %	<p>Monosit membagi fungsi "pembersih vakum" (fagositosis) dari neutrofil, tetapi lebih jauh dia hidup dengan tugas tambahan: memberikan potongan patogen kepada sel T sehingga patogen tersebut dapat dihafal dan dibunuh, atau dapat membuat tanggapan antibodi untuk menjaga.</p>

#### 2.4.2. Efek Radiasi Terhadap Leukosit.

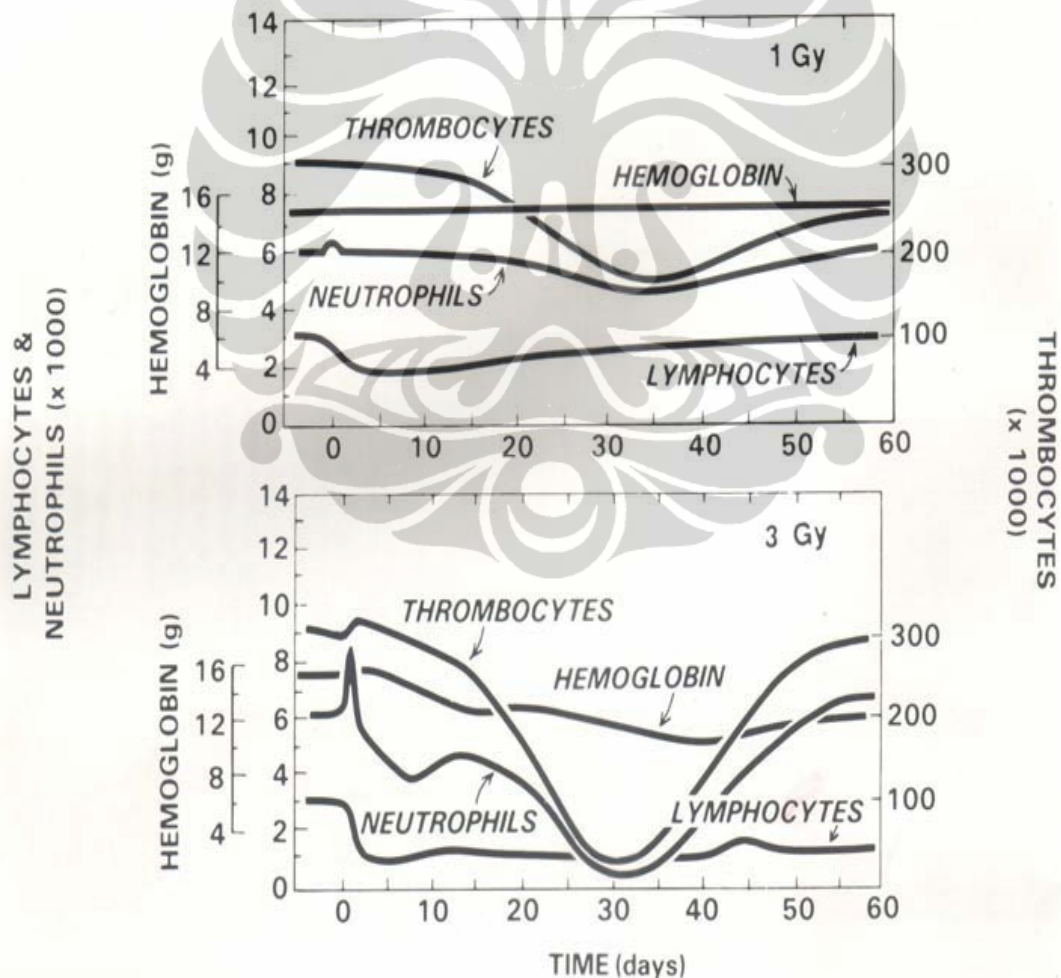
Perubahan yang terjadi dalam peredaran darah terutama tergantung pada keradiosensitifan sel-sel prekursor untuk masing-masing kelompok sel darah. Dosis radiasi seluruh tubuh sekitar 0,5 Gy sudah dapat menyebabkan penekanan proses pembentukan sel-sel darah sehingga jumlah sel darah akan menurun. Grafik tingkat dan derajat perubahan sel darah untuk waktu yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 2.5.



**Gambar. 2.5. Grafik tingkat dan derajat perubahan sel darah untuk waktu yang berbeda (Cember, 1969)**

### 2.4.3. Efek Radiasi Terhadap Komponen Leukosit

Komponen utama leukosit adalah granulosit dan limfosit, dalam kondisi normal populasi relatif masing-masing sekitar 70 - 72% untuk granulosit dari jumlah leukosit dan 25 - 35% untuk limfosit. Induksi radiasi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan sementara granulosit (hari), segera turun sangat rendah sampai beberapa minggu dan kemudian kembali normal setelah beberapa bulan. Limfosit turun tajam setelah beberapa jam radiasi, dan tetap tertekan untuk jangka waktu beberapa bulan (Cember 1969). Kerusakan sel darah pasca radiasi gamma pada dosis 1 Gy dan 3 Gy ditunjukkan Gambar 2.6.



**Gambar 2.6. Kerusakan sel darah pasca radiasi gamma pada dosis 1 Gy dan 3 Gy (Cervený, 1984).**

#### 2.4.3.1. Efek terhadap granulosit

Umumnya, respon granulosit berbagai species hewan terhadap radiasi tidak menunjukkan perbedaan secara nyata. Peningkatan granulosit mulai menunjukkan respon 1 hari setelah radiasi dengan dosis rendah sampai sedang ( $\leq 5$  Gy). Peningkatan ini diakibatkan oleh terjadinya efek stimulasi pematangan elemen-elemen primodial dalam sumsum tulang yang dilepaskan ke peredaran darah perifer. Setelah terjadi peningkatan yang bersifat sementara, jumlah granulosit akan turun kembali, bahkan melampaui taraf sebelum radiasi, yang dianggap sebagai respon kerusakan. Granulosit menunjukkan respon yang bergantung pada dosis radiasi, dan memberi respon yang cepat pada pemberian dosis diatas 5 Gy. Laju kompensasi untuk kembali ketaraf normal lebih cepat dari limfosit (Haley, 1965).

#### 2.4.3.2. Efek terhadap limfosit.

Radiosensitivitas dari berbagai jenis sel darah bervariasi, sel yang paling sensitif adalah limfosit. Tingkat depresi dalam peredaran darah perifer bergantung pada dosis, yang hampir sama pada berbagai species hewan. Penurunan jumlah limfosit dalam darah perifer hewan manapun dapat dianggap sebagai indeks yang paling peka untuk efek radiasi. Penurunan jumlah sel limfosit absolut/total dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat keparahan yang mungkin diderita seseorang akibat radiasi akut. Dari dosis rendah sampai dosis tinggi depresi jumlah limfosit telah terjadi pada beberapa jam setelah radiasi, sedangkan waktu perbaikannya lambat, sampai beberapa bulan (Diklat, 2005).

#### 2.4.3.3. Efek terhadap monosit.

Respon monosit dalam peredaran darah perifer terhadap radiasi, mempunyai pola yang hampir sama dengan limfosit. Yang membedakan hanya waktu kembali ketaraf normal umumnya lebih cepat di bandingkan limfosit (Haley, 1965).

### 2.5. Mencit (*Mus Musculus L*)

Mencit merupakan hewan pengerat (*rodensia*) yang berasal dari daerah *Mediterrania*, tetapi sekarang telah tersebar diseluruh dunia. Mencit hidup didaerah yang cukup panas dan dapat hidup terus-menerus di dalam kandang atau secara bebas sebagai hewan liar. Mencit biasa digunakan sebagai hewan percobaan di



laboratorium. Pubertas terjadi pada umur 6 -8 minggu. Sebagai hewan percobaan di laboratorium, mencit dipelihara dalam kandang dalam bentuk kotak plastic dengan alas kandang diberi sekam atau serutan kayu dengan temperature 18 – 29 °C. Mencit liar dewasa dapat mencapai berat badan 30 - 40 gram pada umur 6 bulan/lebih. Mencit laboratorium mempunyai berat badan kira-kira sama dengan mencit liar, tetapi setelah ditenakkan secara selektif (John B, 1988). Klasifikasi dan data biologis mencit ditunjukkan pada Tabel. 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2. Klasifikasi dan Data Biologis Mencit (*Mus Musculus L*)

Klasifikasi		Data Biologis	
Alam	Anamalia	Lama hidup	1-3 tahun
Famili	Muridea	Umur disapih	21 hari
Kelas	Mammalia	Lama produksi	9 bulan
Subfamili	Murinea	Berat dewasa	20-40 gram jantan; 18-35 gram betina
Superfamili	Muroidea	Pengambilan darah maksimum	0,7 ml/g
Filum	Chordata	Jumlah sel darah putih	4-11 x 10 <sup>6</sup> /µl
Orde	Rodentia	Jumlah hemoglobin (Hb)	13,4 g/dl
Genus	Mus	Umur dewasa	35 hari
		Lama bunting	19-21 hari

Foto mencit laboratorium di tunjukan pada gambar 2.7 sebagai brikut.



**Gambar 2.7. Mencit (*Mus Musculus L*)**

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Peralatan dan Bahan

Untuk meradiasi mencit digunakan pesawat Teleterapi Co-60 FCC 8000F milik instansi Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar. Jumlah mencit 80 ekor pada umur 37 hari dengan rata-rata berat 23,79 gram untuk kontrol, umur 44 hari dengan rata-rata berat 26,66 gram untuk tanpa adaptasi, umur 45 hari dengan berat rata-rata 26,46 gram untuk adaptasi I, umur 46 hari dengan berat rata-rata 26,18 gram untuk adaptasi II. Dikontrol pada suhu sekitar 27°C. Pemeliharaan mencit dilakukan pada instansi Balai Besar Veteriner Denpasar.

Proses persiapan sample dalam bentuk pengambilan darah mencit dan pemeriksaan darah dilakukan di UPT Balai Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Bali, dengan peralatan utama hemositometer yang dilengkapi kamar hitung dan mikroskop. Agar sample darah tetap encer digunakan tambahan larutan *truk* dan EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Aceticacid*).

#### 3.2. Persiapan Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan dilakukan pengelompokan mencit berdasarkan perlakuan, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1. Mencit dipelihara sejak lahir dan ditempatkan secara berkelompok (empat ekor per kandang) dalam kandang berukuran 30 x 20 x 10 cm<sup>3</sup> yang terbuat dari bahan plastik dan ditutup dengan kawat kasa halus. Makanan dalam bentuk pellet komersial dan minum air yang telah diberi vitamin penambah darah (*tocopherol*) secara berlebih (*ad libitum*). Kebutuhan makanan dan minuman diperiksa setiap 3 kali sehari, yaitu pagi, siang, dan sore hari. Dasar kandang dilapisi dengan sekam padi setebal 0,5 - 1 cm dan diganti setiap hari. Ruang pemeliharaan dalam kondisi terang selama 12 jam dan kondisi gelap 12 jam, sedangkan temperatur dan kelembaban berada pada kondisi standard.

Tabel 3.1. Pengelompokan Mencit Berdasarkan Perlakuan

No.	Kelompok	Jumlah Mencit (ekor)	Perlakuan (dosis radiasi, Gy)	Keterangan
1.	Kontrol	20	Tanpa perlakuan	Umur 0 – 37 hari.
	I	4		
	II	4		
	III	4		
	IV	4		
	V	4		
2.	Tanpa Adaptasi	20		Umur 0 – 44 hari.
	I	4	1.0	
	II	4	1.5	
	III	4	2.0	
	IV	4	2.5	
	V	4	3.0	
3.	Adaptasi I	20		Umur 0 – 45 hari Radiasi langsung setelah adaptasi 0.1 Gy
	I	4	1.1	
	II	4	1.6	
	III	4	2.1	
	IV	4	2.6	
	V	4	3.1	
4.	Adaptasi II	20		Umur 0 – 46 hari Radiasi 5 jam setelah adaptasi 0.1 Gy
	I	4	0.1 + 5 jam 1.0	
	II	4	0.1 + 5 jam 1.5	
	III	4	0.1 + 5 jam 2.0	
	IV	4	0.1 + 5 jam 2.5	
	V	4	0.1 + 5 jam 3.0	

### 3.3. Proses Pengambilan Darah

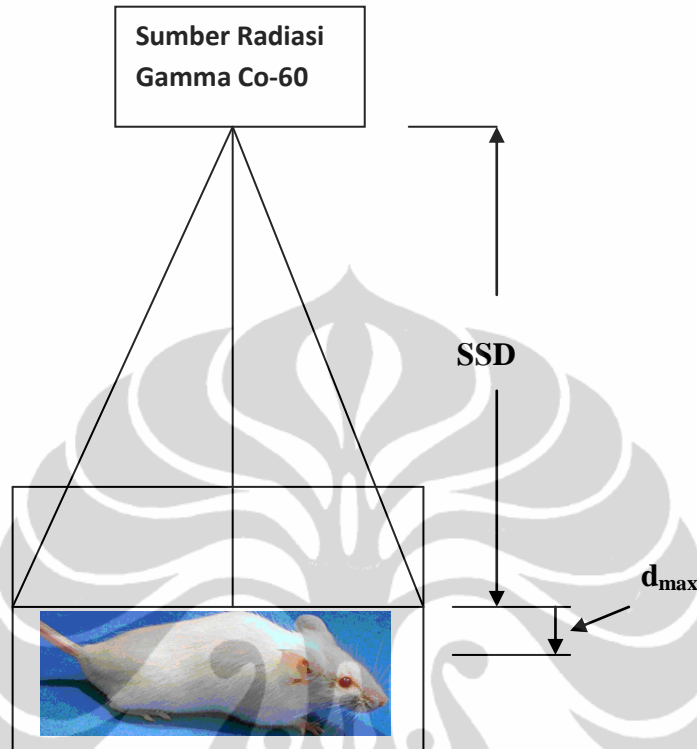
Teknik pengambilan sampel darah pada hewan bervariasi. Volume darah yang diperlukan untuk pemeriksaan leukosit dan komponennya hanya sedikit, darah dapat diambil melalui momotong ujung ekor, vena ekor dan jari kaki. Dalam penelitian ini pengambilan darah dipilih dengan pemotongan ekor. Karena pengambilan darah dari vena ekor sulit dilakukan karena memerlukan jarum *intradermal* yang sangat kecil sekali. Seringkali dengan jarum yang sangat kecil, darah dalam jarum menggumpal sebelum diperoleh cukup banyak darah. Pengambilan darah melalui pemotongan jari kaki, kaki harus dalam keadaan bersih sekali agar sample darah tidak terkontaminasi kotoran dan jari tidak terinfeksi (Darmawan, 2002).

Pengambilan darah pada tiap mencit (sesuai dengan kelompok perlakuan pada Tabel 3.1), ekor mencit didesinfektan dengan alkohol kemudian ekor tersebut dipotong sedikit ( $\pm 1$  cm) dengan pemotong yang telah diseteril (alkohol). Untuk hitung jumlah leukosit, tetesan darah diisap dengan pipet sampai tepat pada garis 0.5, kemudian bersihkan ujung pipet dengan kertas tissue. Dan hitung berbagai komponen dari leukosit, diambil satu tetes darah saja. Kemudian darah ditetaskan diatas kaca objek dengan cara hapusan. Perhitungan jumlah leukosit beserta komponen-komponennya dilakukan oleh instansi UPT Balai Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Bali. Komponen-komponen leukosit seperti, basofil, eosonofil, neutrofil batang, neutrofil segmen, limfosit dan monosit (Depkes, 1991).

### 3.4. Proses Radiasi

Proses radiasi dilakukan dalam tiga tahap yaitu, tanpa adaptasi dengan memberikan dosis radiasi dari 1 Gy, 1.5 Gy, 2 Gy, 2,5 Gy dan 3 Gy. Kemudian adaptasi I dengan memberikan dosis adaptasi 0,1 Gy dan langsung diberi dosis radiasi seperti pada tanpa adaptasi. Selanjutnya adaptasi II dengan memberi dosis adaptasi 0,1 Gy dan diistirahatkan 5 jam kemudian diberi dosis radiasi seperti pada tanpa adaptasi. Untuk lebih lanjut perlakuan pemberian dosis radiasi ditunjukkan pada Tabel 3.1. Kondisi penyinaran dengan SSD (*source to surface distance*) 80 cm pada permukaan 2 cm dari dasar kotak (lapangan 20 x 20 cm).

Dosis radiasi dihitung pada kedalaman 0,5 cm, seperti ditunjukkan pada gambar 3.1. Setelah proses radiasi dilakukan, maka proses pengambilan darah dilakukan seperti pada sub. Bab 3.3.



**Gambar 3.1. Kondisi penyinaran dengan SSD konstan**

Dimana SSD (*Source to surface distance*) adalah jarak antara sumber radiasi dengan permukaan lapangan penyinaran,  $d_{\max}$ , kedalaman maksimum (radiasi gamma Co-60 adalah 0,5 cm) dan luas lapangan ekuivalen  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ . Untuk perhitungan waktu radiasi dapat menggunakan persamaan;

$$T = \frac{D}{PDD \times OF \times \dot{D}} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :

D = Dosis radiasi (Gy)

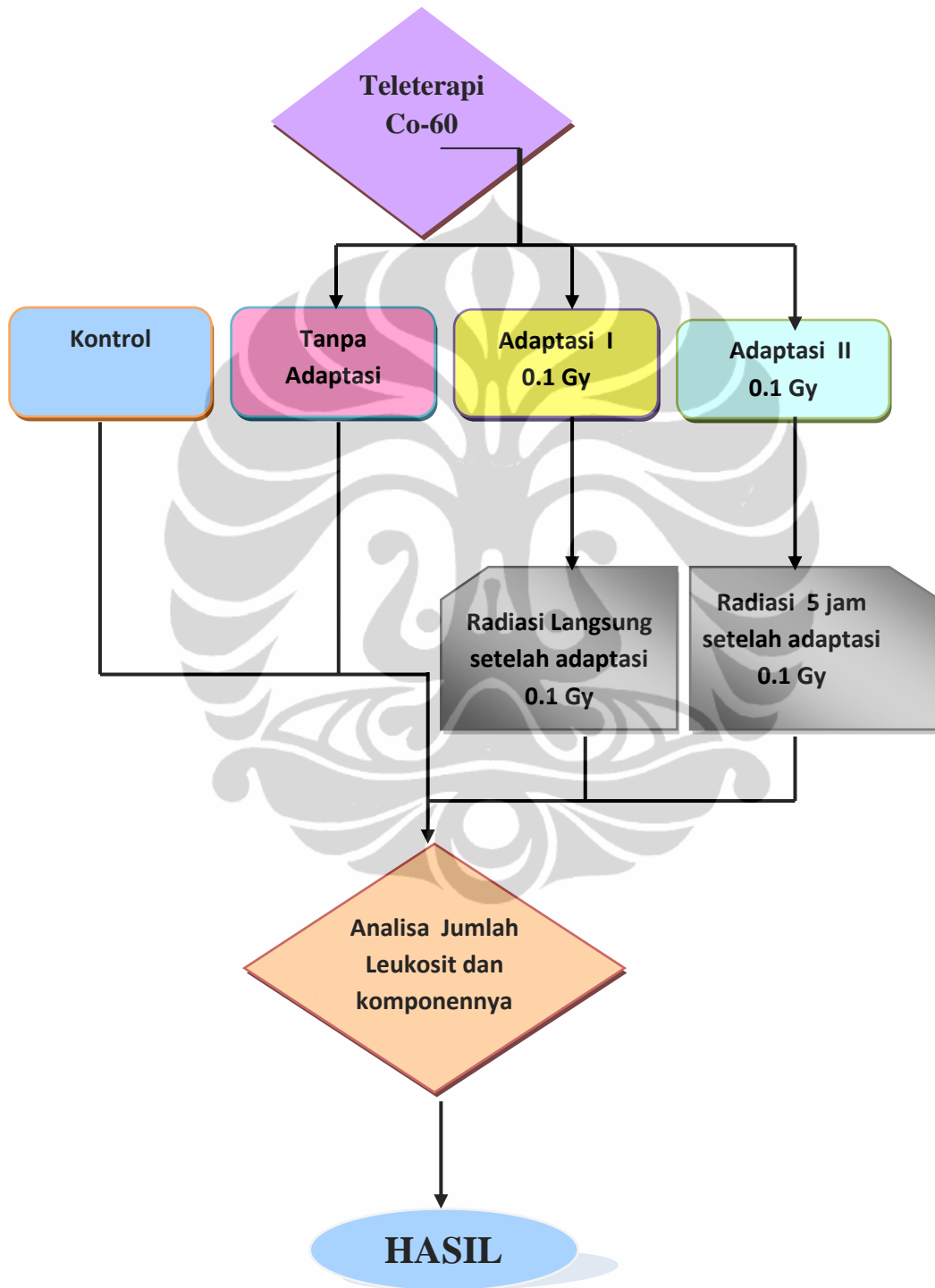
$\dot{D}$  = Laju dosis pesawat Co-60 FCC 8000F (pada 15 maret 2010 sebesar 99,5631 cGy/menit)

PDD = Porsentase dosis kedalaman untuk luas lapangan ekuivalen  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  pada kedalaman 0,5 cm adalah  $100 = 1 \%$

OF = Out-put factor untuk luas lapangan ekuivalen  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  adalah 1,052.

