



Original Article

Penurunan Jumlah Leukosit Pekerja di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pasca Paparan Radiasi Pengion

Jannes Bastian Selly¹, Andreas Umbu Roga², Noorce Christiani Berek²

¹Fakultas Kesehatan, Universitas Citra Bangsa, Kupang–NTT

²Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Nusa Cendana, Kupang–NTT

Abstrak

p-ISSN: 2301-4369 e-ISSN: 2685-7898
<https://doi.org/10.36408/mhjcm.v9i1.668>

Diajukan: 02 November 2021
Diterima: 20 Desember 2021

Afiliasi Penulis:
Fakultas Kesehatan,
Universitas Citra Bangsa,
Kupang

Korespondensi Penulis:
Jannes Bastian Selly
Jalan Manafe No. 17 Kayuputih,
Oebobo 85111, Kupang–NTT,
Indonesia

E-mail:
bastian.jannes04@gmail.com

Latar belakang : Pekerja pada instalasi radiologi rumah sakit, memiliki risiko terpapar radiasi pengion selama bekerja. Radiasi pengion berpotensi menyebabkan ionisasi dalam tubuh, sehingga dapat menimbulkan kerugian bagi pekerja. Salah satu upaya untuk meminimalisir risiko paparan radiasi adalah dengan melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi efek dari paparan radiasi, khususnya radiasi pengion yang diterima selama bekerja terhadap jumlah leukosit pekerja.

Metode : Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Responden dalam penelitian ini sebanyak 20 orang pekerja pada instalasi radiologi di 3 rumah sakit di Kupang yang memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan. Variabel bebas (X) dalam, penelitian ini adalah dosis paparan radiasi dalam satuan *milisievert* (mSv), sedangkan variabel terikat (Y) adalah jumlah leukosit darah pekerja.

Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan paparan radiasi terhadap jumlah leukosit pekerja pada instalasi radiologi menurut persamaan $\hat{Y} = 3,959 - 3,989X$ dengan *p-value* 0,001 dan $R^2 = 0,455$.

Simpulan : Paparan radiasi pengion yang diterima oleh pekerja memberikan dampak sebesar 45,5% terhadap penurunan jumlah leukosit sebesar $0,03 \times 10^3 / \mu\text{L}$, setiap peningkatan 1 unit dosis.

Kata kunci : Dosis paparan radiasi, instalasi radiologi, leukosit, pekerja radiasi, radiasi pengion.

Decreasing The Number of Leucocytes of Workers in Radiology Installations Due Ionizing Radiation Exposure

Abstract

Background : Workers in hospital radiology installations are at risk of being exposed to ionizing radiation during work. Ionizing radiation has the potential to cause ionization in the body, so it can cause harm to workers. One of the efforts to minimize the risk of radiation exposure is to conduct regular health checks. This study aims to identify the effects of radiation exposure, especially ionizing radiation received during work on the number of leukocytes of workers.

Methods : The type of this research is observational analytic with cross sectional approach. Respondents in this study were 20 workers at radiology installations in 3 hospitals in Kupang who met the inclusion criteria specified. The independent variable (X) in this study is the dose of radiation exposure in units of milisieverts (mSv), while the dependent variable (Y) is the number of workers' blood leukocytes..

Results : The results showed that there was a significant effect of radiation exposure on the number of leukocytes of workers in radiology according to the equation $Y = 3.959 - 3.989X$ with p -value 0.001 and $R^2 = 0.455$.

Conclusion : Exposure to ionizing radiation received by workers has an impact of 45.5% on a decrease in the number of leukocytes by $0.03 \times 10^3 / \mu\text{L}$, every 1 unit dose increase.

