

STUDI ABERASI KROMOSOM PADA PEKERJA RADIASI DI RUMAH SAKIT

**Sofiati Purnami, Masnelli Lubis, Viria Agesti S, Yanti Lusiyanti,
dan Zubaidah Alatas**

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No.49 Jakarta Selatan
email: ipungsp@batan.go.id

ABSTRAK

STUDI ABERASI KROMOSOM PADA PEKERJA RADIASI DI RUMAH SAKIT. Pekerja radiasi di rumah sakit merupakan kelompok pekerja yang berisiko menerima paparan radiasi pengion seperti sinar-X dan gamma secara terus menerus yang dapat menyebabkan kerusakan materi genetik. Studi sitogenetik memperlihatkan bahwa paparan radiasi dosis rendah secara terus menerus dapat meningkatkan frekuensi kerusakan (aberasi) kromosom. Aberasi kromosom berkaitan erat dengan perubahan genetik yang dapat memicu perkembangan kanker sehingga meningkatnya frekuensi aberasi kromosom juga berarti meningkatnya risiko kecenderungan kanker. Oleh karena hal tersebut maka deteksi aberasi kromosom dapat digunakan untuk memprediksi risiko paparan radiasi ionisasi pada pekerja radiasi di rumah sakit. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi tingkat kerusakan kromosom pada sel darah yang diinduksi oleh paparan radiasi akibat kerja pada para pekerja radiasi di rumah sakit. Sebanyak 1 mL sampel darah masing-masing dari 4 non pekerja radiasi dan 34 pekerja radiasi rumah sakit yang bertugas sebagai operator radioterapi dan radiodiagnostik serta dokter dan perawat dan juga fisikawan medis dikultur selama 48 jam dan dipanen kemudian dibuat preparatnya untuk diamati keberadaan aberasi kromosom dengan mikroskop sebanyak 250-500 sel metafase tiap sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe aberasi kromosom yang ditemukan adalah fragmen asentrik. Hal tersebut kemungkinan karena dosis radiasi yang diterima para pekerja belum cukup untuk menginduksi terbentuknya disentrik maupun ring

Kata Kunci : Aberasi kromosom, Pekerja radiasi rumah sakit, Fragmen asentrik, Radiasi.

ABSTRACT

STUDY ON CHROMOSOME ABERRATION OF RADIATION WORKERS IN HOSPITAL. Hospital workers are at risk groups of workers who could receive continuously exposure from ionizing radiation such as X-rays and Cobalt 60 that may cause damage to genetic material. Cytogenetic studies show that continuously exposure to low doses of radiation can increase the frequency damage (aberrations) chromosome. Chromosome aberrations is closely related to genetic changes that can trigger cancer development so that increasing the frequency of chromosome aberrations trend also means the increased risk of cancer. Therefore the analysis of chromosome aberrations can be used to predict the risk of exposure to ionizing radiation in hospital worker. Research aimed to find out whether there were chromosome aberrations in hospital workers who are chronically exposed to low doses of radiation in long term. One milliliter of blood samples obtained each from 4 non radiation workers and 34 radiation workers in hospital staff as operators in radiotherapy and radiodiagnostic, as well as nurses, doctor, medical physicists were cultured for 48 h and harvested and then preparates was made to observe the presence of chromosome aberrations under microscope for 250 metaphase cells per sample. The results showed that the type of chromosome aberrations found were fragments asentric. This is probably because the radiation dose received by the workers was not enough to induce the formation of dicentrics or rings.

Keywords: Chromosome aberration, Hospital workers, Acentric fragments, Radiation

PENDAHULUAN

Pekerja radiasi di Rumah Sakit merupakan kelompok pekerja yang berisiko menerima paparan baik dari radiasi pengion seperti sinar-X dan gamma maupun obat-obatan sitostatik serta gas anestesi yang dapat menyebabkan kerusakan materi genetik. Efek paparan radiasi pengion terhadap pekerja rumah sakit merupakan salah satu topik yang banyak diteliti hingga kini. Efek tertunda paparan radiasi ionisasi dosis rendah dapat memperbanyak proses pembentukan radikal bebas yang tidak stabil sehingga menyebabkan kerusakan kromosom (aberasi kromosom) ^[1].

