

## PERBEDAAN PENINGKATAN LEUKOSIT PADA RADIOGRAFER DI RUMAH SAKIT ISLAM JEMURSARI SURABAYA

### *The Differences of Improving Leukosit in Radiographers at Islamic Hospital Jemursari Surabaya*

Farida Giyartika<sup>1\*</sup>, Soedjadi Keman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya 60115, Indonesia

**Corresponding Author\*:**

[farida.giyartika-2015@fkm.unair.ac.id](mailto:farida.giyartika-2015@fkm.unair.ac.id)

**Article Info**

Submitted : 04 January 2020  
In reviewed : 24 January 2020  
Accepted : 31 March 2020  
Available Online : 30 April 2020

**Kata Kunci :** paparan radiasi sinar X, peningkatan leukosit, radiografer

**Keywords :** X-ray radiation exposure, increased leukocytes, radiographer

**Published by** Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga

**Abstrak**

**Pendahuluan:** Pembangunan kesehatan di Indonesia yang dipengaruhi oleh peningkatan kebutuhan dan tuntutan masyarakat untuk memperoleh pelayanan kesehatan bermutu. Kemajuan fasilitas pelayanan kesehatan salah satu bentuk fasilitasnya adalah penggunaan dan pemakaian sinar radiasi. Pemanfaatan zat radiasi di bidang pelayanan kesehatan merupakan sumber bahaya bagi pekerja radiasi di bagian radiologi. Radiasi sinar X berdampak pada kesehatan manusia, terutama kesehatan pekerja radiografer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari peningkatan leukosit akibat paparan radiasi sinar X pada kelompok yang terpajan (radiografer) dengan kelompok yang tidak terpajan (petugas admisi) di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian observasional yang bersifat analitik, menggunakan desain penelitian *cross sectional*, dan analisis yang digunakan adalah uji *independent t-test* dan uji *mann whitney*. Subjek penelitian berjumlah 18 responden yang diambil dari populasi sesuai dengan kriteria yang di tentukan. **Hasil dan Pembahasan:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara kelompok yang terpajan (radiografer) dengan kelompok yang tidak terpajan (petugas admisi) terhadap peningkatan leukosit akibat paparan radiasi sinar X. Variabel limfosit tidak ada perbedaan yang signifikan (*p-value* 0,137), variabel monosit tidak ada perbedaan yang signifikan (*p-value* 0,525), variabel neutrofil tidak ada perbedaan yang signifikan (*p-value* 0,137), variabel eosinofil tidak ada perbedaan yang signifikan (*p-value* 0,27), variabel basofil tidak ada perbedaan yang signifikan (*p-value* 0,738). **Kesimpulan:** Paparan radiasi sinar X tidak berpengaruh pada peningkatan leukosit dalam darah pada pekerja radiologi.

**Abstract**

**Introduction:** Health development in Indonesia is influenced by the increasing needs and demands of the community to obtain quality health services. Progress in health service facilities as a form of the use of radiation beams. The utilization of radiation substances in the field of health care is a source of danger for radiation workers in the radiology department. X-ray radiation has an impact on human health, especially the health of radiographers. The purpose of this study was to analyze the increase in leukocytes due to X-ray radiation exposure in workers exposed (radiographers) with unexposed workers (admissions officers) at the Jemursari Islamic Hospital in Surabaya. **Methods:** This study used an analytic observational study, using a cross sectional research design, and the analysis used was the independent t-test and mann whitney. Research subjects numbered 18 respondents taken from the population in accordance with specified criteria. **Result and Discussion:** The results showed there was no difference between exposed workers (radiographers) and unexposed workers (admissions officers) on increased leukocytes due to X-ray radiation exposure. Lymphocyte variables were not significantly different (independent t-test  $p = 0.137$ ), monocyte variable no significant difference (independent t-test  $p = 0.525$ ), neutrophil variable no significant difference (independent t-test  $p = 0.137$ ), eosinophil variable no significant difference (mann whitney  $p = 0.27$ ), there is no significant difference in the basophile variable (independent t-test  $p = 0.738$ ). **Conclusion:** X-ray radiation exposure does not affect the increase in leukocytes in the blood in radiology workers.

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan zat radiasi di bidang pelayanan kesehatan merupakan sumber bahaya bagi pekerja radiasi di bagian radiologi. Efek penyinaran radiasi pada tingkat molekuler dapat bersifat langsung dan tidak langsung. Efek langsung berupa terjadinya proses ionisasi atom-atom pada DNA kromosom di dalam nukleus (inti) sel akibat paparan sinar radiasi secara langsung pada sel sehingga terjadi pemutusan rantai *double helix* DNA secara parsial (*single strain break*) atau total (*double strain breaks*). Sementara itu efek tidak langsung berupa pemutusan rantai *double helix* DNA secara tidak langsung melalui peningkatan aktivitas pemutusan rantai DNA oleh radikal-radikal bebas (seperti  $H_3O^+$ , HO,  $OH^-$ ) yang dihasilkan cairan sitoplasma saat terpapar sinar radiasi (1).

Radiasi adalah gelombang elektromagnetik dan partikel bermuatan yang karena energi yang dimilikinya mampu mengionisasi media yang dilaluinya (2). Radiasi juga merupakan salah satu aspek dari pencemaran fisik yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain membawa manfaat yang sangat besar, diketahui pula bahwa aplikasi ketenaganukliran memiliki efek yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Efek radiasi dapat berupa deterministik maupun stokastik. Efek deterministik merupakan efek yang dapat terjadi pada suatu organ atau jaringan tubuh tertentu yang menerima radiasi dengan dosis tinggi, sementara efek stokastik merupakan efek akibat penerimaan radiasi dosis rendah di seluruh tubuh yang baru diderita oleh orang yang menerima dosis setelah selang waktu tertentu, atau oleh turunannya (3).

Efek genetik atau pewarisan timbul karena sel mengalami mutasi dan sel yang sudah termutasi akan diwariskan kepada keturunannya. Jika terjadi pada sel somatik maka akan timbul dan berkembang menjadi kanker atau jaringan ganas, namun dalam jangka waktu yang cukup lama dan juga dapat dipengaruhi oleh bahan toksik (4).