### 3.5. Diagram Blok Penelitian

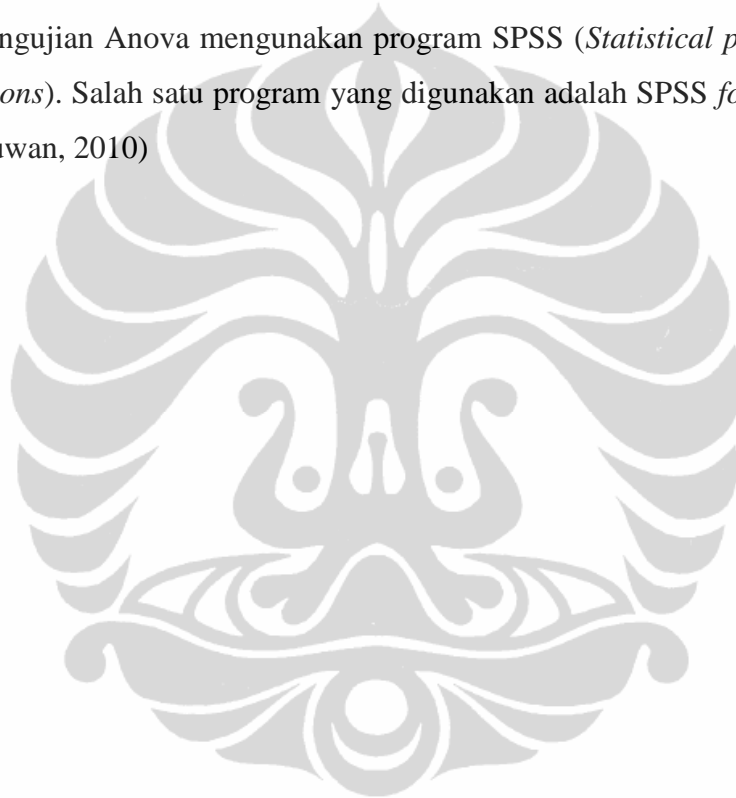
Pelaksanaan penelitian dapat digambarkan dengan diagram blok penelitian sebagai berikut ;



Gambar 3.2. Diagram Blok Penelitian

### 3.6. Analisa Data.

Pengambilan data adalah jumlah sel darah putih baik leukosit granular maupun leukosit nongranular sebanyak 5 kali untuk setiap mencit. Data jumlah leukosit dan komponennya di analisa untuk mengetahui perubahan jumlah leukosit dan komponennya antara kontrol dan perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan analisa statistik Anava atau Anova (*analysis of variance*). Anova lebih dikenal dengan Uji-F (*Fisher Test*), untuk melihat perbedaan secara signifikan atau tidak signifikan jumlah leukosit dan komponennya antara kontrol dan perlakuan. Pengujian Anova menggunakan program SPSS (*Statistical product and Service Solutions*). Salah satu program yang digunakan adalah SPSS for Windows versi 14 (Riduwan, 2010)



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

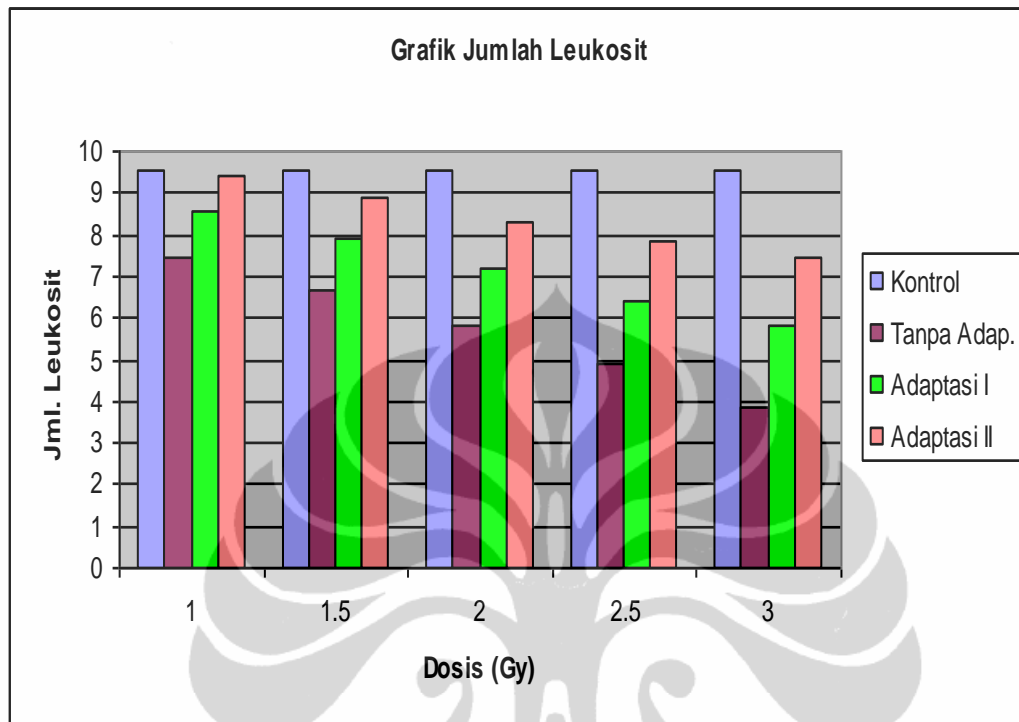
Data hasil perhitungan jumlah leukosit dan komponennya untuk semua sample kontrol, tanpa adaptasi, adaptasi I dan adaptasi II dapat dilihat pada lampiran V, VI, VII, dan VIII. Jumlah leukosit untuk semua sampel ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jumlah Leukosit Kelompok Mencit Dengan Kontrol dan Perlakuan

No.	Kelompok	Jumlah Mencit (ekor)	Perlakuan (dosis radiasi, Gy)	Rata-rata Jumlah Leukosit ( $10^3/\mu\text{L}$ )
1.	<b>Kontrol</b>	20	Tanpa perlakuan	$9.51 \pm 0.81$
2.	<b>Tanpa Adap.</b>	20		
	I (1 Gy)	4	1.0	$7.45 \pm 0.57$
	II (1.5 Gy)	4	1.5	$6.66 \pm 0.12$
	III (2 Gy)	4	2.0	$5.84 \pm 0.46$
	IV (2.5 GY)	4	2.5	$4.93 \pm 0.26$
	V (3 Gy)	4	3.0	$3.87 \pm 0.13$
3.	<b>Adaptasi I</b>	20		
	I (1 Gy)	4	1.1	$8.54 \pm 0.52$
	II (1.5 Gy)	4	1.6	$7.91 \pm 0.13$
	III (2 Gy)	4	2.1	$7.22 \pm 0.25$
	IV (2.5 GY)	4	2.6	$6.43 \pm 0.10$
	V (3 Gy)	4	3.1	$5.80 \pm 0.25$
4.	<b>Adaptasi II</b>	20		
	I (1 Gy)	4	1.1	$9.39 \pm 0.35$
	II (1.5 Gy)	4	1.6	$8.87 \pm 0.29$
	III (2 Gy)	4	2.1	$8.27 \pm 0.15$
	IV (2.5 GY)	4	2.6	$7.83 \pm 0.17$
	V (3 Gy)	4	3.1	$7.42 \pm 0.26$



Untuk lebih jelasnya data Tabel 4.1. direpresentasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1.



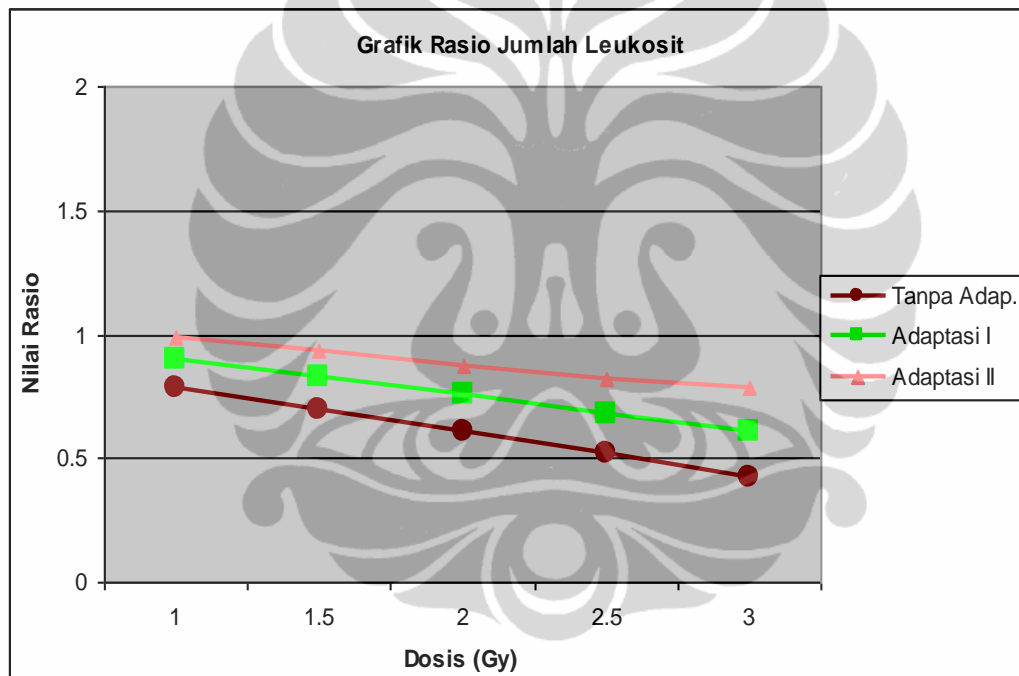
**Gambar 4.1. Jumlah leukosit darah mencit dengan variasi dosis.**

Tampak secara umum jumlah leukosit menurun dengan kenaikan dosis radiasi yang diberikan pada mencit. Apabila dibandingkan dengan grafik tanpa adaptasi, grafik adaptasi I untuk semua dosis radiasi menunjukkan kenaikan jumlah leukosit dan selanjutnya grafik adaptasi II menunjukkan kenaikan jumlah leukosit yang lebih tinggi. Dapat dilihat bahwa dosis adaptasi 0.1 Gy telah mengakibatkan perubahan respon adaptasi terhadap radiasi secara spontan, dan perubahan meningkat bila mencit diberi waktu istirahat 5 jam setelah dosis adaptasi 0.1 Gy. Kemungkinan kerusakan sel akibat dosis adaptasi diperbaiki melalui proses pemulihan (*recovery*).

Dari data pada Tabel 4.1 dapat ditentukan perbandingan jumlah leukosit terhadap nilai kontrol seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2.

Tabel 4.2. Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Kontrol.

Kelompok	Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Kontrol		
	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II
I (1 Gy)	0.78	0.90	0.99
II (1.5 Gy)	0.70	0.83	0.93
III (2 Gy)	0.61	0.76	0.87
IV (2.5 Gy)	0.52	0.68	0.82
V (3 Gy)	0.42	0.61	0.78



Gambar 4.2. Rasio jumlah leukosit terhadap kontrol.

Ketiga perlakuan menunjukkan respon penurunan jumlah leukosit yang linier terhadap kenaikan dosis radiasi. Bila X dan Y menyatakan dosis radiasi dan rasio jumlah leukosit terhadap nilai kontrol, persamaan ketiga garis linier ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Persamaan Linier Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Dosis Radiasi.

No.	Perlakuan	Persamaan Garis Linier	Korelasi ( $R^2$ )
1.	Tanpa Adaptasi	$Y = 0.97 - 0.18 X$	0.99
2.	Adaptasi I	$Y = 1.05 - 0.15 X$	0.99
3.	Adaptasi II	$Y = 1.09 - 0.11 X$	0.99

Penurunan rasio jumlah leukosit untuk perlakuan tanpa adaptasi 0.18 terhadap dosis radiasi. Kecendrungan yang sama terjadi pada perlakuan adaptasi I dan adaptasi II, berturut-turut menunjukkan penurunan rasio jumlah leukosit 0.15 dan 0.11 terhadap dosis radiasi. Ketiga persamaan mempunyai koefisien korelasi  $R^2 = 0.99$ , berarti terdapat korelasi (pengaruh) yang kuat terhadap dosis radiasi dengan jumlah leukosit. Penurunan jumlah leukosit total dalam sirkulasi akibat radiasi disebabkan oleh terjadinya kerusakan system hemotopetik (UNEP, 1985). Radiasi menyebabkan penghambatan atau penghentian proses hemopoiesis, yang menyebabkan penyediaan sel-sel darah berkurang dan terjadi penurunan jumlah leukosit dalam darah. Disebutkan bahwa dosis 2 – 10 Gy merupakan lingkup kerusakan hemopoetik (sindrom sumsum tulang), dengan gejala yaitu menurunnya jumlah leukosit total (*leucopenia*) (Hall, 1972).

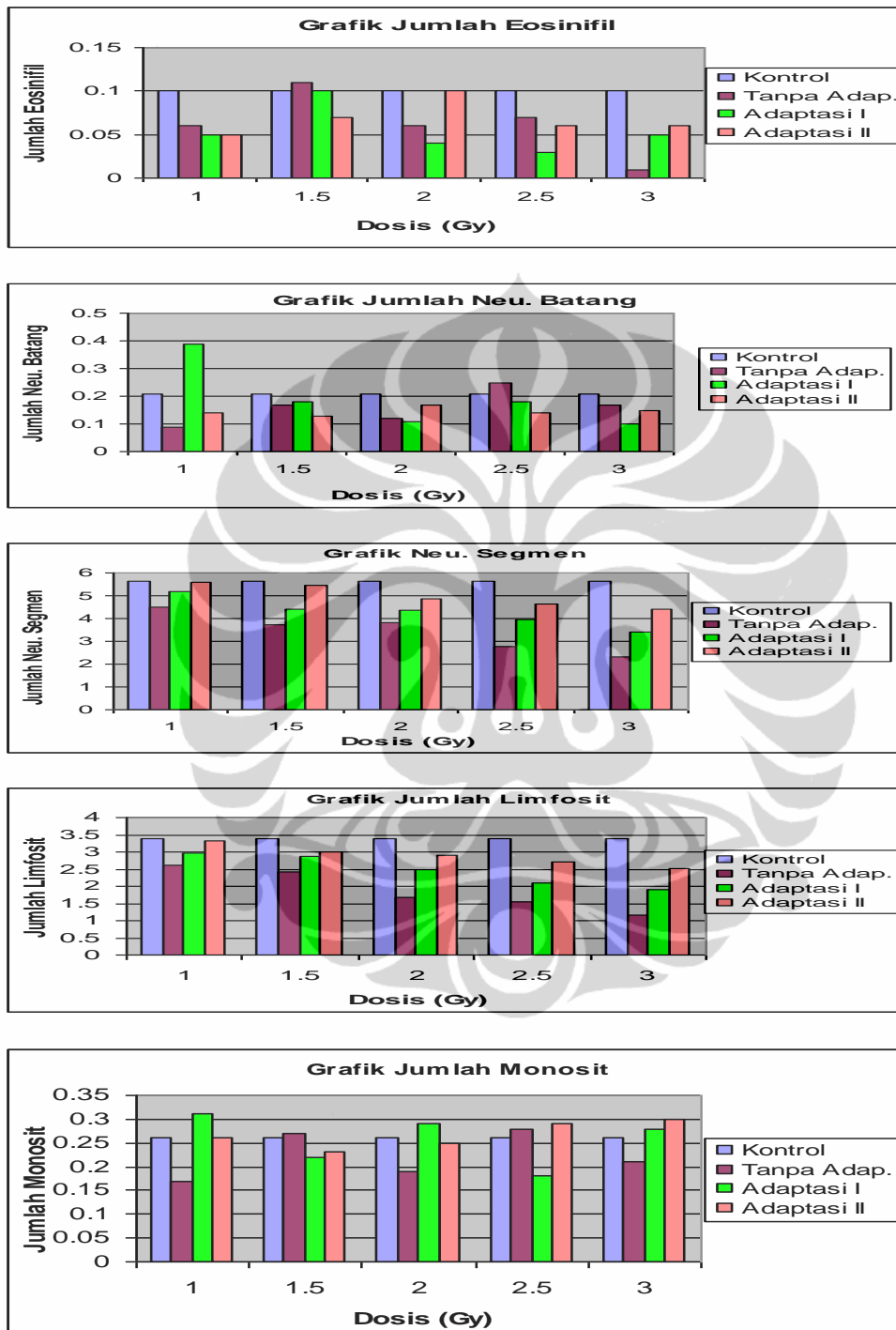
Bila dibandingkan dengan perlakuan tanpa adaptasi ternyata perlakuan adaptasi meningkatkan jumlah leukosit. Dengan perlakuan adaptasi I dan adaptasi II memberikan peningkatan jumlah leukosit sebesar 0.03 dan 0.07. Respon adaptasi adalah suatu fenomena biologi, peningkatan resistensi terhadap radiasi diperoleh dengan pemberian satu kali atau beberapa kali radiasi awal dengan dosis yang sangat rendah. Dalam medan radiasi, respon adaptasi menjadi radioresisten, yang dapat mengubah efektivitas biologis radiasi berikutnya dengan dosis yang lebih besar (Okazaki, 2005 dan Kadhim, 2004). Radiasi dosis rendah telah terbukti dapat meningkatkan kemampuan sel normal manusia, termasuk sel *bystander* (sel yang tidak terpapar radiasi), untuk melakukan perbaikan kromosom dan juga menginduksi terjadinya kematian melalui apoptosis (Broome, 2002).

Selain jumlah leukosit, telah diteliti pula efek radiasi terhadap beberapa komponen leukosit antara lain basofil, eosinofil, neutrofil batang, neutrofil segmen, limfosit dan monosit. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.4, sebagai berikut.

Tabel 4.4. Komponen Leukosit Kelompok Mencit Dengan Kontrol dan Perlakuan

Kelompok	Rata-rata Jumlah Komponen Leukosit ( $10^3/\mu\text{L}$ )					
	Baso	Eosonofit	Neutrofil Batang	Neutrofil Segmen	Limfosit	Monosit
<b>Kontrol</b>	0	0.10±0.10	0.21±0.21	5.63± 0.66	3.38± 0.34	0.26±0.11
<b>Tanpa Adap</b>						
I (1 Gy)	0	0.06±0.04	0.09±0.03	4.51±0.44	2.61±0.21	0.17±0.07
II (1.5 Gy)	0	0.01±0.03	0.17±0.04	3.71±0.13	2.42±0.04	0.27±0.05
III (2 Gy)	0	0.06±0.05	0.12±0.05	3.81±0.27	1.67±0.19	0.19±0.05
IV (2.5 GY)	0	0.07±0.05	0.25±0.04	2.77±0.18	1.56±0.12	0.28±0.02
V (3 Gy)	0	0.01±0.05	0.17±0.04	2.32±0.18	1.16±0.11	0.21±0.02
<b>Adaptasi I</b>						
I (1 Gy)	0	0.05±0.05	0.39±0.47	5.17±0.25	2.97±0.27	0.31±0.24
II (1.5 Gy)	0	0.10±0.07	0.18±0.10	4.43±0.22	2.87±0.17	0.22±0.07
III (2 Gy)	0	0.04±0.04	0.11±0.09	4.37±0.35	2.49±0.16	0.29±0.10
IV (2.5 GY)	0	0.03±0.06	0.18±0.06	3.96±0.46	2.09±0.21	0.18±0.14
V (3 Gy)	0	0.05±0.05	0.10±0.07	3.43±0.17	1.90±0.15	0.28±0.06
<b>Adaptasi II</b>						
I (1 Gy)	0	0.05±0.05	0.14±0.12	5.61±0.31	3.33±0.17	0.26±0.09
II (1.5 Gy)	0	0.07±0.09	0.13±0.11	5.45±0.32	2.99±0.13	0.23±0.12
III (2 Gy)	0	0.10±0.12	0.17±0.12	4.86±0.19	2.90±0.25	0.25±0.15
IV (2.5 GY)	0	0.06±0.08	0.14±0.09	4.64±0.18	2.70±0.10	0.29±0.04
V (3 Gy)	0	0.06±0.07	0.15±0.05	4.40±0.35	2.52±0.19	0.30±0.05

Perubahan jumlah untuk komponen leukosit lainnya direpresentasi dalam bentuk grafik pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Jumlah komponen leukosit darah mencit dengan vareasi dosis.

- a. Eosinofil
- b. Neurofil batang
- c. Neurofil segmen
- d. Limfosit
- e. Monosit.

Untuk komponen eosinofil, neutrofil batang dan monosit jumlah berfluktuasi dengan meningkatnya dosis radiasi. Fluktuasi berkurang dengan perlakuan adaptasi I dan adaptasi II perubahan jumlah komponen ini cenderung mendekati kontrol. Ini menunjukkan telah terdapat respon radioadaptasi terhadap ketiga komponen leukosit. Namun belum dapat diambil hubungan yang pasti antara perubahan jumlah ketiga komponen leukosit ini terhadap dosis radiasi.

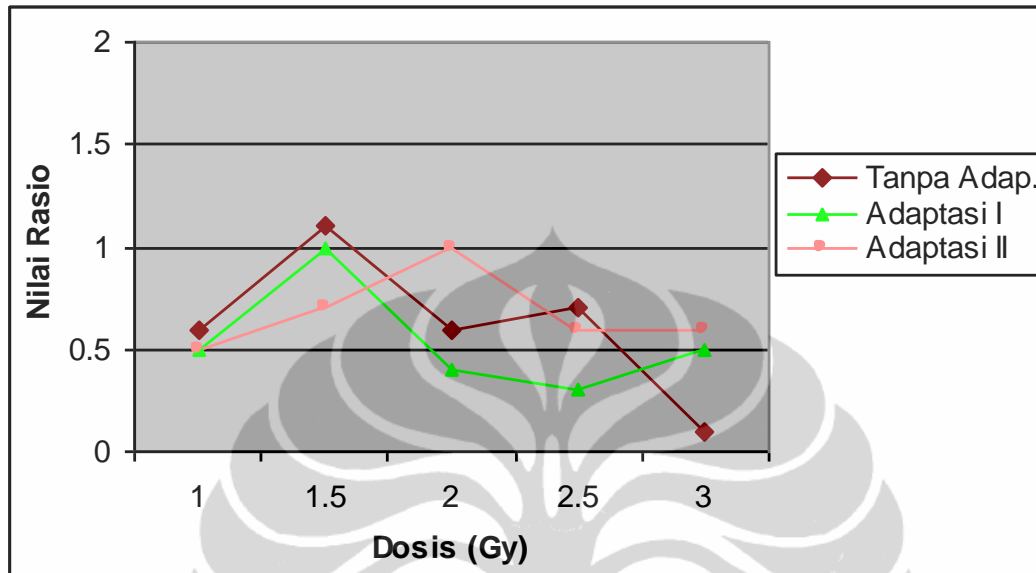
Pada komponen neutrofil segmen dan limfosit menunjukkan jumlah yang menurun dengan kenaikan dosis radiasi. Kedua komponen ini menunjukkan respon yang sama dengan leukosit. Dengan perlakuan adaptasi I memberikan respon adaptasi yang meningkat dengan meningkatnya dosis radiasi, peningkatan respon adaptasi semakin tinggi terjadi pada perlakuan adaptasi II. Dengan hitung absolut terhadap kedua komponen ini telah dapat menunjukkan sebagai indikator terhadap efek radiasi. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan indikator hematopoitik yang umum digunakan sebagai indikasi paparan radiasi adalah hitung limfosit dan neutrofil absolut. (Lusiyanti, 2008).

Hasil kakulasi rasio jumlah komponen leukosit terhadap kontrol dapat dilihat dalam Tabel 4.5 dan Gambar 4.4 untuk eosinofil, Tabel 4.6 dan Gambar 4.5 untuk neutrofil batang, Tabel 4.7 dan Gambar 4.6 untuk neutrofil segmen, Tabel 4.8 dan Gambar 4.7 untuk limfosit, Tabel 4.9 dan Gambar 4.8 untuk monosit.

Tabel. 4.5. Rasio Jumlah Eosinofil Terhadap Kontrol.

Kelompok	Rasio Jumlah Eosinofil Terhadap Kontrol		
	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II
I (1 Gy)	0.60	0.50	0.50
II (1.5 Gy)	1.10	1.00	0.70
III (2 Gy)	0.60	0.40	1.00
IV (2.5 Gy)	0.7	0.30	0.60
V (3 Gy)	0.10	0.50	0.60

Pada ketiga perlakuan menunjukkan respon yang berfluktuasi sekitar 0.0-1.0. Adaptasi I menunjukkan pola yang sama dengan perlakuan tanpa adaptasi pada dosis dibawah 2 Gy, kemudian pola berubah cenderung konstan sampai 3 Gy.



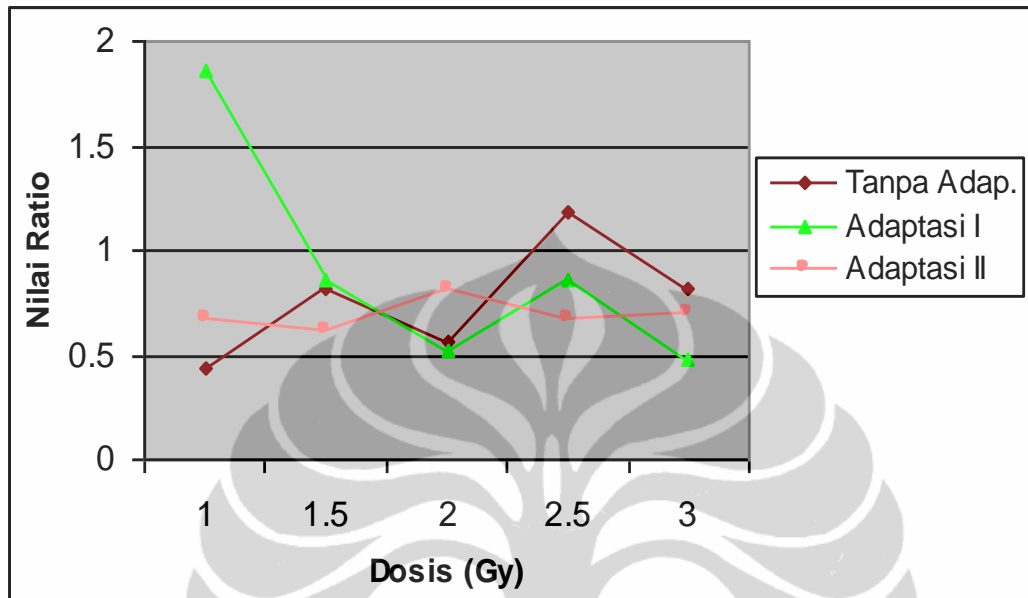
**Gambar 4.4. Rasio jumlah eosinofil terhadap kontrol.**

Perlakuan adaptasi II fluktuasi tinggi terjadi sampai dosis 2 Gy. selanjutnya menunjukkan penurunan fluktuasi jumlah eosinofil dan akhirnya relatif konstan sampai dosis 3 Gy.

