

Efek Sinar X Dosis Tunggal terhadap Jumlah Anak Mencit (F1) yang Dilahirkan dari Perkawinan Satu Hari Pascairadiasi

Suhardjo

Laboratorium Radiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran, Bandung

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian efek sinar-X dosis tunggal terhadap jumlah anak mencit (F1) yang dilahirkan dari perkawinan satu hari pascairadiasi adalah untuk melihat besarnya efek biologis yang ditimbulkannya yaitu berupa efek somatik akibat iradiasi sinar-X pada tubuh mencit dewasa umur 2,5 bulan, berat badan lebih kurang 30 gram strain *Quacker Bush* (CSL). Dosis iradiasi sebesar 1X200 rad, 2X200 rad dan 3X200 rad yang dihasilkan dari pesawat sinar-X jenis DT merek Stabiliphan buatan pabrik Siemens.

Metoda penelitian yang digunakan adalah dengan cara mengelompokkan menjadi empat, yaitu : kelompok I adalah hanya mencit betinanya saja yang mendapat iradiasi, kelompok II mencit jantan saja yang mendapat iradiasi, kelompok III mencit betina dan jantan yang mendapat iradiasi, dan kelompok IV binatang kontrol yang tidak mendapat iradiasi. Tiap-tiap kelompok mendapat perlakuan sebesar dosis iradiasi tersebut di atas, dan tiap perlakuan diberikan kepada 5 ekor mencit.

Untuk melihat besarnya efek biologis yang ditimbulkannya, maka satu hari pasca-iradiasi mencit-mencit tersebut dikawinkan dan setelah hamil, maka dihitung jumlah anak yang dilahirkan hidup.

Hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan perhitungan statistik dengan uji ANOVA, faktorial 4X3 dengan alfa 5% dan 1%, maka pengelompokan berdasarkan jenis kelamin, sangat nyata berpengaruh (sangat signifikan). Pengelompokan berdasarkan besarnya dosis iradiasi, adalah nyata berpengaruh (signifikan).

PENDAHULUAN

Sinar-X adalah merupakan radiasi pengion yang berbentuk gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang berkisar 10^{-11} sampai 10^{-7} cm. Sinar-X dihasilkan dari dalam tabung tempat elektron dipercepat dalam keadaan hampa udara dengan energi kinetik yang tinggi dalam suatu medan listrik⁽¹⁾.

Sinar-X terdiri atas berkas kecil dan energi yang sematamata disebut foton atau kuantum, tidak mempunyai massa atau berat, tidak kelihatan dan tidak dapat dirasakan karena perjalanannya pada kecepatan cahaya⁽²⁾.

Karena sistem biologi kira-kira 80% terdiri dari air, proses ionisasi banyak terjadi pada molekul-molekul air. Radikal-radikal bebas H° , OH° dan HO_2° yang dibentuk oleh radiasi pada molekul air dapat menimbulkan bermacam-macam efek pada molekul lainnya yang terdapat pada sistem biologi.

Efek radiasi pengion pada molekul protein diperlihatkan oleh terjadinya perubahan seperti denaturasi dan koagulasi akibat absorpsi energi oleh sel; efek radiasi pengion pada asam nukleat akan mengakibatkan terjadinya perubahan kimia, berupa terlepasnya gugus fosfat dan kerusakan DNA yang dilanjutkan dengan beberapa penyimpangan proses metabolisme yang diatur

dan dikontrol oleh gen yang rusak tersebut⁽³⁾.

Radiasi sinar-X dapat menimbulkan perubahan pada materi genetik sel, perubahan pada kromosom seperti inversi, delesi, duplikasi, translokasi, *non-disjunction* dan berbagai bentuk ploidi yang semuanya sebanding dengan jumlah radiasi yang diterima. Aberasi kromosom seringkali menghasilkan efek fenotipe yang muncul pada generasi pertama setelah iradiasi⁽⁴⁾.