Keywords : Radiation exposure doses, radiology installations, leukocytes, radiation workers, ionizing radiation.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan radiasi yang digunakan dalam proses diagnostik maupun terapi, menggunakan jenis radiasi pengion seperti sinar X dan gamma yang dapat mengionisasi sel atau jaringan yang dipapar. Ionisasi sel dan jaringan sehat dapat menghasilkan radikal bebas dalam tubuh yang memberikan dampak buruk bagi kesehatan.¹ Pekerja di instalasi radiologi rumah sakit memiliki resiko paparan lebih besar dibandingkan pasien karena akumulasi dosis yang diterima setiap hari selama bekerja.² Efek biologis yang dapat dialami pasca terpapar radiasi adalah kerusakan pada sistem hemopoetik dan limfatik hingga berpotensi muncul penyakit-penyakit berbahaya seperti kanker.³ Peluang terjadi kanker meningkat 5% setiap kenaikan dosis paparan radiasi 100 mSv.⁴ Komisi internasional yang menangani bidang proteksi radiasi, ICRP (*International Commission of Radiation Protection*) telah menetapkan Nilai Batas Dosis (NBD) radiasi bagi pekerja radiasi sebesar 5 mSv setiap 3 bulan, atau 20 mSv per tahun, atau tidak melebihi 100 mSv dalam lima tahun. Peraturan ini diterapkan di seluruh negara di dunia, termasuk di Indonesia. Regulasi mengenai pemanfaatan tenaga nuklir ditetapkan dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 dalam pasal 15.¹ Setiap pekerja diwajibkan menggunakan dosimeter personal untuk mengontrol dosis ekuivalen radiasi yang diterima. Pemeriksaan kesehatan bagi pekerja radiasi, juga harus dilakukan secara rutin untuk mengidentifikasi efek stokastik radiasi.^{5,6}

Efek stokastik merupakan efek radiasi yang dapat muncul pada individu tanpa ada dosis ambang yang pasti, dengan kata lain, meskipun dosis radiasi yang diterima individu sangat kecil, namun dapat menimbulkan dampak buruk bagi tubuh. Hasil pemeriksaan kesehatan dapat dijadikan indikator untuk

melihat perubahan biologis yang terjadi pada sel tubuh akibat paparan radiasi. Penelitian terdahulu menemukan bahwa, petugas radiologi rumah sakit mengalami penurunan kadar Hb serum besi dan jumlah retikulosit selama 1 tahun masa pengamatan antara tahun 2014 sampai 2015.⁴ Penelitian lain menemukan bahwa terdapat korelasi yang signifikan berpola negatif antara dosis paparan radiasi sinar X dengan jumlah leukosit pekerja.⁷ Hasil ini didukung dengan temuan bahwa gangguan pada hematologi dapat menjadi pemicu terjadinya kanker darah.^{8,9} Peluang terjadinya kanker darah akibat paparan radiasi pengion sebesar 9,2 per 1000 kasus.^{3,10}

Kupang merupakan ibukota Propinsi Nusa Tenggara Timur. Terdapat 10 rumah sakit yang baik milik pemerintah maupun swasta dan tujuh diantaranya telah memiliki instalasi radiologi. Akan tetapi, tidak ditemukan hasil penelitian mengenai pengaruh radiasi terhadap kesehatan pekerja. Survei awal yang dilakukan penulis terhadap beberapa pekerja dan pasien pada instalasi radiologi, diketahui bahwa tidak semua prosedur mengenai proteksi radiasi diperhatikan, sementara radiasi pengion yang diterima setiap hari selama bekerja makin meningkatkan risiko terhadap gangguan profil hematologi pekerja. Peneliti menduga bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara dosis radiasi yang diterima pekerja terhadap profil hematologi, khususnya sel darah putih (leukosit) pekerja. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini, sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan informasi bagi pihak manajemen rumah sakit untuk memperbaiki atau meningkatkan *quality assurance* bagi pekerja khususnya pada instalasi radiologi.

METODE PENELITIAN

Jenis dan desain penelitian ini adalah analitik

observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi target adalah seluruh pekerja pada instalasi radiologi rumah sakit di Kupang. Teknik sampling yang digunakan adalah *non probability sampling* yaitu *purposive sampling*. Kriteria inklusi yang ditetapkan adalah 1) pekerja telah bekerja minimal 1 tahun, 2) memiliki arsip hasil pemeriksaan kesehatan dan hasil pembacaan dosis radiasi selama 1 tahun, 3) tidak memiliki riwayat penyakit yang berhubungan dengan data penelitian yang akan diambil, 4) bersedia menjadi responden dalam penelitian. Berdasarkan kriteria inklusi yang ditetapkan, hanya ada 3 rumah sakit yang pekerjanya dapat dijadikan sebagai subyek penelitian yaitu RSUD Prof. Dr. W. Z. Johannes sebanyak 16 pekerja, RSUD Naibonat sebanyak 2 pekerja dan RS Wirasakti sebanyak 2 pekerja, sehingga total sebanyak 20 responden yang bersedia menjadi subyek penelitian.

Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder hasil pemeriksaan kesehatan dan pembacaan dosis paparan radiasi selama 1 tahun pada waktu yang sama yaitu pada bulan Desember tahun 2018. Data ini peneliti peroleh setelah mendapatkan ijin dari manajemen rumah sakit, dan persetujuan dari pekerja sebagai calon responden. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis paparan radiasi, sedangkan variabel terikatnya adalah jumlah leukosit pekerja berdasarkan hasil pemeriksaan kesehatan yang dilakukan. Analisis data dilakukan menggunakan *software* statistik menggunakan metode uji regresi linear sederhana.

Sebelum melakukan penelitian, peneliti telah mengajukan proposal penelitian untuk diuji kelayakan etik dan dinyatakan laik untuk diteliti oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran

Universitas Nusa Cendana, melalui rekomendasi dengan nomor: 05/UN15.16/KEPK/2019. Seluruh pekerja yang memenuhi kriteria inklusi, bersedia menjadi responden dan menandatangani *informed consent* yang disediakan peneliti.

HASIL DAN DISKUSI

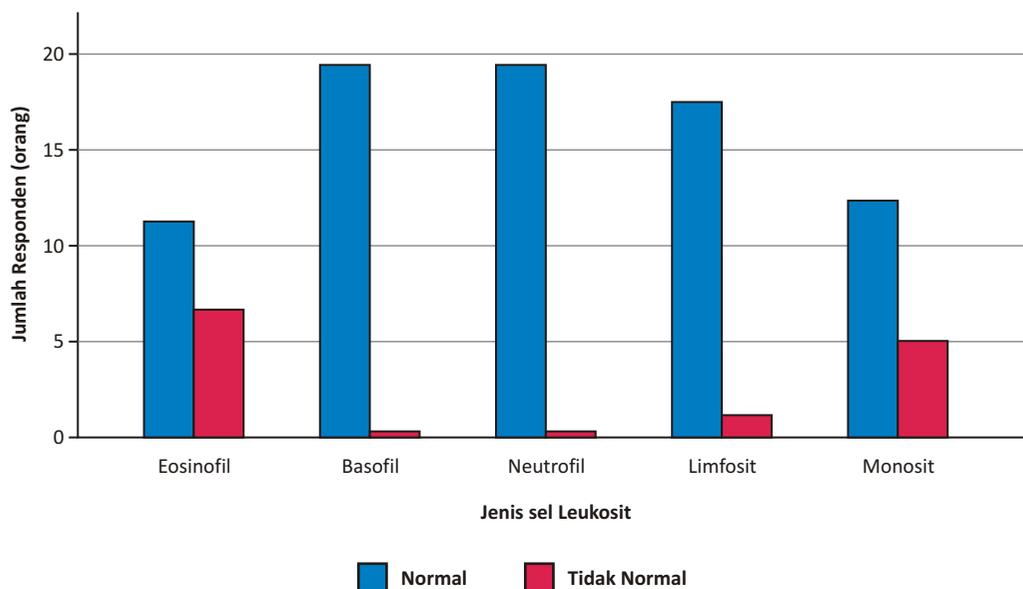
Dosis paparan radiasi dan gambaran jumlah leukosit pekerja selama 1 tahun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis rata-rata paparan radiasi yang diterima pekerja selama 1 tahun yaitu tahun 2018 adalah 0,776 mSv. Nilai ini berada di bawah nilai batas dosis yang ditetapkan ICRP yaitu 20 mSv per tahun. Akan tetapi data penelitian menunjukkan bahwa terdapat pekerja yang memiliki jumlah leukosit yang tidak normal berdasarkan hasil pemeriksaan darah yang dilakukan. Gambaran jumlah leukosit pekerja berdasarkan kategori normal dan tidak normal ditampilkan dalam Gambar 1.

