

Jumlah Sel pada Isolat Monosit Setelah Paparan Tunggal Radiasi Sinar X dari Radiografi Periapikal (*The Total of Cells on The Isolated Monocytes After Single Exposure of X-Ray Radiation from Periapical Radiography*)

Karina Ardiny¹, Supriyadi², Sonny Subiyantoro²

¹Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

²Bagian IKGD Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi-RSGM Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

e-mail : karinaardiny24@gmail.com

Abstract

Periapical radiography projection is one of the most frequently used in dentomaxillofacial radiographs. The radiation source used in periapical radiographs are X-ray of ionizing radiation. The use of ionizing radiation can cause harmful effects to the body, where one of it is to the blood cells. The aim of the study was to determine the effect of a single exposure of X-ray radiation from periapical radiograph towards the total of cells on isolated monocytes. The design of the study was the Post Test Only Control Group Design. This research was conducted in the Radiology Installation Bioscience and in the Laboratorium of the Jember University Dental Hospital. The research sample was isolated monocyte cells derived from human peripheral blood (dependent variable). The sample was divided in to 2 groups randomly (the control group and the treatment group). The sample size used for the research is 6 samples in each group. The treatment group was given a single exposure periapical radiography of X-ray radiation at a dose of 1.54 mGy (independent variable). The living cells on isolated of monocytes were observed and calculated using an inverted microscope with 400x magnification using a trypan blue staining. The results of research used the Independent T-test found a significant difference ($p < 0.05$) between the control and treatment groups. The conclusion of the research was that decreasing (31,53%) in the total of cells in isolated monocytes after a single exposure of X-ray radiation from periapical radiography.

Keywords: Monocyte, Periapical Radiograph, X-Ray Radiation

Abstrak

Proyeksi radiografi periapikal adalah salah satu pemeriksaan radiografi kedokteran gigi yang paling sering digunakan. Sumber radiasi yang digunakan pada pemeriksaan radiografi periapikal adalah sinar X yang merupakan radiasi pengion. Penggunaan radiasi pengion dapat memberikan efek yang merugikan bagi tubuh salah satunya yaitu pada sel darah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan tunggal radiasi sinar X dari radiografi periapikal terhadap jumlah sel pada isolat monosit. Rancangan penelitian ini adalah *The post test only control group design*. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi dan Laboratorium Bioscience Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Universitas Jember. Sampel penelitian yaitu isolat sel monosit yang diambil dari darah tepi manusia (variabel terikat), sampel dibagi menjadi 2 kelompok secara acak yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Besar sampel yang digunakan sebanyak 6 sampel pada setiap kelompok. Kelompok perlakuan dilakukan pemaparan tunggal radiasi sinar X radiografi periapikal dengan dosis 1,54 mGy (variabel bebas). Sel pada Isolat monosit yang hidup diamati dan dihitung menggunakan mikroskop *inverted* dengan perbesaran 400x menggunakan pewarnaan *trypan blue*. Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji *Independent T-test* didapatkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara kelompok kontrol dan perlakuan. Kesimpulan dari penelitian adalah terdapat penurunan jumlah sel sebesar 31,53% pada isolat monosit setelah dilakukan pemaparan tunggal radiasi sinar X dari radiografi periapikal.

Kata kunci: Monosit, Radiasi sinar X, Radiografi periapikal

Pendahuluan

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kedokteran, pemeriksaan radiologi saat ini semakin banyak digunakan oleh dokter gigi. Pemeriksaan radiologi merupakan salah satu pemeriksaan penunjang yang sangat berguna dalam menegakkan diagnosis suatu penyakit. Selain sebagai alat bantu untuk menegakkan diagnosa suatu penyakit, pemeriksaan radiologi di kedokteran gigi juga dapat berfungsi sebagai alat penunjang perawatan, menentukan rencana perawatan, dan evaluasi hasil perawatan [1].