Reaksi terpenting akibat iradiasi lipid adalah pada komponen asam lemaknya, terutama pada asam lemak yang tidak jenuh dengan dua atau lebih ikatan rangkap. Iradiasi pada molekul polisakarida mengakibatkan terjadinya degradasi atau putus rantai; pengurangan viskositas pada cairan sinovial yang diiradiasi dikaitkan dengan terjadinya depolimerisasi bagian polisakarida dari kompleks asam hialuronik protein⁽⁵⁾.

Struktur paling radiosensitif dari sel terletak di dalam intinya dan gangguan DNA akan menimbulkan gangguan dalam pengaturan aktifitas seluler⁽⁶⁾. Goldfeder (1963) menyatakan bahwa terjadi beberapa perubahan permeabilitas membran mitokondria dan permeabilitas plasma membran, sehingga memungkinkan cairan ekstraseluler memasuki ruang intraseluler dan ditafsirkan sebagai *intracellular fluid droplet*. Fosforilasi atau produksi Adenosin Tri Phosphat (ATP) berkurang setelah penyinaran dosis sedang. Hilangnya fosforilasi dan oksidasi merupakan efek primer radiasi yang dapat mengarah kepada kematian sel⁽⁷⁾.

Radiasi dapat menunda kegiatan mitosis sehingga mengakibatkan pengurangan sintesis DNA. Hal ini merupakan efek tidak langsung pada molekul DNA, sehingga tidak sanggup untuk berfungsi sebagai *template* untuk menghasilkan RNA. Penelitian terakhir menunjukkan bahwa penyebab utama kelambatan mitosis karena terdapatnya hambatan pada tingkat G_2 yang disebut *G₂ Block*⁽⁶⁾.

Berbagai jaringan menunjukkan perbedaan respon terhadap iradiasi. Beberapa di antaranya dapat menerima dosis besar tanpa memperlihatkan kerusakan. Variasi radiosensitivitas dihubungkan dengan perbedaan sensitivitas sel yang menyusun jaringan⁽⁷⁾.

Secara kualitatif ciri-ciri umum respon sel dan jaringan terhadap iradiasi baik dalam bentuk gelombang elektromagnetik maupun partikel adalah sama dan manifestasi umum dari efek radiasi pada bahan hidup bergantung pada arah dan aksi⁽⁸⁾.

Iradiasi pada mencit jantan dan betina sebelum pembuahan menunjukkan suatu peningkatan cacat bawaan (*congenital malformation*) pada keturunannya^(9,10,11,12).

Kirk dan Lyon (1982) menyatakan bahwa terjadinya kematian janin awal (*dominant lethality*) dan cacat seperti kerdil (*dwarfism*) dan *exencephaly* adalah akibat iradiasi mencit betina dengan berbagai dosis absorpsi sinar-X (108–504 rad) yang dikawinkan dengan interval waktu yang berlainan (1–7, 8–14, 15–21 dan 22–28 hari). Bentuk kelainan tersebut cenderung muncul dengan bertambahnya dosis dan waktu setelah iradiasi. Efek yang timbul untuk kedua macam kelainan itu tercapai pada minggu ketiga $59 \pm 4,7\%$ untuk kematian dominan dan $12,5 \pm 3,1\%$ untuk janin yang abnormal setelah iradiasi sinar-X dengan

dosis 504 rad, hal ini menunjukkan tanda radiosensitif oosit yang kurang dewasa^(13,14).

Russel dan Russel (1954, 1956) menyinari mencit betina dengan sinar-X secara akut dengan dosis 400 rad, menemukan rasio embrio hidup/korpus luteum terus-menerus turun^(15,16). Searle dan Beechey (1974) telah mempelajari penyebab terjadinya kerusakan kromosom pada oosit oleh sinar-X, yang menyebabkan kematian dominan dan semi steril. Mereka juga menemukan frekuensi aberasi pada oosit meningkat sejalan dengan dosis (pada dosis sebesar 400 rad) dan waktu setelah iradiasi. Pada oosit yang kurang matang, frekuensi terjadinya aberasi kromosom terus meningkat setelah iradiasi sehingga hal ini menunjukkan penambahan kematian yang dominan dan penambahan pelepasan telur yang tidak dibuahi.

