

Dampak paparan radiasi sinar x lingkungan terhadap leukosit dari petugas radiologi

Pramudya Santoso Aji ^{1*}, Ayik Mirayanti Mandagi ¹

¹Sekolah Ilmu Kesehatan dan Ilmu Alam, Universitas Airlangga

*Corresponding author: pramudya.santoso.aji-2017@fkm.unair.ac.id, ayikm@fkm.unair.ac.id

ABSTRACT

White blood cells are part of the hematopoietic system that is radiosensitive and are markers for determining the effects and intensity of ionizing radiation. This quantitative study aims to see the effect of ionizing radiation (x-rays) from x-ray services on the white blood cells of radiology officers at advanced health facilities in Pare District, Kediri Regency between September 2022, and January 2023. Using the slovin formula, a total of 60 participants were determined, 30 radiology nurses and 30 comparison groups of administrative officers. When viewed as a whole, the relative number of white blood cells there was no significant difference between the radiology officer group and the administrative officer, but the administrative officer group tended to have a little higher white blood cell count. Significant differences occurred in the relative number of neutrophils with a significance of 0.0001 (0.05) Neutrophils of radiology officer tended to be smaller than the dissident group. The number of lymphocytes of radiology officer is different from administrative officer and tends to have higher count. Based on the findings it can be indicated if x-ray exposure affects the white blood cell count.

Keywords: ionizing radiation, occupational radiation, leukocytes, radiology nurse

PENDAHULUAN

Wilhelm Conrad Roentgen pada 1985, penggunaan sinar x dalam bidang kesehatan telah diterima dan digunakan secara global. Sinar x digunakan secara luas dalam diagnosis kesehatan. Karena penggunaannya yang sudah umum dalam diagnosis kesehatan paparan radiasi sinar x merupakan paparan buatan yang paling sering diterima manusia. Perawat radiologi merupakan salah satu dari petugas kesehatan profesional yang menggunakan teknologi ini dalam pelayanan kesehatannya. karena dalam pekerjaannya menggunakan radiasi sinar x berulang kali perawat radiologi harus melakukan pencegahan dan perlindungan dalam pekerjaannya. International Commission on Radiological Protection (ICRP) memberikan batas parameter radiasi lingkungan kerja sebesar 20 mSv tiap tahunnya dalam periode 5 tahun (1).

Sinar x merupakan radiasi pengion yang dapat membawa energi yang cukup untuk membebaskan elektron dari molekul. Bahaya dari radiasi pengion muncul pertama kali setelah penemuan dari sinar x. Individu yang bekerja menggunakan generator sinar x awal mengalami peradangan pada kulit dan kerontokan rambut. Pada 2019 dilaksanakan pengukuran besar paparan radiasi sinar x menggunakan pocket dosimetri pada Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya dalam periode bulan januari sampai dengan bulan maret 2019 diketahui paparan radiasi rata-rata yang diterima radiografer sebesar 0.177 mSv. Sedangkan pada pengukuran saat cek kesehatan tahunan diketahui dosis rata-rata yang diterima 1.917 mSv dengan asumsi jumlah rata-rata

tersebut adalah dosis tahunan yang diterima (2). Radio sensitifitas dari sel dan jaringan pada makhluk hidup beragam. Sel dengan sensitifitas tinggi terhadap radiasi adalah sel dalam sistem hematopoetik, dan efek yang muncul dapat dilihat melalui penghitungan darah perifer. Efek dari paparan radiasi pengion dapat menimbulkan kerusakan pada sumsum tulang belakang yang dapat menimbulkan leukemia. Gejala awal yang mungkin muncul seperti anemia dengan turunnya jumlah neutrofil dan trombosit. Efek radiasi pengion muncul pada paparan dalam dosis tinggi maupun paparan dalam dosis rendah dalam durasi menahun. Sinar x, sinar gamma, partikel alpha partikel beta, neutron dapat merusak DNA dan bersifat karsinogen jika diterima dalam dosis tinggi (3).