Pada pemeriksaan radiologi, sumber radiasi yang digunakan adalah sinar X yang merupakan radiasi ionisasi [2]. Sinar X merupakan radiasi elektro-magnetik yang membawa energi dalam bentuk paket yang disebut foton. Sinar X memiliki kemampuan untuk menembus berbagai materi yang tidak dapat ditembus oleh sinar tampak biasa [3], termasuk dapat menembus jaringan tubuh serta menghasilkan gambar pada film yang diletakkan di belakang subyek [4].

Radiasi sinar X memberikan manfaat yang cukup besar di bidang kedokteran gigi, tetapi banyak juga efek negatif yang dapat ditimbulkan dari radiasi sinar X tersebut. Efek samping dari radiasi sinar X salah satunya adalah terhadap sel yaitu kematian sel. Bentuk efek biologis dari radiasi sinar X terhadap sel tergantung pada dosis, lama paparan dan jenis sel yang terpapar. Efek radiasi ionisasi terhadap sel dapat berupa nekrosis, apoptosis atau keganasan [5].

Efek radiasi sinar X terhadap sel berawal dari radiasi ionisasi yang menembus jaringan tubuh akan merusak atom-atom pada molekul. Interaksi radiasi pada tingkat atom akan menimbulkan perubahan pada tingkat molekul sehingga menyebabkan kerusakan seluler dan selanjutnya dapat menimbulkan fungsi sel yang abnormal, atau hilangnya fungsi sel. Kerusakan selular akibat radiasi ionisasi mengakibatkan organisme hidup mengalami efek seperti kerusakan organik. Perubahan jumlah sel dalam aliran darah merupakan contoh dari kerusakan organik yang berasal dari radiasi ionisasi [6].

Semua efek radiasi umumnya diawali dengan ikatan kimia pada sel. Apabila energi yang terserap cukup besar maka dapat terjadi kematian sel dan berakibat kerusakan jaringan tubuh atau organ. Efek radiasi terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Efek langsung terjadi apabila partikel-partikel ionisasi secara

langsung berinteraksi dengan target spesifik dalam sel seperti DNA atau RNA. Akibat dari kerusakan ini adalah terganggunya fungsi dari sel bahkan dapat menyebabkan kematian sel [6]. Efek tidak langsung terjadi akibat adanya interaksi radiasi dengan molekul air. Radiasi ionisasi molekul air dapat menyebabkan terbentuknya radikal bebas yang bersifat reaktif. Radikal bebas dapat membentuk ion hidrogen (H^+) dan terutama yang paling berbahaya adalah radikal bebas hidroksil (OH^+) [7,8]. Radikal bebas inilah yang menyebabkan kerusakan sel dengan cara memecah molekul besar seperti protein atau DNA [9].

Radiografi periapikal merupakan jenis radiografi yang paling sering digunakan di kedokteran gigi. Radiografi proyeksi periapikal adalah radiografi intraoral yang mencakup gigi geligi dan jaringan sekitarnya sampai dengan daerah periapikal. Dosis yang digunakan untuk pembuatan satu radiografi periapikal sebesar 0,01–0,14 Gy (1-14 *rad*) [10], namun semakin berkembangnya teknologi, dosis radiasi sinar X untuk pembuatan radiografi periapikal semakin kecil yaitu dengan dosis 0,09-9,14 mGy atau 0,009-0,91 *rad* [11].

Penelitian terdahulu mendapatkan bahwa dosis radiasi sebanyak 100 mGy (10 *rad*) dapat mengurangi jumlah sel dalam aliran darah [6]. Pengaruh radiasi dengan dosis 25 rem (2,5 *seivert*) dapat berpengaruh pada kondisi darah sehingga mengakibatkan anemia, leukopenia, dan trombositopenia [6,12]. Referensi lain menyebutkan bahwa dosis 5 *rem* (5 *rad*) dapat menyebabkan sindrom haemopoitik [13]. Beberapa literatur yang mendukung terjadinya penurunan jumlah sel darah, seperti penelitian Adlina dan Wasilah yang mendapatkan bahwa dosis tunggal maupun pengulangan dari radiografi periapikal dapat menurunkan jumlah sel limfosit dan PMN (*polymorpho nuclear*) secara nyata pada tikus wistar jantan (*in vivo*) [12,14,15]. Miller dan eller dalam Astuti juga menyatakan bahwa radiasi ionisasi dapat mengakibatkan penurunan semua jenis leukosit [16].