Kirk dan Lyon (1984) dalam percobaan pertamanya pada mencit jantan menggunakan berbagai dosis sinar-X (108 – 504 rad) yang kemudian dikawinkan pada berbagai interval waktu (1–7, 8–14, 15–21 dan 64–80 hari setelah iradiasi)⁽¹²⁾. Kematian post implantasi bertambah sejalan dengan dosis dan paling tinggi dicapai dalam minggu ke tiga. Tingkat radiosensitivitasnya diketahui lebih besar pada tahap spermatid awal.

BAHAN DAN CARA

Pada penelitian ini hewan percobaan yang digunakan adalah mencit Mus Muskulus dewasa jantan dan betina strain *Quacker-Bush* (CSL), berasal dari laboratorium pemeliharaan Bio Farma, umur 2,5 bulan, berat badan 30 gram.

Makanan berupa pelet untuk anak babi 551, yang diproduksi oleh PT. Charoen Pokphand Indonesia, Animal Feed Mill Co. Ltd. Air minum yang digunakan adalah air biasa, berasal dari PDAM Cimahi. Pemberian makanan dan minuman dilakukan secara *ad libitum*.

Kandang terbuat dari plastik berbentuk bak, berukuran 35 x 30 cm yang terbagi atas lima ruangan. Masing-masing ruangan dipergunakan untuk sepasang mencit. Kandang ditutup dengan kawat kasa yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk menyimpan pelet dan botol air minum mencit.

Sampel yang digunakan dalam penelitian sebanyak 100 ekor mencit dengan ketentuan sebagai berikut :

5 o + 0 rad dikawinkan dengan 5 o + (1x200) rad.

5 o + 0 rad dikawinkan dengan 5 o + (2x200) rad.

5 o + 0 rad dikawinkan dengan 5 o + (3x200) rad.

5 o + (1x200) rad dikawinkan dengan 5 o + 0 rad.

5 o + (2x200) rad dikawinkan dengan 5 o + 0 rad.

5 o + (3x200) rad dikawinkan dengan 5 o + 0 rad.

5 o + (1x200) rad dikawinkan dengan 5 o + (1x200) rad.

5 o + (2x200) rad dikawinkan dengan 5 o + (2x200) rad.

5 o + (3x200) rad dikawinkan dengan 5 o + (3x200) rad.

5 o + 0 rad dikawinkan dengan 5 o + 0 rad.

Metoda pengumpulan data dengan cara menghitung jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan hidup.

Pesawat sinar-X yang digunakan adalah Pesawat jenis DT merek Stabilipan, buatan Siemens.

HASIL

Efek sinar-X terhadap jumlah anak mencit (F₁) yang dilahirkan dari perkawinan satu hari pascairadiasi

Dosis (rad) \ Mencit	1 x 200	2 x 200	3 x 200
0 x 0 (x)	A : 10 B : 9 C : 8 D : 7 E : 8	A : 9 B : 8 C : 8 D : 8 E : 5	A : 8 B : 6 C : 4 D : 5 E : 9
	42	38	32
	$X = \frac{42}{5} = 8,4$	$X = \frac{38}{5} = 7,6$	$X = \frac{32}{5} = 6,4$
0 x 0 (x)	A : 7 B : 8 C : 7 D : 10 E : 7	A : 8 B : 6 C : 8 D : 9 E : 5	A : 7 B : 7 C : 4 D : 3 E : 8
	39	36	24
	$X = \frac{39}{5} = 7,8$	$X = \frac{36}{5} = 7,2$	$X = \frac{24}{5} = 5,8$
0 x 0 (x) (x)	A : 7 B : 5 C : 7 D : 8 E : 6	A : 7 B : 6 C : 5 D : 7 E : 6	A : 3 B : 2 C : 4 D : 5 E : 7
	33	31	21
	$X = \frac{33}{5} = 6,6$	$X = \frac{31}{5} = 6,2$	$X = \frac{21}{5} = 4,2$
0 x 0		A : 12 B : 11 C : 10 D : 10 E : 11	
		54	
		$X = \frac{54}{5} = 10,8$	

Keterangan : X : Iradiasi sinar X (R8)
Satuan bilangan dalam ekor.

