

## MENENTUKAN RESPON ADAPTASI TERHADAP KUANTITAS DAN KOMPONEN *LEUKOSIT* MENCIT (*MUS MUSCULUS L*) PASCA RADIASI GAMMA Co-60

Ni Luh Widyasari<sup>1</sup>, I Gusti Ngurah Sutapa<sup>2</sup>, I Wayan Balik Sudarsana<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia, 80361

<sup>3</sup>Instalasi Radioterapi, RSUP SANGLAH, Denpasar

Email: [sutapa@unud.ac.id](mailto:sutapa@unud.ac.id)

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui respon adaptasi terhadap kuantitas dan komponen *leukosit* pasca radiasi *gamma* Co-60. Penelitian ini menggunakan 20 ekor mencit dengan berat rata-rata 20-30 gram dan umur 35-95 hari. Hewan mencit diberikan dosis adaptasi 0,1 Gy dilanjutkan dengan dosis kontinu 1 Gy, 2 Gy dan 3 Gy. Penyinaran radiasi *gamma* Co-60 menunjukkan bahwa kuantitas *leukosit* menurun hingga menuju hari ke-30 yang disebut sebagai titik terendah. Dengan pemberian dosis adaptasi 0,1 Gy terbukti dapat mengurangi kerusakan *leukosit* sebesar 13,95% dibandingkan dengan tanpa pemberian dosis adaptasi. Setelah melewati titik terendah, kuantitas *leukosit* mengalami peningkatan hingga hari ke-60. Dengan dosis adaptasi terjadi peningkatan yang lebih cepat hingga mencapai peningkatan sebesar 25,16%. Pada komponen *leukosit*, yang memiliki peningkatan kuantitas mirip dengan *leukosit* adalah *neutrofil* segmen dan *limfosit*

Kata kunci : titik terendah, respon adaptasi, dosis adaptasi, leukosit, radiasi

### Abstract

Research has been conducted to study adaptive response of the quantity and components leucocyte after Co-60 gamma radiation. This research used 20 male mice with an average weight of 20-30 g and aged 35-95 days. The male mice given adaptive dose 0,1 Gy followed by a continuous dose of 1 Gy, 2 Gy and 3 Gy. Co-60 gamma radiation shows that the quantity of leucocytes decreased until the 30th day is called lowest point. With 0,1 Gy adaptive dose shown to reduce leucocyte damage by 13,95% compared with no adaptation dose. After passing through the lowest point, the quantity of leucocytes increased until the 60th day. With an increase in the adaptive dose is faster to reach an increase of 25,16%. On leucocyte component, which has increased similar with quantity leucocytes is the neutrophil segment and lymphocytes.

Keywords : the lowest poin, adaptive response, adaptive dose, leucocytes, radiation

### I. PENDAHULUAN

Fenomena efek radiasi dosis rendah merupakan suatu perubahan besar tentang pemikiran bagaimana radiasi pengion sebagai penyebab adanya perubahan materi biologis. Salah satu fenomena yang dimaksud adalah respon radioadaptasi yang merupakan bagian penting dari respon

molekul, sel dan jaringan tubuh terhadap radiasi pengion (Brooks, 2005). Fenomena respon radioadaptasi merupakan respon yang terjadi saat perubahan ekspresi gen dapat diinduksi oleh paparan radiasi dosis rendah sekitar (<0,5 Gy) (Brooks, 2005; Coleman, 2005). Dengan adanya respon adaptasi, dapat mengubah efektivitas

paparan radiasi berikutnya dengan dosis yang lebih besar (Okazaki, 2005; Khadim, 2004). Dari penelitian ini dapat diketahui gambaran titik terendah dan persentase peningkatan kuantitas dan komponen *leukosit* mencit pasca radiasi *gamma* Co-60 dengan pemberian dosis adaptasi 0,1 Gy dan dosis kontinu sebesar 1 Gy, 2 Gy dan 3 Gy. Dengan objek mencit (*Mus musculus L*) sebanyak 20 ekor, berat badan berkisar 20-30 gram dan usia antara 1-3 bulan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui titik terendah kuantitas *leukosit* pasca radiasi dengan dosis kontinu sebesar 1 Gy, 2 Gy dan 3 Gy. Dan mengetahui persentase peningkatan kuantitas dan komponen *leukosit* mencit pasca radiasi *gamma* Co-60 dengan dosis adaptasi 0,1 Gy.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Radiasi

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya (foton) dari sumber radiasi. Secara garis besar radiasi digolongkan ke dalam radiasi pengion dan radiasi non-pengion. Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat mengionisasi atom-atom atau materi yang dilaluinya seperti partikel *alpha* ( $\alpha$ ), partikel *beta* ( $\beta$ ), sinar *gamma* ( $\gamma$ ), sinar-X dan partikel *neutron*. Radiasi nonpengion adalah jenis radiasi yang tidak menyebabkan efek ionisasi

apabila berinteraksi dengan materi seperti gelombang radio, sinar inframerah dan cahaya matahari (Akhadi, 2000).