**Tabel. 4.6. Rasio Jumlah Neutrofil Batang Terhadap Kontrol.**

Kelompok	Rasio Jumlah Neutrofil Batang Terhadap Kontrol		
	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II
I (1 Gy)	0.43	1.86	0.67
II (1.5 Gy)	0.81	0.86	0.62
III (2 Gy)	0.57	0.52	0.81
IV (2.5 Gy)	1.19	0.86	0.67
V (3 Gy)	0.81	0.48	0.71

Neutrofil batang tidak menunjukkan penurunan jumlah sel terhadap dosis radiasi. Bahkan jumlah neutrofil batang cenderung meningkat, khususnya kurva tanpa adaptasi peningkatan sangat tajam terjadi pada dosis 2 Gy hingga 2.5 Gy dan



**Gambar 4.5. Rasio jumlah neutrofil batang terhadap kontrol .**

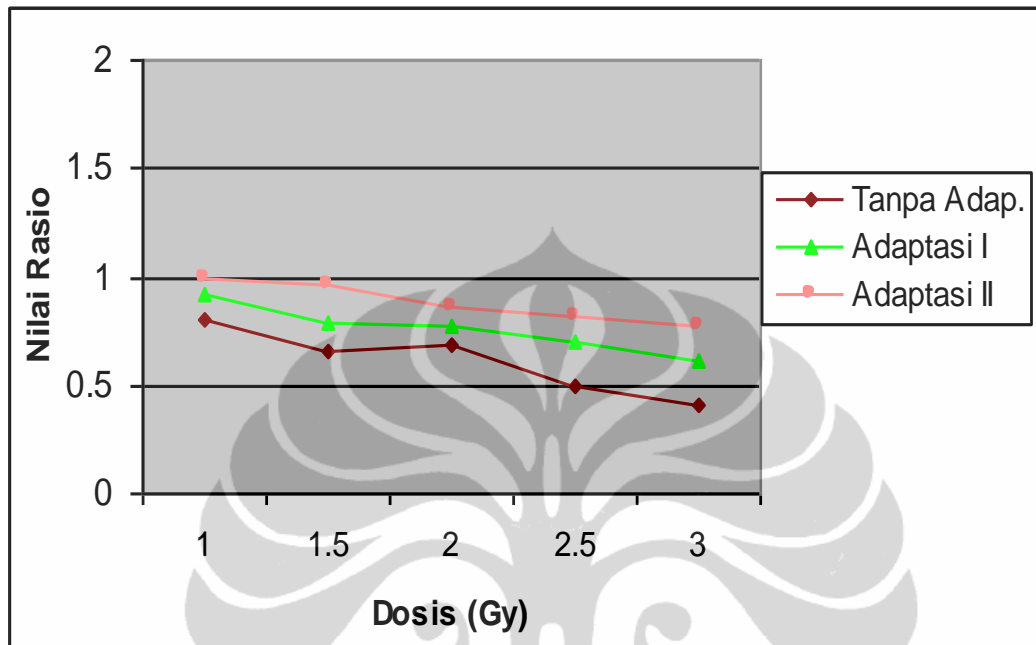
menurun sampai 3 Gy. Adaptasi I pada dosis 1-1.5 Gy turun tajam dan selanjutnya bersama-sama dengan adaptasi II memberi respon yang berfluktuasi, sehingga nilai rasio terhadap nilai kontrol sekitar 0.5-1.0. Namun kurva adaptasi II mulai dosis 2 Gy sampai dengan 3 Gy relatif konstan.

Tabel. 4.7. Respon Jumlah Neutrofil Segmen Terhadap Kontrol.

Kelompok	Rasio Jumlah Neutrofil Segmen Terhadap Kontrol		
	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II
I (1 Gy)	0.80	0.92	0.99
II (1.5 Gy)	0.66	0.79	0.97
III (2 Gy)	0.68	0.78	0.85
IV (2.5 Gy)	0.49	0.70	0.82
V (3 Gy)	0.41	0.61	0.78



Neutrofil segmen merupakan salah satu bagian granulosit yang menunjukkan penurunan jumlah sel dengan meningkatnya dosis radiasi. Respon yang ditunjukkan oleh kurva adaptasi I meningkatkan jumlah sel dan adaptasi II peningkatan jumlah



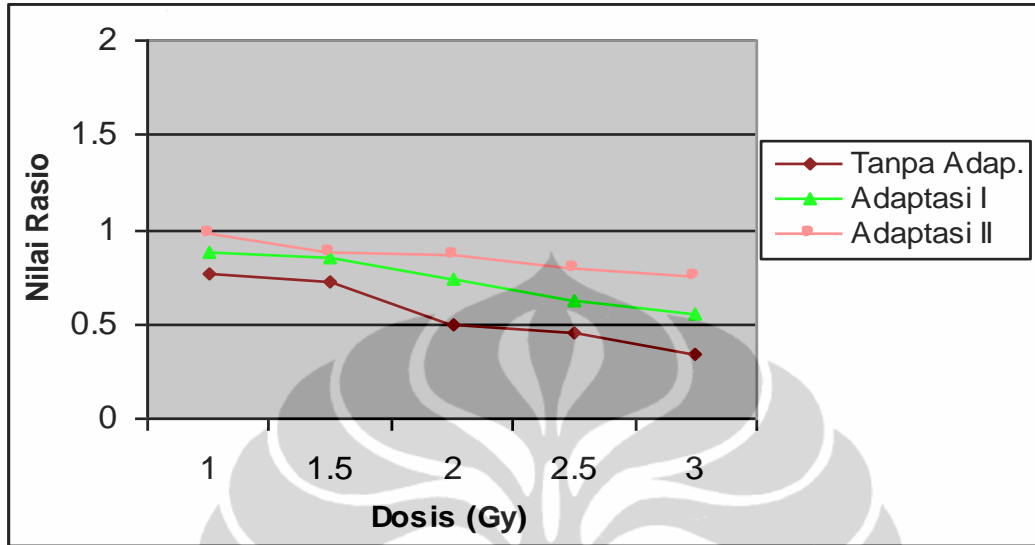
Gambar 4.6. Rasio jumlah neutrofil segmen terhadap kontrol.

sel semakin tinggi dengan meningkatnya dosis radiasi dosis. Komponen neutrofil segmen telah menunjukkan hubungan linier antara jumlah sel dengan dosis radiasi.

Tabel. 4.8. Rasio Jumlah Limfosit Terhadap Kontrol.

Kelompok	Rasio Jumlah Limfosit Terhadap Kontrol		
	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II
I (1 Gy)	0.77	0.88	0.98
II (1.5 Gy)	0.72	0.85	0.88
III (2 Gy)	0.49	0.74	0.85
IV (2.5 Gy)	0.46	0.62	0.80
V (3 Gy)	0.34	0.56	0.75

Perlakuan tanpa adaptasi menunjukkan penurunan jumlah limfosit berfluktuasi dari dosis 1 Gy sampai dosis 3 Gy. Sedangkan adaptasi I dan adaptasi II menunjukkan respon cenderung linier dari 1 Gy sampai 3 Gy. Pada limfosit telah



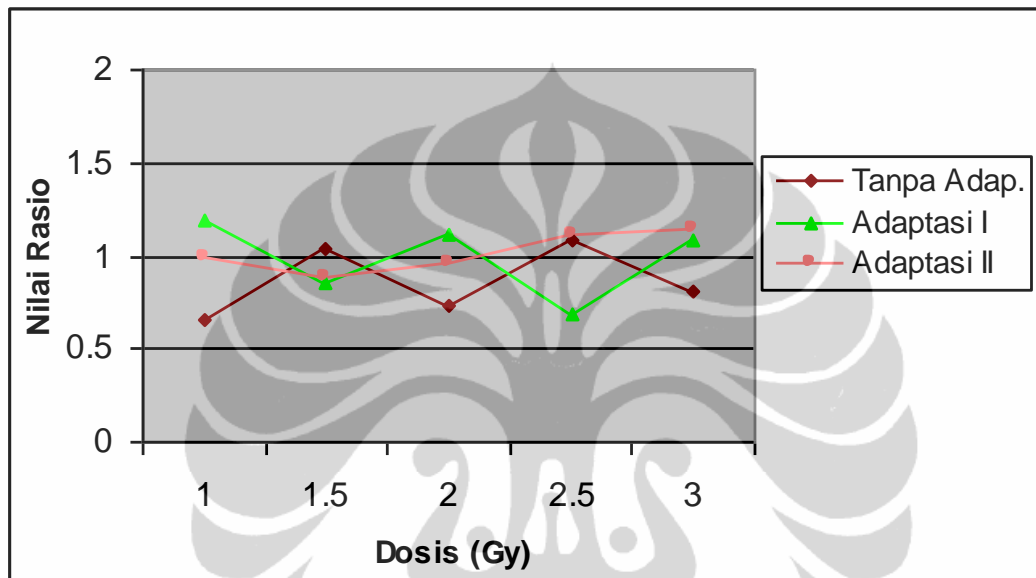
**Gambar 4.7. Rasio jumlah limfosit terhadap kontrol.**

terjadi penurunan jumlah sel untuk perlakuan tanpa adaptasi maupun dengan adaptasi I dan II. Ini disebabkan komponen limfosit adalah salah satu komponen sel leukosit yang paling sensitif terhadap radiasi (Haley, 1965) Dengan adaptasi I dan adaptasi II telah menunjukkan respon yang hampir sama dengan leukosit.

Tabel. 4.9. Rasio Jumlah Monosit Terhadap Kontrol.

Kelompok	Rasio Jumlah Monosit Terhadap Kontrol		
	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II
I (1 Gy)	0.65	1.19	1.00
II (1.5 Gy)	1.04	0.85	0.88
III (2 Gy)	0.73	1.12	0.96
IV (2.5 Gy)	1.08	0.69	1.12
V (3 Gy)	0.81	1.08	1.15

Kurva tanpa adaptasi dan adaptasi I tidak menunjukkan penurunan jumlah monosit, dengan respon yang berfluktuasi dari 1-3 Gy. Pada perlakuan adaptasi II cenderung menunjukkan kurva yang konstan dari dosis 1-3 Gy. Dimana monosit dan granulosit mempunyai fungsi sebagai fegosit dalam sel darah, sehingga menunjukkan respon terhadap radiasi hampir sama dengan eosinofil dan neutrofil batang. (Susworo, 2007).



Gambar 4.8. Respon jumlah monosit terhadap kontrol.

#### 4.2. Pembahasan

Hewan uji adalah mencit jantan, yang memiliki respon adaptasi lebih baik setelah mengalami stres (John, 1998). Pada umumnya berat rata-rata mencit jantan lebih tinggi dibandingkan mencit betina. Lama hidup mencit 1 - 3 tahun, mencit pada umur sekitar 35 hari sudah termasuk mencit dewasa dengan berat rata-rata 30 gram jantan dan 25 gram betina. Dimana ada hubungan linier antara berat badan hewan dengan jumlah sel sumsum tulang (Hall, 1972). Dalam pelaksanaan penelitian ini beberapa kendala pertama yang dialami adalah, tidak dilakukannya pengelompokan mencit dari awal pemeliharaan. Pertama kali pengelompokan mencit dilakukan sesuai dengan perlakuan yang direncanakan yaitu 20 ekor mencit dalam tiap kandang dengan ukuran 30 x 20 x 10 cm<sup>3</sup>. Setelah berumur sekitar 35 hari, 20 mencit diambil darahnya untuk perlakuan kontrol.

Pengambilan darah mengalami kesulitan, khususnya pada mencit ke 15 sampai dengan 20 tidak dapat diperoleh sampel darah sesuai dengan kebutuhan, karena mencit diperkirakan telah mengalami kondisi stres. Dengan pengalaman tersebut, pengelompokan mencit diulang dengan menempatkan mencit 4 ekor dalam setiap kandangnya. Mencit menjadi dapat bergerak dengan lebih leluasa, sehingga stress dapat dikurangi. Ternyata dengan cara pemeliharaan ini pengambilan sampel darah dapat dilaksanakan seperti yang diharapkan.

Pada penelitian ini mencit diradiasi, dengan dosis 1 - 3 Gy. Rentang dosis ini masih lebih rendah dari  $LD_{50/30}$ , untuk mencit nilainya sekitar 7 Gy. Menurut definisi  $LD_{50/30}$  (*lethal dose*) adalah dosis yang mengakibatkan 50% populasi mencit mati dalam waktu 30 hari (Hall, 1972). Agar mencit tetap nyaman dan sehat selama penelitian berlangsung, maka dosis radiasi maksimum dipilih 3 Gy, dengan laju dosis tetap sebesar 0.996 Gy/menit.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah leukosit darah mencit kontrol  $9.51 \times 10^3/\mu\text{l}$  yang tidak jauh berbeda dengan hasil peneliti lain, yang berkisar  $4 - 11 \times 10^3/\mu\text{l}$  (Zukasti, 2003). Pada perlakuan tanpa adaptasi, adaptasi I, dan adaptasi II jumlah leukosit menurun dengan meningkatnya dosis radiasi. Penurunan jumlah leukosit dapat dijelaskan sebagai berikut, radiasi diketahui mempunyai efek merusak sel-sel induk dan sel-sel prekursor pada sumsum tulang (sindrom sumsum tulang), sehingga menurunkan jumlah sel-sel darah dalam peredarannya (Haley, 1965). Dalam kondisi normal, kehilangan komponen sel darah akibat konsumsi makanan, infeksi maupun umur dapat diimbangi oleh produksi sel darah induk dalam sumsum tulang. Radiasi dapat menghambat aktivitas sel darah induk atau menghentikan aktivitasnya sama sekali, tergantung pada dosis radiasi yang diterimanya. Selain itu sel darah yang bersirkulasi akan mengalami kematian interfase. Dengan demikian, radiasi akan menurunkan jumlah sel darah yang bergantung pada radiosensitivitas dan harapan hidup sel (Hacker, 1984). Interaksi radiasi dengan sel mamalia dapat menginduksi sejumlah besar kerusakan DNA, seperti *single strand breaks* (SSB), *double strand breaks* (DSB), berbagai jenis kerusakan basa, ikatan silang (*cross links*) DNA, dan kombinasi lokal semua kerusakan tersebut. Kerusakan DNA ini menyebabkan

terjadinya mutasi, abrasi kromosom dan perubahan aktivitas, maupun kematian sel (Thacker, 1992 dan Natarajan, 1994).

Pada adaptasi I dan adaptasi II yang diawali dengan pemberian dosis rendah (0.1 Gy) ternyata merangsang sel untuk meningkatkan kemampuannya memperbaiki kerusakan, dan meningkatkan daya tahan sel terhadap radiasi yang lebih besar berikutnya. Peningkatan daya tahan sel secara matematis ditunjukkan oleh persamaan linier rasio jumlah leukosit terhadap dosis radiasi untuk ketiga perlakuan (Tabel 4.4). Koefisien arah kurva terendah terjadi pada perlakuan tanpa adaptasi (-0.18), yang selanjutnya meningkat berturut-turut pada adaptasi I (-0.15) dan adaptasi II (-0.11). Semakin besar nilai koefisien arah kurva, memberikan respon peningkatan jumlah leukosit semakin besar. Ini memberikan kesempatan berlangsungnya respon resistensi sel terhadap radiasi yang lebih besar berikutnya (Mitchel, 2000). Dari temuan ini diperoleh informasi bahwa interval waktu antara pemberian dosis adaptasi dengan dosis *challenge* (dosis yang lebih besar berikutnya) menentukan respon leukosit. Respon yang sama dimungkinkan dapat terjadi pada organ ataupun jaringan lain. Pada perlakuan adaptasi II dengan dosis adaptasi 0.1 Gy, dan penyinaran dilakukan 5 jam setelah pemberian dosis adaptasi, hasil efek adaptasinya telah dapat dideteksi, yakni menurunkan respon leukosit. Temuan ini mendukung hasil penelitian yang menyatakan bahwa respon leukosit akan dapat diamati 4 jam setelah penyinaran (Hall, 1972).

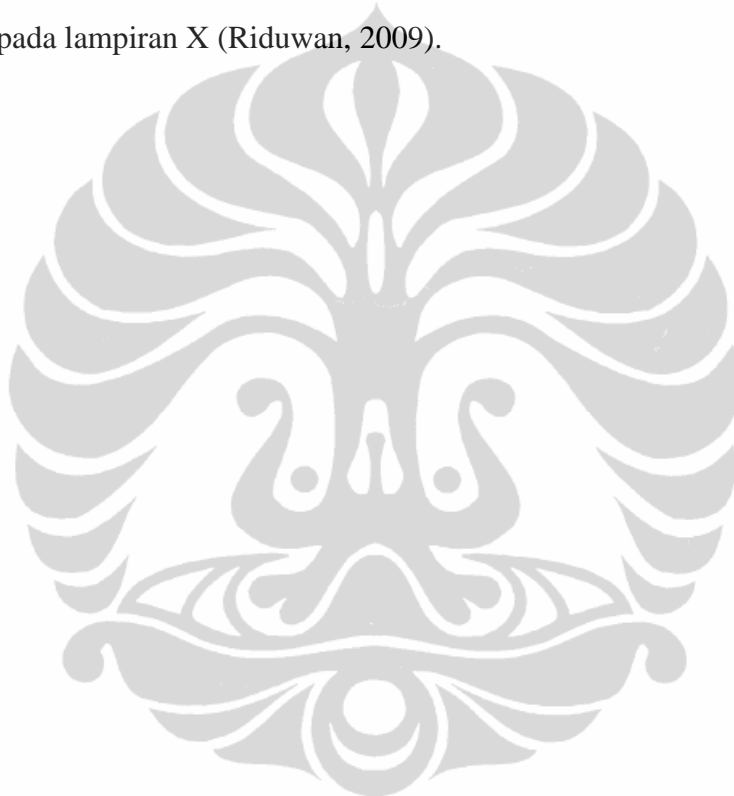
Hasil hitung jumlah leukosit adaptasi I dan adaptasi II juga mendukung beberapa pernyataan tentang dosis adaptasi sebelumnya. Antara lain yang menyatakan bahwa dosis adaptasi menurunkan respon bila dosis adaptasi diberikan sebelum dosis tinggi berikutnya (UNSCEAR, 1994). Lainnya menyatakan bahwa kisaran dosis adaptasi yang pernah diberikan adalah 0.05 - 0.2 Gy dengan waktu istirahat 4 - 18 jam sebelum pemberian dosis *challenge* (Steffen, 2003), dan dengan radiasi dosis rendah (0.1 Gy) mengakibatkan terjadinya induksi apoptosis yang berfungsi sebagai mekanisme proteksi sel dan menghilangkan sel yang rusak termasuk frekuensi mutasi dan efisiensi transformasi sel. Kerusakan jaringan dan kematian sel akibat induksi radiasi dapat mempercepat pergantian sel yang rusak melalui peningkatan aktivitas pembelahan sel (Cregan, 1999).

Analisa statistik anova dilakukan dengan program SPSS (*Statistical product and Service Solutions*). Salah satu program yang digunakan adalah SPSS *for Windows* versi 14. Hipotesa yang diambil adalah  $H_a$  = ada perbedaan signifikan jumlah leukosit kontrol (sebelum radiasi) dengan nilai hasil perlakuan tanpa adaptasi, adaptasi I, dan adaptasi II (sesudah radiasi).  $H_o$  = adalah bila hipotesa  $H_a$  ditolak. Hasil analisa menunjukkan ketiga perlakuan terhadap kontrol berbeda satu dengan yang lainnya dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) 0.05. Analisa selengkapnya dapat dilihat pada lampiran IX (Riduwan, 2009).

Hasil penelitian untuk komponen leukosit yang menggunakan hitung absolut secara umum telah menunjukkan penurunan jumlah komponen leukosit dengan meningkatnya dosis radiasi. Komponen leukosit seperti eosinofil, neutrofil batang, dan monosit memberikan respon radiasi sangat berbeda dengan dengan komponen neutrofil segmen dan limfosit. Pada eosinofil, neutrofil batang dan monosit yang memiliki fungsi sebagai fagosit cenderung menunjukkan respon yang hampir sama terhadap induksi radiasi. Limfosit dan neutrofil segmen adalah komponen leukosit yang paling sensitif terhadap radiasi dan merupakan komponen leukosit yang telah umum digunakan sebagai indikasi paparan radiasi (Lusinyanti, 2008). Eosinofil, neutrofil batang, dan monosit memberikan respon yang berfluktuasi terhadap ketiga perlakuan. Nilai rasio jumlah ketiga komponen ini terhadap kontrol berfluktuasi sekitar 0.5 - 1.5 untuk dosis radiasi dalam rentang 1 - 3 Gy. Kemudian untuk perlakuan adaptasi I dan II telah menunjukkan respon adaptasi yang meningkatkan jumlah sel, namun masih berfluktuasi dari dosis 1-2 Gy, dan mulai dosis 2-3 Gy fluktuasi berkurang bahkan cenderung konstan.

Dalam penelitian ini pengambilan sampel dilakukan langsung setelah pemberian dosis radiasi. Oleh karenanya dapat dimengerti apabila penurunan jumlah komponen leukosit seperti eosinofil, neutrofil batang dan monosit dalam penelitian ini belum terdeteksi dengan jelas. Komponen monosit memberikan respon rendah namun positif. Rasio jumlah monosit terhadap kontrol cenderung meningkat dengan kenaikan dosis. Dengan pemberian dosis adaptasi akan menurunkan respon terhadap jumlah sel monosit.

Dalam penelitian ini semua pengukuran komponen leukosit dinyatakan dalam nilai relatif, kemudian data yang diperoleh diolah sehingga perhitungan pada komponen leukosit menjadi nilai absolut seperti ditunjukkan pada data pada lampiran Vb. Analisa statistik anova mendukung hasil penelitian komponen leukosit pada tingkat signifikan ( $\alpha$ ) = 0.05, terdapat penurunan jumlah komponen limfosit dan neutrofil segmen setelah radiasi dan tidak terdapat penurunan jumlah sel secara signifikan dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 0.05 terhadap komponen eosinofil, neutrofil batang dan monosit setelah radiasi. Analisa selengkapnya diperlihatkan pada lampiran X (Riduwan, 2009).



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian pemberian dosis adaptasi pada mencit diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

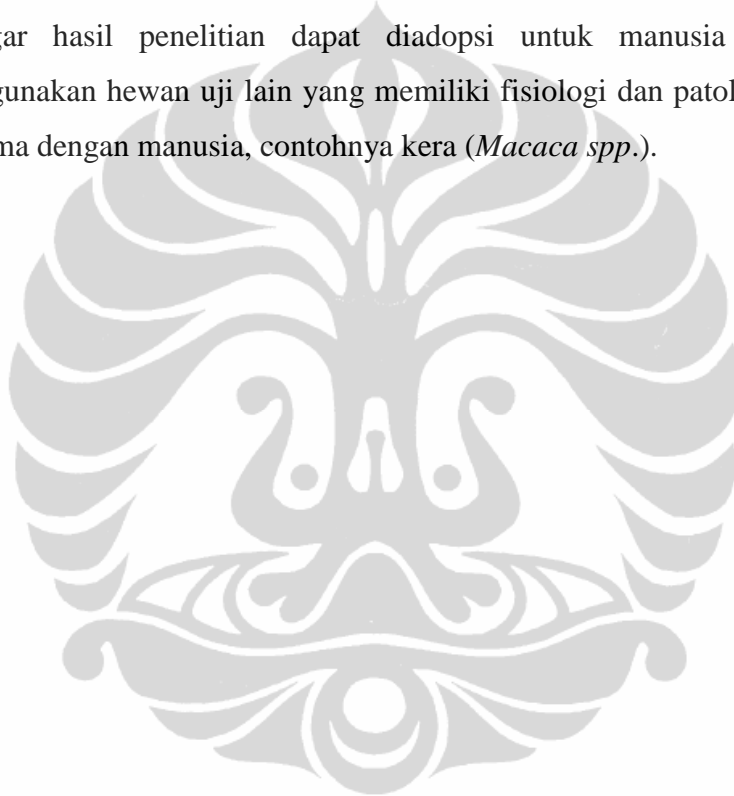
1. Jumlah leukosit dalam darah mencit jantan yang berumur 37-46 hari sekitar  $(9.51 \pm 0.81) \times 10^3/\mu\text{L}$ .
2. Dibanding dengan kondisi kontrol, pemberian dosis langsung 1-3 Gy yang disebut perlakuan tanpa adaptasi menurunkan jumlah leukosit.
3. Pemberian dosis rendah (0.1 Gy) yang langsung diikuti dengan dosis 1-3 Gy, yang disebut perlakuan adaptasi I meningkatkan daya tahan leukosit. Bila dosis 1-3 Gy diberikan 5 jam setelah dosis 0.1 Gy, dan disebut perlakuan adaptasi II, meningkatkan daya tahan leukosit lebih tinggi dibanding dengan yang terjadi pada adaptasi I. Penurunan jumlah leukosit signifikan pada ketiga perlakuan, yang telah dihitung dengan tingkat signifikan  $\alpha = 0.05$ .
4. Rasio jumlah leukosit terhadap nilai kontrol pada perlakuan tanpa adaptasi, adaptasi I, dan adaptasi II berhubungan linier terhadap dosis radiasi, dengan koefisien arah kurva berturut-turut -0.18, -0.15, dan -0.11, nilai koefisien korelasi ketiganya  $R^2 = 0.99$ .
5. Respon komponen leukosit, untuk neutrofil segmen dan limfosit adalah mendekati sama dengan respon yang terjadi pada leukosit, baik pada perlakuan tanpa adaptasi maupun pada adaptasi I dan adaptasi II.
6. Untuk komponen leukosit seperti eosinofil, neutrofil batang dan monosit menunjukkan respon yang berbeda dengan respon yang berfluktuasi, namun fluktuasi responnya cenderung menurunkan jumlah sel dengan meningkatnya dosis radiasi. Dengan perlakuan adaptasi I dan adaptasi II meningkatkan respon adaptasi terhadap jumlah sel pada dosis radiasi yang meningkat.