Dosis radiasi kumulatif sekitar 20 mGy dapat menyebabkan risiko kematian akibat penyakit kanker (5). Pada penelitian tesis jumlah limfosit pekerja radiografi industri memiliki kecenderungan meningkat pada saat sesudah bekerja jika dibandingkan dengan jumlah limfosit sebelum bekerja. Namun, untuk jumlah monosit memiliki kecenderungan menurun pada saat sesudah bekerja jika dibandingkan dengan jumlah monosit sebelum bekerja (6). Jumlah sel darah putih seperti limfosit, sel B dan T *helper* (Th), persentase sel B dan rasio CD4: CD8 semuanya meningkat secara signifikan, sementara persentase T-sitotoksik menurun, dalam satu atau lebih kelompok iradiasi dibandingkan dengan

kontrol dengan dosis radiasi yang diberikan sebesar 0, 1, 2, 3 Gy selama 40 hari (Uji tukey:  $P < 0,05$ ) (7).

Sel darah putih berperan sebagai sistem imunitas atau membunuh kuman dan penyakit yang berada dialiran darah manusia. Sel darah putih memiliki nama lain yang biasa disebut dengan leukosit. Dalam keadaan normal nilai leukosit berjumlah 3200-10000  $mm^3$ , berdasarkan bentuk morfologinya terdiri dari lima jenis tipe yaitu limfosit, monosit, neutrofil, eosinofil, dan basofil. Dari lima jenis tipe bentuk morfologi leukosit ini memiliki fungsi dan ciri yang berbeda-beda (8). Leukosit merupakan fungsi utama untuk pertahanan tubuh. Leukosit berfungsi untuk perlindungan atau sebagai pertahanan tubuh melawan infeksi serta membunuh sel yang mengalami mutasi (9).

Kadar limfosit dipengaruhi oleh aktivitas fisik, pengobatan, dan penyakit (10). Limfosit berperan penting dalam respon imunitas tubuh untuk melawan infeksi virus dan infeksi bakteri. Dalam keadaan normal, jumlah limfosit absolut berkisar 15-45%. Umur limfosit berkisar antara 100-300 hari, peningkatan jumlah limfosit absolut (*limfositosis*) terjadi pada kasus infeksi akibat virus, penyakit bakteri, dan gangguan hormonal. Infeksi virus seperti *mononucleosis infeksiosa*, hepatitis, parotitis, campak, *pneumonia virus*, *myeloma multiple*, hipofungsi *adrenokortikal* (11).

Monosit merupakan sel darah yang terbesar. Fungsi dari monosit yaitu sebagai lapis kedua pertahanan tubuh yang dapat memfagositosis dan termasuk dalam kelompok makrofag (11). Peningkatan persentase jumlah monosit pada hitung jenis leukosit mengindikasikan terjadinya inflamasi (12).

Fungsi utama dari neutrofil yaitu melawan infeksi bakteri dan gangguan radang. Leukosit yang paling banyak adalah neutrofil. Dalam kerusakan jaringan yang berkaitan dengan penyakit noninfeksi, neutrofil memiliki peranan yang penting (11). Eosinofil aktif terutama pada tahap akhir inflamasi yang memiliki kemampuan untuk memfagosit. Eosinofil juga aktif pada reaksi alergi dan infeksi parasit sehingga peningkatan nilai eosinofil dapat digunakan untuk mendiagnosa atau monitoring penyakit, jumlah eosinofil lebih dari 6% atau jumlah absolut lebih dari 500  $mm^3$  disebabkan oleh respon tubuh terhadap *neoplasma*, penyakit *Addison*, reaksi alergi, penyakit *collagen vascular* atau infeksi parasit (11). Peningkatan basofil berhubungan dengan leukemia *granulostik* dan *basofilik myeloid metaplasia* dan reaksi alergi disebut *basofilia*, sedangkan *basopenia* yaitu penurunan basofil berkaitan dengan infeksi akut, reaksi stress, terapi *steroid* jangka panjang (11).

Proses *rontgen* yang berada di bagian radiologi mempunyai paparan radiasi tingkat tinggi. Hal tersebut

dapat menimbulkan efek dari radiasi pada sistem imunitas para pekerja radiografer yang dipengaruhi oleh adanya paparan radiasi baik tingkat rendah maupun tingkat tinggi.

Pekerja radiografer di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya memiliki 12 orang radiografer yang sudah bekerja rata-rata selama 7 tahun dan dalam satu *shift* hanya terdapat 5 radiografer yang melayani perhari sekitar 75 pasien. Berdasarkan wawancara awal kepada salah satu radiografer Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya, radiografer mempunyai risiko terhadap radiasi sinar X dimana dalam satu hari radiografer menangani 15 pasien dan dalam dosis radiasi sinar X yang berbeda-beda. Berdasarkan penjelasan tersebut maka peneliti ingin melakukan penelitian untuk melihat perbedaan peningkatan leukosit pada kelompok yang tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok yang terpajan (radiografer) di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya.

## METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional. Berdasarkan waktu, penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional*, dimana data penelitian akan diambil secara bersamaan dalam satu waktu saja. Penelitian ini merupakan penelitian analitik, karena untuk melihat perbedaan antara variabel yang diamati.

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya pada bulan Agustus 2019. Populasi dalam penelitian ini meliputi kelompok yang tidak terpajan radiasi (petugas admisi) yang berjumlah 30 orang dan kelompok yang terpajan radiasi (radiografer) yang berjumlah 12 orang di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. Dengan kriteria responden yaitu, responden dalam keadaan sehat baik seluruh badan serta bagian-bagiannya bebas dari penyakit seperti demam, stress, diabetes melitus, tuberkulosis, dengue (13-17), dan responden minimal bekerja selama 1 tahun karena menurut penelitian efek biologi akibat paparan radiasi akan muncul setelah satu tahun sejak terjadinya penyinaran. Kriteria responden berlaku untuk responden petugas admisi dan radiografer.

Proses *informed consent* terhadap responden yaitu menjelaskan mulai dari judul, tujuan, prosedur penelitian, manfaat untuk responden, manfaat untuk rumah sakit, bahaya penelitian, potensi ketidaknyamanan dan risiko, hak untuk mengundurkan diri, insentif untuk subjek, dan alternatif pengobatan jika terjadi risiko, dan kerahasiaan informasi yang diberikan lalu jika responden bersedia maka akan langsung mengisi formulir persetujuan menjadi responden.