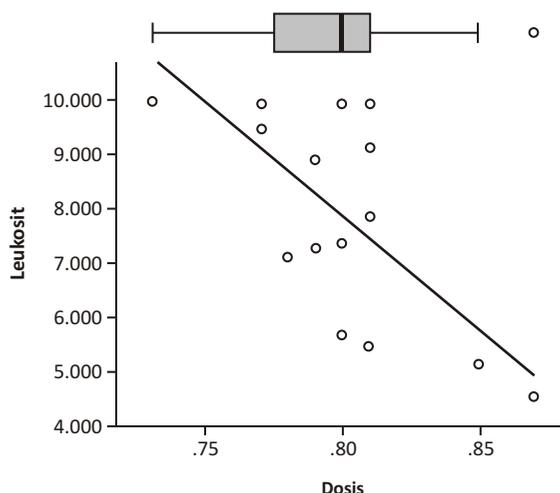
Gambar 1 menunjukkan bahwa sebanyak 8 pekerja memiliki jumlah eosinofil tidak normal, 2 pekerja memiliki jumlah limfosit tidak normal dan sebanyak 6 pekerja memiliki jumlah monosit tidak normal. Sedangkan untuk sel basofil dan neutrofil, seluruh pekerja memiliki jumlah sel normal sesuai dengan rujukan yang ditetapkan.

Pengaruh dosis paparan radiasi pengion terhadap jumlah leukosit pekerja

Uji pengaruh yang dilakukan menunjukkan bahwa perubahan dosis paparan radiasi berpengaruh signifikan



Gambar 1. Gambaran jumlah leukosit pekerja berdasarkan jenisnya



Gambar 2. Kurva linear yang terbentuk pada uji pengaruh dosis paparan radiasi pengion terhadap jumlah leukosit pekerja pada instalasi radiologi rumah sakit di Kupang

terhadap jumlah leukosit pekerja (*p-value* 0,001). Koefisien regresi yang terbentuk sebesar 0,455, yang berarti bahwa variabel bebas dosis radiasi mempengaruhi variabel terikat jumlah leukosit pekerja sebesar 45,5%, sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Kurva linear yang terbentuk ditunjukkan dalam Gambar 2.

Persamaan regresi yang dibentuk berdasarkan kurva pada Gambar 2 di atas adalah $\hat{Y}=3,959-3,989X$. Persamaan ini memiliki arti bahwa jumlah leukosit pekerja tanpa adanya paparan radiasi pengion atau dengan kata lain dosis radiasi adalah 0, maka nilai leukosit konstan pada $3.959 \times 10^3 / uL$. Setiap kenaikan 1 unit dosis, dimana dalam penelitian ini satuan dosis yang digunakan adalah mSv, maka jumlah leukosit akan berkurang sebesar 0.03.

Sel darah putih atau dikenal dengan istilah leukosit, tersusun atas beberapa sel yang dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu granulosit dan agranulosit. Leukosit yang tergolong granulosit terdiri dari sel eosinofil, basofil, dan neutrofil. Sedangkan kelompok agranulosit terdiri dari sel limfosit dan monosit. Leukosit memiliki peran penting dalam sistem imun tubuh. Ketika ada mikroorganisme atau zat asing dalam tubuh, maka leukosit akan diproduksi dalam jumlah yang besar untuk melawan zat asing tersebut. Oleh karena itu perubahan jumlah leukosit dalam tubuh mengindikasikan adanya gangguan kesehatan yang dialami tubuh.^{11,12} Pemanfaatan radiasi pengion dalam proses diagnostik maupun terapi yang dilakukan pada instalasi radiologi rumah sakit, memiliki risiko paparan bagi pekerja, terlebih bagi pekerja yang cenderung abai dalam penggunaan pelindung diri. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa meskipun rata-rata dosis yang

diterima pekerja masih jauh di bawah ambang batas dosis yang ditetapkan BAPETEN, namun memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan jumlah leukosit pekerja.