## 5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih sempurna dalam penelitian tentang respon radioadaptasi terhadap jumlah leukosit perlu disarankan sebagai berikut :

1. Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk melihat respon radioadaptasi pada komponen leukosit. Pengambilan data dilakukan dengan variasi antara akhir penyinaran dengan pengambilan sampel darah, mengingat respon berbagai komponen darah terhadap radiasi sangat dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel.
2. Agar hasil penelitian dapat diadopsi untuk manusia sebaiknya digunakan hewan uji lain yang memiliki fisiologi dan patologi hampir sama dengan manusia, contohnya kera (*Macaca spp.*).



## DAFTAR PUSTAKA

1. Brooks, A.L. (2005). Paradigm Shifts in Radiation Biology: Their Impact on Intervention for Radiation Induced. *Journal of Radiation Research*. 164, 454-461.
2. Alatas, Z. (2004). *Efek Bystander Akibat Radiasi Pengion*. Porsiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir.
3. Little, J.B. (1998). Radiation Induced Genomic Instability. *Int. Journal Radiation Biology*. 74, 663-671.
4. Olivieri, G., Bodycote, J., and Wolff, S. (1984). Adaptive Response of Human Lymphocytes to Low Concentration of Radioactive Thymidine. *Journal of Science*. 223, 594-597.
5. Okazaki, R., Ootsuyama, A., and Norimura, T. (2005). Radioadaptive Response for Protection against Radiation-Induced Teratogenesis. *Journal of Radiation Research*. 163, 266-270.
6. Kadhim, M.A., Moore, S.R., and Goodwin, E.H. (2004). Interrelationships amongst Radiation-Induced Genomic Instability, Bystander Effects, and the Adaptive Response. *Mutat. Research* 568, 21-32.
7. Alatas, Z. (1997). Peran Radiobiologi dalam Peningkatan Kualitas Radioterapi. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional. *Buletin ALARA 1* (2), 9-13.
8. Hill, R. P. (1994). Cellular Basis of Radiotherapy. In : Tannock IF, Hill PH, editors. *The Basic Science of Onkology*. New York: Mc Graw-Hill Inc. Company, 259-275.
9. Milan, TJM., Stell, GG. (1993). Molecular Aspects of Radiobiology In: Steel GG, editor. *Basic Clinical Radiobiology*. London: Edward Arnold. 211-214.
10. Steel, G. G. (1997). *Basic Clinical Radiobiology*. Second Edition. Oxford University Press, Inc., New York.
11. Horsman, MR., Overgaard, J. (1993). The Oxygen Effects. In: Steel GG, editor. *Basic Clinical Radiobiology*. London: Edward Arnold. 81-88.

12. Dhanesar, S. K. (2008). *Conformal Radiation Therapy with Cobalt-60 Tomotherapy*, Queen's University, Kingston, Ontario.
13. Susworo, R. (2007). *Radioterapi*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
14. Frankenberg, D., Schwager, M., Bloecher, M., and Habbich, R. (1981). Evidence for DNA Double Strand Breaks as The Critical Lesion in Yeast Cells Irradiated With Sparsely or Densely Ionizing Radiation Under Oxidic or Anoxic Conditions. *Journal of Radiation Research*. 88, 524-532.
15. UNSCEAR. (1988). *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*. United Nations. New York.
16. Wojcik, A., Streffer, C. (1994). *Biol. Zentralbl.* 133, 417-434.
17. Mitchel, R.E.J., and Boreham, D.R.(2000). *Radiation Protection in the World of Modern Radiobiology: Time for A New Approach*. Proceedings of 10th International Congress of The International Radiation Protection Association.
18. Broome, E.J., Brown, D.L., and Mitchel, R.E.J. (2002). Dose Response for Adaptation to Low Doses of  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  and  $^3\text{H}$ - $\beta$ -particle Radiation in Normal Human Fibroblast. *Journal of Radiation. Research*. 158, 181-186.
19. Cregan, S.P., Brown, D.L., and Mitchel, R.E.J. (1999). Apoptosis and the adaptive Response in Human Lymphocytes. *Int. Journal Radiation Biology*. 75, 1087-1094.
20. Azzam, E.I., de Toledo, S.M., Raaphorst, G.P., and Mitchel, R.E.J. (1996). Low-Dose Ionizing Radiation Decreases the Frequency of Neoplastic Transformation to A Level Below the Spontaneous Rate in C3H 10T1/2 Cells. *Journal of Radiation Research..* 146, 369-373.
21. Ueno, A.M., Vannais, D.B., Gustafson, D.L., Wong, J.C. and Waldren, C.A. (1998). A Low, Adaptive Dose of Gamma-Rays Reduced the Number and Altered the Spectrum of S1-mutans in Human-Hamster Hybrid AL Cells. *Journal of Mutat. Research*. 358, 161-169.
22. Wolff, S. (1996). Aspects of the Adaptive Response to Very Low Doses of Radiation and Other Agents. *Journal of Mutat. Research*. 358, 135-142.

23. Streffer, C. (2005). *Adaptive Response*. A Universal Phenomenon for Radiological Protection. Proceedings of 11th International Congress of The International Radiation Protection Association.
24. Alatas, Z. (2006). *Respon Adaptasi Terhadap Paparan Radiasi Pengion*. Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi BATAN.
25. Effendi, Z. (2003). *Peran Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik Dalam Tubuh*. Bagian Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara.
26. Cember, H. (1969). *Introduction to Health Physics*. First Edition. Pergamon Press Northwestern University. Oxford New York.
27. Wikipedia. (2009). *Sel Darah Putih*. Januari 11, 2009. [http://id.wikipedia.org/wiki/Sel\\_darah\\_putih](http://id.wikipedia.org/wiki/Sel_darah_putih).
28. Harahap, N.S. (2008). *Pengaruh Aktivitas Fisik Maksimal Terhadap Jumlah dan Hitung Jenis Leukosit pada Mencit (Mus Musculus L) Jantan*. Universitas Sumatera Utara, E-Respository.
29. Depkes, R. I. (1991). *Petunjuk Pemeriksaan Laboratorium Puskesmas*. Pusat Laboratorium Kesehatan Ditjen Binkesmas.
30. Gunawan, R. (2009). *Struktur Histologi Hepar, Jumlah Sel Kupffer dan Sel Darah Putih Mencit (Mus Musculus L) Jantan dengan Perilaku Puasa*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
31. Cervený, T.J., Macvittie, T.J., Young, R.W. (1989). *Acute Radiation Syndrome in Humans*. Walker, R.I., Cervený, T.J. Medical consequences of nuclear warfare. Maryland: TMM Publications, 15-36.
32. Haley, . (1965). *Acute Radiation Effects, Damage of Hematopoiesis*. E. Nuclear Haematology Acad. Press. New York.
33. Diklat. (2005). *Efek Biologi Radiasi*. Diklat Inspektur Pratama Tingkat I, Juli 21.
34. John, B., Smith, B.V.Sc., dan Mangkoewidjojo, S. (1988). *Pemeliharaan, Pembiakan, dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Penerbit Universitas Indonesia.
35. Darmawan, N.S. (2002). *Pengantar Patologi Klinik Veteriner*. Universitas Udayana Bali.

36. Riduwan, Sunarto. (2009). *Pengantar Statistik Untuk Penelitian Lengkap dengan Aplikasi SPSS 14*. Penerbit Alfa Beta Bandung.
37. UNEP,. (1985). *Radiation Doses Effects Risks*. United Nations Environment Programme. Nairobi.
38. Hall, E.J. (1972). *Radiobiology for The Radiologist*. Fifth Edition. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia USA.
39. Hacker, K.U., Gohde, W., and Schumann, J., (1984). *Mammalian Spermatogenesis As A Biological Dosimeter For Ionizing Radiation . Biological Dosimetry*”, (W.G. Eisert and M.L. Mendelsohn Ed.), Springer Verlag, Berlin, pp. 127-137.
40. Thacker, J. (1992). Radiation-Induced Mutation In Mammalian Cells At Low Doses And Dose Rates. *Advances in Radiation Biology*. 16, 77-124.
41. Natarajan, A.T. (1994). Recent Development In The Assessment Of Chromosomal Damage. *Int. Journal Radiation Biology*, 66, 615-624.
42. Sumarsono. (2008). *Efek Radiasi Pengion Terhadap tubuh Manusia*. Radiology Information Center (SIR).
43. Lusiyanti, Y., Syaifudin, M. (2008). *Penerapan Efek Interaksi Radiasi dengan Sistem Biologi Sebagai Dosimeter Biologi*. Pusat Teknologi Keselamatan dan Metriologi Radiasi. BATAN.
44. Akhadi, Mukhlis. (2000). *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.

## Lampiran I.

### 1. Data berat mencit dan umur untuk kontrol. Suhu ruang rata-rata 27°C

No Sampel	Berat (gram)	Umur (hari)
1.	23.00	37
2.	24.53	37
3.	23.71	37
4.	22.88	37
5.	24.32	37
6.	25.00	37
7.	23.00	37
8.	24.40	37
9.	25.00	37
10.	23.82	37
11.	24.10	37
12.	23.63	37
13.	22.91	37
14.	23.00	37
15.	24.20	37
16.	25.01	37
17.	24.08	37
18.	22.89	37
19.	22.93	37
20.	23.34	37

Rata – rata berat sampel : 23.79 gram

### 2. Data rata- rata berat mencit dan umur untuk tanpa adaptasi. Suhu ruang 27°C

No. Sampel	Berat Rata-rata (gram)	Umur (hari)
Klp. I	26.31	44
Klp. II	26.37	44
Klp. III	26.75	44
Klp. IV	27.24	44
Klp. V.	26.64	44

Rata – rata berat sample : 26.66 gram

### 3. Data rata – rata berat mencit dan umur untuk Adaptasi I. Suhu ruang 27°C

No. Sampel	Berat Rata-rata (gram)	Umur (hari)
Klp. I	26.33	45
Klp. II	26.00	45
Klp. III	26.35	45
Klp. IV	26.89	45
Klp. V.	26.75	45

Rata – rata berat sample : 26.87 gram.

### 4. Data rata – rata berat mencit dan umur untuk Adaptasi II. Suhu ruang 27°C

No. Sampel	Berat Rata-rata (gram)	Umur (hari)
Klp. I	26.20	46
Klp. II	26.00	46
Klp. III	26.32	46
Klp. IV	26.25	46
Klp. V.	26.13	46

Rata – rata berat sample : 27.18 gram.

## Lampiran II.

### Rumus Perhitungan Waktu Radiasi.

$$T = \frac{D}{PDD \times OF \times \dot{D}} \dots\dots\dots(II.1)$$

dimana :

D = Dosis radiasi (Gy)

$\dot{D}$  = Laju dosis pesawat Co-60 FCC 8000F (pada 15 maret 2010 sebesar 99,5631 cGy/menit)

PDD = Porsentase dosis kedalaman untuk luas lapangan ekuivalen 20 x 20 cm<sup>2</sup> pada kedalaman 0,5 cm adalah 100 = 1 %

OF = Out-put factor untuk luas lapangan ekuivalen 20 x 20 cm<sup>2</sup> adalah 1,052

Sebagai contoh perhitungan untuk dosis radiasi 1 Gy dengan data pada lampiran III, dan IV maka waktu radiasi dapat dihitung dengan rumus II.1. sebagai berikut;

$$T = \frac{1Gy}{1 \times 1,052 \times 0,995631Gy / menit}$$

$$T = \frac{1}{1,047} \times 60dt \quad T = 57dt$$

Pesawat Co-60 FCC 8000F hanya dapat menerima dan mengolah nilai masukan berupa waktu radiasi dalam satuan detik dan harus bilangan bulat. Data waktu radiasi untuk 0,1Gy, 1Gy, 1,5Gy, 2Gy, 2,5Gy dan 3Gy ditunjukkan pada Tabel III.1.(Leung,1990).

Tabel 3.2. Waktu radiasi untuk masing-masing dosis radiasi.

No.	Dosis Radiasi (Gy)	Waktu Radiasi (dt)	Keterangan
1.	0,1	6	Dosis adaptasi I dan II
2.	1	57	Dosis <i>challenge</i>
3.	1,5	86	Dosis <i>challenge</i>
4.	2	115	Dosis <i>challenge</i>
5.	2,5	143	Dosis <i>challenge</i>
6.	3	172	Dosis <i>challenge</i>

Nilai PDD pada Pesawat Co-60 FCC 8000 F.

Lampiran 1

PDD FOTON Co-60 SSD 80 CM FCC-8000  
 INSTALASI RADIOTERAPI RS. SANGAH DENPASAR BALI  
 D.JUMADI/DFM

Field size OF	3x3	4x4	5x5	6x6	7x7	8x8	10x10	12x12	14x14	15x15	16x16	18x18	20x20	22x22	24x24	26x26	28x28
Decim (cm)	0,9250	0,9346	0,9442	0,9570	0,9685	0,9788	1	1,0114	1,0253	1,0325	1,0386	1,0483	1,0520	1,0544	1,0585	1,0595	1,0606
0	103,30	103,00	102,70	102,50	102,20	102,00	101,60	101,50	101,50	101,50	101,46	101,38	101,30	101,22	101,14	101,06	100,98
0,3	101,32	101,20	101,08	101,00	100,88	100,80	100,64	100,60	100,60	100,60	100,58	100,49	100,52	100,49	100,46	100,42	100,39
0,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	96,70	97,00	97,30	97,50	97,80	98,00	98,40	98,50	98,50	98,50	98,54	98,62	98,70	98,78	98,86	98,94	99,02
1,5	93,45	93,95	94,45	94,85	95,25	95,50	96,05	96,25	96,28	96,30	96,35	96,45	96,55	96,65	96,75	96,85	96,95
2	90,20	90,90	91,60	92,20	92,70	93,00	93,70	94,00	94,05	94,10	94,16	94,28	94,40	94,52	94,64	94,76	94,88
2,5	87,10	87,95	88,80	89,45	90,05	90,45	91,20	91,60	91,73	91,85	91,93	92,09	92,25	92,41	92,57	92,73	92,89
3	84,00	85,00	86,00	86,70	87,40	87,90	88,70	89,20	89,40	89,60	89,70	89,90	90,10	90,30	90,50	90,70	90,90
3,5	81,00	82,10	83,20	84,05	84,80	85,35	86,20	86,75	86,98	87,20	87,32	87,56	87,80	88,04	88,28	88,52	88,76
4	78,00	79,20	80,40	81,40	82,20	82,80	83,70	84,30	84,55	84,80	85,04	85,32	85,60	85,76	86,06	86,34	86,62
4,5	75,15	76,45	77,75	78,75	79,60	80,20	81,25	81,95	82,23	82,50	82,68	82,98	83,30	83,62	83,94	84,26	84,58
5	72,30	73,70	75,10	76,10	77,00	77,70	78,80	79,60	79,90	80,20	80,38	80,74	81,10	81,46	81,82	82,18	82,54
5,5	69,65	71,05	72,45	73,50	74,45	75,20	76,35	77,20	77,58	77,95	78,14	78,52	78,90	79,28	79,66	80,04	80,42
6	67,00	68,40	69,80	70,90	71,90	72,70	73,90	74,80	75,26	75,70	75,90	76,30	76,70	77,10	77,50	77,90	78,30
6,5	65,95	65,45	65,75	66,35	66,95	67,45	68,10	68,75	69,45	70,15	70,85	71,58	72,30	73,02	73,74	74,46	75,18
7	64,90	63,30	61,70	65,90	67,00	67,80	69,10	70,10	70,65	71,20	71,48	71,98	72,50	73,02	73,54	74,06	74,58
7,5	60,95	60,85	60,75	63,40	64,55	65,40	66,75	67,85	68,43	69,00	69,28	69,84	70,40	70,96	71,52	72,08	72,64
8	57,00	58,40	59,80	61,00	62,10	63,00	64,40	65,60	66,20	66,80	67,10	67,70	68,30	68,90	69,50	70,10	70,70
8,5	54,55	56,10	57,65	58,75	59,80	60,70	62,20	63,45	64,08	64,70	65,03	65,69	66,35	67,01	67,67	68,33	68,99
9	52,10	53,80	55,50	56,50	57,50	58,40	60,00	61,30	61,95	62,60	62,96	63,88	64,40	65,12	65,84	66,56	67,28
9,5	50,15	51,70	53,25	54,35	55,40	56,30	58,00	59,20	59,90	60,60	60,97	61,71	62,45	63,19	63,93	64,67	65,41
10	48,20	49,60	51,00	52,20	53,30	54,20	56,00	57,10	57,85	58,60	59,04	59,74	60,50	61,26	62,02	62,78	63,54
10,5	46,20	47,60	49,00	50,20	51,30	52,25	54,00	55,15	55,90	56,65	57,04	57,82	58,60	59,38	60,16	60,94	61,72
11	44,20	45,60	47,00	48,20	49,30	50,30	52,00	53,20	53,95	54,70	55,10	55,90	56,70	57,50	58,30	59,10	59,90
11,5	42,45	43,80	45,15	46,35	47,50	48,45	50,10	51,40	52,18	52,95	53,35	54,15	54,95	55,75	56,55	57,35	58,15
12	40,70	42,00	43,30	44,50	45,70	46,60	48,30	49,60	50,40	51,20	51,60	52,40	53,20	54,00	54,80	55,60	56,40
12,5	39,05	40,35	41,65	42,85	44,05	44,95	46,65	47,95	48,75	49,55	49,96	50,78	51,60	52,42	53,24	54,06	54,88
13	37,40	38,70	40,00	41,20	42,40	43,30	45,00	46,30	47,10	47,90	48,32	49,16	50,00	50,84	51,68	52,52	53,36
13,5	35,90	37,20	38,50	39,70	40,90	41,75	43,40	44,70	45,50	46,30	46,73	47,59	48,45	49,31	50,17	51,03	51,89
14	34,40	35,70	37,00	38,20	39,40	40,20	41,90	43,20	44,00	44,80	45,24	46,13	47,00	47,88	48,76	49,64	50,52
14,5	33,15	34,35	35,55	36,75	37,90	38,75	40,40	41,70	42,50	43,30	43,76	44,70	45,65	46,51	47,37	48,23	49,09
15	31,90	33,00	34,10	35,30	36,40	37,30	39,00	40,30	41,10	41,90	42,38	43,38	44,38	45,34	46,30	47,26	48,22
15,5	30,65	31,75	32,85	34,00	35,10	35,90	37,60	39,00	39,80	40,60	41,10	42,14	43,14	44,14	45,14	46,14	47,14
16	29,40	30,50	31,60	32,70	33,80	34,50	36,20	37,60	38,50	39,30	39,80	40,88	41,88	42,88	43,88	44,88	45,88
16,5	28,20	29,35	30,40	31,45	32,40	33,30	35,00	36,40	37,30	38,10	38,60	39,72	40,72	41,72	42,72	43,72	44,72
17	27,00	28,20	29,20	30,20	31,20	32,10	33,80	35,20	36,10	36,90	37,40	38,56	39,56	40,56	41,56	42,56	43,56
17,5	26,10	27,10	28,10	29,10	30,10	30,95	32,60	34,00	34,90	35,70	36,20	37,38	38,38	39,38	40,38	41,38	42,38
18	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	29,80	31,40	32,80	33,70	34,50	34,98	36,18	37,18	38,18	39,18	40,18	41,18
18,5	24,00	25,00	26,00	27,00	27,95	28,75	30,30	31,70	32,60	33,40	33,88	35,10	36,10	37,10	38,10	39,10	40,10
19	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	27,80	29,30	30,70	31,60	32,40	32,88	34,12	35,12	36,12	37,12	38,12	39,12
19,5	22,10	23,10	24,10	25,05	25,95	26,80	28,30	29,70	30,60	31,40	31,88	33,14	34,14	35,14	36,14	37,14	38,14
20	21,20	22,20	23,20	24,10	25,00	25,80	27,30	28,70	29,60	30,40	30,88	32,16	33,16	34,16	35,16	36,16	37,16
20,5	20,43	21,38	22,33	23,23	24,10	25,16	26,40	27,75	28,60	29,45	29,88	31,18	32,18	33,18	34,18	35,18	36,18
21	19,65	20,55	21,45	22,35	23,20	24,18	25,50	26,80	27,65	28,50	28,92	30,22	31,22	32,22	33,22	34,22	35,22



Lampiran IV.

Laju Dosis Co-60 FCC 800 F.

Lampiran I

CO-60 MONTHLY DOSE RATE DECAY  
 RADIOTHERAPY UNIT, SANGLAH HOSPITAL - DENPASAR  
 DATE OF CALIBRATION BY INDOSOFA 15 SEPTEMBER 2005  
 FS. 10 x 10 cm<sup>2</sup> ) SE RATE = 180,283 (cGy/menit)

NO	DATE	DECAY FACTOR	DOSE RATE	NO	DATE	DECAY FACTOR	DOSE RATE
1	15/10/2005	0,98910	178,3179153	31	15/04/2008	0,71198	128,3578903
2	15/11/2005	0,97832	176,3744646	32	15/05/2008	0,70422	126,9588943
3	15/12/2005	0,96766	174,4526478	33	15/06/2008	0,69655	125,5781237
4	15/01/2006	0,95711	172,5506621	34	15/07/2008	0,68895	124,2059729
5	15/02/2006	0,94668	170,6703104	35	15/08/2008	0,68145	122,8636504
6	15/03/2006	0,93637	168,8115927	36	15/09/2008	0,67402	121,5434777
7	15/04/2006	0,92616	166,9709033	37	15/10/2008	0,66667	120,2492676
8	15/05/2006	0,91607	165,1518478	38	15/11/2008	0,65941	118,9804130
9	15/06/2006	0,90608	163,3508206	39	15/12/2008	0,65222	117,7341783
10	15/07/2006	0,89621	161,5714274	40	15/01/2009	0,64511	116,5023661
11	15/08/2006	0,88644	159,8100625	41	15/02/2009	0,63808	115,2849766
12	15/09/2006	0,87678	158,0685287	42	15/03/2009	0,63113	114,0820998
13	15/10/2006	0,86722	156,3450233	43	15/04/2009	0,62425	112,8946628
14	15/11/2006	0,85777	154,6413489	44	15/05/2009	0,61745	111,7227384
15	15/12/2006	0,84842	152,9557029	45	15/06/2009	0,61072	110,5664938
16	15/01/2007	0,83918	151,2898879	46	15/07/2009	0,60460	109,4259318
17	15/02/2007	0,83003	149,6402985	47	15/08/2009	0,59748	107,7144668
18	15/03/2007	0,82099	148,0105402	48	15/09/2009	0,59097	106,5413445
19	15/04/2007	0,81204	146,3970073	49	15/10/2009	0,58453	105,3636220
20	15/05/2007	0,80319	144,8015028	50	15/11/2009	0,57816	104,2324193
21	15/06/2007	0,79444	143,2240265	51	15/12/2009	0,57185	103,0949936
22	15/07/2007	0,78578	141,6627757	52	15/01/2010	0,56562	101,9716705
23	15/08/2007	0,77721	140,1177504	53	15/02/2010	0,55946	100,8611272
24	15/09/2007	0,76874	138,5907534	54	15/03/2010	0,55226	99,7633696
25	15/10/2007	0,76037	137,0817847	55	15/04/2010	0,54733	98,6742944
26	15/11/2007	0,75208	135,5872386	56	15/05/2010	0,54136	97,5930048
27	15/12/2007	0,74388	134,1089180	57	15/06/2010	0,53546	96,5343352
28	15/01/2008	0,73578	132,6486257	58	15/07/2010	0,52963	95,4930956
29	15/02/2008	0,72776	131,2027561	59	15/08/2010	0,52386	94,4638704
30	15/03/2008	0,71982	129,7713091	60	15/09/2010	0,51815	93,4438656

## Lampiran V.

Nilai Out-put Fektor.

### LAMPIRAN

Tabel 2, Out-put factor

Field Size (FS)	Out-put Factor (OF)
4 x 4	0,935
5 x 5	0,944
6 x 6	0,957
8 x 8	0,98
10 x 10	1
12 x 12	1,011
15 x 15	1,034
18 x 18	1,048
20 x 20	1,052
25 x 25	1,058

Lampiran V.

Data Hasil Hitung Jumlah Leukosit dan Hitung Komponen Leukosit pada Mencit Jantan.