Kurang lebih sekitar dua miliar pemeriksaan radiologi, 32 juta pemeriksaan kedokteran nuklir, dan lebih dari enam juta radioterapi dilaksanakan setiap tahunnya (4). Pada daerah asal peneliti pada Kabupaten Kediri, tepatnya Kecamatan Pare terdapat beberapa fasilitas kesehatan tingkat lanjutan yang menyediakan pelayanan pemeriksaan radiologi. Akan tetapi, permasalahan yang timbul dari pemeriksaan radiologi belum menjadi perhatian serius pengelola fasilitas kesehatan. Hal ini terbukti dari 3 fasilitas kesehatan yang peneliti mintai informasi belum terdapat informasi mengenai parameter hematologi darah dari pekerja radiologi yang seharusnya merupakan bagian dari check up tahunan. Perawat radiologi secara di fasilitas kesehatan pada kecamatan Pare Kabupaten Kediri memiliki rata-rata jam kerja selama 7 jam dan dapat menangani 18 pasien berbeda dalam satu shift kerja. Tujuan dari penelitian ini

adalah menganalisis perbedaan jumlah sel darah putih pada perawat radiologi (kelompok terpapar) yang terpapar sinar x dengan dosis rendah, dibandingkan dengan petugas administrasi (kelompok tidak terpapar).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian obeservasional, dan menggunakan desain penelitian cross sectional dimana data hanya diambil satu kali tanpa ada follow up pada responden (5). Pada kecamatan pare terdapat 7 fasilitas kesehatan tingkat lanjutan yang menyediakan pelayanan foto rontgen dengan jumlah total perawat radiologi sebanyak 32 orang. Peneliti menggunakan rumus slovin yang kemudian didapati hasil besar sampel sebesar 30 orang (6). Besar sampel yang dipakai dalam penelitian ini sebesar 30 perawat radiologi dari beberapa fasilitas kesehatan di kecamatan Pare Kabupaten Kediri dan 30 petugas administrasi sebagai kelompok pembanding. Kelompok pembanding peneliti usahakan memiliki karakteristik yang mirip. Karakteristik yang peneliti maksud berupa jenis kelamin, umur, status gizi, dan kebiasaan merokok. Dalam penelitian ini terdapat permasalahan berupa perbedaan perlengkapan keamanan diri perawat radiologi dan kemungkinan perbedaan jenis alat dan kalibrasi alat yang digunakan. Hal ini, terjadi karena subjek penelitian meliputi beberapa fasilitas kesehatan yang berbeda. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah paparan radiasi sinar x lingkungan dengan variabel terikat dampak terhadap parameter hematologi leukosit.

Peneliti menggunakan uji darah hitung darah lengkap (complete blood counts) untuk melihat jumlah relatif sel darah putih dan komponennya dalam setiap liter darah. Untuk melihat karakteristik jenis kelamin, umur, status gizi, dan kebiasaan merokok peneliti akan menggunakan wawancara dengan bantuan kuesioner. Pengukuran status gizi responden peneliti menggunakan indeks massa tubuh sebagai dasar

penentuannya. Data indeks massa tubuh diperoleh dari berat badan (kg) dibagi tinggi badan kuadrat (m²) yang diperoleh dari kuesioner.

Data dianalisis menggunakan SPSS 25. Dalam menentukan normalitas distribusi data digunakan uji saphiro wilk karena jumlah data yang terbilang kecil yaitu kurang dari 50 data tiap-tiap populasi (7). Pertama akan dilakukan pengujian beda karakteristik individu yang meliputi umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, dan status gizi untuk memastikan tidak terdapat perbedaan signifikan karakteristik individu dari kelompok perawat radiologi dan kelompok petugas administrasi. Selanjutnya, peneliti akan melakukan uji beda pada jumlah parameter sel darah putih untuk melihat perbedaan antara kelompok perawat radiologi dan petugas administrasi. Data dipresentasikan dengan mean±standar deviasi atau median (kuartil 1 – kuartil 3), dan data kategori menggunakan presentase. Untuk melihat beda dari data interval digunakan uji independent samples t-test dua variabel dan uji mann-whitney U. penggunaan uji didasarkan pada normalitas distribusi data dimana uji independent t-test dua variabel untuk data dengan distribusi normal dan mann-whitney u untuk data dengan distribusi tidak normal. uji pearson chi square untuk melihat perbedaan karakteristik jenis kelamin dan kebiasaan merokok. Derajat signifikansi yang digunakan 0,05 (5%), sehingga p-value yang diterima harus kurang dari 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah peserta keseluruhan dari penelitian ini berjumlah 60 orang. Terdiri dari 28 orang laki-laki (47%) dan 32 orang perempuan (56%). Kelompok perawat radiologi berjumlah 30 orang dengan penjabaran 14 laki – laki (47%) dan 16 perempuan (53%). Kelompok petugas administrasi berjumlah 30 orang dengan komposisi 14 laki – laki (47%) dan 16 perempuan (53%).