Banyaknya sampel yang di pakai dalam penelitian

ini yaitu 9 petugas admisi dan 9 pekerja radiografer. Variabel dependen adalah peningkatan jumlah jenis-jenis leukosit pada pekerja radiografer di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya yang mana sumber datanya didapat dari hasil olah sampel darah yang dilakukan di laboratorium Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. Variabel Independen adalah paparan radiasi yang terdapat di ruang radiologi Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya.

Pada pengukuran status gizi responden dibedakan berdasarkan *Body Mass Index* (BMI) atau biasa disebut dengan indeks massa tubuh (IMT) dengan kategori responden yang memiliki  $IMT < 18,4$  memiliki status gizi kurus,  $IMT 18,5 - 25,0$  memiliki status gizi normal,  $IMT 25,1 - 27,0$  memiliki status gizi gemuk dan  $IMT > 27$  memiliki status gizi obesitas dengan rumus berat badan dalam kg dibagi dengan tinggi badan dikuadrat (18). Status gizi berhubungan dengan produksi sel darah yang ada pada sumsum tulang belakang, maka ketika responden memiliki status gizi yang baik juga akan berpengaruh kepada produksi sel darah yang ada pada sumsum tulang belakang.

Pada pengambilan spesimen darah responden dilakukan oleh petugas laboratorium Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya dengan metode hitung jenis leukosit. Pada pemeriksaan dosis radiasi perorangan menggunakan *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) dengan cara setiap pekerja dipasang alat *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) dalam bentuk kartu. Kemudian untuk data hasil *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya bekerja sama dengan Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Surabaya.

Pemeriksaan spesimen pada darah menggunakan metode hitung jenis leukosit. Menurut (11) nilai ambang batas kadar limfosit dalam darah yaitu 15-45% atau dalam jumlah absolute 800-4.000  $mm^3$ , nilai ambang batas kadar monosit dalam darah yaitu 0-10% atau dalam jumlah absolute 100-800  $mm^3$ , nilai ambang batas kadar neutrofil dalam darah yaitu 36-73% atau dalam jumlah absolute 1.260-7.300  $mm^3$ , nilai ambang batas kadar eosinofil dalam darah yaitu 0-6% atau dalam jumlah absolute 0-500  $mm^3$ , dan nilai ambang batas kadar basofil dalam darah yaitu 0-2% atau dalam jumlah absolute 0-150  $mm^3$ . Sedangkan untuk *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) dosis efektif sebesar 20 mSv (dua puluh *milisievert*) per tahun rata-rata selama 5 (lima) tahun berturut-turut dan dosis efektif sebesar 50 mSv (lima puluh *milisievert*) dalam 1 (satu) tahun tertentu (19).

Data dianalisis menggunakan SPSS. Kemudian hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

Uji statistik yang digunakan yaitu uji *independent t-test* dan uji *Mann Whitney*.

Uji *independent t-test* adalah untuk melihat perbedaan perlakuan. Jadi dari dua sampel yang masing-masing diamati satu kali (20). Untuk mengetahui peningkatan leukosit antara kelompok yang tidak terpajan radiasi (petugas admisi) dengan kelompok yang terpajan radiasi (radiografer) digunakan uji *independent t-test* dengan  $\alpha = 5\%$ .

Uji *Mann Whitney* adalah uji non parametris yang digunakan untuk mengetahui perbedaan dua kelompok bebas apabila skala data variabel terikatnya adalah ordinal atau interval/ratio tetapi tidak berdistribusi normal dengan  $\alpha = 5\%$ .

Persetujuan izin penelitian diperoleh dari Komisi Etik Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya dengan nomor sertifikat 0078/KEPK-RSI JS/VII/2019.

**HASIL**

**Karakteristik Responden**

**Umur**

Distribusi umur responden ditunjukkan pada tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan sebesar 33% responden memiliki umur antara

23-25 tahun, 11% responden memiliki umur antara 26-28 tahun, dan 6% responden memiliki umur antara 29-41 tahun. Sedangkan, pada kelompok terpajan sebesar 22% responden memiliki umur antara 23-25 tahun, 11% responden memiliki umur antara 26-28 tahun, dan 17% responden memiliki umur antara 29-41 tahun. Hasil uji statistik *Mann-Whitney* pada variabel umur antara kelompok tidak terpajan dengan kelompok terpajan memiliki nilai *p-value* sebesar  $0,227 > \alpha (0,05)$ , maka dapat dinyatakan bahwa variabel umur tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Status Gizi**

Distribusi status gizi responden ditunjukkan pada tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan sebesar 6% responden memiliki status gizi kurus, 44% responden memiliki kategori status gizi normal, dan tidak terdapat responden yang memiliki kategori status gizi berat dan obesitas. Sedangkan, pada kelompok terpajan terdapat 39% responden memiliki kategori status gizi normal, 6% responden memiliki kategori status gizi berat, 6% responden memiliki kategori status gizi obesitas, dan tidak terdapat responden yang memiliki kategori status gizi kurus. Hasil uji statistik *Independent t-test* pada variabel IMT antara kelompok tidak terpajan

**Tabel 1. Distribusi Karakteristik Responden pada Pegawai Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya**

Kelompok	Umur (Tahun)						Total	P-Value	Status Gizi								Total	P-Value								
	23-25		26-28		29-41				Kurus				Normal						Berat				Obesitas			
	n	%	n	%	n	%			n	%	n	%	n	%	n	%			n	%	n	%	n	%		
Tidak Terpajan	6	33	2	11	1	6	9	50	0,227	1	6	8	44	0	0	0	0	9	50%	0,229						
Terpajan	4	22	2	11	3	17	9	50		0	0	7	39	1	6	1	6	9	50%							
Jumlah	10	56	4	22	4	22	18	100		1	6	15	83	1	6	1	6	18	100%							

dengan kelompok terpajan memiliki nilai *p-value* sebesar  $0,229 > \alpha (0,05)$ , maka dapat dinyatakan bahwa variabel IMT tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Thermoluminescence Dosimeter (TLD) Responden**

*Thermoluminescence Dosimeter (TLD)* dihitung berdasarkan lamanya responden terpajan radiasi sinar X dalam satu hari bekerja di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. Distribusi *Thermoluminescence Dosimeter (TLD)* responden ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2. Distribusi Thermoluminescence Dosimeter (TLD) pada Pegawai Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya**

Kelompok	Thermoluminescence Dosimeter (TLD)				Total	
	< 0,18		> 0,18		n	%
	n	%	n	%		
Tidak Terpajan	0	0	0	0	0	0
Terpajan	7	77,7	2	22,2	9	100

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada kelompok terpajan yang memiliki dosis radiasi sinar X kurang dari 0,18 sebesar 77,78% dalam satu hari bekerja dan responden yang memiliki dosis radiasi sinar X lebih dari 0,18 sebesar 22,22% dalam satu hari bekerja.