Sel darah putih (leukosit) mempunyai peranan dalam pertahanan seluler dan humoral organisme terhadap zat asing [17]. Salah satu jenis leukosit *mononuclear* yang berperan dalam inflamasi kronik adalah monosit. Monosit dalam sirkulasi darah dikenal sebagai sistem fagositik mononuklear (*mononuclear phagositic system*/MPS) yang mempunyai peranan penting dalam perlindungan tubuh terhadap organisme [18,19]. Monosit merupakan sistem imun non-

spesifik dimana monosit membentuk lini pertahanan pertama terdepan terhadap beberapa serangan mikroorganisme yang dapat membahayakan tubuh [20].

Pentingnya peranan monosit dalam tubuh inilah yang membuat peneliti ingin mengetahui bagaimanakah pengaruh paparan radiasi sinar X dari radiografi periapikal terhadap jumlah sel pada isolat monosit menggunakan sampel darah manusia. Peneliti ingin mengetahui fakta lain mengenai pengaruh paparan tunggal radiasi sinar X dari radiografi proyeksi periapikal dosis 1,54 mGy terhadap jumlah monosit dalam bentuk isolat dari sampel darah manusia (*in vitro*).

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian jenis Eksperimental Laboratoris (*in vitro*) dengan rancangan penelitian ini adalah *The Post Test Only Control Group Design* [21]. Penelitian ini dilakukan di instalasi radiologi dan laboratorium *bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Universitas Jember.

Sampel pada penelitian ini yaitu isolat monosit yang diambil dari darah tepi manusia (pendonor/subyek penelitian) yang ditempatkan pada *microplate*. Variabel bebas pada penelitian ini adalah paparan tunggal radiasi sinar X radiografi periapikal dengan dosis 1,54 mGy. Variabel terikat penelitian ini adalah jumlah sel pada isolat monosit. Besar sampel yang digunakan sebanyak 6 sampel pada setiap kelompok. Sampel isolat monosit dibagi menjadi 2 kelompok secara acak, kelompok kontrol (isolat sel monosit tanpa paparan radiasi sinar X) dan kelompok perlakuan (isolat monosit dengan paparan tunggal radiasi sinar X radiografi periapikal dosis 1,54 mGy). Paparan tunggal radiasi sinar X dari radiografi periapikal adalah pemberian satu kali paparan dari radiografi periapikal yang dihasilkan oleh *dental radiography unit* dengan pengaturan untuk regio molar pertama permanen rahang bawah, pasien dewasa, 70 kV, 7mA, waktu penyinaran 0,180 s, ujung cone menempel pada mikroplate (*SOD [Source Object Distance] = 8 inci/20 cm*) dengan dosis radiasi 1,54 mGy [11,13].

Tahap awal penelitian ini yaitu pengambilan sampel darah (pendonor) dari vena cubiti sebanyak 3 cc menggunakan *disposable syringe*. Sampel darah yang telah terambil dilakukan prosedur isolasi sel monosit. Isolat sel monosit murni ditempatkan pada *microplate*.

Pada kelompok perlakuan paparan radiasi sinar X radiografi periapikal dilakukan dengan dosis tunggal 1,54mGy.