PEMERINTAH PROVINSI BALI  
DINAS KESEHATAN  
UPT BALAI LABORATORIUM KESEHATAN

Kepada Yth  
Bapak/Ibu/Saudara Gusti Ngurah Sutapa  
Fisika Medis PPs. Fisika FMIPA Universitas Indonesia  
di Jakarta

KONTROL

MENCIT NO						JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>3</sup> /μL	JENIS LEUKOSIT					
	1	2	3	4	5		BASO %	EOS %	BATANG %	SEGMENT %	LYPHO %	MONO %
1	10,20	9,85	10,15	10,50	9,90	10,05	0	2	1	57	37	3
2	9,40	9,55	9,05	9,00	9,50	9,30	0	2	3	57	36	2
3	9,55	9,60	9,58	9,57	9,62	9,58	0	1	3	58	34	4
4	10,40	10,70	10,60	10,30	10,50	10,50	0	0	1	60	37	2
5	9,70	9,70	10,00	9,80	9,55	9,75	0	1	3	62	33	1
6	9,25	9,25	9,20	9,05	9,50	9,25	0	2	2	61	32	3
7	10,20	10,30	10,35	10,15	10,00	10,20	0	3	1	54	38	4
8	10,00	10,15	10,00	10,00	10,10	10,05	0	2	3	55	35	5
9	8,75	8,30	8,50	8,50	8,70	8,55	0	3	2	58	36	1
10	10,05	10,15	10,00	10,00	10,05	10,05	0	0	3	57	38	2
11	10,20	10,40	10,00	10,30	10,10	10,20	0	0	2	60	33	5
12	9,80	10,20	9,85	10,00	10,15	10,00	0	0	0	60	38	2
13	9,50	9,50	9,70	9,45	9,60	9,55	0	1	0	63	36	1
14	10,20	9,90	9,80	10,00	10,10	10,00	0	0	1	62	35	2
15	10,30	10,40	10,40	10,35	10,30	10,73	0	1	2	64	31	2
16	10,30	10,30	10,20	10,20	10,00	10,20	0	0	2	62	32	4
17	8,50	8,40	8,20	8,30	8,35	8,35	0	2	2	55	37	4
18	7,82	7,85	7,83	7,87	7,88	7,85	0	2	3	56	36	3
19	8,60	8,53	8,53	8,57	8,52	8,55	0	0	1	58	37	4
20	7,60	7,45	7,45	7,50	7,50	7,50	0	0	0	60	38	2
Rata-rata						9,51	0	1,1	1,75	58,95	35,45	2,8

TANPA ADAPTASI

MENCIT NO						JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>3</sup> /μL	JENIS LEUKOSIT					
	1	2	3	4	5		BASO %	EOS %	BATANG %	SEGMENT %	LYPHO %	MONO %
Klp I												
1	7,85	8,00	7,90	8,10	8,15	8,00	0	1	1	61	35	2
2	6,55	6,50	6,70	7,00	6,70	6,65	0	1	2	59	35	3
3	7,50	7,64	7,60	7,36	7,40	7,50	0	0	1	64	34	1
4	7,65	7,60	7,80	7,60	7,60	7,65	0	1	1	58	36	3
Mean						7,45	0	0,75	1,25	60,50	35,00	2,25
Klp II												
1	6,74	6,79	6,85	7,00	6,87	6,85	0	2	2	57	35	4
2	6,65	6,48	6,71	6,49	6,52	6,57	0	2	3	56	36	3
3	6,60	6,71	6,62	6,65	6,57	6,63	0	1	3	55	37	4
4	6,62	6,56	6,65	6,58	6,54	6,59	0	1	2	55	37	5
Mean						6,66	0	1,50	2,50	55,75	36,25	4,00
Klp III												
1	5,40	5,45	5,40	5,40	5,35	5,40	0	1	2	65	28	4
2	6,00	6,00	6,15	6,25	6,10	6,10	0	2	2	64	30	2
3	6,40	6,30	6,35	6,30	6,40	6,35	0	0	3	65	29	3
4	5,45	5,50	5,50	5,55	5,50	5,50	0	1	1	67	27	4
Mean						5,84	0	1,00	2,00	65,25	28,5	3,25
Klp. IV												
1	4,72	4,71	4,72	4,77	4,68	4,70	0	2	4	55	33	6
2	5,30	5,22	5,21	5,13	5,14	5,20	0	2	5	58	29	6
3	5,05	5,13	5,10	5,12	5,10	5,10	0	2	5	54	34	5
4	4,64	4,80	4,75	4,82	4,59	4,72	0	0	6	57	31	6
Mean						4,93	0	1,50	5,00	65,00	31,75	5,75
Klp. V												
1	3,82	3,86	3,75	4,00	3,82	3,85	0	0	4	63	28	5
2	3,73	3,74	3,70	3,75	3,68	3,72	0	0	5	58	32	5
3	3,93	4,07	3,88	4,12	4,00	4,00	0	1	3	58	32	6
4	3,91	3,89	3,87	4,00	3,88	3,91	0	0	6	60	28	6
Mean						3,99	0	0,25	4,50	59,75	30,00	5,50

**ADAPTASI I**

MENCIT NO	1	2	3	4	5	JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>7</sup> /μL	JENIS LEUKOSIT						
							BASO %	EOS %	BATANG %	SEGMENT %	LYPHO %	MONO %	
Klp I													
1	7,83	7,81	7,79	7,82	7,75	7,80	0	0	2	62	35	1	
2	9,00	8,90	8,93	9,07	9,10	9,00	0	0	2	60	36	2	
3	8,82	8,70	8,68	8,70	8,85	8,75	0	1	2	58	36	3	
4	8,65	8,60	8,58	8,62	8,55	8,60	0	1	1	62	32	4	
Mean						8,54	0	0,50	1,75	60,50	34,75	2,50	
Klp II													
1	7,75	7,79	7,82	7,78	7,81	7,79	0	0	2	56	34	2	
2	7,90	8,23	7,97	8,20	8,20	8,10	0	2	4	52	38	4	
3	7,88	7,90	7,79	8,11	7,82	7,90	0	1	1	60	36	2	
4	7,83	7,83	7,79	7,80	8,00	7,85	0	2	2	56	37	3	
Mean						7,91	0	1,25	2,25	56,00	36,25	2,75	
Klp III													
1	7,50	7,50	7,48	7,50	7,52	7,50	0	0	0	63	33	4	
2	7,23	7,20	7,17	7,22	7,18	7,18	0	0	2	58	38	2	
3	7,30	7,32	7,40	7,20	7,28	7,30	0	1	1	63	32	3	
4	6,80	6,79	7,01	6,90	7,00	6,90	0	1	3	58	35	5	
Mean						7,22	0	0,50	1,50	60,50	34,50	3,50	
Klp IV													
1	6,25	6,40	6,35	6,20	6,30	6,30	0	2	4	52	38	4	
2	6,50	6,52	6,53	6,51	6,54	6,52	0	0	2	62	31	5	
3	6,40	6,40	6,46	6,44	6,40	6,42	0	0	3	64	31	2	
4	6,50	6,49	6,45	6,51	6,45	6,48	0	0	2	68	30	0	
Mean						6,43	0	0,50	2,75	61,50	32,50	2,75	
Klp V													
1	5,69	5,68	5,67	5,65	5,71	5,68	0	0	2	64	30	4	
2	5,70	5,80	6,00	5,93	6,07	5,90	0	1	2	58	33	6	
3	6,00	5,97	6,13	6,20	6,20	6,10	0	2	3	56	34	5	
4	5,55	5,44	5,45	5,56	5,60	5,52	0	0	0	62	34	4	
Mean						5,80	0	0,75	1,75	60,00	32,75	4,75	

**ADAPTASI II**

MENCIT NO	1	2	3	4	5	JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>7</sup> /μL	JENIS LEUKOSIT					
							BASO %	EOS %	BATANG %	SEGMENT %	LYPHO %	MONO %
Klp I												
1	9,40	9,40	9,41	9,42	9,37	9,40	0	1	1	62	33	3
2	9,10	8,80	8,81	9,00	8,79	8,90	0	0	2	59	37	2
3	9,70	9,68	9,74	9,70	9,68	9,70	0	1	3	56	36	4
4	9,53	9,60	9,52	9,56	9,54	9,55	0	0	0	62	36	2
Mean						9,39	0	0,50	1,50	59,75	35,50	2,75
Klp II												
1	8,97	9,00	9,09	9,03	8,91	9,00	0	2	3	58	34	3
2	8,68	8,71	8,72	8,69	8,70	8,70	0	1	2	60	36	1
3	8,56	8,56	8,55	8,55	8,58	8,56	0	0	0	64	34	2
4	9,22	9,20	9,20	9,17	9,21	9,20	0	0	1	64	31	4
Mean						8,87	0	0,75	1,50	61,50	33,75	2,50
Klp III												
1	8,40	8,48	8,59	8,52	8,41	8,48	0	0	0	60	38	2
2	8,25	8,21	8,24	8,25	8,20	8,23	0	0	3	60	32	5
3	8,25	8,22	8,23	8,30	8,25	8,25	0	2	3	57	34	4
4	8,15	8,13	8,15	7,97	8,20	8,12	0	3	2	58	36	1
Mean						8,27	0	1,25	2,00	58,75	35,00	3,00
Klp IV												
1	7,59	7,61	7,63	7,64	7,58	7,61	0	0	3	58	35	4
2	7,87	8,13	8,00	7,90	8,09	8,00	0	1	2	60	33	4
3	7,79	7,81	7,81	7,78	7,82	7,80	0	2	2	59	34	3
4	7,90	7,90	7,88	8,00	7,87	7,91	0	0	0	60	36	4
Mean						7,83	0	0,75	1,75	59,25	34,50	3,75
Klp V												
1	7,60	7,60	7,54	7,61	7,55	7,58	0	0	2	63	32	3
2	7,50	7,38	7,47	7,62	7,53	7,5	0	2	2	60	32	4
3	7,10	7,02	7,00	7,03	7,05	7,04	0	1	3	56	35	5
4	7,57	7,55	7,54	7,58	7,56	7,56	0	0	1	58	37	4
Mean						7,42	0	0,75	2,00	59,25	34,00	4,00

**Lampiran Vb.**

**Nilai Absolut Komponen Leukosit**

Nilai absolut untuk komponen leukosit seperti eosinofil, neutrofil batang, neutrofil segmen, limfosit, dan monosit dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Nilai absolut komponen leukosit} = \% \text{Komponen leukosit} \times \text{Total leukosit.}$$

Selengkapnya ditunjukkan pada tabel berikut.

1. Data Kontrol.

<b>JUMLAH LEUKOSIT</b> 10 <sup>3</sup> /μL	<b>HITUNG Jumlah Komponen Leukosit</b>					
	<b>BASO</b> 10 <sup>3</sup> /μL	<b>EOS</b> 10 <sup>3</sup> /μL	<b>BATANG</b> 10 <sup>3</sup> /μL	<b>SEGMENT</b> 10 <sup>3</sup> /μL	<b>LYPHO</b> 10 <sup>3</sup> /μL	<b>MONO</b> 10 <sup>3</sup> /μL
10,05	0	0.2	0.1	5.73	3.72	0.3
9,30	0	0.18	0.28	5.3	3.35	0.19
9,58	0	0.1	0.29	5.56	3.26	0.38
10,50	0	0	0.11	6.3	3.89	0.21
9.75	0	0.1	0.29	6.05	3.22	0.1
9.25	0	0.2	0.2	5.64	2.96	0.28
10,20	0	0.31	1.02	5.51	3.88	0.41
10.05	0	0.2	0.3	5.73	3.82	0.2
8.55	0	0.26	0.17	4.96	3.1	0,1
10.05	0	0	0.3	5.73	3.82	0.2
10,20	0	0	0.2	6.12	3.37	0.51
10,00	0	0	0	6	3.8	0.2
9.55	0	0.1	0	6.02	3.44	0.1
10,00	0	0	0.1	6.2	3.5	0.2
10.73	0	0.11	0.21	6.87	3.33	0.21
10,20	0	0	0.2	6.32	3.26	0.41
8.35	0	0.17	0.17	4.6	3.1	0.33
7.85	0	0.16	0.24	4.4	2.83	0.24
8.55	0	0	0.09	4.96	3.16	0.34
7,50	0	0	0	4.5	2.85	0.15
<b>9.51</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.21</b>	<b>5.63</b>	<b>3.38</b>	<b>0.26</b>

2. Tanpa Adaptasi.

JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>3</sup> /μL	HITUNG	JUMLAH	KOMPONEN	LEUKOSIT		
	BASO 10 <sup>3</sup> /μL	EOS 10 <sup>3</sup> /μL	BATANG 10 <sup>3</sup> /μL	SEGMENTEN 10 <sup>3</sup> /μL	LYPHO 10 <sup>3</sup> /μL	MONO 10 <sup>3</sup> /μL
8,00	0	0.08	0.08	4.88	2.8	0.16
6.65	0	0.07	0.13	3.92	2.33	0.2
7,50	0	0	0.08	4.8	2.55	0.08
7.65	0	0.08	0.08	4.44	2.75	0.23
<b>7,45</b>	<b>0</b>	<b>0.06</b>	<b>0.09</b>	<b>4.51</b>	<b>2.61</b>	<b>0.17</b>
6.85	0	0.14	0.14	3.9	2.4	0.27
6.57	0	0.13	0.2	3.68	2.37	0.2
6.63	0	0.1	0.2	3.65	2.45	0.27
6.59	0	0.07	0.13	3.62	2.44	0.33
<b>6.66</b>	<b>0</b>	<b>0.11</b>	<b>0.17</b>	<b>3.71</b>	<b>2.42</b>	<b>0.27</b>
5,40	0	0.05	0.11	3.51	1.51	0.22
6,10	0	0.12	0.12	3.9	1.83	0.12
6.35	0	0	0.19	4.13	1.84	0.19
5,50	0	0.06	0.06	3.69	1.49	0.22
<b>5,84</b>	<b>0</b>	<b>0.06</b>	<b>0.12</b>	<b>3.81</b>	<b>1.67</b>	<b>0.19</b>
4,70	0	0.09	0.19	2.59	1.55	0.28
5,20	0	0.1	0.26	3.02	1.51	0.31
5,10	0	0.1	0.26	2.75	1.73	0.26
4,72	0	0	0.28	2.7	1.46	0.28
<b>4,93</b>	<b>0</b>	<b>0.07</b>	<b>0.25</b>	<b>2.77</b>	<b>1.56</b>	<b>0.28</b>
3,85	0	0	0.15	2.43	1.08	0.19
3,72	0	0	0.19	2.16	1.19	0.19
4,00	0	0.04	0.12	2.32	1.28	0.24
3,91	0	0	0.23	2.35	1.09	0.23
<b>3.99</b>	<b>0</b>	<b>0.01</b>	<b>0.17</b>	<b>2.32</b>	<b>1.16</b>	<b>0.21</b>

### 3. Adaptasi I

JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>3</sup> /μL	HITUNG					
	BASO 10 <sup>3</sup> /μL	JUMLAH EOS 10 <sup>3</sup> /μL	KOMPONEN BATANG 10 <sup>3</sup> /μL	LEUKOSIT SEGMENT 10 <sup>3</sup> /μL	LYPHO 10 <sup>3</sup> /μL	MONO 10 <sup>3</sup> /μL
7,80	0	0	1.09	4.84	2.73	0.08
9,00	0	0	0.18	5.4	3.24	0.18
8,75	0	0.09	0.18	5.1	3.15	0.63
8,60	0	0.09	0.09	5.33	2.75	0.34
<b>8,54</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.39</b>	<b>5.17</b>	<b>2.97</b>	<b>0.31</b>
7,79	0	0	0.16	4.36	2.65	0.16
8,10	0	0.16	0.32	4.21	3.08	0.32
7,90	0	0.08	0.08	4.74	2.84	0.16
7,85	0	0.16	0.16	4.4	2.9	0.24
<b>7,91</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.18</b>	<b>4.43</b>	<b>2.87</b>	<b>0.22</b>
7,50	0	0	0	4.73	2.48	0.3
7,18	0	0	0.14	4.16	2.73	0.14
7,30	0	0.07	0.07	4.6	2.34	0.37
6,90	0	0.07	0.21	4	2.42	0.35
<b>7,22</b>	<b>0</b>	<b>0.04</b>	<b>0.11</b>	<b>4.37</b>	<b>2.49</b>	<b>0.29</b>
6,30	0	0.13	0.25	3.28	2.39	0.25
6,52	0	0	0.13	4.04	2.02	0.33
6,42	0	0	0.19	4.11	1.99	0.13
6,48	0	0	0.13	4.41	1.94	0
<b>6,43</b>	<b>0</b>	<b>0.03</b>	<b>0.18</b>	<b>3.96</b>	<b>2.09</b>	<b>0.18</b>
5,68	0	0	0.11	3.64	1.7	0.23
5,90	0	0.06	0.12	3.42	1.95	0.35
6,10	0	0.12	0.18	3.42	2.07	0.31
5,52	0	0	0	3.22	1.88	0.22
<b>5,80</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>	<b>3.43</b>	<b>1.9</b>	<b>0.28</b>

#### 4. Adaptasi II

JUMLAH LEUKOSIT 10 <sup>3</sup> /μL	LEUKOSIT					
	HITUNG BASO 10 <sup>3</sup> /μL	JUMLAH EOS 10 <sup>3</sup> /μL	KOMPONEN BATANG 10 <sup>3</sup> /μL	SEGMENT 10 <sup>3</sup> /μL	LYPHO 10 <sup>3</sup> /μL	MONO 10 <sup>3</sup> /μL
9,40	0	0.09	0.09	5.83	3.1	0.28
8,90	0	0	0.18	5.25	3.29	0.18
9,70	0	0.1	0.29	5.43	3.49	0.39
9.55	0	0	0	5.92	3.44	0.19
<b>9,39</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.14</b>	<b>5.61</b>	<b>3.33</b>	<b>0.26</b>
9,00	0	0.18	0.27	5.22	3.06	0.27
8,70	0	0.09	0.17	5.22	3.13	0.09
8,56	0	0	0	5.48	2.91	0.17
9,20	0	0	0.09	5.89	2.85	0.37
<b>8,87</b>	<b>0</b>	<b>0.07</b>	<b>0.13</b>	<b>5.45</b>	<b>2.99</b>	<b>0.23</b>
8.48	0	0	0	5.09	3.22	0.17
8.23	0	0	0.25	4.94	2.63	0.41
8.25	0	0.17	0.25	4.7	2.81	0.33
8.12	0	0.24	0.16	4.71	2.92	0.08
<b>8,27</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.17</b>	<b>4.86</b>	<b>2.9</b>	<b>0.25</b>
7,61	0	0	0.23	4.41	2.66	0.3
8,00	0	0.08	0.16	4.8	2.64	0.32
7,80	0	0.16	0.16	4.6	2.65	0.23
7,91	0	0	0	4.75	2.85	0.32
<b>7,83</b>	<b>0</b>	<b>0.06</b>	<b>0.14</b>	<b>4.64</b>	<b>2.7</b>	<b>0.29</b>
7.58	0	0	0.16	4.78	2.43	0.23
7.5	0	0.15	0.15	4.5	2.4	0.3
7.04	0	0.07	0.21	3.94	2.46	0.35
7.56	0	0	0.08	4.38	2.8	0.3
<b>7,42</b>	<b>0</b>	<b>0.06</b>	<b>0.15</b>	<b>4.4</b>	<b>2.52</b>	<b>0.3</b>



## Lampiran VI.

### Persamaan Garis Linier dan Koefisien Korelasi.

Persamaan garis linier adalah  $Y = a + b X$ , dimana  $Y$  adalah rasio jumlah leukosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ),  $X$  adalah dosis radiasi (Gy),  $a$  adalah nilai konstanta harga  $Y$  jika  $X=0$ , dan  $b$  adalah nilai arah (koefisien arah) yang menunjukkan nilai peningkatan (+) atau nilai penurunan (-) terhadap  $Y$ . Nilai  $a$  dan  $b$  dihitung dengan langkah sebagai berikut;

$S_{xx}$  adalah jumlah kuadrat terkoreksi dari  $X$ :

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n \left( X_i - \bar{X} \right)^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \dots\dots\dots(\text{VI-1})$$

$S_{xy}$  adalah hasil kali terkoreksi dari  $X$  dan  $Y$ :

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n \left( X_i - \bar{X} \right) Y_i = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\left( \sum_{i=1}^n X_i \right) \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)}{n} \dots\dots\dots(\text{VI-2})$$

Sehingga diperoleh;

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad \text{dan} \quad a = \bar{Y} - b \bar{X} \dots\dots\dots(\text{VI-3})$$

Koefisien korelasi disimbolkan dengan  $R$ , dapat ditentukan dengan rumus:

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}} \dots\dots\dots(\text{VI-4})$$

Harga absolut dari  $R$  menunjukkan kekuatan hubungan (pengaruh) linier dari  $X$  dan  $Y$  Harga korelasi berada pada interval  $-1 \leq R \leq 1$ ,  $R = -1$  artinya korelasi negatif sempurna,  $R = 0$  artinya tidak ada korelasi, dan  $R = 1$  berarti korelasinya sangat kuat. Dengan menggunakan data pada tabel dibawah ini maka dapat ditentukan nilai  $a$  dan  $b$ , sehingga persamaan garis linier dapat dibuat. Begitu juga, dengan memasukan data tabel ke persamaan IX-4 maka nilai koefisien korelasi  $R$  dapat ditentukan.

Tabel VI-1. Perhitungan Persamaan Linier dan Koefisien korelasi.

Tanpa Adaptasi

No.	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	0.78	1	0.5625	0.78
2	1.5	0.7	2.25	0.49	1.05
3	2	0.61	4	0.3721	1.22
4	2.5	0.52	6.25	0.2704	1.3
5	3	0.42	9	0.1764	1.26
Jumlah	10	3.03	22.5	1.8714	5.61
Rata-rata	2	0.606			

Persamaan liniernya:

$$Y = 0.966 - 0.180X$$

Koefisien korelasinya:

$$R = 0.999.$$

$$R^2 = 0.998$$

Adaptasi I

No.	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	0.9	1	0.81	0.9
2	1.5	0.83	2.25	0.6889	1.245
3	2	0.76	4	0.5776	1.52
4	2.5	0.68	6.25	0.4624	1.7
5	3	0.61	9	0.3721	1.83
Jumlah	10	3.78	22.5	2.911	7.195
Rata-rata	2	0.756			

$$Y = 1.048 - 0.146X$$

$$R = 0.999$$

$$R^2 = 0.998$$

Adaptasi II

No.	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	0.99	1	0.98	0.99
2	1.5	0.93	2.25	0.8649	1.395
3	2	0.87	4	0.7569	1.74
4	2.5	0.82	6.25	0.6724	2.05
5	3	0.78	9	0.6084	2.34
Jumlah	10	4.39	22.5	3.8826	8.515
Rata-rata	2	0.878			

$$Y = 1.090 - 0.106X$$

$$R = 0.997$$

$$R^2 = 0.993$$

**Lampiran VII.**

Rasio Jumlah Leukosit Terhadap Kontrol.

Tabel VII-1. Rasio Jumlah Leukosit.

Kelompok	Kontrol	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II	X1/Y	X2/Y	X3/Y
	Y	X1	X2	X3			
Klp. I		1Gy	(0.1+1)Gy	(0.1+5jam 1)Gy			
1		8	7.8	9.4			
2		6.65	9	8.9			
3		7.5	8.75	9.7			
4		7.65	8.6	9.55			
Mean	9.51	7.45	8.54	9.39	0.78	0.9	0.99
Klp. II		1.5Gy	(0.1+1.5)Gy	(0.1+5jam1.5)Gy			
1		6.85	7.79	9			
2		6.57	8.1	8.7			
3		6.63	7.9	8.56			
4		6.59	7.85	9.2			
Mean	9.51	6.66	7.91	8.865	0.7	0.83	0.93
Klp. III		2Gy	(0.1+2)Gy	(0.1+5jam 2)Gy			
1		5.4	7.5	8.48			
2		6.1	7.18	8.23			
3		6.35	7.3	8.25			
4		5.5	6.9	8.12			
Mean	9.51	5.8375	7.22	8.27	0.61	0.76	0.87
Klp. IV		2.5Gy	(0.1+2.5)Gy	(0.1+5jam 2.5)Gy			
1		4.7	6.3	7.61			
2		5.2	6.52	8			
3		5.1	6.42	7.8			
4		4.72	6.48	7.91			
Mean	9.51	4.93	6.43	7.83	0.52	0.68	0.82
Klp. V		3Gy	(0.1+3)Gy	(0.1+5jam 3)Gy			
1		3.85	5.68	7.58			
2		4.2	5.9	7.5			
3		4	6.1	7.04			
4		3.91	5.52	7.56			
Mean	9.51	3.99	5.8	7.42	0.42	0.61	0.78

**Lampiran VIII.**

Rasio Komponen Leukosit Terhadap Kontrol.