### 2.2 Sel Darah Putih (*Leukosit*)

*Leukosit* berperan penting dalam pertahanan seluler organisme terhadap benda-benda asing. Di dalam darah normal terdapat rata-rata jumlah leukosit  $4 - 11 \times 10^3/\mu\text{L}$  (Zukasti, 2003). Jumlah *leukosit* lebih banyak diproduksi jika kondisi tubuh sedang sakit apabila dalam sirkulasi darah jumlah *leukosit* lebih sedikit dibandingkan *eritrosit*. *Leukosit* memiliki variasi pada struktur, fungsi dan jumlahnya (Sherwood, 1996). *Leukosit* digolongkan menjadi dua kelompok yaitu :

- a. *Granulosit* merupakan *leukosit* yang memiliki butir khas dan jelas dalam *sitoplasma*-nya yang terdiri dari *neutrofil*, *eosinofil*, dan *basofil*. Sedangkan
- b. *Agranulosit* merupakan leukosit yang tidak memiliki butir khas dalam *sitoplasma*-nya dan terdiri dari *monosit* dan *limfosit*.

### 2.3 Respon Adaptasi

Respon radioadaptasi adalah fenomena biologis dimana resistensi terhadap radiasi diperoleh dari satu atau beberapa paparan radiasi awal dengan dosis yang sangat rendah. Perubahan inilah yang merupakan respon adaptasi sel terhadap paparan radiasi. Respon adaptasi tergolong

menjadi dua yaitu respon adaptasi *in vitro* dan *in vivo*.

- a. Respon adaptasi secara *in vitro* telah dilakukan pada sel limfosit manusia yang diinduksi sinar-X. Dimana sel darah manusia dikultur selama 34 jam, kemudian diradiasi dengan dosis awal sebesar 0,01 Gy sebagai dosis adaptasi. Empat belas jam kemudian diradiasi kembali dengan dosis *challenge* 1,5 Gy.
- b. Respon adaptasi secara *in vivo* dilakukan melalui pemberian variasi dosis adaptasi ke seluruh tubuh yang dosisnya lebih besar dari studi *in vitro*. Pada *in vivo*, dosis awal 0,02 Gy telah memberikan efek nyata pada induksi keadaan *fetus* yang disebabkan oleh dosis *challenge* sebesar 2 Gy (Alatas, 2004)

#### 2.4 Mencit (*Mus Musculus L*)

Mencit (*Mus musculus L*) sering digunakan sebagai hewan model dalam kegiatan penelitian. Hewan ini mudah didapat, mudah dikembangbiakkan dan memiliki lama hidup sekitar satu hingga dua tahun. Mencit laboratorium dapat dikandangkan pada kotak yang dapat terbuat dari berbagai macam bahan, misalnya plastik, aluminium atau baja tahan karat (Smith, 1988; Mangkoewidjojo, 1988). Mencit sering digunakan sebagai sarana penelitian biomedis. Kaitannya dengan biomedis, dimana mencit digunakan sebagai model penyakit manusia dalam hal

genetika. Hal tersebut karena kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme, dan biokimia-nya cukup dekat dengan manusia.

### III. METODE PENELITIAN

Proses radiasi mencit dengan menggunakan Iradiator Panorama Serba Guna (IRPASENA) yang merupakan salah satu fasilitas radiasi gamma yang berada di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (BATAN), Pasar Jumat, Jakarta. Proses radiasi dilakukan dengan menggunakan dosis 1,1 Gy, 2,1 Gy dan 3,1 Gy. Untuk proses pengambilan dan pemeriksaan sampel darah mencit dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler. Proses pengambilan darah dilakukan dengan memotong ujung ekor mencit yang terlebih dahulu dibersihkan dengan alkohol. Setelah diperoleh sampel darah mencit, mulai dilakukan perhitungan jumlah *leukosit* secara manual dengan menggunakan alat ukur hemositometer yang dilengkapi dengan pipet pengencer dan kamar hitung. Selanjutnya dihitung dengan bantuan mikroskop. Alat dan bahan yang digunakan seperti pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Bahan dan Alat Penelitian