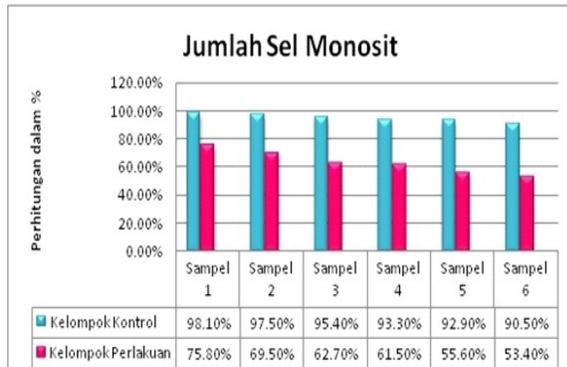
Penghitungan jumlah sel monosit pada kelompok kontrol dilakukan sesegera mungkin setelah didapatkannya isolat monosit murni. Sel monosit pada kelompok perlakuan juga dihitung segera mungkin setelah dilakukan paparan. Perhitungan sel monosit dilakukan dengan cara menambahkan *trypan blue* dengan perbandingan 1:1, kemudian diamati di bawah mikroskop *inverted* dengan perbesaran 400x. Sel monosit yang berwarna putih bening dan tidak menyerap pewarnaan *trypan blue* dihitung sebagai sel yang hidup, sedangkan sel yang mati akan berwarna biru dan gelap karena menyerap pewarnaan *trypan blue* [22,23]. Jumlah sel monosit yang hidup dihitung secara manual menggunakan 3 lapang pandang yang didapat melalui mikroskop *inverted*. Jumlah sel monosit yang hidup dibagi dengan jumlah sel monosit seluruhnya lalu dikalikan 100 %. Perhitungan jumlah monosit yang hidup menggunakan rumus [23]:

$$\frac{\text{jumlah sel monosit hidup}}{\text{jumlah sel monosit seluruhnya}} \times 100 \%$$

Data yang diperoleh ditabulasi, kemudian dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov test* dan uji homogenitas varians menggunakan uji *Levene test*. Kedua uji tersebut digunakan untuk mengetahui apakah data tersebut normal dan homogen. Jika hasil uji menunjukkan distribusi normal, maka dilakukan uji statistik parametrik dengan uji analisis *Independent T-test* untuk melihat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok variabel. Bila hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data yang diperoleh tidak homogen, maka dilanjutkan dengan statistik nonparametrik *Wilcoxon signed rank test*. Semua pengujian data diatas menggunakan taraf kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) [24].

Hasil

Hasil penelitian jumlah sel pada isolat monosit pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Jumlah sel pada isolat monosit

Pada gambar 1 menunjukkan jumlah sel yang hidup pada isolat monosit terbanyak pada kelompok kontrol sampel 1 dan terendah pada kelompok kontrol sampel 6. Hasil uji normalitas dan homogenitas mendapatkan bahwa data yang berdistribusi normal dan homogen. Hasil uji Independent T-Test didapatkan perbedaan bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ($p < 0,05$).

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh paparan tunggal radiasi sinar X radiografi periapikal terhadap penurunan jumlah sel pada isolat monosit. Penelitian ini dilakukan untuk melengkapi hasil penelitian-penelitian sebelumnya mengenai efek radiasi pengion terhadap sistem haemopoitik baik secara klinis, *in vivo* maupun *in vitro*. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris (*in vitro*) dengan rancangan penelitian *The post test only control group design*. Rancangan penelitian ini dipilih dengan pertimbangan bahwa setiap sampel mempunyai karakteristik yang sama sehingga perhitungan awal tidak perlu dilakukan. Selain itu secara teknis penelitian, perhitungan awal tidak mungkin dilakukan pada penelitian ini karena dapat merusak sampel.

Pemaparan radiasi sinar X pada sampel penelitian ini disamakan dengan pemaparan radiasi pada pemeriksaan radiografi pada regio molar pertama permanen rahang bawah untuk pasien dewasa. Gigi molar pertama rahang bawah merupakan gigi permanen yang pertama kali erupsi, sehingga mempunyai frekuensi paling tinggi terhadap karies. Hal ini sesuai dengan penelitian Ngangi *et al* yang menunjukkan bahwa karies terbanyak ditemukan pada gigi molar pertama permanen

rahang bawah. Berdasarkan ini maka dapat diperkirakan bahwa gigi ini paling sering dilakukan pemeriksaan radiografi untuk kepentingan diagnosa maupun penentuan rencana perawatan

Hasil penelitian didapatkan jumlah sel monosit yang hidup pada kelompok kontrol 94,61% dan pada kelompok perlakuan 63,08% sehingga pada penelitian ini terdapat adanya penurunan jumlah sel monosit sebesar 31,53%. Hasil analisis menggunakan uji *Independent T-Test* menunjukkan bahwa antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0,005$). Hal ini menunjukkan bahwa radiasi ionisasi sinar X dengan paparan tunggal radiografi periapikal berpengaruh terhadap penurunan jumlah sel pada isolat monosit yang diambil dari darah tepi manusia, dengan demikian hipotesis pada penelitian ini diterima [25].