**Leukosit Responden**

**Limfosit**

Distribusi kadar limfosit dalam darah pada responden ditunjukkan pada tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar limfosit dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden yang memiliki kadar limfosit dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar limfosit dalam darah pada kelompok tidak terpajan sebesar 33,27%. Sedangkan pada kelompok terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar limfosit dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden memiliki kadar limfosit dalam darah yang tidak normal.

Dengan rerata kadar limfosit dalam darah pada kelompok terpajan sebesar 28,92%. Hasil uji statistik *independent t-test* didapatkan jumlah limfosit antara kelompok tidak terpajan dengan kelompok terpajan dengan nilai *p-value* sebesar  $0,137 > \alpha (0,05)$ , maka dapat dinyatakan bahwa variabel limfosit tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Monosit**

Distribusi kadar monosit dalam darah pada responden ditunjukkan pada tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar monosit dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden memiliki kadar monosit dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar monosit dalam darah pada kelompok tidak terpajan sebesar 6,97%. Sedangkan pada kelompok terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar

monosit dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden memiliki kadar monosit dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar monosit dalam darah pada kelompok terpajan sebesar 6,63%. Hasil uji statistik *independent t-test* didapatkan jumlah monosit antara kelompok tidak terpajan dengan kelompok terpajan dengan nilai *p-value* sebesar  $0,525 > \alpha (0,05)$ , maka dapat dinyatakan bahwa variabel monosit tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Neutrofil**

Distribusi kadar neutrofil dalam darah pada responden ditunjukkan pada tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar neutrofil dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden memiliki kadar neutrofil dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar neutrofil dalam darah pada kelompok tidak

**Tabel 3. Distribusi Kadar Jenis Leukosit dalam Darah pada Pegawai Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya**

Kelompok	Kadar Limfosit Darah (%)				P-Value	Kadar Monosit Darah (%)				P-Value	Kadar Neutrofil Darah (%)				P-Value	Kadar Eosinofil Darah (%)				P-Value	Kadar Basofil Darah (%)				P-Value
	Normal		Tidak Normal			Normal		Tidak Normal			Normal		Tidak Normal			Normal		Tidak Normal			Normal		Tidak Normal		
	n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%	
Tidak Terpajan	9	50	0	0	0,137	9	50	0	0	0,525	9	50	0	0	0,137	9	50	0	0	0,270	9	50	0	0	0,738
Terpajan	9	50	0	0		9	50	0	0		9	50	0	0		8	44,4	1	5,6		9	50	0	0	
Jumlah	18	100	0	0		18	100	0	0		18	100	0	0		16	94,4	1	5,6		18	100	0	0	

terpajan sebesar 56,42%. Sedangkan pada kelompok terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar neutrofil dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden memiliki kadar neutrofil dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar neutrofil dalam darah pada kelompok terpajan sebesar 61,02%.

Hasil uji statistik *independent t-test* didapatkan jumlah neutrofil antara kelompok tidak terpajan dengan kelompok terpajan dengan nilai *p-value* sebesar  $0,137 > \alpha (0,05)$ , maka dapat dinyatakan bahwa variabel neutrofil tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Eosinofil**

Distribusi kadar eosinofil dalam darah pada responden ditunjukkan pada tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar eosinofil dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden yang memiliki kadar eosinofil dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar eosinofil dalam darah pada kelompok tidak terpajan sebesar 2,39%. Sedangkan pada kelompok

terpajan terdapat 44,4% responden memiliki kadar eosinofil dalam darah yang normal, dan terdapat 5,6% responden memiliki kadar eosinofil dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar eosinofil dalam darah pada kelompok terpajan sebesar 2,63%.

Hasil uji statistik *Mann-Whitney* didapatkan jumlah eosinofil antara kelompok tidak terpajan dengan kelompok terpajan dengan nilai *p-value* sebesar  $0,27 > \alpha (0,05)$ , maka dapat dinyatakan bahwa variabel eosinofil tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Basofil**

Distribusi kadar basofil dalam darah pada responden ditunjukkan pada tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok tidak terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar basofil dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden memiliki kadar basofil dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar basofil dalam darah pada kelompok tidak terpajan sebesar 0,84%. Sedangkan pada kelompok terpajan terdapat 50% responden memiliki kadar basofil dalam darah yang normal, dan tidak terdapat responden

memiliki kadar basofil dalam darah yang tidak normal. Dengan rerata kadar basofil dalam darah pada kelompok terpajan sebesar 0,79%.

Hasil uji statistik *independent t-test* didapatkan jumlah basofil antara kelompok tidak terpajan dengan kelompok terpajan dengan nilai *p-value* sebesar 0,738 >  $\alpha$  (0,05), maka dapat dinyatakan bahwa variabel basofil tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

## PEMBAHASAN

### Karakteristik Responden

Karakteristik responden pada penelitian ini meliputi jenis kelamin, umur, dan status gizi. Karakteristik jenis kelamin pada penelitian ini lebih dominan perempuan dengan jumlah 5 orang dari pada laki-laki dengan jumlah 4 orang. Menurut penelitian dalam penurunan jumlah limfosit, yang memiliki risiko lebih akibat paparan radiasi yaitu ada pada jenis kelamin laki-laki, namun perempuan dan laki-laki bisa menimbulkan dampak kerusakan pada tingkat yang sama dalam perubahan limfosit (21). Dalam hal jenis kelamin antara petugas admisi dengan pekerja radiografer tidak memiliki perbedaan dalam jumlah jenis kelamin dengan 5 orang responden berjenis kelamin perempuan, dan 4 orang responden berjenis kelamin laki-laki.

Karakteristik umur responden di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya yaitu antara 23 sampai 40 tahun, dengan rerata umur petugas admisi yaitu 25 tahun dan umur terbanyak yaitu 24 tahun, sedangkan rerata umur pekerja radiografer yaitu 29 tahun dan umur terbanyak yaitu 25 tahun. Hal ini sesuai dengan Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir No 4 Tahun 2013 (22), bahwa umur seorang pekerja radiasi tidak boleh berumur kurang dari 18 (delapan belas) tahun di daerah pengendalian. Faktor usia juga dapat memengaruhi sistem imun. Kemampuan imunitas kelompok lanjut usia menurun sesuai peningkatan usia termasuk kecepatan respons imun melawan infeksi penyakit ini dikarenakan pada lansia produksi *immunoglobulin* menurun (23).