Tabel VIII-1. Eosinofil

Kelompok	Kontrol	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II	X1/Y	X2/Y	X3/Y
	Y	X1	X2	X3			
Klp. I		1Gy	(0.1+1)Gy	(0.1+5jam1)Gy			
1		1	0	1			
2		1	0	0			
3		0	1	1			
4		1	1	0			
Mean	1.1	0.75	0.5	0.5	0.68	0.45	0.45
Klp. II		1.5Gy	(0.1+1.5)Gy	(0.1+5jam1.5)Gy			
1		2	0	2			
2		2	2	1			
3		1	1	0			
4		1	2	0			
Mean	1.1	1.5	1.25	0.75	1.36	1.14	0.68
Klp. III		2Gy	(0.1+2)Gy	(0.1+5jam 2)Gy			
1		1	0	0			
2		2	0	0			
3		0	1	2			
4		1	1	3			
Mean	1.1	1	0.5	1.25	0.91	0.45	1.14
Klp. IV		2.5Gy	(0.1+2.5)Gy	(0.1+5jam2.5)Gy			
1		2	2	0			
2		2	0	1			
3		2	0	2			
4		0	0	0			
Mean	1.1	1.5	0.5	0.75	1.36	0.45	0.68
Klp. V		3Gy	(0.1+3)Gy	(0.1+5jam 3)Gy			
1		0	0	0			
2		0	1	2			
3		1	2	1			
4		0	0	0			
Mean	1.1	0.25	0.75	0.75	0.23	0.68	0.68

Tabel VIII-2. Neutrofil Batang.

Kelompok	Kontrol	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II	X1/Y	X2/Y	X3/Y
	Y	X1	X2	X3			
Klp. I		1Gy	(0.1+1)Gy	(0.1+5jam1)Gy			
1		1	2	1			
2		2	2	2			

3		1	2	3			
4		1	1	0			
Mean	1.75	1.25	1.75	1.5	0.71	1	0.86
Klp. II		1.5Gy	(0.1+1.5)Gy	(0.1+5jam1.5)Gy			
1		2	2	3			
2		3	4	2			
3		3	1	0			
4		2	2	1			
Mean	1.75	2.5	2.25	1.5	1.43	1.29	0.86
Klp. III		2Gy	(0.1+2)Gy	(0.1+5jam 2)Gy			
1		2	0	0			
2		2	2	3			
3		3	1	3			
4		1	3	2			
Mean	1.75	2	1.5	2	1.14	0.86	1.14
Klp. IV		2.5Gy	(0.1+2.5)Gy	(0.1+5jam2.5)Gy			
1		4	4	3			
2		5	2	2			
3		5	3	2			
4		6	2	0			
Mean	1.75	5	2.75	1.75	2.86	1.57	1
Klp. V		3Gy	(0.1+3)Gy	(0.1+5jam 3)Gy			
1		4	2	2			
2		5	2	2			
3		3	3	3			
4		6	0	1			
Mean	1.75	4.5	1.75	2	2.57	1	1.14

Tabel VIII-3. Neutrofil Segmen.

Kelompok	Kontrol	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II	X1/Y	X2/Y	X3/Y
	Y	X1	X2	X3			
Klp. I		1Gy	(0.1+1)Gy	(0.1+5jam1)Gy			
1		61	62	62			
2		59	60	59			
3		64	58	56			
4		58	62	62			
Mean	58.95	60.5	60.5	59.75	1.03	1.03	1.01
Klp. II		1.5Gy	(0.1+1.5)Gy	(0.1+5jam1.5)Gy			
1		57	56	58			
2		56	52	60			
3		55	60	64			
4		55	56	64			
Mean	58.95	55.75	56	61.5	0.95	0.95	1.04
Klp. III		2Gy	(0.1+2)Gy	(0.1+5jam 2)Gy			
1		65	63	60			
2		64	58	60			
3		65	63	57			
4		67	58	58			
Mean	58.95	65.25	60.5	58.75	1.11	1.03	1
Klp. IV		2.5Gy	(0.1+2.5)Gy	(0.1+5jam2.5)Gy			

1		55	52	58			
2		58	62	60			
3		54	64	59			
4		57	68	60			
Mean	58.95	56	61.5	59.25	0.95	1.04	1
Klp. V		3Gy	(0.1+3)Gy	(0.1+5jam 3)Gy			
1		63	64	63			
2		58	58	60			
3		58	56	56			
4		60	62	58			
Mean	58.95	59.75	60	59.25	1.01	1.02	1

Tabel VIII-4. Limfosit.

Kelompok	Kontrol	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II	X1/Y	X2/Y	X3/Y
	Y	X1	X2	X3			
Klp. I		1Gy	(0.1+1)Gy	(0.1+5jam1)Gy			
1		35	35	33			
2		35	36	37			
3		34	36	36			
4		36	32	36			
Mean	35.45	35	34.75	35.5	0.99	0.98	1
Klp. II		1.5Gy	(0.1+1.5)Gy	(0.1+5jam1.5)Gy			
1		35	34	34			
2		36	38	36			
3		37	36	34			
4		37	37	31			
Mean	35.45	36.25	36.25	33.75	1.02	1.02	1
Klp. III		2Gy	(0.1+2)Gy	(0.1+5jam 2)Gy			
1		28	33	38			
2		30	38	32			
3		29	32	34			
4		27	35	36			
Mean	35.45	28.5	34.5	35	0.8	0.97	0.95
Klp. IV		2.5Gy	(0.1+2.5)Gy	(0.1+5jam2.5)Gy			
1		33	38	35			
2		29	31	33			
3		34	31	34			
4		31	30	36			
Mean	35.45	31.75	32.5	34.5	0.9	0.92	0.95
Klp. V		3Gy	(0.1+3)Gy	(0.1+5jam 3)Gy			
1		28	30	32			
2		32	33	32			
3		32	34	35			
4		28	34	37			
Mean	35.45	30	32.75	34	0.85	0.92	0.97

Tabel VIII-5. Monosit.

Kelompok	Kontrol	Tanpa Adaptasi	Adaptasi I	Adaptasi II	X1/Y	X2/Y	X3/Y
----------	---------	----------------	------------	-------------	------	------	------

	Y	X1	X2	X3			
Klp. I		1Gy	(0.1+1)Gy	(0.1+5jam1)Gy			
1		2	1	3			
2		3	2	2			
3		1	3	4			
4		3	4	2			
Mean	2.8	2.25	2.5	2.75	0.8	0.89	0.98
Klp. II		1.5Gy	(0.1+1.5)Gy	(0.1+5jam1.5)Gy			
1		4	2	3			
2		3	4	1			
3		4	2	2			
4		5	3	4			
Mean	2.8	4	2.75	2.5	1.43	0.98	0.89
Klp. III		2Gy	(0.1+2)Gy	(0.1+5jam 2)Gy			
1		4	4	2			
2		2	2	5			
3		3	3	4			
4		4	5	1			
Mean	2.8	3.25	3.5	3	1.16	1.25	1.07
Klp. IV		2.5Gy	(0.1+2.5)Gy	(0.1+5jam2.5)Gy			
1		6	4	4			
2		6	5	4			
3		5	2	3			
4		6	0	4			
Mean	2.8	5.75	2.75	3.75	2.05	0.98	1.34
Klp. V		3Gy	(0.1+3)Gy	(0.1+5jam 3)Gy			
1		5	4	3			
2		5	6	4			
3		6	5	5			
4		6	4	4			
Mean	2.8	5.5	4.75	4	1.96	1.7	1.43

## Lampiran IX.

### Analisa Varian.

Dengan menggunakan statistik Anava atau Anova (*analysis of variance*) adalah tergolong analisa komparatif lebih dari dua vareabel atau lebih dari dua rata-rata. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi data atau data sample dianggap dapat mewakili populasi. Anova lebih dikenal dengan Uji-F (*Fisher Test*), pegertianya diambil dari konsep kuadrat rerata, KR (*mean square*). Langkah – langkah uji dengan statistik Anova dimulai dengan membuat hepotesis Ha dan Ho dalam bentuk kalimat dan dalam bentuk statistik. Dalam penelitian ini bentuk kelimat Ha dan Ho adalah sebagai berikut :

Ha = Ada penurunan yang signifikan antara jumlah leukosit kontrol (sebelum radiasi) dengan tanpa adaptasi, adaptasi I dan adaptasi II (sesudah radiasi).

Ho =Tidak ada penurunan yang signifikan antara jumlah leukosit kontrol (sebelum radiasi) dengan tanpa adaptasi, adaptasi I dan adaptasi II (sesudah radiasi).

Bentuk Ha dan Ho sebagai model statistik adalah sebagai berikut:

Ha :  $k \neq p_1 \neq p_2 \neq p_3$ , dimana k = kontrol,  $p_1$  = tanpa adaptasi,

Ho :  $k = p_1 = p_2 = p_3$   $p_2$  = adaptasi I,  $p_3$  = adaptasi II.

Selanjutnya kaidah pengujian, jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  , maka tolak Ho yang artinya signifikan dan sebaliknya jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  , maka terima Ho yang artinya tidak signifikan. Pengujian Anova menggunakan program SPSS (*Statistical product and Service Solutions*). Salah satu program yang digunakan adalah SPSS *for Windows* versi 14. Output program SPSS untuk analisa varian sebagai berikut.



Lamp IX-1. Jumlah Leukosit

a. Descriptives

Perlakuan	Dosis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tanpa Adap	1.00	4	7.4500	.57300	.28650	6.5382	8.3618	6.65	8.00
	1.50	4	7.1700	.12196	.11098	6.8168	7.5232	6.85	7.35
	2.00	4	5.8375	.46075	.23038	5.1043	6.5707	5.40	6.35
	2.50	4	4.9300	.25742	.12871	4.5204	5.3396	4.70	5.20
	3.00	4	3.8650	.12610	.06305	3.6644	4.0656	3.70	4.00
	Total	20	5.8505	1.42114	.31778	5.1854	6.5156	3.70	8.00
Adaptasi I	1.00	4	8.5375	.51861	.25931	7.7123	9.3627	7.80	9.00
	1.50	4	7.9100	.13441	.06721	7.6961	8.1239	7.79	8.10
	2.00	4	7.2200	.25087	.12543	6.8208	7.6192	6.90	7.50
	2.50	4	6.4300	.09592	.04796	6.2774	6.5826	6.30	6.52
	3.00	4	5.9200	.24963	.08981	5.6342	6.2058	5.68	6.10
	Total	20	7.2035	1.00715	.22521	6.7321	7.6749	5.68	9.00
Adaptasi II	1.00	4	9.3875	.34731	.17366	8.8349	9.9401	8.90	9.70
	1.50	4	8.8650	.28908	.14454	8.4050	9.3250	8.56	9.20
	2.00	4	8.1200	.14990	.08495	7.8496	8.3904	7.88	8.25
	2.50	4	7.8300	.16793	.08396	7.5628	8.0972	7.61	8.00
	3.00	4	7.5900	.25582	.01291	7.5489	7.6311	7.56	7.62
	Total	20	8.3585	.71651	.16022	8.0232	8.6938	7.56	9.70

b. Test homogenitas varian

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tanpa Adap	2.549	4	15	.082
Adaptasi I	2.258	4	15	.111
Adaptasi II	2.513	4	15	.086

c. Analisa Anova

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Tanpa Adap	Between Groups	(Combined)	36.357	4	9.089	67.622	.000
		Linear Term	35.419	1	35.419	263.513	.000
		Deviation	.937	3	.312	2.325	.116
		Within Groups	2.016	15	.134		
	Total	38.373	19				
Adaptasi I	Between Groups	(Combined)	18.099	4	4.525	57.797	.000
		Linear Term	18.036	1	18.036	230.395	.000

			Deviation	.062	3	.021	.264	.850
	Within Groups			1.174	15	.078		
	Total			19.273	19			
Adaptasi II	Between Groups	(Combined)		8.969	4	2.242	42.802	.000
		Linear Term	Contrast	8.575	1	8.575	163.687	.000
			Deviation	.394	3	.131	2.507	.098
	Within Groups			.786	15	.052		
	Total			9.754	19			

d. Multiple comparisons (Post Hoc Tests)

Dependent Variable		(I) Dosis (Gy)	(J) Dosis (Gy)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tanpa Adap	Tukey HSD	1.00	1.50	.28000	.25924	.814
			2.00	1.61250(*)	.25924	.000
			2.50	2.52000(*)	.25924	.000
		1.50	3.00	3.58500(*)	.25924	.000
			1.00	-.28000	.25924	.814
			2.00	1.33250(*)	.25924	.001
	Bonfer roni	2.50	3.00	2.24000(*)	.25924	.000
			3.00	3.30500(*)	.25924	.000
			2.00	-1.61250(*)	.25924	.000
		3.00	1.50	-1.33250(*)	.25924	.001
			2.50	.90750(*)	.25924	.023
			3.00	1.97250(*)	.25924	.000
Tanpa Adap	Tukey HSD	2.50	1.00	-2.52000(*)	.25924	.000
			1.50	-2.24000(*)	.25924	.000
			2.00	-.90750(*)	.25924	.023
		3.00	1.00	1.06500(*)	.25924	.007
			1.50	-3.58500(*)	.25924	.000
			2.00	-3.30500(*)	.25924	.000
	Bonfer roni	2.00	2.50	-1.97250(*)	.25924	.000
			2.50	-1.06500(*)	.25924	.007
			3.00	1.06500(*)	.25924	.007
		1.50	1.00	.28000	.25924	1.000
			2.00	1.61250(*)	.25924	.000
			2.50	2.52000(*)	.25924	.000
Bonfer roni	2.00	3.00	3.58500(*)	.25924	.000	
		1.00	-.28000	.25924	1.000	
		2.00	1.33250(*)	.25924	.001	
	2.50	2.50	2.24000(*)	.25924	.000	
		3.00	3.30500(*)	.25924	.000	
		1.00	-1.61250(*)	.25924	.000	
Bonfer roni	2.50	1.50	-1.33250(*)	.25924	.001	
		2.50	.90750(*)	.25924	.032	
		3.00	1.97250(*)	.25924	.000	

			3.00	1.97250(*)	.25924	.000
		2.50	1.00	-2.52000(*)	.25924	.000
			1.50	-2.24000(*)	.25924	.000
			2.00	-.90750(*)	.25924	.032
			3.00	1.06500(*)	.25924	.009
		3.00	1.00	-3.58500(*)	.25924	.000
			1.50	-3.30500(*)	.25924	.000
			2.00	-1.97250(*)	.25924	.000
			2.50	-1.06500(*)	.25924	.009
Adaptasi I	Tukey	1.00	1.50	.62750(*)	.19784	.043
	HSD		2.00	1.31750(*)	.19784	.000
			2.50	2.10750(*)	.19784	.000
			3.00	2.61750(*)	.19784	.000
		1.50	1.00	-.62750(*)	.19784	.043
			2.00	.69000(*)	.19784	.023
			2.50	1.48000(*)	.19784	.000
		3.00	1.99000(*)	.19784	.000	1.3791
	2.00	1.00	-1.31750(*)	.19784	.000	-1.9284
		1.50	-.69000(*)	.19784	.023	-1.3009
		2.50	.79000(*)	.19784	.009	.1791
		3.00	1.30000(*)	.19784	.000	.6891
	2.50	1.00	-2.10750(*)	.19784	.000	-2.7184
		1.50	-1.48000(*)	.19784	.000	-2.0909
		2.00	-.79000(*)	.19784	.009	-1.4009
		3.00	.51000	.19784	.125	-.1009
	3.00	1.00	-2.61750(*)	.19784	.000	-3.2284
		1.50	-1.99000(*)	.19784	.000	-2.6009
		2.00	-1.30000(*)	.19784	.000	-1.9109
		2.50	-.51000	.19784	.125	-1.1209
Bonferroni	1.00	1.50	.62750	.19784	.063	-.0226
		2.00	1.31750(*)	.19784	.000	.6674
		2.50	2.10750(*)	.19784	.000	1.4574
		3.00	2.61750(*)	.19784	.000	1.9674
	1.50	1.00	-.62750	.19784	.063	-1.2776
		2.00	.69000(*)	.19784	.033	.0399
		2.50	1.48000(*)	.19784	.000	.8299
		3.00	1.99000(*)	.19784	.000	1.3399
	2.00	1.00	-1.31750(*)	.19784	.000	-1.9676
		1.50	-.69000(*)	.19784	.033	-1.3401
		2.50	.79000(*)	.19784	.012	.1399
		3.00	1.30000(*)	.19784	.000	.6499
	2.50	1.00	-2.10750(*)	.19784	.000	-2.7576
		1.50	-1.48000(*)	.19784	.000	-2.1301
		2.00	-.79000(*)	.19784	.012	-1.4401
		3.00	.51000	.19784	.210	-.1401
	3.00	1.00	-2.61750(*)	.19784	.000	-3.2676

			1.50	-1.99000(*)	.19784	.000	-2.6401
			2.00	-1.30000(*)	.19784	.000	-1.9501
			2.50	-.51000	.19784	.210	-1.1601
Adaptasi II	Tukey	1.00	1.50	.52250(*)	.16184	.038	.0227
	HSD		2.00	1.26750(*)	.16184	.000	.7677
			2.50	1.55750(*)	.16184	.000	1.0577
			3.00	1.79750(*)	.16184	.000	1.2977
		1.50	1.00	-.52250(*)	.16184	.038	-1.0223
			2.00	.74500(*)	.16184	.003	.2452
			2.50	1.03500(*)	.16184	.000	.5352
			3.00	1.27500(*)	.16184	.000	.7752
		2.00	1.00	-1.26750(*)	.16184	.000	-1.7673
			1.50	-.74500(*)	.16184	.003	-1.2448
			2.50	.29000	.16184	.413	-.2098
			3.00	.53000(*)	.16184	.035	.0302
		2.50	1.00	-1.55750(*)	.16184	.000	-2.0573
			1.50	-1.03500(*)	.16184	.000	-1.5348
			2.00	-.29000	.16184	.413	-.7898
			3.00	.24000	.16184	.588	-.2598
		3.00	1.00	-1.79750(*)	.16184	.000	-2.2973
			1.50	-1.27500(*)	.16184	.000	-1.7748
			2.00	-.53000(*)	.16184	.035	-1.0298
			2.50	-.24000	.16184	.588	-.7398
	Bonferroni	1.00	1.50	.52250	.16184	.056	-.0093
			2.00	1.26750(*)	.16184	.000	.7357
			2.50	1.55750(*)	.16184	.000	1.0257
			3.00	1.79750(*)	.16184	.000	1.2657
		1.50	1.00	-.52250	.16184	.056	-1.0543
			2.00	.74500(*)	.16184	.003	.2132
			2.50	1.03500(*)	.16184	.000	.5032
			3.00	1.27500(*)	.16184	.000	.7432
		2.00	1.00	-1.26750(*)	.16184	.000	-1.7993
			1.50	-.74500(*)	.16184	.003	-1.2768
			2.50	.29000	.16184	.933	-.2418
			3.00	.53000	.16184	.051	-.0018
		2.50	1.00	-1.55750(*)	.16184	.000	-2.0893
			1.50	-1.03500(*)	.16184	.000	-1.5668
			2.00	-.29000	.16184	.933	-.8218
			3.00	.24000	.16184	1.000	-.2918
		3.00	1.00	-1.79750(*)	.16184	.000	-2.3293
			1.50	-1.27500(*)	.16184	.000	-1.8068
			2.00	-.53000	.16184	.051	-1.0618
			2.50	-.24000	.16184	1.000	-.7718

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

### 1. Tanpa Adaptasi

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Tukey HSD(a)	3.00	4	3.8650			
	2.50	4		4.9300		
	2.00	4			5.8375	
	1.50	4				7.1700
	1.00	4				7.4500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	.814

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

## 2. Adaptasi I

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Tukey HSD(a)	3.00	4	5.9200			
	2.50	4	6.4300			
	2.00	4		7.2200		
	1.50	4			7.9100	
	1.00	4				8.5375
	Sig.		.125	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

## 3. Adaptasi II

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Tukey HSD(a)	3.00	4	7.5900			
	2.50	4	7.8300	7.8300		
	2.00	4		8.1200		
	1.50	4			8.8650	
	1.00	4				9.3875
	Sig.		.588	.413	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Pada tabel *test of homogeneity of variance* menunjukkan hasil uji homogenitas dari varian. Dengan menggunakan hipotesis berikut:

$H_a \neq h$  : Dosis radiasi terhadap ketiga kelompok perlakuan tidak homogen.

$H_o = h$  : Dosis radiasi terhadap ketiga kelompok perlakuan homogen .

Kaidah keputusan :

Jika nilai probabilitas 0,05 lebih kecil atau sama dengan nilai probabilitas *Sig* ( $0,05 \leq Sig$ ), maka  $H_o$  diterima dan tolak  $H_a$ , artinya homogen..

Jika nilai probabilitas 0,05 lebih besar atau sama dengan nilai probabilitas *Sig* ( $0,05 \geq Sig$ ), maka  $H_0$  ditolak dan terima  $H_a$ , artinya tidak homogen.

Dari tabel tes homogenitas varian diperoleh :

1. Korelasi antara dosis radiasi dengan tanpa adaptasi nilai *Sig* sebesar 0.082, ternyata  $0,05 \leq 0,082$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Sehingga menyatakan dosis radiasi terhadap tanpa adaptasi adalah homogen.
2. Korelasi antara dosis radiasi dengan adaptasi I nilai *Sig* sebesar 0.111, ternyata  $0,05 \leq 0,111$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Sehingga menyatakan dosis radiasi terhadap adaptasi I homogen.
3. Korelasi antara dosis radiasi dengan adaptasi II nilai *Sig* sebesar 0.086, ternyata  $0,05 \leq 0,086$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Sehingga menyatakan dosis radiasi terhadap adaptasi II homogen.

Pada tabel *anova* hasil uji diperoleh nilai *F* dan tingkat probabilitas *Sig*. Dengan menggunakan hipotesis sub.3.7 diatas, dan kaidah pengujian signifikan sebagai berikut:

Jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , maka tolak  $H_0$  artinya signifikan.

$F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka terima  $H_0$  artinya tidak signifikan.

Dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ , dapat ditentukan  $F_{tabel}$  dengan rumus:

$$F_{tabel} = F_{\{(\alpha) (dk \text{ pembilang} = df), (dk \text{ penyebut} = N - df - 1)\}}$$

$$F_{tabel} = F_{\{(0,05) (4), (20 - 4 - 1)\}} = F_{\{(0,05)(4),(15)\}}$$

$$F_{tabel} = 3,06$$

Ternyata:

1. Tanpa adaptasi  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , atau  $67.622 \geq 3,06$ , maka tolak  $H_0$  dan terima  $H_a$  yang artinya ada penurunan secara signifikan jumlah leukosit sebelum dan sesudah di radiasi. Uji Anova juga menunjukkan nilai probabilitas *Sig* 0,00, ternyata  $0,05 \geq 0,00$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Sehingga menyatakan adanya penurunan secara signifikan antara jumlah leukosit sebelum dan sesudah di radiasi.
2. Adaptasi I  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , atau  $57.797 \geq 3,06$ , maka tolak  $H_0$  dan terima  $H_a$  yang artinya ada penurunan secara signifikan jumlah leukosit sebelum dan sesudah di radiasi. Uji Anova juga menunjukkan nilai probabilitas *Sig* 0,00,

ternyata  $0,05 \geq 0,00$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Sehingga menyatakan adanya penurunan secara signifikan antara jumlah leukosit sebelum dan sesudah di radiasi.

3. Adaptasi II  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  , atau  $42.802 \geq 3,06$  , maka tolak  $H_0$  dan terima  $H_a$  yang artinya ada penurunan secara signifikan jumlah leukosit sebelum dan sesudah di radiasi. Uji Anova juga menunjukkan nilai probabilitas *Sig* 0,00, ternyata  $0,05 \geq 0,00$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Sehingga menyatakan adanya penurunan secara signifikan antara jumlah leukosit sebelum dan sesudah di radiasi.