Penelitian terdahulu dengan metode yang hampir sama yaitu dengan menggunakan pemaparan radiasi sinar X dari radiografi periapikal tetapi dilakukan secara *in vivo* menggunakan tikus wistar jantan sebagai subyek penelitian. Hasil penelitian tersebut menunjukkan terdapat penurunan jenis leukosit PMN (*polymorpho nuclear*) yang signifikan akibat pemaparan dosis tunggal maupun dosis ulangan [12]. Pada penelitian ini menggunakan metode secara *in vitro*, dimana radiasi sinar X yang keluar dari *dental radiography unit* langsung mengenai sel pada isolat monosit. Pemaparan radiasi sinar X secara langsung pada isolat sel, maka radiasi yang diserap oleh sel akan lebih besar bila dibandingkan pemaparan yang dilakukan secara *in vivo*. Hal ini menyebabkan jumlah penurunan sel pada penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya.

Hasil penelitian ini ditunjang dengan beberapa literatur yang mengemukakan bahwa radiasi ionisasi kurang baik pengaruhnya terhadap sel darah karena dapat mengurangi jumlah sel darah perifer. Literatur lain menyatakan bahwa radiasi dapat mengakibatkan penurunan dari semua jenis leukosit termasuk monosit yang merupakan variabel pada penelitian ini [6,26].

Penurunan jumlah monosit akibat paparan radiasi sinar X pada kelompok perlakuan disebabkan karena terjadi kematian sel akibat efek biologis dari radiasi sinar X. Efek biologis radiasi ionisasi terjadi melalui dua jalur yaitu melalui efek langsung dan efek tidak langsung. Efek langsung dari radiasi ionisasi

berfokus pada target utama yaitu DNA. Apabila rantai tunggal DNA terputus maka perbaikan umumnya berlangsung dengan baik (*reversible*), tetapi apabila dua rantai DNA yang terputus maka tidak mungkin terjadi perbaikan (*irreversible*) sehingga terjadi kematian sel [6,26]. Efek tidak langsung dari radiasi ionisasi terjadi melalui proses radiolisis air yang akan menghasilkan radikal bebas. Telah diketahui bahwa prosentase air dalam sel yang mencapai 75 %, air merupakan molekul yang paling banyak diionisasi sehingga pembentukan radikal bebas tidak dapat dihindari [7,8].

Radikal bebas bersifat tidak stabil dan berupaya mendapatkan pasangan elektron dari molekul lain [27]. Radikal bebas yang sangat reaktif dapat menghasilkan senyawa superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), dan ion-ion hidroksil ($\cdot OH$) yang disebut juga sebagai *Reactive Oxygen Species* (ROS). Peningkatan ROS yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan sehingga akan terjadi stress oksidatif. Stress oksidatif dapat memicu terjadinya kerusakan pada asam lemak tidak jenuh ganda atau *Polyunsaturated Fatty Acids* (PUFA) yang terdapat pada membran sel monosit [28]. PUFA pada membran sel sangat rentan terhadap peroksidasi lipid karena banyak mengandung ikatan rangkap. Apabila peroksidasi lipid terjadi, struktur sel monosit yang mengandung lipid terbanyak yaitu membran sel akan rusak. Kerusakan membran sel mengakibatkan aktivitas biokimia dalam sel terganggu, sehingga sel tidak mampu dalam mempertahankan kehidupannya dan terjadi kematian sel [29,30].