Tabel 1. Uji beda karakteristik individu kelompok perawat radiologi dan petugas administrasi

Parameter	Kelompok perawat radiologi	Kelompok petugas administrasi	p-value
Usia			0,830
mean±SD	36.167±7.515	36.433±7.036	
median(IQR)	(30,25 - 39,75)	(31 - 38,75)	
Jenis Kelamin			1
Laki-laki	14 (47%)	14 (47%)	
Perempuan	16 (53%)	16 (53%)	
IMT			0,823

mean±SD	26,533±2,334	26,6±2,973
median(IQR)	(25 - 28)	(24 - 29)
Kebiasaan Merokok		0,796
Merokok	13 (43%)	15 (50%)
Tidak Merokok	17 (57%)	15 (50%)

Berdasarkan tabel 1 tidak terdapat perbedaan signifikan dari kelompok perawat radiologi dan kelompok petugas administrasi dengan hasil signifikansi sebesar 1 lebih besar dari derajat kemaknaan (0,05). Rata-rata usia kelompok perawat radiologi sebesar 36,167 tahun dengan standar deviasi 7,515, sedangkan kelompok petugas administrasi memiliki rata-rata 36,433 dengan standar deviasi 7,036. kelompok perawat radiologi memiliki sebaran data lebih luas dari kelompok petugas administrasi. Tidak terdapat perbedaan signifikan pada karakteristik individu umur kelompok perawat radiologi dengan petugas administrasi. hasil uji menunjukkan p-value sebesar 0,83 lebih besar dari derajat kemaknaan (0,05). Status gizi diukur menggunakan indeks massa tubuh. Berdasarkan tabel 1 diketahui jika rata-rata indeks massa tubuh kelompok perawat radiologi sebesar 26,533 dengan standar deviasi 2,334. Kelompok petugas administrasi memiliki rata-rata indeks massa tubuh sebesar 26,6 dengan standar deviasi 2,973. Rata-

rata indeks massa tubuh kedua kelompok masuk kedalam kategori obesitas berdasarkan standar WHO (8). Kelompok perawat radiologi memiliki sebaran data lebih sempit dari kelompok petugas administrasi. hasil uji perbedaan menghasilkan p-value sebesar 0,823 lebih besar dari derajat kemaknaan (0,05). Berdasarkan tabel 1, dari keseluruhan peserta penelitian sebanyak 28 orang merokok (47%) sebanyak 32 orang tidak merokok (53%). Kelompok perawat radiologi terdapat 13 orang merokok (44%) dan 17 orang tidak merokok (56%), kemudian kelompok petugas administrasi terdapat 15 orang merokok (50%) dan selebihnya tidak merokok. Hasil uji beda dari kedua kelompok menghasilkan p-value sebesar 0,796 lebih besar dari derajat kemaknaan. Berdasarkan hasil dari tabel 1 dapat disimpulkan jika tidak terdapat perbedaan karakteristik individu diantara kelompok perawat radiologi dengan petugas administrasi.

Tabel 2. Uji beda parameter jumlah Sel Darah Putih Kelompok perawat radiologi dan petugas administrasi

Parameter	Kelompok perawat radiologi (Mean±SD)	Kelompok Petugas Administrasi (Mean±SD)	p-value
Sel Darah Putih	7532.83±545.23	7837.93±923.45	0.149
Neutrofil	4067.48±324.04	4525.53±594.2	0.000
Eosinofil	261.28±35.88	272.32±61.97	0.410
Basofil	35.24±7.45	37.26±8.48	0.375
Limfosit	2639.32±268.03	2437.54±249.54	0.004
Monosit	529.51±67.80	565.28±87.96	0.098