Pekerja radiasi berpotensi menerima paparan radiasi dengan besaran dosis ekuivalen yang melebihi atau mendekati nilai batas dosis yang diizinkan, bila terjadi suatu kecelakaan yang disebabkan tata kerja yang salah. Program pemantauan radiasi diterapkan secara rutin pada semua pekerja radiasi dengan menggunakan dosimeter fisika dan dosimeter biologi sebagai alat pemantau. Pemantauan dilakukan secara rutin dan periodik misalnya setiap 3, 6, atau 12 bulan sekali, bergantung pada kondisi kerja atau hasil pemantauan dan dapat juga dilakukan sewaktu-waktu jika diperlukan, misalnya akibat kecelakaan kerja. Pemantauan radiasi eksternal diterapkan secara rutin pada semua pekerja radiasi, misalnya dengan menggunakan dosimeter sebagai alat pemantau, seperti dosimeter film dan dosimeter termoluminisence (TLD) ^[2,3].

Meskipun besarnya dosis yang digunakan semakin rendah dan budaya keselamatan dalam pemanfaatan radiasi semakin meningkat seiring perkembangan jaman, paparan radiasi ionisasi pada pekerja rumah sakit tetap harus diwaspadai karena berlangsung secara terus menerus (kronis). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pekerja instalasi radiologi dan kedokteran nuklir di rumah sakit secara kronis menerima paparan radiasi dosis rendah selama bekerja ^[1,4].

Studi sitogenetik memperlihatkan bahwa paparan radiasi dosis rendah secara terus menerus dapat meningkatkan frekuensi aberasi kromosom. Aberasi kromosom berkaitan erat dengan perubahan genetik yang dapat memicu perkembangan kanker sehingga meningkatnya frekuensi aberasi kromosom juga berarti meningkatnya risiko kecenderungan kanker. Oleh karena hal

tersebut analisis aberasi kromosom dapat digunakan untuk memprediksi risiko paparan radiasi ionisasi pada pekerja rumah sakit. Metode ini telah diterapkan untuk memantau status kesehatan pekerja rumah sakit sekaligus memprediksi nilai dosis serap yang diterima selama bekerja di rumah sakit ^[1,5].

Aberasi kromosom akibat radiasi ionisasi antara lain adalah terbentuknya kromosom asentrik (fragmen kromosom yang tidak mengandung sentromer), kromosom cincin, disentrik (kromosom dengan dua sentromer), dan translokasi (perpindahan fragmen antar satu atau lebih kromosom). Perubahan struktur kromosom yang spesifik terinduksi pajanan radiasi pada tubuh ialah kromosom disentrik. Frekuensi terbentuknya kelainan pada struktur kromosom bergantung pada besar dosis, energi dan jenis radiasi yang diterima^[6]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi tingkat kerusakan kromosom pada sel darah yang diinduksi oleh paparan radiasi akibat kerja pada para pekerja radiasi di rumah sakit.

METODE

Lokasi dan Waktu pelaksanaan.

Penelitian ini dibagi dalam 2 kegiatan yaitu kegiatan laboratorium dan lapangan. Kegiatan lapangan bertujuan untuk pengambilan sampel darah perifer pekerja radiasi di rumah sakit dengan lokasi lima rumah sakit di Pulau Jawa dan satu rumah sakit di Pulau Sumatera. Kegiatan laboratorium berkaitan dengan serangkaian proses pemeriksaan aberasi kromosom yang dilakukan di Laboratorium Sitogenetik Bidang Biomedika, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2010 sampai Desember 2010.