Tidak hanya menyerang membran sel, radikal bebas juga dapat menyerang DNA. DNA merupakan target utama paparan radiasi. DNA merupakan struktur sub-sel yang mempunyai radiosensitivitas sangat tinggi sehingga kerusakan yang dialami DNA juga sangat banyak. Jika kerusakan DNA gagal diperbaiki maka kematian sel akan terjadi pula baik secara apoptosis maupun nekrosis [7,31].

Apoptosis adalah bentuk kematian sel yang terprogram (*programmed cell death*) yang dapat terjadi pada kondisi fisiologis maupun patologis. Pada proses apoptosis, sel mengalami perubahan morfologi secara umum yaitu ukuran sel yang mengecil. Nekrosis sel adalah bentuk kematian sel yang bersifat pasif, merupakan proses patologis akibat respon tubuh terhadap faktor luar seperti peradangan, bahkan bahan beracun (*toxic*). Pada nekrosis terjadi

kematian sel yang tidak terkontrol. Sel yang mati akibat nekrosis akan terlihat membesar (*swelling*) [5,26,32].

Hasil penelitian memperlihatkan morfologi sel monosit yang mati terlihat gelap dan membesar. Indikator monosit yang mati ditandai dengan penyerapan warna *trypan blue*. Integritas membran sel yang rusak menyebabkan sel dapat menyerap pewarnaan *trypan blue*, sehingga sel monosit yang mati terlihat gelap. Kerusakan pada membran sel ini menyebabkan sel membesar karena permeabilitas membran sel terganggu sehingga air dan cairan lain dapat masuk dan terakumulasi di dalam sel akhirnya sel mengalami kematian (*death cell*). Sebaliknya, sel monosit yang hidup akan terlihat jernih karena membran sel masih utuh sehingga pewarnaan *trypan blue* tidak dapat masuk ke dalam membran sel [5,23].

Sel monosit yang mati pada penelitian ini diperkirakan disebabkan oleh efek tidak langsung dari paparan tunggal radiasi sinar X dari radiografi periapikal. Efek tidak langsung yang terjadi akibat dari radikal bebas yang dihasilkan oleh proses radiolisis air menyerang molekul penyusun membran sel. Hasil penelitian terlihat bahwa sel monosit yang mati terlihat membesar/bengkak (*swelling*), sehingga diperkirakan kematian sel pada penelitian ini lebih banyak terjadi dalam bentuk nekrosis, namun tidak dapat menutup kemungkinan kematian sel secara apoptosis juga dapat terjadi pada sebagian kecil kematian sel monosit.

Jumlah sel pada kelompok kontrol yang hidup tidak mencapai 100% atau sekitar 94,61%. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah faktor dari dalam sel itu sendiri, misalnya siklus hidup sel. Monosit beredar didalam tubuh sangat singkat yaitu sekitar 10-20 jam setelah dilepaskan dari sumsum tulang [33]. Kematian sel pada isolat monosit pada kelompok kontrol dikarenakan batas masa hidup monosit yang singkat tersebut. Hal lain yang menyebabkan kematian sel pada isolat monosit kemungkinan adalah faktor eksternal seperti kontaminasi bakteri atau jejas lain yang terjadi selama proses penelitian, namun pada seluruh sampel isolat sel monosit yang dimati pada penelitian ini tidak ditemukan adanya kontaminasi bakteri.

Hersey dalam Wasilah menunjukkan bahwa dosis 0,005-0,2 sievert (5-20 rem) atau setara dengan 5-20 rad tidak menimbulkan gejala klinis pada tubuh [15,34] Pada