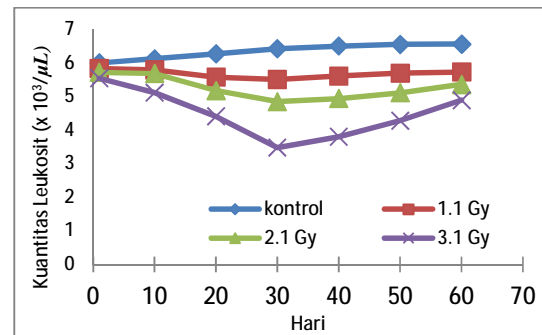
No.	Bahan penelitian	Alat penelitian
1.	Sampel leukosit mencit	IRPASENA
2.	Larutan Turk	Tabung <i>eppendorf</i>
3.	Larutan EDTA	Hemositometer
4.	Alkohol	Pipet pengencer
5.	Minyak <i>imersi</i>	Mikroskop
6.	Pewarna <i>giemsa</i> 5%	Kaca preparat
7.	<i>Aquades</i>	Kandang dan pakan

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil perhitungan jumlah leukosit sebelum dan sesudah diradiasi dengan dosis 1,1 Gy, 2,1 Gy dan 3,1 Gy dilakukan pemeriksaan kuantitas leukosit mencit dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.1

Untuk lebih jelas, data pada Tabel 4.1 direpresentasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1. Dari Gambar 4.1 secara umum menunjukkan bila dibandingkan dengan grafik kontrol, grafik untuk dosis 1,1 Gy dan 2,1 Gy menunjukkan penurunan kuantitas leukosit yang sangat rendah. Sedangkan perilaku untuk dosis 3,1 Gy berbeda dengan dosis 1,1 Gy dan 2,1 Gy. Mulai hari ke-1 hingga hari ke-30 menunjukkan penurunan yang sangat tajam, kemudian terjadi peningkatan setelah melewati hari ke-30 hingga hari ke-60. Hal ini terjadi karena leukosit telah mengalami proses pemulihan (*recovery*). Dengan pemberian dosis adaptasi sebesar 0,1 Gy terhadap radiasi secara spontan, telah memberikan peningkatan kuantitas leukosit

sehingga mampu memperkecil efek radiasi yang ditimbulkan.

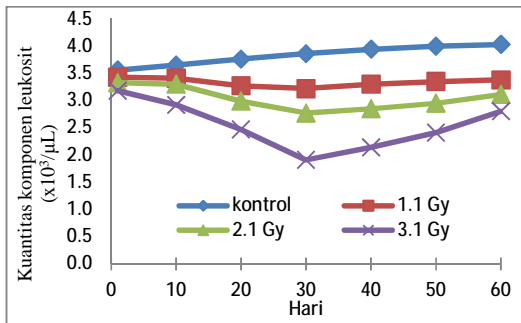


**Gambar 4.1** Grafik kuantitas leukosit untuk waktu dan dosis yang berbeda

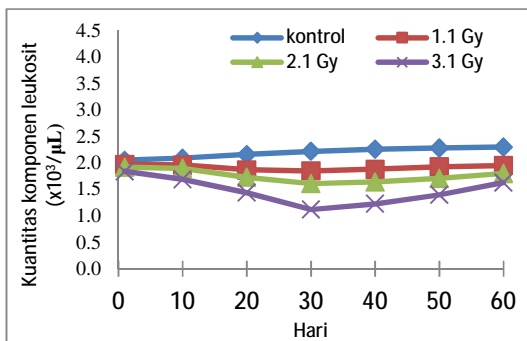
Selain kuantitas leukosit yang diteliti terhadap efek radiasi, komponen leukosit yaitu neutrofil batang, neutrofil segmen, limfosit, monosit, basofil dan eusenofil juga diteliti terhadap efek radiasi. Namun, dari keenam jenis komponen leukosit hanya komponen neutrofil batang dan limfosit yang menunjukkan respon sama dengan leukosit untuk setiap dosis yang diberikan. Sehingga gambaran respon kedua jenis komponen neutrofil batang dan limfosit dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3 yang menunjukkan grafik untuk komponen neutrofil segmen dan limfosit yang terjadi