Karakteristik status gizi responden pada kelompok tidak terpajan sebesar 1 responden memiliki status gizi kurus, 8 responden memiliki kategori status gizi normal, dan tidak terdapat responden yang memiliki kategori status gizi berat dan obesitas. Sedangkan, pada kelompok terpajan terdapat 7 responden memiliki kategori status gizi normal, 1 responden memiliki kategori status gizi berat, 1 responden memiliki kategori status gizi obesitas, dan tidak terdapat responden yang memiliki kategori status gizi kurus. Status gizi adalah keadaan tubuh yang merupakan hasil akhir dari keseimbangan antara zat gizi yang masuk dan penggunaannya. Status gizi yang baik juga mendukung kualitas hidup menjadi

lebih baik (23).

### Thermoluminescence Dosimeter (TLD) Responden

*Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) mulai dikembangkan dari duapuluh tahun yang lalu. TLD digunakan untuk berbagai tujuan proteksi radiasi yang beragam seperti pada radioterapi, radiodiagnostik maupun untuk tujuan kendali mutu seperti kalibrasi sumber radioaktif dan lain sebagainya (24).

Tubuh manusia akan menimbulkan efek radiasi jika terpajan radiasi, namun semua itu tergantung dengan dosis dan laju yang diberikan, apakah diberikan secara akut (dalam jangka waktu seketika) atau secara gradual (sedikit demi sedikit). Selain bergantung pada jumlah dan laju dosis, seluruh organ tubuh manusia memiliki kepekaan yang berbeda terhadap radiasi, sehingga efek yang ditimbulkan juga akan berbeda (25).

Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya secara rutin sudah melakukan pemantauan dosis radiasi sinar X pada pekerja dibagian radiologi. Rerata jumlah dosis yang diterima oleh radiografer di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya dalam periode januari-maret 2019 sebesar 0,177 mSv. Sedangkan rerata dosis radiasi sinar X yang diterima dalam periode januari-desember 2018 sebesar 1,917 mSv/tahun. Dosis tersebut masih berada dibawah rentang nilai batas dosis (NBD) yang direkomendasikan oleh *International Commission on Radiological Protection* (NBD: 20 mSv/Tahun). Hal ini sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, menunjukkan bahwa rerata dosis yang diterima oleh pekerja radiologi di RSPJ Prof. Dr. Sulianti Saroso yaitu sebesar 1,1 mSv/tahun (25).

Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya sudah melakukan perlindungan terhadap radiasi sesuai dengan kaidah proteksi radiasi serta didukung sarana dan prasarana yang sudah memenuhi syarat sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit (26) yang telah ditetapkan, seperti setiap sisi ruangan dilapis timbal (Pb) minimal setebal 2 mm dan alat x-ray yang berada di ruangan radiologi setiap tahun dipantau oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir.

### Leukosit Responden

Dari hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan peningkatan leukosit antara kelompok yang tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok yang terpajan (radiografer) dan dari data hasil hitung jenis leukosit menunjukkan bahwa eosinofil untuk kelompok tidak terpajan dan kelompok terpajan sama-

sama memiliki satu responden yang mempunyai kadar eosinofil dalam darah yang tidak normal, sedangkan pada limfosit monosit neutrofil dan basofil semua pekerja radiografer masih dalam batas normal. Faktor yang menyebabkan leukosit tinggi diantaranya infeksi bakteri dan jamur, stres, radang (*inflamasi*), trauma, keganasan, TBC atau penyakit sumsum tulang, demam, ISPA, batuk, flu, fungiditis. Termasuk juga dapat disebabkan karena stress, alergi, atau reaksi terhadap beberapa obat yang digunakan untuk meningkatkan produksi sel. Leukosit tinggi merupakan sebuah sinyal dari adanya infeksi atau penyakit dalam tubuh (13).

Radiasi memengaruhi sel-sel darah melalui mekanisme kerusakan DNA yang akan mengarah pada *apoptosis* sel darah. Proses ini mengganggu aktivitas DNA *Protein Kinase* (DNA-PKS), radiasi menyebabkan penghambatan DNA-PKS dan menyebabkan terjadinya anomali dalam perbaikan DNA, penyimpangan kromosom dan peningkatan radiosensitivitas. Menurut hasil dari jumlah darah sel pada rentang usia pekerja radiasi dan pekerja non-radiasi yang menunjukkan efeknya stokastik pada usia produktif 31-40 tahun itu sama. Untuk usia 21-30 tahun masih biasanya menyebabkan durasi waktu paparan yang singkat. Namun, untuk usia 41-50 cenderung mendekati efek deterministik yang menyebabkan lama waktu paparan. Radiasi meningkat menjadi efek deterministik di seluruh respons sel tubuh manusia untuk waktu yang lama. Oleh karena itu, indikator biologis radiasi yang dapat digunakan sebagai dosimeter (27).

### Limfosit

Sel limfosit darah tepi merupakan sel yang paling sensitif terhadap radiasi sehingga mudah mengalami kerusakan pada DNA-nya (28). Penurunan jumlah sel limfosit absolut atau total dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat keparahan yang mungkin terjadi akibat paparan radiasi akut pada pekerja radiasi (29). Limfosit berperan penting dalam respon imunitas tubuh untuk melawan infeksi virus dan infeksi bakteri. Dalam keadaan normal, jumlah limfosit absolut berkisar 15-45%. Umur limfosit berkisar antara 100-300 hari. Peningkatan jumlah limfosit *absolute* (*limfositosis*) terjadi pada kasus infeksi akibat virus, penyakit bakteri, dan gangguan hormonal (11).