pemeriksaan radiografi periapikal dosis radiasi yang digunakan 0,09-9,14 mGy atau 0,009-0,91 rad [11]. Dengan demikian penggunaan paparan tunggal radiasi sinar X dari radiografi periapikal pada penelitian ini dengan dosis 1,54 mGy diperkirakan juga tidak akan menimbulkan gejala klinis, walaupun pada hasil penelitian ini yang dilakukan secara *in vitro* terdapat penurunan jumlah sel pada isolat monosit, namun sekecil apapun dosis radiasi sinar X akan menimbulkan efek negatif pada tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian, usaha proteksi terhadap radiasi khususnya pada pemeriksaan radiografi kedokteran gigi tetap perlu untuk ditingkatkan. Pada penelitian ini, peneliti hanya meneliti jumlah monosit setelah dilakukan pemaparan tunggal radiasi sinar X dan tidak meneliti faktor lain selain radiasi yang menyebabkan penurunan jumlah monosit. Dengan demikian perlu penelitian lebih lanjut untuk meneliti faktor lain penyebab kematian sel monosit akibat radiasi sinar X dari radiografi periapikal.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat penurunan jumlah sel pada isolat monosit 31,53% setelah dilakukan pemaparan radiasi sinar X dari radiografi periapikal dengan dosis tunggal 1,54 mGy. Saran yang bisa diberikan penulis adalah perlu ditingkatkannya sistem proteksi radiasi yang lebih baik pada pemeriksaan radiografi kedokteran gigi. Pemeriksaan radiografi sebaiknya dilakukan pada pasien atau kasus dengan indikasi yang tepat. Teknisi radiografi hendaknya meningkatkan keterampilan dalam melakukan pemeriksaan radiografi sehingga tidak terjadi pengulangan, serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode yang lain, jaringan atau sel tubuh yang lain dan paparan radiasi sinar X radiografi periapikal dengan dosis yang berbeda.

Daftar Pustaka

- [1] Whaites E. Essentials of Dental Radiography and Radiology. Edisi 3. New York: Churchill Livingstone; 2003.
- [2] Sjamsuhidajat R, Ahmadsyah I, de Jong W. Pemeriksaan. Buku Ajar Ilmu Bedah. Edisi Revisi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 1997.
- [3] Akhadi M. Dasar-Dasar Proteksi Radiasi. Jakarta: PT. Rineka Cipta; 2000.
- [4] Suyatno F. Aplikasi Radiasi Sinar X di Bidang Kedokteran Untuk Menunjang Kesehatan Masyarakat. Jurnal Kedokteran. Yogyakarta; 2008.
- [5] Cotran R, Robbins S, Kumar, Abbas, Nelson. Pathologic Basis of Disease. Edisi VII. Alih Bahasa: Haryanto A.G. Philadelphia: Elsevier's Health Sciences; 1999.
- [6] Edwards C, Statkiewicz MA, Russell E. Perlindungan Radiologi Bagi Pasien dan Dokter Gigi. Alih Bahasa: Lilian Y. Judul Asli: Radiation Protection for Dental Radiographers. Jakarta: Widya Medika; 1990.
- [7] Bushong SC. Radiation protection. New York: Mc Graw-Hill Companies Inc; 1998.
- [8] Supriyadi. Apoptosis Sel Fibroblas Jaringan Pulpa Akibat Paparan Radiasi Ionisasi. Indonesian Journal of Dentistry. FKG Universitas Jember; 2007. Vol. 14 No. 1.
- [9] Thrall DE. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. Veterinary Medicine, State University. Raleigh. North Carolina; 1998.
- [10] Lawler W, Ali A, William H. Buku Pintar Patologi Untuk Kedokteran Gigi. Alih Bahasa: Djaya. Judul Asli: Essensial Pathology for Dental Students. Jakarta: EGC; 1992.
- [11] Carestream Health, Inc. Kodak 2200. Intraoral X-Ray System, User's Guide. Croissy-Beaubourgh. Perancis; 2009.
- [12] Adlina A, Wasilah. 2012. The Decrease in Number of Blood Polymorphonuclear (PMN) to Periapical Radiographs Dose of Radiation Exposure. Insiva Dental Journal. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta; 2012. Vol. 1. No. 1.
- [13] Lukman D. Dasar-Dasar Radiologi dalam Ilmu Kedokteran Gigi. Edisi 2. Jakarta: Widya Medika; 1995.
- [14] Adlina A. Jumlah Neutrofil Polymorphonuclear (PMN) Darah Tepi pada Paparan Radiasi Sinar X Dosis Radiografi Periapikal Penelitian Eksperimental Laboratorium pada Mencit Jantan. Tidak Diterbitkan. Skripsi. FKG Universitas Jember; 2009.
- [15] Wasilah. Penurunan Jumlah Limfosit Darah Tepi pada Paparan Radiasi Sinar X Pada Dosis Radiografi Periapikal Penelitian Eksperimental Laboratorium pada Mencit Jantan. Tidak Diterbitkan. Skripsi. FKG Universitas Jember; 2009.
- [16] Astuti ER. Pengaruh Radiasi Pengion dan Banyaknya Ulangan Terhadap Total