Pengambilan Sampel darah

Sampel darah pekerja radiasi rumah sakit diperoleh dari petugas (operator) radioterapi dan radiodiagnostik serta para dokter dan perawat juga fisikawan medis dengan kisaran umur 20-60 th tahun (Tabel 1). Kebiasaan merokok, laporan dosis TLD terakhir, dan masa kerja juga ditanyakan pada setiap individu saat pengambilan sampel darah. Sampel darah kontrol diperoleh dari bukan bekerja radiasi dengan kisaran umur 20-50 th

dengan masa kerja 3-30 th. Setiap pekerja radiasi maupun kontrol diminta mengisi formulir biodata yang meliputi riwayat penyakit serta menandatangani *informed consent* (kesediaan memberikan sampel darah). Sekitar 3 mL darah tepi secara intravena menggunakan *syringe* diambil dan segera dimasukkan kedalam tabung BD Vacutainer

volume 6 mL yang telah berisi heparin sebagai anti koagulan. Sampel darah tersebut kemudian dibiakkan secara triplo masing-masing 1 mL. Terhadap 3 mL sampel darah yang telah diambil, selanjutnya dilakukan proses dimulai dari pembiakan, pemanenan, preparasi preparat, sampai pengamatan

Tabel 1. Data Pekerja Radiasi di Rumah Sakit dan Kontrol Sebagai Donor Sampel Darah yang Dibagi dalam 5 Kelompok

	Dokter (n=4)	Perawat (n=3)	Fisikawan Medis (n=5)	Operator (n=22)	Kontrol (n=4)
Jenis Kelamin					
Laki-laki	2	-	5	9	4
Perempuan	2	3	-	13	-
Usia					
21-30 th	-	-	-	1	3
31-40 th	1	-	1	8	-
41-50 th	1	2	4	10	1
51-60 th	2	1	-	3	-
Kebiasaan Merokok					
Ya	2	-	1	5	-
Tidak	2	3	4	17	4
Masa Kerja					
0-10 th	1	3	-	9	3
11-20 th	3	-	4	9	1
21-30 th	-	-	1	4	-
TLD					
0-10 mSv/th	4	3	5	22	-

Pembiakan dan pemanenan sel darah

Sebanyak 1 mL sampel darah dimasukkan ke dalam tabung kultur yang telah berisi media pertumbuhan RPMI (Roswell Park Memorial Institute) 1640 yang telah diperkaya dengan L-Glutamin (7,5 mL), FBS (Fetal Bovine Serum) (1 mL), Penstrep (Penicillin dan Streptomycin) (0,2 mL) dan PHA (Phytohemagglutinin) (0,25 mL) dengan sebelumnya ditambahkan 0,003 mL (5000 µ/mL) heparin pada darah. Tabung kultur ditutup rapat dan disimpan dalam inkubator pada suhu 37°C dengan posisi miring sebesar 45° selama 48 jam. Pada waktu inkubasi 45 jam ditambahkan larutan colchisin (0,1 mL). Setelah masa inkubasi mencapai 48 jam kultur sel darah siap untuk dipanen. Darah dalam tabung kultur dipindahkan ke dalam tabung sentrifus. Tabung kultur kemudian disentrifus dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang dan sisakan 1-2 mL serta

digoyangkan agar tidak terjadi gumpalan. Kemudian pada endapan ditambahkan larutan carnoy (methanol : asam asetat = 1: 3) sebanyak 4 ml dan dihomogenkan dengan vortex kemudian ditambahkan lagi larutan carnoy hingga volume mencapai 10 mL dan digoyangkan hingga homogen. Larutan disentrifus kembali dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang dan sisakan 1-2 mL dan digoyangkan agar tidak terjadi gumpalan. Kemudian pada endapan ditambahkan larutan carnoy hingga 10 mL dan dihomogenkan. Diulangi langkah tersebut beberapa kali hingga diperoleh supernatan jernih dan endapan sel limfosit berwarna putih.

Pembuatan preparat

Sebelum dibuat preparat tabung disentrifus dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit dan supernatan dibuang hingga hanya tersisa endapan dan sedikit supernatan.

Diambil sebanyak 35 μ L dari endapan limfosit dan supernatan kemudian diteteskan di atas gelas objek dengan mikropipet dan disimpan selama 48 jam pada suhu ruang kemudian diwarnai larutan *Giemsa* 4% selama 10 menit. Preparat kemudian dikeringkan dan di tutup dengan *cover glass* dan *entellan*.