Leukosit diproduksi pada sumsum tulang merah dan kuning, dimana sumsum tulang merupakan jaringan yang paling sensitif terhadap paparan radiasi pengion, setelah gonad. Selain risiko sensitifitas sumsum tulang sebagai tempat produksi leukosit, komponen penyusun leukosit juga memberikan risiko tersendiri. Darah secara umum merupakan komponen berwujud cair dan terdiri dari 90% air.¹ Air dengan rumus molekul (H_2O) merupakan molekul senyawa yang sangat mudah mengalami ionisasi pasca terpapar radiasi pengion. Ionisasi menyebabkan ikatan elektron pada molekul air akan terlepas dan keluar dari molekul, sehingga terbentuk ion H_2O^+ dan e^- . Ion H_2O^+ memiliki sifat tidak stabil sehingga ikatannya akan cenderung terlepas menjadi ion H^+ dan senyawa radikal OH^* . Elektron bebas yang terlepas dari molekul air, dapat berikatan dengan molekul air lainnya sehingga membentuk ion molekul H_2O^- , karena sifatnya yang juga tidak stabil, maka ikatannya akan cenderung terlepas menjadi ion OH^- dan senyawa radikal H^* . Senyawa radikal yang terbentuk akan berikatan kembali dengan molekul lainnya sehingga terbentuk senyawa radikal baru secara berantai.¹³ Terbentuknya senyawa radikal dalam jumlah yang banyak dalam tubuh akan mengakibatkan tubuh mengalami stress oksidatif, sehingga memicu kelainan pada sel atau jaringan tubuh seperti tumor atau kanker.^{13,14}

Keberadaan radikal, sel yang rusak atau mati dan atau stresor lain yang diakibatkan oleh paparan radiasi diidentifikasi oleh tubuh sebagai zat asing. Sistem metabolik tubuh secara alami akan meningkatkan produksi sel darah putih sebagai bentuk pertahanan

melawan zat asing tersebut melalui proses autofage.^{9,12} Akan tetapi, sel imatur seperti sel-sel leukosit yang diproduksi tubuh memiliki kapasitas reproduksi tinggi dan deferensial yang rendah sehingga lebih sensitif terhadap radiasi.¹⁵ Pada saat terpapar radiasi, leukosit dan sel-sel penyusun akan mengalami kerusakan dan mati, akan tetapi kematian sel diikuti dengan produksi sel baru oleh tubuh untuk mekanisme pertahanan. Oleh sebab itu terjadi peningkatan pada jumlah sel penyusun leukosit, tetapi secara umum leukosit sendiri mengalami penurunan jumlah akibat paparan radiasi. Data jumlah leukosit beberapa pekerja menunjukkan bahwa ada komponen sel darah putih yang memiliki nilai melebihi nilai rujukan normal yang ditetapkan. Peningkatan jumlah beberapa sel ini merupakan mekanisme tubuh untuk menjaga sistem imun tubuh terhadap adanya zat asing. Akan tetapi secara umum jumlah leukosit total pekerja mengalami penurunan karena jumlah komponen leukosit lain mengalami penurunan.

Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan sel leukosit pasca radiasi dengan dosis sebesar 0.3 Sv pada hewan coba tikus putih.¹⁵ Selain itu hasil penelitian lain menunjukkan bahwa, pasca 5 kali terapi radiasi yang dilakukan pada pasien dengan diagnosa kanker payudara menyebabkan produksi leukosit menurun sebesar 16,08%.¹⁶ Oleh karena itu penting bagi pihak manajemen rumah sakit untuk melakukan pemantauan secara ketat pelaksanaan kegiatan operasional di instalasi radiologi sehingga tidak menimbulkan risiko paparan berlebih bagi pasien maupun pekerja. Hal yang dapat dilakukan diantaranya adalah penyediaan alat pelindung diri yang lengkap dan memenuhi standar serta kontrol kualitas dan tindakan korektif jika terdapat hal yang tidak sesuai dengan standar operasional yang ditetapkan.¹⁷