Pada hasil penelitian ini, jumlah limfosit antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer) dengan rerata jumlah limfosit pada kelompok tidak terpajan (petugas admisi) sebesar 33,26% dan pada kelompok terpajan (radiografer) sebesar 28,92%. Penurunan jumlah sel limfosit *absolute* atau total dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat

keparahan yang mungkin terjadi akibat paparan radiasi akut pada pekerja radiasi. Oleh karena itu, terdapat perbedaan jumlah rerata limfosit antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer), dimana jumlah rerata limfosit lebih rendah pada kelompok terpajan (radiografer). Namun, dalam penelitian ini jumlah limfosit seluruh responden masih dalam batas normal yaitu tidak kurang dari 15 dan tidak lebih dari 45 yang sesuai dengan pedoman interpretasi data klinik kementerian kesehatan.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa jumlah limfosit pada pekerja radiologi di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar dengan jumlah responden sebanyak 7 orang memiliki jumlah limfosit yang normal (29). Pada variabel limfosit tidak memiliki risiko peningkatan yang terjadi pada kelompok terpajan (radiografer), bisa disebabkan oleh dosis radiasi yang diterima jauh dibawah nilai dosis batas yang telah direkomendasikan oleh *International Commission on Radiological Protection* dan tingkat keamanan di bagian radiologi Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya sudah memadai.

### Monosit

Monosit merupakan sel darah yang terbesar. Fungsi dari monosit yaitu sebagai lapis kedua pertahanan tubuh yang dapat memfagositosis dan termasuk dalam kelompok makrofag (11). Sel monosit lebih kuat daripada neutrofil sehingga dapat melisiskan partikel yang berukuran lebih besar. Namun, monosit berespon lambat dalam fase infeksi akut dan proses inflamasi dan terus berfungsi dalam fase kronis dari fagosit. Dalam keadaan normal, jumlah monosit berkisar antara 0-10%, peningkatan jumlah monosit terjadi pada kasus infeksi akibat virus, penyakit parasitik, riwayat kanker, *leukimia monositik*, *anemia*, *SLE*, *RA*, dan *colitis ulseratif*. Sedangkan untuk penurunan jumlah monosit terjadi pada kasus *leukimia limfositik* dan *anemia aplastik* (6).

Pada hasil penelitian ini, jumlah monosit antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer) dengan rerata jumlah monosit pada kelompok tidak terpajan (petugas admisi) sebesar 6,97% dan pada kelompok terpajan (radiografer) sebesar 6,63%. Terdapat perbedaan jumlah rerata monosit antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer), dimana jumlah rerata monosit lebih rendah pada kelompok terpajan (radiografer). Namun, dalam penelitian ini jumlah monosit seluruh responden masih dalam batas normal yaitu tidak kurang dari 0 dan tidak lebih dari 10 yang sesuai dengan pedoman interpretasi data klinik kementerian kesehatan.

Paparan radiasi menyebabkan perubahan sistem

kekebalan tubuh, sel darah dapat berkurang hingga 60% dibandingkan dengan kelompok kontrol setelah terpajan radiasi dengan dosis 4 Sv (30). Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa tidak ada perbedaan jumlah monosit pada pekerja radiografer industri sebelum bekerja dan setelah bekerja (30). Dan juga sesuai dengan penelitian lain bahwa hasil pemeriksaan hitung jenis leukosit pekerja radiologi di instalasi radiologi tahun 2014-2015, memiliki jumlah monosit yang normal pada tahun 2014 dan 2015 (25). Monosit juga tidak memiliki risiko peningkatan pada kelompok yang terpajan (radiografer) bisa disebabkan oleh dosis radiasi yang diterima dalam satu tahun jauh dibawah nilai dosis batas yang telah direkomendasikan oleh *International Commission on Radiological Protection* dan didukung dengan tingkat keamanan di bagian radiologi Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya sudah memadai.

### Neutrofil

Fungsi utama dari neutrofil yaitu melawan infeksi bakteri dan gangguan radang. Leukosit yang paling banyak adalah neutrofil. Dalam kerusakan jaringan yang berkaitan dengan penyakit noninfeksi, neutrofil memiliki peranan yang penting. Dalam kondisi normal, jumlah neutrofil berkisar antara 36-73% (11).

Pada hasil penelitian ini, jumlah neutrofil antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer) dengan rerata jumlah neutrofil pada kelompok tidak terpajan (petugas admisi) sebesar 56,42% dan pada kelompok terpajan (radiografer) sebesar 61,02%. Terdapat perbedaan jumlah rerata neutrofil antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer), dimana jumlah rerata neutrofil lebih tinggi pada kelompok terpajan (radiografer). Namun, dalam penelitian ini jumlah neutrofil seluruh responden masih dalam batas normal yaitu tidak kurang dari 36 dan tidak lebih dari 73 yang sesuai dengan pedoman interpretasi data klinik kementerian kesehatan.

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa dari 7 sampel jumlah neutrofil yang normal sebanyak 6 sampel dan 1 sampel mengalami penurunan dalam jumlah neutrofil (29). Sedangkan pada penelitian lainnya dari 12 sampel jumlah neutrofil yang normal sebanyak 7 sampel dan 5 sampel memiliki jumlah neutrofil yang tidak normal (25). Variabel neutrofil juga tidak memiliki risiko peningkatan pada kelompok yang terpajan (radiografer) bisa disebabkan oleh dosis radiasi yang diterima jauh dibawah nilai dosis batas yang telah direkomendasikan oleh *International Commission on Radiological Protection* dan didukung dengan tingkat

keamanan di bagian radiologi Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya sudah memadai.

### Eosinofil

Sel eosinofil dihasilkan oleh sumsum tulang. Ketika telah matang, sel eosinofil akan memasuki darah dan ikut sirkulasi. Sel eosinofil kemudian memasuki jaringan yang membutuhkan, terutama pada daerah-daerah yang berbatasan dengan dunia luar seperti saluran nafas dan saluran pencernaan (31).

Jumlah eosinofil dalam aliran darah berkisar antara 0-6% dari jumlah leukosit (11). Fungsi utama eosinofil yaitu pertahanan melawan parasit, respon alergi pada eosinofil yaitu mengeluarkan fibrin yang terbentuk selama peradangan. Jumlah eosinofil meningkat bisa disebabkan karena sesudah penyinaran (paparan radiasi) dan penyakit kulit (29).

Pada hasil penelitian ini, jumlah eosinofil antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer) dengan rerata jumlah eosinofil pada kelompok tidak terpajan (petugas admisi) sebesar 2,39% dan pada kelompok terpajan (radiografer) sebesar 2,63%. Terdapat perbedaan jumlah rerata eosinofil antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer), dimana jumlah rerata eosinofil lebih tinggi pada kelompok terpajan (radiografer). Dalam penelitian ini jumlah eosinofil kelompok terpajan (radiografer) terdapat satu responden yang memiliki jumlah eosinofil yang tidak normal yaitu 7,778 dimana nilai tersebut melebihi batas normal yang sudah ditetapkan oleh pedoman interpretasi data klinik kementerian kesehatan.