Pengamatan preparat

Preparat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000 kali dan dihitung jumlah disentrik, fragmen asentrik dan cincin yang ditemukan dari 250-500 sel metafase tiap sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sampel darah dari pekerja radiasi sebanyak 34 donor diperoleh dari 5 rumah sakit di pulau Jawa dan 1 rumah sakit di Sumatera yang memiliki fasilitas radiodiagnostik dan radioterapi sedangkan kontrol diperoleh dari non pekerja radiasi. Masa kerja donor bervariasi yaitu 3-30 th sedangkan penerimaan dosis TLD atau film badge pekerja radiasi berkisar 0-10 mSv/th. Pekerja radiasi kemungkinan terpapar radiasi gamma dan sinar-X. Sampel yang diperoleh dibagi ke dalam 5 kelompok yaitu dokter, perawat, fisikawan medis, operator radioterapi dan radiodiagnostik, serta kontrol. Jumlah sel metafase yang diamati tiap individu adalah sebanyak 250-500 sel dan total sel yang diamati adalah 9750 sel. Ditemukan satu

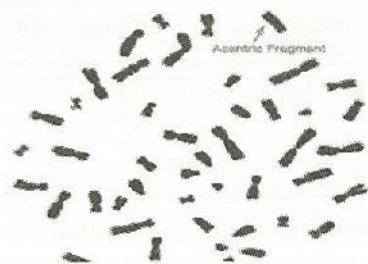
fragmen pada sampel dokter dan tiga fragmen pada dua sampel yang berasal dari kelompok operator radioterapi dan radiodiagnostik (Tabel 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aberasi kromosom yang ditemukan pada pekerja rumah sakit adalah fragmen asentrik dan tidak ditemukan kromosom disentrik maupun kromosom cincin. Hal tersebut kemungkinan dikarenakan bahwa kelompok pekerja operator radioterapi dan radiodiagnostik merupakan kelompok pekerja yang lebih lama terpapar radiasi dosis rendah dibandingkan kelompok pekerja yang lain. Fragmen asentrik adalah patahan dari lengan kromosom yang tidak mengandung sentromer (Gambar 1a). Sentromer adalah bagian yang menyempit dan membagi kromosom menjadi dua lengan yaitu lengan p pada bagian atas dan lengan q di bagian bawah. Kromosom normal berjumlah 23 pasang dan dapat dikelompokkan menjadi beberapa bentuk berdasarkan letak sentromernya (Gambar 1b).

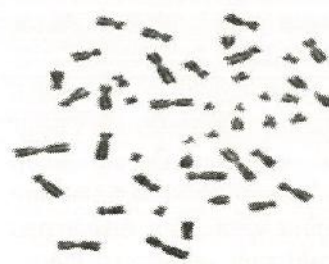
Penelitian Kasuba *dkk* [1] juga menunjukkan bahwa tipe aberasi kromosom yang paling banyak ditemukan pada pekerja rumah sakit di Kroasia adalah fragmen asentrik. Penelitian Kasuba *dkk*^[7] lainnya juga menunjukkan fenomena yang sama yaitu tipe aberasi kromosom yang paling banyak ditemui pada pekerja rumah sakit di Kroasia yang terpapar sinar-X dosis rendah secara kronis adalah fragmen asentrik.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Aberasi Kromosom Tak Stabil pada 34 Pekerja Radiasi Rumah Sakit dan 4 Kontrol

Kelompok	Jumlah Sampel	Total Sel Diamati	Jumlah Fragmen Asentrik	Jumlah Kromosom Disentrik	Jumlah Kromosom Cincin
Dokter	4	1000	1	0	0
Perawat	3	750	0	0	0
Fisikawan Medis	5	1250	0	0	0
Operator	22	6250	3	0	0
Kontrol	4	1500	0	0	0










Gambar 1a. Sel Metafase dengan Fragmen Asentrik



Gambar 1b. Sel Metafase dengan Kromosom Normal

Fragmen asentrik yang ditemukan pada penelitian kemungkinan adalah patahan kromosom yang kromosomnya tidak membentuk disentrik atau disebut sebagai aberasi kromosom tipe "break discontinuity" seperti terlihat pada Gambar 2^[8]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aberasi kromosom tipe "break discontinuity" merupakan tipe banyak ditemui pada pekerja rumah sakit. Penelitian Gadhia *dkk*^[9] menunjukkan bahwa aberasi kromosom tipe "break" adalah tipe yang paling banyak ditemui pada pekerja radioterapi dan radiodiagnostik, sama seperti hasil penelitian ini bahwa "break" ditemukan pada kelompok operator radioterapi dan radiodiagnostik.