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu pada jumlah responden penelitian. Jumlah responden yang cenderung sedikit, mengakibatkan keeratan hubungan antara dua variabel cenderung lemah yaitu sebesar 45,5%. Hal ini disebabkan karena banyak pekerja yang tidak bersedia terlibat sebagai responden dalam penelitian. Perlu ditambahkan jumlah responden sehingga mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi dan keeratan hubungan antar variabel lebih tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa meskipun dosis paparan radiasi pengion yang diterima oleh pekerja pada instalasi radiologi rumah sakit di Kupang memiliki nilai di bawah ambang batas aman yang ditentukan, namun

memberikan pengaruh terhadap penurunan jumlah leukosit pekerja. Jika dilihat dari koefisien regresi yang dihasilkan, pengaruh yang diberikan cukup besar yaitu sekitar 45,5%. Penurunan jumlah leukosit akan menurunkan kerja sistem imun tubuh, sehingga mudah terserang penyakit. Oleh karena itu diharapkan ada langkah antisipatif yang dilakukan oleh manajemen rumah sakit terkait proteksi radiasi bagi pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hiswara E. Buku pintar proteksi dan keselamatan radiasi di rumah sakit. 2015.
2. Jensen N, Janssen M. Quality Improvement: Staff Radiation Exposure Reduction While Maintaining Patient Safety. *J Radiol Nurs* [Internet]. 2017;36(4):242-4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jradnu.2017.08.003>
3. Ramos M, Montoro A, Almonacid M, Ferrer S, Barquinero JF, Tortosa R, *et al.* Radiation effects analysis in a group of interventional radiologists using biological and physical dosimetry methods. *Eur J Radiol* [Internet]. 2010;75(2):259-64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.03.035>
4. Jahiroh. Rumah Sakit Penyakit Infeksi (RSPI) Prof. Dr. Sulianti Saroso Tahun 2014-2015. *Indones J Infect Dis*. 2015;
5. Vaz P. Radiological protection, safety and security issues in the industrial and medical applications of radiation sources. *Radiat Phys Chem* [Internet]. 2015;116:48-55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.05.012>
6. Gerić M, Popić J, Gajski G, Garaj-Vrhovac V. Cytogenetic status of interventional radiology unit workers occupationally exposed to low-dose ionising radiation: A pilot study. *Mutat Res - Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2018;(October):1-6.
7. Mauliku NE. Hubungan Paparan Radiasi Sinar X. 2019;2(1):26-31.
8. Tetriana D, Evalisa M. Sangat penting, pemeriksaan kesehatan pekerja radiasi. *Bul AI*. 2016;7(3):93-101.
9. Jang S, Lee JK, Cho M, Yang SS, Kim SH, Kim WT. Consecutive results of blood cell count and retrospective biodosimetry: Useful tools of health protection regulation for radiation workers. *Occup Environ Med*. 2016;73(10):694-700.
10. Azzam EI, Jay-Gerin JP, Pain D. Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury. *Cancer Lett* [Internet]. 2012;327(1-2):48-60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.canlet.2011.12.012>
11. Isnarni, E, Sulistiyani E. No Title. *Stomatognathic (JKG Unej)*. 2010;7(3):45-8.
12. Mohamed MA, El Saeid AA, Ahmed MA. Cellular response of blood and hepatic tissue to gamma irradiation. *J Radiat Res Appl Sci* [Internet]. 2016;9(3):242-8. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1687850715001247>
13. Phaniendra A, Babu D. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. 2015;30(1):11-26.
14. Tang FR, Loganovsky K. Low dose or low dose rate ionizing radiation-induced health effect in the human. *J Environ Radioact* [Internet]. 2018;192(May):32-47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.05.018>
15. El-Shanshoury H, El-Shanshoury G, Abaza A. Evaluation of low dose ionizing radiation effect on some blood components in animal model. *J Radiat Res Appl Sci* [Internet]. 2016;9(3):282-93. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1687850716000042>

16. Agustina Dwi Prastanti, Sri Wahyuni SM. Effect of Radiation on The Changes Number of Leukocytes and Erythrocytes in Breast Cancer Patients Before and After Radiotherapy. *Jlmed*. 2016;2(1):124-8.
17. Sulieman A, Elhadi T, Babikir E, Alkhorayef M, Alnaaimi M, Alduaij M, *et al*. Assessment of medical radiation exposure to patients and ambient doses in several diagnostic radiology departments. *Radiat Phys Chem [Internet]*. 2017;140(April):202-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.04.015>