Berdasarkan tabel 2 diketahui jika rata-rata jumlah total sel darah putih (leukosit) kelompok perawat radiologi lebih rendah dibandingkan kelompok petugas administrasi. kelompok perawat radiologi memiliki sebaran data jumlah total sel darah putih lebih sempit dibandingkan kelompok petugas administrasi. hasil uji beda kelompok perawat radiologi dibandingkan dengan kelompok petugas administrasi tidak terdapat perbedaan signifikan karena nilai p-value 0,149 lebih besar dari derajat kemaknaan (0,05). Pada parameter jumlah neutrofil

kelompok perawat radiologi memiliki jumlah rata-rata lebih kecil dan sebaran data lebih sempit dari kelompok petugas administrasi. hasil uji parameter neutrofil pada kedua kelompok terdapat perbedaan sangat signifikan dengan nilai p-value 0,0001 dibawah derajat kemaknaan (0,05). Parameter neutrofil merupakan sel paling banyak dalam komposisi sel darah putih keseluruhan. Parameter eosinofil kelompok perawat radiologi memiliki jumlah rata-rata lebih rendah dibandingkan kelompok petugas administrasi. Data parameter jumlah eosinofil

memiliki sebaran data lebih sempit dibandingkan kelompok petugas administrasi. akan tetapi, tidak terdapat perbedaan signifikan karena p-value 0,410 lebih rendah dibandingkan dengan derajat kemaknaan (0,05). Parameter basofil kelompok perawat radiologi memiliki rata-rata jumlah lebih kecil dari petugas administrasi. Tidak terdapat perbedaan signifikan pada jumlah basofil, karena p-value 0,375 lebih besar dari derajat kemaknaan (0,05). Pada parameter limfosit kelompok perawat radiologi memiliki jumlah rata-rata lebih besar daripada kelompok petugas administrasi. hasil uji beda dari kedua kelompok menghasilkan p-value sebesar 0,004 lebih kecil dibandingkan dengan derajat kemaknaan (0,05). Parameter basofil kelompok perawat radiologi memiliki jumlah rata-rata lebih kecil dari kelompok petugas administrasi. Hasil uji beda parameter basofil kedua kelompok memiliki p-value sebesar 0,098 lebih besar dari derajat kemaknaan (0,05).

Berdasarkan hasil pengujian diketahui tidak terdapat perbedaan signifikan karakteristik individu yang signifikan antara kedua kelompok. Sehingga dapat dikatakan kedua kelompok identik jika dilihat dari sudut pandang ini. Peneliti mengikutkan faktor usia karena usia berkaitan dengan sistem imun. Usia berpengaruh pada produksi sel limfosit B dan T dalam sumsum tulang belakang dan fungsi dari sel limfosit dewasa dalam jaringan limfoid sekunder. Dimana semakin berumur seseorang maka akan semakin menurun (9). Karakteristik jenis kelamin dalam kaitannya dengan respon paparan radiasi pengion tidak memiliki hubungan khusus, seperti laki-laki lebih bisa bertahan dari paparan radiologi. Kedua jenis kelamin memiliki respon yang hampir mirip sehingga tidak bisa dikatakan terdapat perbedaan dari respon paparan radiasi pengion digolongkan dengan jenis kelamin (10). Akan tetapi, jenis kelamin memiliki berpengaruh pada parameter hematologi, dijelaskan jika perempuan akan memiliki jumlah total sel darah putih lebih tinggi dari laki-laki pada usia 20 sampai dengan kurang dari 60 tahun. sehingga peneliti memasukan faktor usia kedalam karakteristik individu (11). Peneliti melihat status gizi menggunakan indeks massa tubuh untuk melihat status gizi dari peserta penelitian. Peneliti mengesampingkan kemungkinan peserta penelitian memiliki kebugaran baik dimana komposisi berat badan peserta lebih banyak massa otot. Peneliti menggunakan indeks massa tubuh dikarenakan pengaplikasiannya yang mudah dan cepat. Indeks massa tubuh memiliki pengaruh signifikan dengan perubahan jumlah relatif sel darah putih. perubahan tersebut didominasi dengan peningkatan sel darah

putih (12,13). Kebiasaan merokok meningkatkan potensi terkena peradangan yang akan mempengaruhi sistem imun. Dijelaskan jika perokok aktif akan memiliki jumlah neutrofil lebih tinggi dibanding individu yang tidak merokok. Karena jumlah neutrofil yang lebih tinggi maka total sel darah putih akan bertambah (14–17).