Pada tabel *multiple comparisons (Post Hoc Tests)* berfungsi untuk mengetahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara ketiga kelompok perlakuan. Ternyata perbedaan rata-rata dari ketiga kelompok perlakuan adalah signifikan pada tingkat signifikansi 0.05. Sedangkan pada tabel *homogeneous subsets* berfungsi untuk menentukan antara kelompok perlakuan mana saja yang memiliki perbedaan tidak secara signifikan. Untuk tanpa adaptasi perbedaan yang tidak signifikan ditunjukkan pada subset 4 pada dosis radiasi 1Gy dan 1.5Gy saja. Nilai *Sig*  $0.814 \geq 0.05$ , artinya tidak signifikan. Untuk adaptasi I perbedaan yang tidak signifikan ditunjukkan pada subset 1 pada dosis radiasi 2.5Gy dan 3Gy saja. Nilai *Sig*  $0.125 \geq 0.05$ , artinya tidak signifikan. Untuk adaptasi II perbedaan yang tidak signifikan ditunjukkan pada subset 1, 2 pada dosis radiasi 2.5Gy, 3Gy dan 2Gy, 2.5Gy saja. Nilai *Sig*  $0.588 \geq 0.05$  dan  $0.413 \geq 0.05$  artinya tidak signifikan.

## Lamp.IX-2. Komponen Leukosit

### 1.Limfosit

#### a. Descriptive

Perlakuan	Dosis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
	(Gy)					Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Adap. (%Limf.)	1.00	4	35.0000	.81650	.40825	33.7008	36.2992
	1.50	4	36.2500	.95743	.47871	34.7265	37.7735
	2.00	4	28.5000	1.29099	.64550	26.4457	30.5543
	2.50	4	31.7500	2.21736	1.10868	28.2217	35.2783
	3.00	4	30.0000	2.30940	1.15470	26.3252	33.6748

	Total	20	32.3000	3.34192	.74728	30.7359	33.8641
Adap.I (%Limf.)	1.00	4	34.7500	1.89297	.94648	31.7379	37.7621
	1.50	4	36.2500	1.70783	.85391	33.5325	38.9675
	2.00	4	34.5000	2.64575	1.32288	30.2900	38.7100
	2.50	4	32.5000	3.69685	1.84842	26.6175	38.3825
	3.00	4	32.7500	1.89297	.94648	29.7379	35.7621
	Total	20	34.1500	2.62127	.58613	32.9232	35.3768
Adap.II (%Limf.)	1.00	4	35.5000	1.73205	.86603	32.7439	38.2561
	1.50	4	33.7500	2.06155	1.03078	30.4696	37.0304
	2.00	4	35.0000	2.58199	1.29099	30.8915	39.1085
	2.50	4	34.5000	1.29099	.64550	32.4457	36.5543
	3.00	4	34.0000	2.44949	1.22474	30.1023	37.8977
	Total	20	34.5500	1.95946	.43815	33.6329	35.4671

b. Test homogen pada varian.

Perlakuan	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tanpa Adap. (%Limf.)	5.025	4	15	.009
Adap.I (%Limf.)	.971	4	15	.452
Adap.II (%Limf.)	.828	4	15	.527

c. Anova

Perlakuan		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tanpa Adap. (%Limf.)	Between Groups	171.700	4	42.925	15.898	.000
	Linear Term	84.100	1	84.100	31.148	.000
	Contrast	87.600	3	29.200	10.815	.000
	Deviation					
	Within Groups	40.500	15	2.700		
	Total	212.200	19			
Adap.I (%Limf.)	Between Groups	38.300	4	9.575	1.557	.237
	Linear Term	24.025	1	24.025	3.907	.067
	Contrast	14.275	3	4.758	.774	.527
	Deviation					
	Within Groups	92.250	15	6.150		
	Total	130.550	19			
Adap.II (%Limf.)	Between Groups	8.200	4	2.050	.475	.754
	Linear Term	2.025	1	2.025	.469	.504
	Contrast	6.175	3	2.058	.477	.703
	Deviation					
	Within Groups	64.750	15	4.317		



## d. Multiple comparisons

Dependent Variable		(I) Dosis Radiasi	(J) Dosis Radiasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tanpa adap. (%Limf.)	Tukey HSD	1.00	1.50	-1.25000	1.16190	.816
			2.00	6.50000(*)	1.16190	.000
			2.50	3.25000	1.16190	.085
		1.50	3.00	5.00000(*)	1.16190	.005
			1.00	1.25000	1.16190	.816
			2.00	7.75000(*)	1.16190	.000
		2.00	2.50	4.50000(*)	1.16190	.011
			3.00	6.25000(*)	1.16190	.001
			1.00	-6.50000(*)	1.16190	.000
		2.50	1.50	-7.75000(*)	1.16190	.000
			2.50	-3.25000	1.16190	.085
			3.00	-1.50000	1.16190	.700
	Bonferroni	1.00	1.00	-3.25000	1.16190	.085
			1.50	-4.50000(*)	1.16190	.011
			2.00	3.25000	1.16190	.085
		1.50	3.00	1.75000	1.16190	.574
			1.00	-5.00000(*)	1.16190	.005
			1.50	-6.25000(*)	1.16190	.001
		2.00	2.00	1.50000	1.16190	.700
			2.50	-1.75000	1.16190	.574
			1.00	-1.25000	1.16190	1.000
		2.50	2.00	6.50000(*)	1.16190	.001
			2.50	3.25000	1.16190	.135
			3.00	5.00000(*)	1.16190	.006
Adap.I (%Limf.)	Tukey HSD	1.00	1.50	1.25000	1.16190	1.000
			2.00	7.75000(*)	1.16190	.000
			2.50	4.50000(*)	1.16190	.015
		1.50	3.00	6.25000(*)	1.16190	.001
			1.00	-6.50000(*)	1.16190	.001
			1.50	-7.75000(*)	1.16190	.000
		2.00	2.50	-3.25000	1.16190	.135
			3.00	-1.50000	1.16190	1.000
			1.00	-3.25000	1.16190	.135
		2.50	1.50	-4.50000(*)	1.16190	.015
			2.00	3.25000	1.16190	.135
			3.00	1.75000	1.16190	1.000
3.00	1.00	-5.00000(*)	1.16190	.006		
	1.50	-6.25000(*)	1.16190	.001		
	2.00	1.50000	1.16190	1.000		
Adap.I (%Limf.)	Tukey HSD	1.00	1.50	-1.50000	1.75357	.909
			2.00	.25000	1.75357	1.000
			2.50	2.25000	1.75357	.705

			3.00		2.00000	1.75357	.783
	1.50		1.00		1.50000	1.75357	.909
			2.00		1.75000	1.75357	.852
			2.50		3.75000	1.75357	.255
			3.00		3.50000	1.75357	.314
	2.00		1.00		-.25000	1.75357	1.000
			1.50		-1.75000	1.75357	.852
			2.50		2.00000	1.75357	.783
			3.00		1.75000	1.75357	.852
	2.50		1.00		-2.25000	1.75357	.705
			1.50		-3.75000	1.75357	.255
			2.00		-2.00000	1.75357	.783
			3.00		-.25000	1.75357	1.000
	3.00		1.00		-2.00000	1.75357	.783
			1.50		-3.50000	1.75357	.314
			2.00		-1.75000	1.75357	.852
			2.50		.25000	1.75357	1.000
	Bonferroni	1.00	1.50		-1.50000	1.75357	1.000
			2.00		.25000	1.75357	1.000
			2.50		2.25000	1.75357	1.000
			3.00		2.00000	1.75357	1.000
	1.50		1.00		1.50000	1.75357	1.000
			2.00		1.75000	1.75357	1.000
			2.50		3.75000	1.75357	.493
			3.00		3.50000	1.75357	.644
	2.00		1.00		-.25000	1.75357	1.000
			1.50		-1.75000	1.75357	1.000
			2.50		2.00000	1.75357	1.000
			3.00		1.75000	1.75357	1.000
	2.50		1.00		-2.25000	1.75357	1.000
			1.50		-3.75000	1.75357	.493
			2.00		-2.00000	1.75357	1.000
			3.00		-.25000	1.75357	1.000
	3.00		1.00		-2.00000	1.75357	1.000
			1.50		-3.50000	1.75357	.644
			2.00		-1.75000	1.75357	1.000
			2.50		.25000	1.75357	1.000
Adap.II (%Limf.)		Tukey HSD	1.00	1.50	1.75000	1.46913	.756
			2.00		.50000	1.46913	.997
			2.50		1.00000	1.46913	.958
			3.00		1.50000	1.46913	.842
	1.50		1.00		-1.75000	1.46913	.756
			2.00		-1.25000	1.46913	.910
			2.50		-.75000	1.46913	.985
			3.00		-.25000	1.46913	1.000
	2.00		1.00		-.50000	1.46913	.997
			1.50		1.25000	1.46913	.910
			2.50		.50000	1.46913	.997

		3.00	1.00000	1.46913	.958
	2.50	1.00	-1.00000	1.46913	.958
		1.50	.75000	1.46913	.985
		2.00	-.50000	1.46913	.997
		3.00	.50000	1.46913	.997
	3.00	1.00	-1.50000	1.46913	.842
		1.50	.25000	1.46913	1.000
Bonferroni	1.00	2.00	-1.00000	1.46913	.958
		2.50	-.50000	1.46913	.997
		1.50	1.75000	1.46913	1.000
		2.00	.50000	1.46913	1.000
		2.50	1.00000	1.46913	1.000
		3.00	1.50000	1.46913	1.000
	1.50	1.00	-1.75000	1.46913	1.000
		2.00	-1.25000	1.46913	1.000
		2.50	-.75000	1.46913	1.000
		3.00	-.25000	1.46913	1.000
		2.00	1.00000	1.46913	1.000
		1.50	1.25000	1.46913	1.000
	2.00	1.00	-.50000	1.46913	1.000
		1.50	1.25000	1.46913	1.000
		2.50	.50000	1.46913	1.000
		3.00	1.00000	1.46913	1.000
2.50		-1.00000	1.46913	1.000	
1.50		.75000	1.46913	1.000	
2.50	1.00	-.50000	1.46913	1.000	
	2.00	-.50000	1.46913	1.000	
	3.00	.50000	1.46913	1.000	
	3.00	.50000	1.46913	1.000	
	1.00	-1.50000	1.46913	1.000	
	1.50	.25000	1.46913	1.000	
3.00	2.00	-1.00000	1.46913	1.000	
	2.50	-.50000	1.46913	1.000	

The mean difference is significant at the .05 level.

### 1. Tanpa Adaptasi

	Dosis Radiasi	N	Subset for alpha = .05		
	(Gy)		1	2	3
Tukey HSD(a)	2.00	4	28.5000		
	3.00	4	30.0000		
	2.50	4	31.7500	31.7500	
	1.00	4		35.0000	35.0000
	1.50	4			36.2500
	Sig.			.085	.085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 2. Adaptasi I

	Dosis Radiasi	N	Subset for alpha = .05
	(Gy)		1
Tukey HSD(a)	2.50	4	32.5000
	3.00	4	32.7500
	2.00	4	34.5000

1.00	4	34.7500
1.50	4	36.2500
Sig.		.255

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 3. Adaptasi II

	Dosis Radiasi	N	Subset for alpha = .05
	(Gy)		1
Tukey HSD(a)	1.50	4	33.7500
	3.00	4	34.0000
	2.50	4	34.5000
	2.00	4	35.0000
	1.00	4	35.5000
Sig.			.756

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 2. Segmen

#### Descriptives

	Dosis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
	Gy					Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Adap.	1.00	4	60.5000	2.64575	1.32288	56.2900	64.7100
	1.50	4	55.7500	.95743	.47871	54.2265	57.2735
	2.00	4	65.2500	1.25831	.62915	63.2478	67.2522
	2.50	4	56.0000	1.82574	.91287	53.0948	58.9052
	3.00	4	59.7500	2.36291	1.18145	55.9901	63.5099
	Total	20	59.4500	3.95335	.88400	57.5998	61.3002
Adaptasi I	1.00	4	60.5000	1.91485	.95743	57.4530	63.5470
	1.50	4	56.0000	3.26599	1.63299	50.8031	61.1969
	2.00	4	60.5000	2.88675	1.44338	55.9065	65.0935
	2.50	4	61.5000	6.80686	3.40343	50.6688	72.3312
	3.00	4	60.0000	3.65148	1.82574	54.1897	65.8103
	Total	20	59.7000	4.10520	.91795	57.7787	61.6213
Adaptasi II	1.00	4	59.7500	2.87228	1.43614	55.1796	64.3204
	1.50	4	61.5000	3.00000	1.50000	56.7263	66.2737
	2.00	4	58.7500	1.50000	.75000	56.3632	61.1368
	2.50	4	59.2500	.95743	.47871	57.7265	60.7735
	3.00	4	59.2500	2.98608	1.49304	54.4985	64.0015
	Total	20	59.7000	2.36421	.52865	58.5935	60.8065

#### Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	Df1	df2	Sig.
Tanpa Adap.	1.404	4	15	.280

Adap. I	1.325	4	15	.306
Adap.II	2.464	4	15	.090

### ANOVA

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tanpa Adap	Between Groups	(Combined)	241.700	4	60.425	16.405	.000
		Linear Term	.625	1	.625	.170	.686
		Deviation	241.075	3	80.358	21.817	.000
	Within Groups		55.250	15	3.683		
	Total		296.950	19			
Adap. I (%Neut.)	Between Groups	(Combined)	73.200	4	18.300	1.111	.387
		Linear Term	8.100	1	8.100	.492	.494
		Deviation	65.100	3	21.700	1.318	.305
	Within Groups		247.000	15	16.467		
	Total		320.200	19			
Adap.II (%Neut.)	Between Groups	(Combined)	18.200	4	4.550	.776	.558
		Linear Term	4.225	1	4.225	.720	.409
		Deviation	13.975	3	4.658	.794	.516
	Within Groups		88.000	15	5.867		
	Total		106.200	19			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable		(I) Dosis Radiasi	(J) Dosis Radiasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tanpa Adap.	Tukey HSD	1.00	1.50	4.75000(*)	1.35708	.023
			2.00	-4.75000(*)	1.35708	.023
			2.50	4.50000(*)	1.35708	.033
			3.00	.75000	1.35708	.980
		1.50	1.00	-4.75000(*)	1.35708	.023
			2.00	-9.50000(*)	1.35708	.000
			2.50	-.25000	1.35708	1.000
			3.00	-4.00000	1.35708	.065
		2.00	1.00	4.75000(*)	1.35708	.023
			1.50	9.50000(*)	1.35708	.000
			2.50	9.25000(*)	1.35708	.000
			3.00	5.50000(*)	1.35708	.008
		2.50	1.00	-4.50000(*)	1.35708	.033
			1.50	.25000	1.35708	1.000
			2.00	-9.25000(*)	1.35708	.000
			3.00	-3.75000	1.35708	.090
		3.00	1.00	-.75000	1.35708	.980
			1.50	4.00000	1.35708	.065
			2.00	-5.50000(*)	1.35708	.008

		2.50		3.75000	1.35708	.090
	Bonferroni	1.00	1.50	4.75000(*)	1.35708	.032
			2.00	-4.75000(*)	1.35708	.032
			2.50	4.50000(*)	1.35708	.047
			3.00	.75000	1.35708	1.000
		1.50	1.00	-4.75000(*)	1.35708	.032
			2.00	-9.50000(*)	1.35708	.000
			2.50	-.25000	1.35708	1.000
			3.00	-4.00000	1.35708	.100
		2.00	1.00	4.75000(*)	1.35708	.032
			1.50	9.50000(*)	1.35708	.000
			2.50	9.25000(*)	1.35708	.000
			3.00	5.50000(*)	1.35708	.010
		2.50	1.00	-4.50000(*)	1.35708	.047
			1.50	.25000	1.35708	1.000
			2.00	-9.25000(*)	1.35708	.000
			3.00	-3.75000	1.35708	.145
		3.00	1.00	-.75000	1.35708	1.000
			1.50	4.00000	1.35708	.100
			2.00	-5.50000(*)	1.35708	.010
			2.50	3.75000	1.35708	.145
Adap. I (%Neut.)	Tukey HSD	1.00	1.50	4.50000	2.86938	.538
			2.00	.00000	2.86938	1.000
			2.50	-1.00000	2.86938	.996
			3.00	.50000	2.86938	1.000
		1.50	1.00	-4.50000	2.86938	.538
			2.00	-4.50000	2.86938	.538
			2.50	-5.50000	2.86938	.350
			3.00	-4.00000	2.86938	.640
		2.00	1.00	.00000	2.86938	1.000
			1.50	4.50000	2.86938	.538
			2.50	-1.00000	2.86938	.996
			3.00	.50000	2.86938	1.000
		2.50	1.00	1.00000	2.86938	.996
			1.50	5.50000	2.86938	.350
			2.00	1.00000	2.86938	.996
			3.00	1.50000	2.86938	.984
		3.00	1.00	-.50000	2.86938	1.000
			1.50	4.00000	2.86938	.640
			2.00	-.50000	2.86938	1.000
			2.50	-1.50000	2.86938	.984
	Bonferroni	1.00	1.50	4.50000	2.86938	1.000
			2.00	.00000	2.86938	1.000
			2.50	-1.00000	2.86938	1.000
			3.00	.50000	2.86938	1.000
		1.50	1.00	-4.50000	2.86938	1.000
			2.00	-4.50000	2.86938	1.000
			2.50	-5.50000	2.86938	.745
			3.00	-4.00000	2.86938	1.000
		2.00	1.00	.00000	2.86938	1.000
			1.50	4.50000	2.86938	1.000
			2.50	-1.00000	2.86938	1.000

			3.00		.50000	2.86938	1.000
		2.50	1.00		1.00000	2.86938	1.000
			1.50		5.50000	2.86938	.745
			2.00		1.00000	2.86938	1.000
			3.00		1.50000	2.86938	1.000
		3.00	1.00		-.50000	2.86938	1.000
			1.50		4.00000	2.86938	1.000
			2.00		-.50000	2.86938	1.000
			2.50		-1.50000	2.86938	1.000
Adap.II	Tukey HSD	1.00	1.50		-1.75000	1.71270	.842
(%Neut.)			2.00		1.00000	1.71270	.975
			2.50		.50000	1.71270	.998
			3.00		.50000	1.71270	.998
		1.50	1.00		1.75000	1.71270	.842
			2.00		2.75000	1.71270	.516
			2.50		2.25000	1.71270	.687
			3.00		2.25000	1.71270	.687
		2.00	1.00		-1.00000	1.71270	.975
			1.50		-2.75000	1.71270	.516
			2.50		-.50000	1.71270	.998
			3.00		-.50000	1.71270	.998
		2.50	1.00		-.50000	1.71270	.998
			1.50		-2.25000	1.71270	.687
			2.00		.50000	1.71270	.998
			3.00		.00000	1.71270	1.000
		3.00	1.00		-.50000	1.71270	.998
			1.50		-2.25000	1.71270	.687
			2.00		.50000	1.71270	.998
			2.50		.00000	1.71270	1.000
	Bonferroni	1.00	1.50		-1.75000	1.71270	1.000
			2.00		1.00000	1.71270	1.000
			2.50		.50000	1.71270	1.000
			3.00		.50000	1.71270	1.000
		1.50	1.00		1.75000	1.71270	1.000
			2.00		2.75000	1.71270	1.000
			2.50		2.25000	1.71270	1.000
			3.00		2.25000	1.71270	1.000
		2.00	1.00		-1.00000	1.71270	1.000
			1.50		-2.75000	1.71270	1.000
			2.50		-.50000	1.71270	1.000
			3.00		-.50000	1.71270	1.000
		2.50	1.00		-.50000	1.71270	1.000
			1.50		-2.25000	1.71270	1.000
			2.00		.50000	1.71270	1.000
			3.00		.00000	1.71270	1.000
		3.00	1.00		-.50000	1.71270	1.000
			1.50		-2.25000	1.71270	1.000
			2.00		.50000	1.71270	1.000
			2.50		.00000	1.71270	1.000

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

Tanpa Adaptasi

	Dosis Radiasi	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Tukey HSD(a)	1.50	4	55.7500		
	2.50	4	56.0000		
	3.00	4	59.7500	59.7500	
	1.00	4		60.5000	
	2.00	4			65.2500
	Sig.			.065	.980

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

#### Adaptasi I

	Dosis Radiasi	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	1.50	4	56.0000
	3.00	4	60.0000
	1.00	4	60.5000
	2.00	4	60.5000
	2.50	4	61.5000
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

#### Adaptasi II

	Dosis Radiasi	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	2.00	4	58.7500
	2.50	4	59.2500
	3.00	4	59.2500
	1.00	4	59.7500
	1.50	4	61.5000
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 3.Eosinofit.

#### Descriptives

	Dosis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
	Gy					Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Adap.	1.00	4	.7500	.50000	.25000	-.0456	1.5456
	1.50	4	1.5000	.57735	.28868	.5813	2.4187
	2.00	4	1.0000	.81650	.40825	-.2992	2.2992
	2.50	4	1.5000	1.00000	.50000	-.0912	3.0912
	3.00	4	.2500	.50000	.25000	-.5456	1.0456
	Total		20	1.0000	.79472	.17770	.6281
Adaptasi I	1.00	4	.5000	.57735	.28868	-.4187	1.4187



Adaptasi II	1.50	4	1.2500	.95743	.47871	-.2735	2.7735
	2.00	4	.5000	.57735	.28868	-.4187	1.4187
	2.50	4	.5000	1.00000	.50000	-1.0912	2.0912
	3.00	4	.7500	.95743	.47871	-.7735	2.2735
	Total	20	.7000	.80131	.17918	.3250	1.0750
	1.00	4	.5000	.57735	.28868	-.4187	1.4187
	1.50	4	.7500	.95743	.47871	-.7735	2.2735
	2.00	4	1.2500	1.50000	.75000	-1.1368	3.6368
	2.50	4	.7500	.95743	.47871	-.7735	2.2735
	3.00	4	.7500	.95743	.47871	-.7735	2.2735
	Total	20	.8000	.95145	.21275	.3547	1.2453

#### Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tanpa Adap	.662	4	15	.628
Adaptasi I	.643	4	15	.640
Adaptasi II	2.250	4	15	.112

#### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tanpa Adap.	Between Groups	4.500	4	1.125	2.250	.112
	Within Groups	7.500	15	.500		
	Total	12.000	19			
Adaptasi I	Between Groups	1.700	4	.425	.607	.664
	Within Groups	10.500	15	.700		
	Total	12.200	19			
Adaptasi II	Between Groups	1.200	4	.300	.281	.886
	Within Groups	16.000	15	1.067		
	Total	17.200	19			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable		(I) Dosis (Gy)	(J) Dosis (Gy)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tanpa Adap.	Tukey HSD	1.00	1.50	-.75000	.50000	.578
			2.00	-.25000	.50000	.986
			2.50	-.75000	.50000	.578
	1.50	1.00	.75000	.50000	.578	
		2.00	.50000	.50000	.851	
		2.50	.00000	.50000	1.000	
	2.00	1.00	1.25000	.50000	.143	
		1.50	.25000	.50000	.986	
		2.50	-.50000	.50000	.851	
	2.50	1.00	.75000	.50000	.578	
		1.50	.75000	.50000	.578	
		2.00	.00000	.50000	1.000	
		2.00	.50000	.50000	.851	
		3.00	1.25000	.50000	.143	

		3.00	1.00		-.50000	.50000	.851
			1.50		-1.25000	.50000	.143
			2.00		-.75000	.50000	.578
			2.50		-1.25000	.50000	.143
	Bonferroni	1.00	1.50		-.75000	.50000	1.000
			2.00		-.25000	.50000	1.000
			2.50		-.75000	.50000	1.000
			3.00		.50000	.50000	1.000
		1.50	1.00		.75000	.50000	1.000
			2.00		.50000	.50000	1.000
			2.50		.00000	.50000	1.000
			3.00		1.25000	.50000	.245
		2.00	1.00		.25000	.50000	1.000
			1.50		-.50000	.50000	1.000
			2.50		-.50000	.50000	1.000
			3.00		.75000	.50000	1.000
		2.50	1.00		.75000	.50000	1.000
			1.50		.00000	.50000	1.000
			2.00		.50000	.50000	1.000
			3.00		1.25000	.50000	.245
		3.00	1.00		-.50000	.50000	1.000
			1.50		-1.25000	.50000	.245
			2.00		-.75000	.50000	1.000
			2.50		-1.25000	.50000	.245
Adaptasi I	Tukey HSD	1.00	1.50		-.75000	.59161	.714
			2.00		.00000	.59161	1.000
			2.50		.00000	.59161	1.000
			3.00		-.25000	.59161	.993
		1.50	1.00		.75000	.59161	.714
			2.00		.75000	.59161	.714
			2.50		.75000	.59161	.714
			3.00		.50000	.59161	.912
		2.00	1.00		.00000	.59161	1.000
			1.50		-.75000	.59161	.714
			2.50		.00000	.59161	1.000
			3.00		-.25000	.59161	.993
		2.50	1.00		.00000	.59161	1.000
			1.50		-.75000	.59161	.714
			2.00		.00000	.59161	1.000
			3.00		-.25000	.59161	.993
		3.00	1.00		.25000	.59161	.993
			1.50		-.50000	.59161	.912
			2.00		.25000	.59161	.993
			2.50		.25000	.59161	.993
	Bonferroni	1.00	1.50		-.75000	.59161	1.000
			2.00		.00000	.59161	1.000
			2.50		.00000	.59161	1.000
			3.00		-.25000	.59161	1.000
		1.50	1.00		.75000	.59161	1.000
			2.00		.75000	.59161	1.000
			2.50		.75000	.59161	1.000