Hasil dari penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa pekerja radiologi di Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso memiliki jumlah eosinofil yang tidak normal untuk seluruh responden yang berjumlah 12 responden dengan dosis paparan radiasi sebesar 1,1 mSv/tahun (25). Begitupun dengan penelitian lainnya dari 7 responden, sebanyak 3 responden yang memiliki jumlah eosinofil yang meningkat. Namun belum tentu disebabkan karena akibat paparan radiasi (29). Pada kelompok terpajan (radiografer) memiliki satu responden dengan nilai eosinofil 7,778 yang melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh kementerian kesehatan, hal ini dapat terjadi dikarenakan akibat dari paparan radiasi yang secara terus menerus.

### Basofil

Peningkatan basofil berhubungan dengan *leukemia granulostik* dan *basofilik myeloid metaplasia* dan reaksi alergi disebut *basofilia*, sedangkan basopenia

yaitu penurunan basofil berkaitan dengan infeksi akut, reaksi stress, terapi *steroid* jangka panjang. Dalam kondisi normal, jumlah basofil berkisar antara 0-2% (11).

Pada hasil penelitian ini, jumlah basofil antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer) dengan rerata jumlah basofil pada kelompok tidak terpajan (petugas admisi) sebesar 0,84% dan pada kelompok terpajan (radiografer) sebesar 0,79%. Terdapat perbedaan jumlah rerata basofil antara kelompok tidak terpajan (petugas admisi) dengan kelompok terpajan (radiografer), dimana jumlah rerata basofil lebih rendah pada kelompok terpajan (radiografer). Namun, dalam penelitian ini jumlah basofil seluruh responden masih dalam batas normal yaitu tidak kurang dari 0 dan tidak lebih dari 2 yang sesuai dengan pedoman interpretasi data klinik kementerian kesehatan.

Penelitian ini sejalan dengan dua penelitian sebelumnya yaitu bahwa pada pekerja radiologi di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar, memiliki jumlah basofil yang normal sebanyak 7 responden. Juga sebanyak 12 responden pekerja radiologi di Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso Tahun 2014-2015, memiliki jumlah basofil yang normal (25,29). Variabel basofil tidak memiliki risiko peningkatan pada kelompok yang terpajan (radiografer) bisa disebabkan oleh dosis radiasi yang diterima jauh dibawah nilai dosis batas yang telah direkomendasikan oleh *International Commission on Radiological Protection* dan didukung dengan tingkat keamanan di bagian radiologi Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya sudah memadai.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Pada penelitian ini yang berkontribusi terhadap penulisan manuskrip saya yaitu Prof. Soedjadi Keman selaku pembimbing dalam penelitian ini dan reviewer jurnal saya yang telah memberikan masukan saran dan perbaikan.

#### KESIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan peningkatan leukosit pada pekerja radiografer yang terpapar radiasi. Kesimpulan tersebut diperoleh dari analisis *independent t-test* dan *mann whitney* pada variabel jenis-jenis leukosit yaitu limfosit ( $p = 0,137 > 0,05$ ), monosit ( $p = 0,525 > 0,05$ ), neutrofil ( $p = 0,137 > 0,05$ ), eosinofil ( $p = 0,27 > 0,05$ ), basofil ( $p = 0,738 > 0,05$ ). Upaya yang disarankan antara lain mempertahankan pemakaian *Thermoluminiscense Dosimeter* (TLD) setiap 3 bulan sekali dan pemeriksaan kesehatan secara rutin 1 tahun sekali bagi pekerja radiografer sesuai dengan ketentuan

Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01/Ka-BAPETEN/V-99 (32). Untuk penelitian selanjutnya lebih memperhatikan bahwa pekerja radiografer harus terpajan radiasi terus menerus minimal 1 minggu sebelum penelitian dan bisa melihat variabel lain yang lebih sensitif terhadap radiasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Dwikuntari L, Setijadi AR, Hendrik. External Beam Radiation Therapy Pada Kanker Paru. *J Berk Ilm Kedokt Duta Wacana*. 2017;2(2):375-392. <https://bikdw.ukdw.ac.id/index.php/bikdw/article/download/56/45>
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Keselamatan Radiasi Pencion Dan Keamanan Sumber Radioaktif. 2007.
3. Hiswara E. Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit. Jakarta: Batan Press; 2015.
4. Hidayatullah R. Dampak Tingkat Radiasi Pada Tubuh Manusia. *J Mutiara Elektromedik*. 2017;1(1):16-23. <http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Elektromedik/article/download/140/157/>
5. Richardson DB, Cardis E, Daniels RD, Gillies M, O'Hagan JA, Hamra GB, et al. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: Retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS). *BMJ*. 2015;351:1-8. <https://www.bmj.com/content/351/bmj.h5359>
6. Sekarningrum N. Pengaruh Paparan Radiasi Gamma Terhadap Penurunan Limfosit, Monosit, IFN- $\gamma$ , dan CD4+ Pada Pekerja Radiografi Industri. *Thesis*. Universitas Airlangga; 2016.
7. Gridley DS, Pecaut MJ. Changes in the distribution and function of leukocytes after whole-body iron ion irradiation. *J Radiat Res*. 2016;57(5):477-491: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5045078/>
8. Khasanah MN, Harjoko A, Candradewi I. Klasifikasi Sel Darah Putih Berdasarkan Ciri Warna dan Bentuk dengan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN). *Indones J Electron Instrumentations Syst*. 2016;6(2):151-162. <https://jurnal.ugm.ac.id/ijeis/article/view/15254>
9. Karolina ME, Silaban DJ, Permana O, Suban B. Gambaran Hitung Jumlah Dan Jenis Leukosit Serta Pola Makan Pada Komunitas Suku Anak dalam di Desa Bukit Suban dan Sekamis Kabupaten Sarolangun Tahun 2016. *Jambi Medical J*. 2016;5(2):104-116. <https://online-journal.unja.ac.id/kedokteran/article/view/4118>
10. Tiara D, Tiho M, Mewo YM. Gambaran Kadar Limfosit Pada Pekerja Bangunan. *J e-Biomedik*. 2016;4(2):2-5. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/article/view/14620>
11. Peraturan Kementerian Kesehatan RI. Pedoman interpretasi data klinis. 2011. p. 1-83. <http://farmalkes.kemkes.go.id/?wpdmact=process&did=MTcyLmhvdGxpbnms>