Analisis efek sinar-X terhadap jumlah anak mencit (F₁) yang dilahirkan dari perkawinan satu hari pascairadiasi

Kelompok Mencit (A)	Sinar-X (B)			Jumlah	Rata-rata
	1x200 rad	2x200 rad	3x200 rad		
0 x 0 (X)	10 9 8 7 8	9 8 8 8 5	8 6 4 5 9		
Jumlah	42.000	38.000	32.000	112.000	

Rata-rata	8.400	7.600	6.400		7.467
0 x 0 (X)	7 8 7 10 7	8 6 8 9 5	7 7 4 3 8		
Jumlah	30.000	36.000	29.000	104.000	
Rata-rata	7.800	7.200	5.800		6.933
0 x 0 (X) (X)	7 5 5 7 8 6	7 6 6 5 7 6	3 2 2 4 5 7		
Jumlah	33.000	31.000	21.000	25.000	
Rata-rata	6.600	6.200	4.200		5.667
0 x 0	12 11 10 10 10 11	12 11 10 10 10 11	12 11 10 10 10 11		
Jumlah	54.000	54.000	54.000	162.000	
Rata-rata	10.800	10.800	10.800		10.800
Jumlah	168.000	159.000	136.000	436.000	
Rata-rata	8.4	7.95	6.8		7.717

Perhitungan :

- 1) Jumlah $Y^2 = 3925$
- 2) Jumlah $R_y = 3572.8166$
- 3) Jumlah $A_y = 215.78333$
- 4) Jumlah $B_y = 27.233333$
- 5) Jumlah $J_{ab} = 252.98333$
- 6) Jumlah $AB_y = 9.9666666$
- 7) Jumlah $E_y = 99.2$

Anova Eksperimen Faktorial 4 x 3

Lima observasi setiap sel

Sumber Variasi	dk	jk	Rjk	F	Ket.
Rata-rata	1	3572.8166	3572.8166	-	
Perlakuan A	3	215.78333	71.927777	34.803763	**)
B (Dosis)	2	27.233333	13.616666	6.5887096	**)
AB	6	9.9666666	1.6611111	0.8037634	o)
Kekeliruan	48	99.2	2.0666666	-	
	60	3.925	-	-	

Dari Tabel Distribusi F diperoleh :

- = 5% = 2,8 (3; 48)
- 1% = 4,22
- = 5% = 3,19 (2; 48) dan 2,29 (6; 48)
- 1% = 5,08 3,2

Hasil pengujian bersifat :

- *) Nyata berpengaruh
- ***) Sangat nyata berpengaruh
- o) Tidak berpengaruh

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pada kelompok mencit berdasarkan jenis kelamin yang mendapat iradiasi seluruh tubuh mencit parental (A), nilai F_{hitung} yang diperoleh adalah sebesar 34,803763 yang jika dibandingkan dengan F_{tabel} dengan $\alpha = 5\%$, $dk(3,48) = 2,8$ dan $\alpha = 1\%$, $dk(3,48) = 4,22$ bersifat sangat nyata berpengaruh (sangat signifikan), sedangkan untuk perlakuan pada kelompok berdasarkan besarnya dosis iradiasi yang diberikan pada seluruh tubuh mencit parental (B), nilai F_{hitung} yang diperoleh adalah sebesar 6,5887096 yang jika dibandingkan F_{tabel} dengan $\alpha = 5\%$, $dk(2,48) = 3,19$ dan $\alpha = 1\%$, $dk(2,48) = 5,08$ bersifat nyata berpengaruh (signifikan).