**Tabel 4.1** Rata-Rata Kuantitas Leukosit Kelompok Mencit Kontrol dan Perlakuan

Hari	Rata-rata kuantitas leukosit ( $10^3/\mu\text{L}$ )			
	Kontrol	1,1 Gy	2,1 Gy	3,1 Gy
1	$6,00 \pm 0,22$	$5,84 \pm 0,23$	$5,72 \pm 0,39$	$5,54 \pm 0,30$
10	$6,12 \pm 0,24$	$5,80 \pm 0,05$	$5,69 \pm 0,10$	$5,12 \pm 0,17$
20	$6,27 \pm 0,44$	$5,58 \pm 0,12$	$5,18 \pm 0,30$	$4,41 \pm 0,16$
30	$6,42 \pm 0,14$	$5,51 \pm 0,10$	$4,85 \pm 0,24$	$3,48 \pm 0,40$
40	$6,50 \pm 0,27$	$5,61 \pm 0,13$	$4,94 \pm 0,23$	$3,80 \pm 0,23$
50	$6,55 \pm 0,23$	$5,70 \pm 0,08$	$5,11 \pm 0,14$	$4,28 \pm 0,14$
60	$6,56 \pm 0,15$	$5,73 \pm 0,07$	$5,06 \pm 0,36$	$4,89 \pm 0,09$



**Gambar 4.2** Grafik kuantitas komponen *neutrofil* segmen dengan variasi dosis yang berbeda



**Gambar 4.3** Grafik kuantitas komponen *limfosit* dengan variasi dosis yang berbeda

penurunan kuantitas *leukosit* dari hari ke-1 sampai hari ke-30, selanjutnya mengalami peningkatan setelah melewati hari ke-30 sampai hari ke-60. Respon kedua jenis komponen *leukosit* ini menunjukkan hasil yang hampir sama untuk setiap dosis yang diberikan. Dengan adanya dosis adaptasi sebesar 0,1 Gy sebelum pemberian dosis 1 Gy, 2 Gy dan 3 Gy, mampu memberikan respon adaptasi yang meningkat setelah titik terendah kerusakan sel yaitu di hari ke-30. Terlihat bahwa jumlah komponen *neutrofil* segmen dan *limfosit* meningkat setelah hari ke-30 sampai hari ke-60 dan jumlahnya

mendekati normal seperti pada saat keadaan kontrol.

Untuk komponen *neutrofil* batang, *monosit*, *basofil* dan *eusenofil* digambarkan bahwa rata-rata jumlah masing-masing komponen *leukosit* berfluktuasi mulai pada hari ke-1 sampai hari ke-60 dan grafik dosis perlakuan cenderung berada diatas grafik kontrol. Sehingga belum dapat menunjukkan hubungan antara perubahan jumlah komponen *leukosit* terhadap efek radiasi.

Penelitian ini menunjukkan kuantitas *leukosit* mencit untuk kontrol dari hari ke-1 sampai hari ke-60 mengalami peningkatan berkisar dari 6,00 - 6,56 x 10<sup>3</sup>/μL yang masih berada pada kisaran 4 - 11 x 10<sup>3</sup>/μL (Zukasti, 2003). Jumlah *leukosit* mencit pada kontrol mengalami peningkatan karena terdapat hubungan linier antara berat badan dengan jumlah sel sumsum tulang (Hall, 1972).

Pada grafik kuantitas *leukosit* menunjukkan titik terendah terjadi mendekati hari ke-30. Dengan membandingkan penelitian perlakuan menggunakan dosis respon adaptasi dan tanpa dosis respon adaptasi menunjukkan jumlah *leukosit* pada titik terendah mencapai 2,5 x 10<sup>3</sup>/μL dengan persentase 40,26% (Asari, 2013) yang jauh lebih rendah dibandingkan grafik dengan dosis respon adaptasi yang mencapai 3,5 x 10<sup>3</sup>/μL

dengan persentase 54,21%. Sehingga pada titik terendah dapat memberikan peningkatan jumlah *leukosit* sebesar 13,95%. Peningkatan jumlah *leukosit* pada titik terendah dapat memberikan gambaran kondisi mencit yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi mencit tanpa dosis respon adaptasi.