12. Adisti SP, Subagya Y, Anggraini R. Korelasi Antara Numeric Rating Scale dengan Peningkatan Monosit pada Pasien Hernia Nucleus Pulposus Lumbal. *Callosum Neurol.* 2018;1(1):40–48. <http://callosumneurology.org/index.php/callosumneurology/article/view/6>
13. Twistiandayani R, Wintari HR. Hubungan Kadar Hemoglobin dan Leukosit dengan Kejadian Febris (Demam) pada Anak Usia 6-12 Tahun. *J Sains.* 2017;7(14):37–42. <http://journal.unigres.ac.id/index.php/Sains/article/view/613>
14. Isnarni E, Sulistyani E. Perubahan Jumlah Leukosit Darah Tepi Pada Kondisi Stress Penelitian Eksperimental Laboratories Pada Tikus Wistar Jantan. *Stomatognatic J Kedokt Gigi.* 2015;7(3):45–48. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/STOMA/article/download/2075/1679>
15. Santoso S, Rachmawati B, Retnoningrum D. Perbedaan Jumlah Leukosit, Neutrofil Dan Limfosit Absolut Pada Penderita Dm Tipe 2 Terkontrol Dan Tidak Terkontrol. *J Kedokt Diponegoro.* 2018;7(2):854–862. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico>
16. Shatri H, Alexander R, Putranto R, Rinaldi I, Rumende CM. Gambaran Darah Tepi, Rasio Neutrofil-Limfosit, dan Rasio Trombosit-Limfosit pada Pasien Tuberkulosis Paru dengan Depresi. *J Penyakit Dalam Indones.* 2019;6(2):82-88. <http://dx.doi.org/10.7454/jpdi.v6i2.321>
17. Tanjung AH, Nurnaningsih N, Laksono IS. Jumlah Leukosit, Neutrofil, Limfosit, dan Monosit sebagai Prediktor Infeksi dengue pada Anak dengan Gizi Baik di Fasilitas Kesehatan dengan Sumber Daya Terbatas. *Sari Pediatri.* 2016;17(3):175-179. <https://saripediatri.org/index.php/sari-pediatri/article/view/98>
18. Depkes. Pedoman Praktis Status Gizi Dewasa. Jakarta; 2011. <http://gizi.depkes.go.id/wp-content/uploads/2011/10/ped-praktis-stat-gizi-dewasa.doc>
19. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir. Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional. 2015. <http://ditjenpp.kemenumham.go.id/arsip/bn/2014/bn1936-2014.pdf>
20. Wibowo A, Soernarnatalina, Indawati R, Mahmudah, Indriani D. SPSS. 1st ed. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat; 2008. 33 p.
21. Malaka T. Analisis Faktor Risiko Paparan Radiasi Sinar-X Terhadap Perubahan Jumlah Limfosit Pada Radiografer Di Kota Palembang. *J Kedokteran dan Kesehatan.* 2017;4(1):1–7. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jkk/article/view/6089/3280>
22. Badan Pengawas tenaga Nuklir. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3676. Jakarta;2013.
23. Unawekla JV, Moeis ES, Langi YA. Hubungan antara Status Gizi dan Sistem Imun Seluler pada Subyek Penyakit Ginjal Kronik Stadium V Hemodialisis di Instalasi Tindakan Hemodialisis RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *e-Clinic.* 2018;6(1):16-21. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/eclinic/article/view/18682>
24. Muqmiroh L, Praptono SI, Rusmanto, Latifah R, Sensusiaty AD. Profil Dosis Radiasi pada Prosedur Kardiologi Intervensional Anak dalam Memperkirakan Resiko Terjadinya Efek Stokastik. *J Vocat Heal Stud.* 2018;01(01):107–112. [www.ejournal.unair.ac.id/index.php/JVHS](http://www.ejournal.unair.ac.id/index.php/JVHS)
25. Jahiroh, Hendrawati N, Montain MM. Profil Hematologi dan Pemantauan Dosis Petugas Radiologi di Rumah Sakit Penyakit Infeksi ( RSPI ) Prof . Dr . Sulianti Saroso Tahun 2014-2015. *Indones Jurnal Infect.* 2015;29–37. <http://ijid-rspisuliantisaroso.co.id/index.php/ijid/article/view/34>
26. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Permenkes No 24 Tahun 2016 tentang Persyaratan Teknis Rumah Sakit. Jakarta: Kemenkes RI;2016.
27. Ratini NN, Trisnawati NLP, Sutapa GN. The Quantity and Leukocytes Components as Biological Dosimeters on the Radiation Workers at Radiology Installation RSUP Sanglah Hospital Denpasar. *Bali Med J.* 2018;7(3):564–568. <https://www.balimedicaljournal.org/index.php/bmj/article/view/1146>
28. Darlina, Tur R, Syaifudin M. Evaluasi Hubungan Dosis Radiasi Terhadap Kerusakan DNA Sel Limfosit dengan Menggunakan Tes Comet. *J Sains dan Teknol Nukl Indones.* 2018;19(1):13–20. <http://repo-nkm.batan.go.id/8440/>
29. Suciyani, Nurlia N, Armah Z. Analisis Kuantitas dan Hitung Jenis Leukosit pada Petugas Radiologi di Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat (BBKPM) Makassar. *Media Kesehat Politek Kesehat Makassar.* 2017;12(1):59–65. <http://journal.poltekkes-mks.ac.id/ojs2/index.php/mediakesehatan/article/view/129>
30. Sekarningrum N. Effects of Gamma Radiation Exposure to Reduce of Monocyte Count and Serum Level of IFN- $\gamma$  in Industrial Radiography Workers. *Int J Sci Res Manag.* 2016;12:4–9. <http://ijsrm.in/index.php/ijsrm/article/view/466>
31. Jatmiko SW. Eosinofil Sel Penyaji Antigen. *Bioeksperimen J Penelit Biol.* 2015;1(1):18–23. <http://journals.ums.ac.id/index.php/bioeksperimen/article/view/312>
32. Badan Pengawas Tenaga Nuklir. 01/Ka-BAPETEN/V-99 Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi. Jakarta;1999.