INTERCHANGE	INTER-ARM INTRACHANGE	INTRA-ARM INTRACHANGE	"BREAK" DISCONTINUITY
 dicentric	 centric ring	 interstitial deletion	
 reciprocal translocation	 pericentric inversion	 paracentric inversion	

Gambar 2. Beberapa Tipe Aberasi Kromosom^[8]

Pada penelitian yang dilakukan tidak ditemukan kromosom disentrik maupun kromosom cincin (*ring*). Tidak ditemukannya kromosom disentrik dan cincin juga terjadi pada penelitian Cardoso *dkk*^[5]. Tidak ditemukannya kromosom disentrik dan cincin kemungkinan disebabkan karena nilai dosis radiasi yang belum cukup untuk menginduksi terbentuknya disentrik maupun ring^[5]. Kemungkinan lain jumlah sel metafase yang diamati tiap individu sampel pada penelitian ini kurang banyak sehingga belum ditemukan kromosom disentrik atau cincin, terlebih mengingat bahwa untuk mengetahui keberadaan disentrik akibat paparan radiasi dosis rendah diperlukan pengamatan jumlah sel dalam jumlah yang sangat besar^[5]. Faktor lain yang menyebabkan tidak ditemukan kromosom disentrik dan cincin adalah bahwa mekanisme perbaikan DNA (*DNA repair*) pada sel bekerja lebih baik saat paparan dosis rendah sehingga tidak ditemui kromosom disentrik maupun cincin^[1,7].

KESIMPULAN

Pemeriksaan aberasi kromosom tak stabil pada 34 sampel pekerja radiasi rumah sakit menunjukkan bahwa tipe aberasi kromosom yang ditemukan adalah fragmen asentrik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kasuba, V., Rozgaj, R., and A, Jazbec. Chromosome Aberrations In Peripheral Blood Lymphocytes Of Croatian Hospital Staff Occupationally Exposed To Low Levels Of Ionizing Radiation, *Arh Hig Rada Toksikol* (2008) 59:251-259 .
2. Bapeten, Penyuluhan Peraturan Perundangan Keselamatan Nuklir, Jakarta (2002).
3. Tubiana, M., The Report To The French Academy Of Science, Problems Associated With The Effects Of Low Dose Of Ionizing Radiation, *J. Radiation Protection* (1998), 18, 243-248.
4. Akhadi, M., Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Penerbit Rinca Cipta, Jakarta (2000).
5. Cardoso, R.S., Takahashi-Hyodo, S., Peitl, P., Ghiraldi-Neto, T., and Sakamoto-Hojo, E.T., Evaluation Of Chromosomal Aberrations, Micronuclei, And Sister Chromatid Exchanges In Hospital Workers Chronically Exposed To Ionizing Radiation, *Teratogenesis Carcinog, Mutagen* (2001) 21:431-439.
6. Iaea, Cytogenetic Analysis For Radiation Dose Assessment, Technical Reports Series No. 405, Iaea, Vienna (2001).
7. Kasuba, V., Rozgaj, R., and K, Sentija., Chromosomal Aberration In Medical Staff Occupationally Exposed To X-Rays : A Follow-Up Study, *Arh Hig Radiat Toxicol* (1998) 49(1):1-8.
8. Savage, J.R.K., An Introduction To Chromosomal Aberrations. Atlas Genet Cytogenet Oncol Haematol, (1999). [Http://Atlasgeneticsoncology.Org/Deep/Chromaber.Html](http://Atlasgeneticsoncology.Org/Deep/Chromaber.Html), Diakses Tanggal 4 Oktober 2010.
9. Gadhia, P.K., Shah, N., Nahata, S., Patel, S., Patel, K., Pithawala, M., and D, Tamakuwala., Cytogenetic Analysis Of Radiotherapeutic And Diagnostic Workers Occupationally Exposed To Radiations, *Int J* (2004) *Hum Genet*, 4(1): 65-69