Melewati hari ke-30 sampai dengan hari ke-60 jumlah *leukosit* menunjukkan peningkatan. Laju perubahan dengan respon sangat cepat dibandingkan tanpa respon. Jumlah *leukosit* dengan respon pada hari ke-60 telah mencapai  $4,08 \times 10^3/\mu\text{L}$  atau sebesar 74,54%, jumlahnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa respon yaitu sebesar  $3,16 \times 10^3/\mu\text{L}$  atau 49,38%. Jadi dengan menggunakan dosis respon adaptasi memiliki laju peningkatan jumlah leukosit hingga 25,16% untuk dapat mencapai normal.

Laju perubahan yang cepat ini dipengaruhi oleh proses pemulihan (*recovery*) sel akibat efek radiasi yang berlangsung dengan berjalannya waktu. Menurut Soetrisno (1987), jumlah *leukosit* dipengaruhi oleh kondisi tubuh, *stress* dan konsumsi makanan. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah *eritrosit* dan *leukosit* pada hewan yaitu tergantung pada spesies dan kondisi pakannya. Pengaruh lainnya disebabkan oleh adanya respon adaptasi yaitu suatu fenomena

biologi di mana resistensi terhadap radiasi diperoleh dengan memberikan satu kali atau beberapa kali dosis radiasi awal dengan dosis rendah (Khadim, 2004). Broome pada tahun 2002 telah membuktikan bahwa dosis rendah dapat meningkatkan kemampuan sel untuk melakukan pemulihan (*recovery*).

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data, maka dapat dibuat kesimpulan yaitu:

1. Penurunan kuantitas *leukosit* pada titik terendah berada pada hari ke-30, kemudian kuantitas *leukosit* mengalami peningkatan hingga hari ke-60 hampir menuju keadaan normal. Hal yang sama terjadi pada komponen *leukosit* khususnya pada komponen *neutrofil segmen* dan *limfosit*.
2. Persentase peningkatan kuantitas leukosit setelah hari ke-30 hingga hari ke-60 sebesar 25,16%. Pengamatan peningkatan yang paling terlihat berada pada dosis 3,1 Gy. Sedangkan untuk komponen leukosit juga memiliki persentase peningkatan kuantitas khusus pada komponen *neutrofil segmen* dan *limfosit*.
3. Dari keenam jenis komponen leukosit, yang memiliki respon yang sama dengan leukosit adalah neutrofil segmen dan limfosit baik pada dosis 1,1 Gy, 2,1 Gy dan 3,1 Gy.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk memperoleh hasil penelitian yang lebih akurat sebaiknya menggunakan hewan uji lain seperti kera yang memiliki fisiologi dan patologi hampir sama dengan manusia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, Mukhlis. 2000. *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Alatas, Z. (2004). *Efek Bystander Akibat Radiasi Pengion*. Porsiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir.
- Asari, Ayu. 2013. *Menentukan Kuantitas dan Komponen Leukosit Mencit (Mus musculus) pada Titik Terendah Pasca Radiasi Gamma Co-60*. Jurusan Fisika FMIPA Unud. Bukit Jimbaran, Bali. Halaman 24.
- Broome, E.J., Brown, D.L., and Mitchel, R.E.J. 2002. Dose Response for Adaptaion 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.
- Brooks, A.L. 2005. Paradigm Shifts in Radiation Biology: Their Impact on Intervention for Radiation Induced. *Journal of Radiation Research*. 164, 454-461.
- Coleman, M.A., Yin, E., Peterson, L.E., Nelson, D., Sorensen, K., Tucker, J.D., and Andrew, J.W. 2005. Low-Dose Irradiation Alters the Transcript Profiles of Human Lymphoblastoid Cells Including Genes Associated with Cytogenetic Radioadaptive Response. *Radiation. Res*. 164, 369-382.
- Effendi, Z. 2003. *Peran Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik Dalam Tubuh*. Bagian Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara.
- Kadhim, M.A., Moore, S.R., Goodwin, E.H. 2004. Interrelationships amongst Radiation Induced Genomic Instability, Bystander Effects, and the Adaptive Response. *Mutat. Research* 568, 21-32.
- Okazaki, R., Ootsuyama, A., and Norimura, T. 2005. Radioadaptive Response for Protection against Radiation-Induced Teratogenesis. *Journal of Radiation Research*. 163, 266-270.
- Sherwood, L. 1996. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Jakarta. EGC.
- Smith, B.V.Sc., dan Mangkoewidjojo, S. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan, dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Penerbit Universitas Indonesia.