Paparan radiasi pengion dalam kasus ini sinar x memiliki efek dose dependent pada perubahan yang terjadi pada mencin (*mus musculus*) (18). Perawat radiologi berkemungkinan terpapar sinar x lingkungan, terutama pada fasilitas kesehatan dengan budaya kerja yang mengabaikan keselamatan kerja. Selain budaya kerja, standar operasional fasilitas kesehatan juga akan berbeda-beda misalkan pada bedah ortopedi terkadang tidak menggunakan tabir pelindung saat proses pelayanan yang melibatkan x-ray. Meskipun paparan yang diterima kemungkinan kecil paparan lingkungan kerja ini masih berkemungkinan memunculkan efek stocastic yang mana akan muncul dari akumulasi paparan (19). Karena diketahui penelitian pada hewan memiliki efek dose dependent maka jika dikaitkan dengan perawat radiologi yang mempengaruhi efek adalah lama kerja dan lama paparan harian yang diterima. Dalam penelitian ini diketahui jika terdapat perbedaan signifikan jumlah relatif neutrofil dan limfosit dari kelompok perawat radiologi dengan petugas administrasi. pada jumlah total sel darah putih, eosinofi, basofil, dan monosit tidak terdapat perubahan yang signifikan. Neutrofil dan limfosit merupakan bagian dari sel darah putih yang terdepan sewaktu terjadi peradangan. Neutrofil pada kelompok perawat radiologi secara teori memiliki jumlah lebih sedikit karena paparan sinar x merusak dan mempengaruhi elemen stromal sumsum tulang belakang yang menyokong sistem hematopoiesis. Selain itu paparan dalam intensitas rendah juga dapat memaksa neutrofil muda untuk dewasa lebih cepat dan apoptosis. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya dimana terjadi penurunan jumlah neutrofil (4,19–20). Limfosit berlebihan merupakan pertanda jika tubuh sedang menghadapi infeksi atau peradangan. Pada penelitian sebelumnya limfosit tinggi tercatat pada individu yang terpapar dengan radiasi pengion dalam intensitas rendah. Dijelaskan jika jumlah limfosit tinggi karena limfosit merupakan sel darah dengan masa hidup lama sehingga masih tersisa limfosit generasi awal. selain itu paparan radiasi dalam jumlah rendah juga memicu penambahan kuantitas pembentukan limfosit generasi berikutnya (19).

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan jumlah rerata parameter jumlah relatif neutrofil dan limfosit dari perawat radiologi dibandingkan dengan petugas administrasi. Neutrofil dari perawat radiologi cenderung memiliki jumlah relatif lebih rendah dibandingkan dengan petugas administrasi. Sedangkan, jumlah limfosit perawat radiologi cenderung lebih tinggi. Untuk parameter jumlah relatif sel yang lain (eosinofil, basofil, dan monosit) tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Dari penemuan ini dapat disimpulkan jika paparan radiasi sinar x dapat mempengaruhi jumlah sel darah putih. Perubahan ini berkaitan langsung dengan ketahanan imunitas dari perawat radiologi. Sesuai dengan penelitian terdahulu penggunaan parameter hematologi dapat digunakan untuk memantau dampak paparan radiasi sinar x terhadap individu terutama pada pelayanan rontgen. Peneliti memiliki permasalahan berupa kemungkinan perbedaan standar operasional, alat pelindung diri dan perbedaan budaya kerja dalam beberapa fasilitas kesehatan yang peneliti ikut sertakan.

SARAN

1. Untuk peneliti, seharusnya mencari satu fasilitas kesehatan dengan jumlah populasi yang cukup dibandingkan dengan beberapa fasilitas kesehatan dikarenakan kemungkinan perbedaan budaya kerja, standar operasional, dan perbedaan intensitas dan lama jam kerja.
2. Untuk Instansi fasilitas kesehatan, disarankan merenovasi ruangan radiologi sehingga dapat dioperasikan dari ruangan lain, sehingga resiko perawat radiologi terpapar ra cemaran radiasi sinar x dapat dihindari.
3. Untuk perawat radiologi, disarankan untuk lebih tertip menggunakan APD yang telah disediakan fasilitas kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sen M, Honavar SG. Wilhelm Conrad Röntgen: Finding X. *Indian J Ophthalmol*. 2021 Oct 1;69(10):2570–2.
2. Giyartika F, Keman S. The Differences of Improving Leukosit in Radiographers at Islamic Hospital Jemursari Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2020;12(2):97.
3. Gale RP. Radiation and leukaemia: Which leukaemias and what doses? Vol. 58, *Blood Reviews*. Churchill Livingstone; 2023.
4. Güngördü N, Kurtul S, Özdil A, Erdoğan MS. Does occupational ionizing radiation

exposure in healthcare workers affect their hematological parameters? *Arch Environ Occup Health*. 2023;78(2):80–7.