	2.00	- .50000	.73030	1.000
	2.50	.00000	.73030	1.000

### 1. Tanpa Adaptasi

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	3.00	4	.2500
	1.00	4	.7500
	2.00	4	1.0000
	1.50	4	1.5000
	2.50	4	1.5000
	Sig.		.143

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 2. Adaptasi I

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	1.00	4	.5000
	2.00	4	.5000
	2.50	4	.5000
	3.00	4	.7500
	1.50	4	1.2500
	Sig.		.714

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 3. Adaptasi II

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	1.00	4	.5000
	1.50	4	.7500
	2.50	4	.7500
	3.00	4	.7500
	2.00	4	1.2500
	Sig.		.839

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

## 4. Neutrofil Batang

### Descriptives

	Dosis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
	Gy					Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Adap.	1.00	4	1.2500	.50000	.25000	.4544	2.0456
	1.50	4	2.5000	.57735	.28868	1.5813	3.4187
	2.00	4	2.0000	.81650	.40825	.7008	3.2992
	2.50	4	5.0000	.81650	.40825	3.7008	6.2992
	3.00	4	4.5000	1.29099	.64550	2.4457	6.5543
	Total	20	3.0500	1.66938	.37329	2.2687	3.8313
Adaptasi I	1.00	4	1.7500	.50000	.25000	.9544	2.5456
	1.50	4	2.2500	1.25831	.62915	.2478	4.2522
	2.00	4	1.5000	1.29099	.64550	-.5543	3.5543
	2.50	4	2.7500	.95743	.47871	1.2265	4.2735
	3.00	4	1.7500	1.25831	.62915	-.2522	3.7522
	Total	20	2.0000	1.07606	.24061	1.4964	2.5036
Adaptasi II	1.00	4	1.5000	1.29099	.64550	-.5543	3.5543
	1.50	4	1.5000	1.29099	.64550	-.5543	3.5543
	2.00	4	2.0000	1.41421	.70711	-.2503	4.2503
	2.50	4	1.7500	1.25831	.62915	-.2522	3.7522
	3.00	4	2.0000	.81650	.40825	.7008	3.2992
	Total	20	1.7500	1.11803	.25000	1.2267	2.2733

#### Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tanpa Adap.	1.118	4	15	.385
Adaptasi I	.685	4	15	.613
Adaptasi II	.421	4	15	.791

#### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tanpa Adap.	Between Groups	42.200	4	10.550	14.721	.000
	Within Groups	10.750	15	.717		
	Total	52.950	19			
Adaptasi I	Between Groups	4.000	4	1.000	.833	.525
	Within Groups	18.000	15	1.200		
	Total	22.000	19			
Adaptasi II	Between Groups	1.000	4	.250	.165	.953
	Within Groups	22.750	15	1.517		
	Total	23.750	19			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable		(I) Dosis (Gy)	(J) Dosis (Gy)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tanpa Adap.	Tukey HSD	1.00	1.50	-1.25000	.59861	.275
			2.00	-.75000	.59861	.722
			2.50	-3.75000(*)	.59861	.000
		1.50	1.00	-3.25000(*)	.59861	.001
			2.00	1.25000	.59861	.275
			2.50	.50000	.59861	.915

			2.50		-2.50000(*)	.59861	.006
			3.00		-2.00000(*)	.59861	.031
	2.00		1.00		.75000	.59861	.722
			1.50		-.50000	.59861	.915
			2.50		-3.00000(*)	.59861	.001
			3.00		-2.50000(*)	.59861	.006
	2.50		1.00		3.75000(*)	.59861	.000
			1.50		2.50000(*)	.59861	.006
			2.00		3.00000(*)	.59861	.001
			3.00		.50000	.59861	.915
	3.00		1.00		3.25000(*)	.59861	.001
			1.50		2.00000(*)	.59861	.031
			2.00		2.50000(*)	.59861	.006
			2.50		-.50000	.59861	.915
Bonferroni	1.00		1.50		-1.25000	.59861	.542
			2.00		-.75000	.59861	1.000
			2.50		-3.75000(*)	.59861	.000
			3.00		-3.25000(*)	.59861	.001
	1.50		1.00		1.25000	.59861	.542
			2.00		.50000	.59861	1.000
			2.50		-2.50000(*)	.59861	.008
			3.00		-2.00000(*)	.59861	.045
	2.00		1.00		.75000	.59861	1.000
			1.50		-.50000	.59861	1.000
			2.50		-3.00000(*)	.59861	.002
			3.00		-2.50000(*)	.59861	.008
	2.50		1.00		3.75000(*)	.59861	.000
			1.50		2.50000(*)	.59861	.008
			2.00		3.00000(*)	.59861	.002
			3.00		.50000	.59861	1.000
	3.00		1.00		3.25000(*)	.59861	.001
			1.50		2.00000(*)	.59861	.045
			2.00		2.50000(*)	.59861	.008
			2.50		-.50000	.59861	1.000
Adaptasi I	Tukey HSD	1.00	1.50		-.50000	.77460	.965
			2.00		.25000	.77460	.997
			2.50		-1.00000	.77460	.700
			3.00		.00000	.77460	1.000
	1.50		1.00		.50000	.77460	.965
			2.00		.75000	.77460	.865
			2.50		-.50000	.77460	.965
			3.00		.50000	.77460	.965
	2.00		1.00		-.25000	.77460	.997
			1.50		-.75000	.77460	.865
			2.50		-1.25000	.77460	.511
			3.00		-.25000	.77460	.997
	2.50		1.00		1.00000	.77460	.700
			1.50		.50000	.77460	.965
			2.00		1.25000	.77460	.511
			3.00		1.00000	.77460	.700
	3.00		1.00		.00000	.77460	1.000
			1.50		-.50000	.77460	.965

			2.00		.25000	.77460	.997
			2.50		-1.00000	.77460	.700
	Bonferroni	1.00	1.50		-.50000	.77460	1.000
			2.00		.25000	.77460	1.000
			2.50		-1.00000	.77460	1.000
			3.00		.00000	.77460	1.000
		1.50	1.00		.50000	.77460	1.000
			2.00		.75000	.77460	1.000
			2.50		-.50000	.77460	1.000
			3.00		.50000	.77460	1.000
		2.00	1.00		-.25000	.77460	1.000
			1.50		-.75000	.77460	1.000
			2.50		-1.25000	.77460	1.000
			3.00		-.25000	.77460	1.000
		2.50	1.00		1.00000	.77460	1.000
			1.50		.50000	.77460	1.000
			2.00		1.25000	.77460	1.000
			3.00		1.00000	.77460	1.000
		3.00	1.00		.00000	.77460	1.000
			1.50		-.50000	.77460	1.000
			2.00		.25000	.77460	1.000
			2.50		-1.00000	.77460	1.000
Adaptasi II	Tukey HSD	1.00	1.50		.00000	.87082	1.000
			2.00		-.50000	.87082	.977
			2.50		-.25000	.87082	.998
			3.00		-.50000	.87082	.977
		1.50	1.00		.00000	.87082	1.000
			2.00		-.50000	.87082	.977
			2.50		-.25000	.87082	.998
			3.00		-.50000	.87082	.977
		2.00	1.00		.50000	.87082	.977
			1.50		.50000	.87082	.977
			2.50		.25000	.87082	.998
			3.00		.00000	.87082	1.000
		2.50	1.00		.25000	.87082	.998
			1.50		.25000	.87082	.998
			2.00		-.25000	.87082	.998
			3.00		-.25000	.87082	.998
		3.00	1.00		.50000	.87082	.977
			1.50		.50000	.87082	.977
			2.00		.00000	.87082	1.000
	Bonferroni	1.00	2.50		.25000	.87082	.998
			1.50		.00000	.87082	1.000
			2.00		-.50000	.87082	1.000
			2.50		-.25000	.87082	1.000
			3.00		-.50000	.87082	1.000
		1.50	1.00		.00000	.87082	1.000
			2.00		-.50000	.87082	1.000
			2.50		-.25000	.87082	1.000
			3.00		-.50000	.87082	1.000
		2.00	1.00		.50000	.87082	1.000
			1.50		.50000	.87082	1.000

	2.50	.25000	.87082	1.000
	3.00	.00000	.87082	1.000
2.50	1.00	.25000	.87082	1.000
	1.50	.25000	.87082	1.000
	2.00	-.25000	.87082	1.000
	3.00	-.25000	.87082	1.000
3.00	1.00	.50000	.87082	1.000
	1.50	.50000	.87082	1.000
	2.00	.00000	.87082	1.000
	2.50	.25000	.87082	1.000

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

### 1. Tanpa Adaptasi

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	
Tukey HSD(a)	1.00	4	1.2500		
	2.00	4	2.0000		
	1.50	4	2.5000		
	3.00	4		4.5000	
	2.50	4		5.0000	
	Sig.			.275	.915

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 2. Adaptasi I

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05		
			1		
Tukey HSD(a)	2.00	4		1.5000	
	1.00	4		1.7500	
	3.00	4		1.7500	
	1.50	4		2.2500	
	2.50	4		2.7500	
	Sig.				.511

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 3. Adaptasi II

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05		
			1		
Tukey HSD(a)	1.00	4		1.5000	
	1.50	4		1.5000	
	2.50	4		1.7500	
	2.00	4		2.0000	
	3.00	4		2.0000	
	Sig.				.977

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 5. Monosit

#### Descriptives



	Dosis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
	Gy					Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Adap.	1.00	4	2.2500	.95743	.47871	.7265	3.7735
	1.50	4	4.0000	.81650	.40825	2.7008	5.2992
	2.00	4	3.2500	.95743	.47871	1.7265	4.7735
	2.50	4	5.7500	.50000	.25000	4.9544	6.5456
	3.00	4	5.5000	.57735	.28868	4.5813	6.4187
	Total	20	4.1500	1.53125	.34240	3.4334	4.8666
Adaptasi I	1.00	4	2.5000	1.29099	.64550	.4457	4.5543
	1.50	4	2.7500	.95743	.47871	1.2265	4.2735
	2.00	4	3.5000	1.29099	.64550	1.4457	5.5543
	2.50	4	2.7500	2.21736	1.10868	-.7783	6.2783
	3.00	4	4.7500	.95743	.47871	3.2265	6.2735
	Total	20	3.2500	1.51744	.33931	2.5398	3.9602
Adaptasi II	1.00	4	2.7500	.95743	.47871	1.2265	4.2735
	1.50	4	2.5000	1.29099	.64550	.4457	4.5543
	2.00	4	3.0000	1.82574	.91287	.0948	5.9052
	2.50	4	3.7500	.50000	.25000	2.9544	4.5456
	3.00	4	4.0000	.81650	.40825	2.7008	5.2992
	Total	20	3.2000	1.19649	.26754	2.6400	3.7600

#### Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tanpa Adap.	.771	4	15	.560
Adaptasi I	1.841	4	15	.174
Adaptasi II	3.254	4	15	.041

#### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tanpa Adap.	Between Groups	35.300	4	8.825	14.311	.000
	Within Groups	9.250	15	.617		
	Total	44.550	19			
Adaptasi I	Between Groups	13.500	4	3.375	1.674	.208
	Within Groups	30.250	15	2.017		
	Total	43.750	19			
Adaptasi II	Between Groups	6.700	4	1.675	1.226	.341
	Within Groups	20.500	15	1.367		
	Total	27.200	19			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable		(I) Dosis (Gy)	(J) Dosis (Gy)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tanpa Adap.	Tukey HSD	1.00	1.50	-1.75000(*)	.55528	.044
			2.00	-1.00000	.55528	.408
			2.50	-3.50000(*)	.55528	.000
		1.50	1.00	-3.25000(*)	.55528	.000
			2.00	1.75000(*)	.55528	.044
			2.50	.75000	.55528	.666
	2.00	1.00	-1.75000(*)	.55528	.044	
		1.50	-1.50000	.55528	.101	
		2.50	1.00000	.55528	.408	

		1.50		-0.75000	.55528	.666
		2.50		-2.50000(*)	.55528	.003
		3.00		-2.25000(*)	.55528	.008
	2.50	1.00		3.50000(*)	.55528	.000
		1.50		1.75000(*)	.55528	.044
		2.00		2.50000(*)	.55528	.003
		3.00		.25000	.55528	.991
	3.00	1.00		3.25000(*)	.55528	.000
		1.50		1.50000	.55528	.101
		2.00		2.25000(*)	.55528	.008
		2.50		-.25000	.55528	.991
Bonferroni	1.00	1.50		-1.75000	.55528	.066
		2.00		-1.00000	.55528	.919
		2.50		-3.50000(*)	.55528	.000
		3.00		-3.25000(*)	.55528	.000
	1.50	1.00		1.75000	.55528	.066
		2.00		.75000	.55528	1.000
		2.50		-1.75000	.55528	.066
		3.00		-1.50000	.55528	.164
	2.00	1.00		1.00000	.55528	.919
		1.50		-.75000	.55528	1.000
		2.50		-2.50000(*)	.55528	.004
		3.00		-2.25000(*)	.55528	.010
	2.50	1.00		3.50000(*)	.55528	.000
		1.50		1.75000	.55528	.066
		2.00		2.50000(*)	.55528	.004
		3.00		.25000	.55528	1.000
	3.00	1.00		3.25000(*)	.55528	.000
		1.50		1.50000	.55528	.164
		2.00		2.25000(*)	.55528	.010
		2.50		-.25000	.55528	1.000
Adaptasi I	Tukey HSD	1.00	1.50	-.25000	1.00416	.999
			2.00	-1.00000	1.00416	.853
			2.50	-.25000	1.00416	.999
			3.00	-2.25000	1.00416	.218
	1.50	1.00		.25000	1.00416	.999
			2.00	-.75000	1.00416	.942
			2.50	.00000	1.00416	1.000
			3.00	-2.00000	1.00416	.316
	2.00	1.00		1.00000	1.00416	.853
			1.50	.75000	1.00416	.942
			2.50	.75000	1.00416	.942
			3.00	-1.25000	1.00416	.727
	2.50	1.00		.25000	1.00416	.999
			1.50	.00000	1.00416	1.000
			2.00	-.75000	1.00416	.942
			3.00	-2.00000	1.00416	.316
	3.00	1.00		2.25000	1.00416	.218
			1.50	2.00000	1.00416	.316
			2.00	1.25000	1.00416	.727
			2.50	2.00000	1.00416	.316
Bonferroni	1.00	1.50		-.25000	1.00416	1.000

		2.00		-1.00000	1.00416	1.000
		2.50		-.25000	1.00416	1.000
		3.00		-2.25000	1.00416	.406
	1.50	1.00		.25000	1.00416	1.000
		2.00		-.75000	1.00416	1.000
		2.50		.00000	1.00416	1.000
		3.00		-2.00000	1.00416	.649
	2.00	1.00		1.00000	1.00416	1.000
		1.50		.75000	1.00416	1.000
		2.50		.75000	1.00416	1.000
		3.00		-1.25000	1.00416	1.000
	2.50	1.00		.25000	1.00416	1.000
		1.50		.00000	1.00416	1.000
		2.00		-.75000	1.00416	1.000
		3.00		-2.00000	1.00416	.649
	3.00	1.00		2.25000	1.00416	.406
		1.50		2.00000	1.00416	.649
		2.00		1.25000	1.00416	1.000
		2.50		2.00000	1.00416	.649
Adaptasi II	Tukey HSD	1.00	1.50	.25000	.82664	.998
			2.00	-.25000	.82664	.998
			2.50	-1.00000	.82664	.746
			3.00	-1.25000	.82664	.571
	1.50	1.00		-.25000	.82664	.998
		2.00		-.50000	.82664	.972
		2.50		-1.25000	.82664	.571
		3.00		-1.50000	.82664	.401
	2.00	1.00		.25000	.82664	.998
		1.50		.50000	.82664	.972
		2.50		-.75000	.82664	.890
		3.00		-1.00000	.82664	.746
	2.50	1.00		1.00000	.82664	.746
		1.50		1.25000	.82664	.571
		2.00		.75000	.82664	.890
		3.00		-.25000	.82664	.998
	3.00	1.00		1.25000	.82664	.571
		1.50		1.50000	.82664	.401
		2.00		1.00000	.82664	.746
		2.50		.25000	.82664	.998
	Bonferroni	1.00	1.50	.25000	.82664	1.000
			2.00	-.25000	.82664	1.000
			2.50	-1.00000	.82664	1.000
			3.00	-1.25000	.82664	1.000
	1.50	1.00		-.25000	.82664	1.000
		2.00		-.50000	.82664	1.000
		2.50		-1.25000	.82664	1.000
		3.00		-1.50000	.82664	.896
	2.00	1.00		.25000	.82664	1.000
		1.50		.50000	.82664	1.000
		2.50		-.75000	.82664	1.000
		3.00		-1.00000	.82664	1.000
	2.50	1.00		1.00000	.82664	1.000

	1.50	1.25000	.82664	1.000
	2.00	.75000	.82664	1.000
	3.00	-.25000	.82664	1.000
3.00	1.00	1.25000	.82664	1.000
	1.50	1.50000	.82664	.896
	2.00	1.00000	.82664	1.000
	2.50	.25000	.82664	1.000

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

### 1. Tanpa Adaptasi

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Tukey HSD(a)	1.00	4	2.2500			
	2.00	4	3.2500	3.2500		
	1.50	4		4.0000	4.0000	
	3.00	4			5.5000	5.5000
	2.50	4				5.7500
	Sig.			.408	.666	.101

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 2. Adaptasi I

	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	1.00	4	2.5000
	1.50	4	2.7500
	2.50	4	2.7500
	2.00	4	3.5000
	3.00	4	4.7500
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

### 3. Adaptasi II

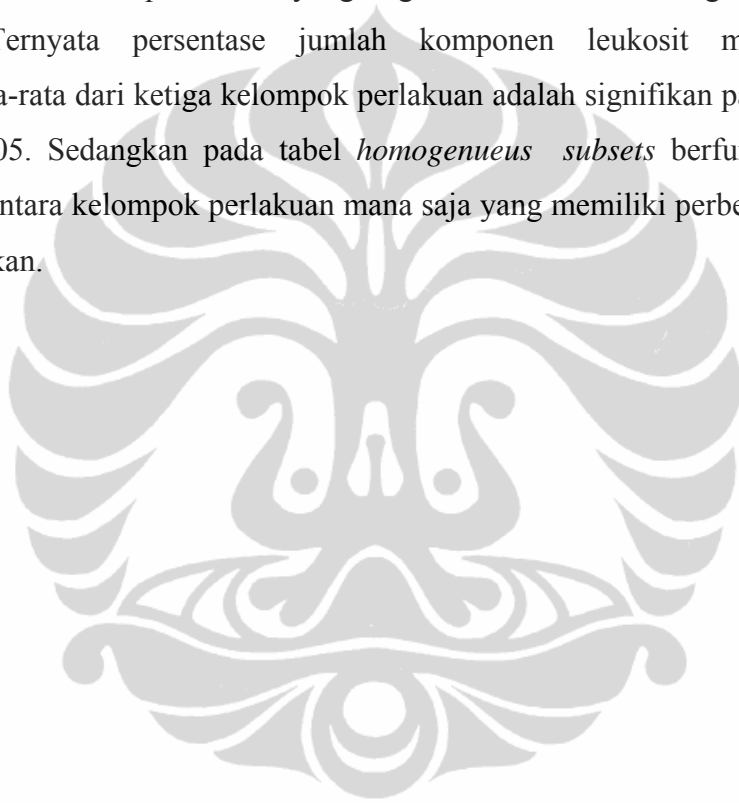
	Dosis (Gy)	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD(a)	1.50	4	2.5000
	1.00	4	2.7500
	2.00	4	3.0000
	2.50	4	3.7500
	3.00	4	4.0000
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Dengan melihat semua tabel *test of homogeneity of variance* pada masing-masing komponen leukosit dapat dinyatakan bahwa dosis radiasi untuk semua

komponen leukosit adalah homogen dengan nilai  $Sig \geq 0.05$ . Kemudian untuk tabel *anova* dengan uji F,  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  dan nilai  $Sig \leq 0.05$  yang menyatakan signifikan adanya penurunan persentase jumlah komponen leukosit sebelum dan sesudah diradiasi adalah untuk studi awal. Sedangkan perlakuan adaptasi I dan adaptasi II menyatakan  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  dan nilai  $Sig \geq 0.05$  yang menyatakan tidak signifikan adanya penurunan persentase jumlah komponen leukosit sebelum dan sesudah diradiasi. Pada tabel *multiple comparisons (Post Hoc Tests)* berfungsi untuk mengetahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara ketiga kelompok perlakuan. Ternyata persentase jumlah komponen leukosit menunjukkan perbedaan rata-rata dari ketiga kelompok perlakuan adalah signifikan pada tingkat signifikansi 0.05. Sedangkan pada tabel *homogeneous subsets* berfungsi untuk menentukan antara kelompok perlakuan mana saja yang memiliki perbedaan tidak secara signifikan.



Surat Ijin Penelitian di RSUP Sanglah Denpasar.

**DEPARTEMEN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**  
**DIREKTORAT JENDERAL BINA PELAYANAN MEDIK**  
**RUMAH SAKIT UMUM PUSAT SANGLAH DENPASAR**  
Jl. Diponegoro Denpasar-Bali (80114)  
Telp. (0361) 227911-227915, Fax (0361) 224206  
Email : [info@sanglahbalihospital.com](mailto:info@sanglahbalihospital.com), Website : [www.sanglahbalihospital.com](http://www.sanglahbalihospital.com)

---

**SURAT IJIN**  
No: RSUP/KP.01.01.D12/2658

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :


**N a m a** : dr. Anak Ayu Sri Saraswati, M.Kes  
**N I P** : 195603211982112001  
**Pangkat/Gol** : Pembina Utama Muda, IV/c  
**Jabatan** : Direktur Keuangan RSUP Sanglah Denpasar

Memberi ijin kepada :

**Nama** : Gusti Ngurah Sutapa  
**NIM** : 0806421104  
**Kekhususan** : Fisika Medis Pascasarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

Untuk melakukan penelitian tentang “Respon Radioadaptasi Terhadap Kuantitas Sel Darah Putih (*Leukosit*) Mencit (*Mus Musculus L*) Dengan Radiasi Co-60” di RSUP Sanglah Denpasar.  
Demikian surat ijin ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

DIKELUARKAN DI : DENPASAR  
PADA TANGGAL : 23 FEBRUARI 2010

**DIREKTUR KEUANGAN**  
  
dr. Anak Ayu Sri Saraswati, M.Kes.  
NIP. 195603211982112001

**Tembusan:**

1. Ka. Instalasi Radiologi RSUP Sanglah Denpasar
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

## Lampiran XI.

### Keterangan Kelaikan Etik (*Ethical Clearance*).



UNIT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN (LITBANG)  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS UDAYANA/  
RUMAH SAKIT UMUM PUSAT SANGLAH DENPASAR  
Jln. Kesehatan, Denpasar



#### KETERANGAN KELAIKAN ETIK (ETHICAL CLEARANCE)

No : 16/Skrt/1/2010

Komisi Etika Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar, setelah mempelajari dengan seksama rancangan penelitian yang diusulkan dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul :

**“RESPON RADIOADAPTASI TERHADAP KUANTITAS SEL DARAH PUTIH  
(LEUKOSIT) MENCIT (*MUS MUSCULUS L*) DENGAN RADIASI Co-60”**

Peneliti Utama : Gusti Ngurah Sutapa, S.Si.

Unit/Lembaga/Tempat Penelitian : Radioterapi RSUP Sanglah Denpasar.

Dinyatakan Laik Etik.

Unit Penelitian dan Pengembangan  
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/  
Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar  
Ketua,

Denpasar, 18 Januari 2010  
Komisi Etika Penelitian  
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/  
Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar  
Ketua,

Prof. Dr. dr. A.A. Raka Sudewi, SpS (K.)  
NIP. 140 171 826.



Prof. Dr. dr. Putu Astawa, Sp.OT.,M.Kes.  
NIP. 130 886 691.