- Leukosit, Hitung Jenis Leukosit, hb serta Total Eritrosit Mencit Jantan. Surabaya: Universitas Airlangga; 1995.
- [17] Effendi Z. Peranan Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik dalam Tubuh. Sumatra Utara: Bagian Histologi Fakultas Kedokteran Sumatra Utara; 2003.
- [18] Baratawidjaja KG. Imunologi Dasar Edisi 4. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2000.
- [19] Wibowo TAA. "Efek Diet Rumput Laut *Eucheuma* sp. Terhadap Jumlah Monosit Tikus Wistar yang Disuntik Aloksan". Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran Diponegoro Semarang; 2009.
- [20] Baratawidjaja KG. Imunologi Dasar Edisi 5. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2002.
- [21] Notoatmodjo S. Metodologi Penelitian Kesehatan. Cetakan III. Jakarta: PT. Rineka Cipta; 2005.
- [22] Djajanegara I, Wahyudi P. Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Herba Ceplukan (*Physalis angulata* Linn) Terhadap Sel T47D Secara In Vitro. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia; 2010. Vol.8.
- [23] Stober W. Trypan Blue Exclusion Test of Cell Viability. Maryland: National Institute of Allergy and Infectious Diseases Bethesda; 1997.
- [24] Notoatmodjo S. 2002. Metodologi Penelitian Kesehatan. Edisi Revisi. Jakarta: PT. Rineka Cipta; 2002.
- [25] Ngangi SR, Mariyati WN, Hutagalung P SB. Gambaran Pencabutan Gigi di Balai Pengobatan Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Sam Ratulangi Tahun 2012. Jurnal Ilmiah Kedokteran Gigi Manado; 2013. Vol.1 No.2.
- [26] Underwood JCE. Patologi Umum dan Sistemik. Edisi 2, Volume 1, Terjemahan: General and Sistemik Pathology. Alih Bahasa: Sarjadi, Editor: Sarjadi, Jakarta: EGC; 1999.
- [27] Astuti S. Isoflavon Kedelai dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian; 2008. Vol.13 No.2.
- [28] Katoch B, Begum R. Biochemical Basis of The High Resistance to Oxidative Stress in *Distyostelium discoideum*. J. Biosci; 2003. Vol.28 No.5.
- [29] Chusnia, Wilda. Struktur Membran Sel. [on line]. 2010. [19 Maret 2014]. Available from: http://id.shvo-ong.com/exact_sciences/biology/2073876-struktur-membran-sel/.
- [30] Winarsi H. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Yogyakarta: Kanisius; 2007.
- [31] Supriyadi. Evaluasi Apoptosis Sel Odontoblas Akibat Paparan Rasiat Ionisasi. Indonesian Journal of Dentistry. FKG Universitas Jember; 2008. Vol.15. No.1.
- [32] Lumongga F. Apoptosis. Medan: Departemen Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Sumatra Utara Medan; 2008.
- [33] Hoffbraund AV, Pettit JE. Kapita Selekta "Hematology". Edisi 2. Alih Bahasa: Iyan Darmawan. Jakarta: EGC; 1996.
- [34] Hersey J. Radiation Poisoning. [on line]. 2005. [11 April 2014]. Available from: <http://www.scienceboard.net/community/perpectives.122.html>.