5. Wang X, Cheng Z. Cross-Sectional Studies: Strengths, Weaknesses, and Recommendations. Vol. 158, *Chest*. Elsevier Inc; 2020. p. S65–71.
6. Adhikari GP. Scholars' Journal Calculating the Sample Size in Quantitative Studies. *Scholars' Journal [Internet]*. 2021;4. Available from: <https://www.nepjol.info/index.php/scholars>
7. Mishra P, Pandey CM, Singh U, Gupta A, Sahu C, Keshri A. Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Ann Card Anaesth*. 2019 Jan 1;22(1):67–72.
8. Lim JU, Lee JH, Kim JS, Hwang Y Il, Kim TH, Lim SY, et al. Comparison of World Health Organization and Asia-Pacific body mass index classifications in COPD patients. *International Journal of COPD*. 2017 Aug 21;12:2465–75.
9. Montecino-Rodriguez E, Berent-Maoz B, Dorshkind K. Causes, consequences, and reversal of immune system aging. Vol. 123, *Journal of Clinical Investigation*. 2013. p. 958–65.
10. Narendran N, Luzhna L, Kovalchuk O. Sex difference of radiation response in occupational and accidental exposure. Vol. 10, *Frontiers in Genetics*. Frontiers Media S.A.; 2019.
11. Mandala WL, Gondwe EN, MacLennan JM, Molyneux ME, MacLennan CA. Age- and sex-related changes in hematological parameters in healthy Malawians. *J Blood Med*. 2017 Aug 28;8:123–30.
12. Jeong HR, Lee HS, Shim YS, Hwang JS. Positive Associations between Body Mass Index and Hematological Parameters, Including RBCs, WBCs, and Platelet Counts, in Korean Children and Adolescents. *Children*. 2022 Jan 1;9(1).
13. Hsieh CY, Lee WH, Liu YH, Lu CC, Chen SC, Su HM. Significant impact of body mass index on the relationship between increased white blood cell count and new-onset diabetes. *Int J Med Sci*. 2023;20(3):359–65.
14. Malenica M, Prnjavorac B, Bego T, Dujic T, Semiz S, Skrbo S, et al. Effect of Cigarette Smoking on Haematological Parameters in Healthy Population. *Med Arch*. 2017 Apr 1;71(2):132–6.

15. Anandha Lakshmi S, Lakshmanan A, Ganesh Kumar P, Saravanan A. Effect of intensity of cigarette smoking on haematological and lipid parameters. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014;8(7).
16. Cho AR, Choi WJ, Kim SH, Shim JY, Lee YJ. Joint effect of cigarette smoking and body mass index on white blood cell count in Korean adults. *Korean J Fam Med*. 2017;38(2):75–80.
17. Pedersen KM, Çolak Y, Ellervik C, Hasselbalch HC, Bojesen SE, Nordestgaard BG. Smoking and Increased White and Red Blood Cells: A Mendelian Randomization Approach in the Copenhagen General Population Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2019 May 1;39(5):965–77.
18. Salmah Y, Achmad H, Sukmana BI, Wajdiyah U, Dachlan N, Zahbia ZN, et al. The Effect of Periapical Radiography X-Ray Radiation on the Number of Leukocytes in Mice (*Mus musculus*). *Open Access Maced J Med Sci*. 2022 Jan 1;10:456–61.
19. Taqi AH, H TA, A FK, A ZS. The Effect of Long-Term X-Ray Exposure on Human Lymphocyte [Internet]. Vol. 9, *J Biomed Phys Eng*. 2019. Available from: www.jbpe.org
20. Ogolodom MP. Evaluation of the Ionizing Radiations Effects on The Hematological Parameters of Practicing Medical Radiographers in South-East, Nigeria. *Am J Biomed Sci Res*. 2021 Jul 28;13(5):510–4.