Dengan demikian, penelitian ini memberikan hasil bahwa pengelompokan mencit parental berdasarkan jenis kelamin yang mendapat iradiasi seluruh tubuh memberikan efek yang sangat nyata berpengaruh (sangat signifikan), artinya sangat nyata memberikan pengaruh terhadap jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan. Akan tetapi; berdasarkan besarnya dosis iradiasi yang diberikan pada seluruh tubuh, memberikan efek yang nyata berpengaruh (signifikan), artinya nyata memberikan pengaruh terhadap jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan dari kelompok mencit parental betina yang diiradiasi sebesar 7,467 ekor lebih besar dibandingkan dengan rata-rata jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan dari kelompok mencit parental jantan yang diiradiasi yaitu sebesar 6,933 ekor. Hal ini diasumsikan bahwa testis terletak di dalam rongga tubuh bagian posterior, yaitu dalam kantung skrotal dan ovarium terletak pada kutub postero lateral dari ginjal dan testis diikat oleh mesovarium pada dinding bagian dorsal tubuh dan ditutup oleh suatu kapsul elastik tipis yang transparan (Green, 1966). Karena ovarium terletak pada kutub posterolateral dan ginjal, maka koefisien perlemahan lebih besar dibanding testis yang terletak di dalam rongga tubuh bagian posterior dan harga koefisien perlemahan berkurang dengan bertambahnya energi foton dan bertambah dengan bertambahnya nomor atom bahan (Gibilisco, 1985).

Penelitian ini membuktikan juga bahwa sinar-X dapat menimbulkan efek biologi (Thompson dan Asworth, 1970). Perubahan konsentrasi ion hidrogen adalah akibat interaksi foton sinar-X yang mengionisasi molekul air dan protein, sehingga mengakibatkan derajat keasaman sel meningkat⁽¹⁷⁾.

Perubahan konsentrasi ion hidrogen mengakibatkan perubahan pH, yang selanjutnya mengakibatkan perubahan motilitas dan kecepatan gerak spermatozoa. Pada keadaan yang terlalu asam ($pH = 5$) motilitas dan kecepatan gerak spermatozoa rendah, bahkan spermatozoa berhenti bergerak dan motilitas serta kecepatan spermatozoa meningkat sejalan dengan kenaikan pH netral yang kemudian akan menurun lagi sesuai dengan makin alkalinnya keadaan lingkungan⁽¹⁸⁾.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Sinar-X dosis tunggal dapat menimbulkan efek biologis

pada mencit dewasa strain *Quacker Bush* (CSL), yaitu berupa pengurangan jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan hidup dari perkawinan satu hari pascairadiasi.

- Efek sinar-X pada mencit betina berbeda dengan efek sinar-X pada mencit jantan dalam hal kemampuannya untuk bereproduksi.

- Efek sinar-X dengan dosis 1X200 rad berbeda dengan efek sinar-X dengan dosis 2X200 rad. Demikian pula efek sinar-X dengan dosis 2X200 rad berbeda dengan efek sinar-X dengan dosis 3X200 rad.

Saran

Untuk melihat efek biologis yang ditimbulkan, dalam hal ini ditandai dengan pengurangan jumlah anak mencit (F_1) yang dilahirkan, maka perlu pengamatan yang seksama karena sifat kanibalismenya sehingga data yang diperoleh tidak akurat.

KEPUSTAKAAN

1. Lindell B. Radiation and Health. WHO 1987; 65(2): 139.
2. De Lyre WR, Johnson ON. Essentials of Dental Radiography for Dental Assistants and Hygienist 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc. 1985.
3. Dennison C. Low level radiations and genetics risk estimation in man. Ann. Rev. Genet. 1972; 16: 329-355.
4. Rubin P, Bakemeier RF, Krackon SR. Clinical Oncology for Medical Student and Physicians; A Multidisciplinary Approach. 6th ed., American Cancer Society Inc. 1983.
5. Kuzin AB. Radiation Biochemistry Jerusalem, 1964.
6. Billings a. (Effect of Physical Agent), Pathologic-Physiologic Mechanism of Disease. 5th ed., Asian Ed. Philadelphia-London-Toronto: WB Saunders Co. and Tokyo: Igaku Shoin Ltd. 1974.
7. Cassanett AP. Radiation Biology. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc. 1968.
8. Behrens CF. Atomic Medicine. Baltimore: William & Wilkins Co. 1959.
9. Edwards C, Sherer MAS, Ritenour ER. Radiation Protection for Dental Radiographer. St. Louis: C.V. Mosby, 1984.
10. ——. Parental exposure to X-rays and chemical induces heritable tumours and anomalies in mice. Nature (London), 1982; 296: 575-577.
11. Kirk MK, Lyon MF. Induction of congenital anomalies in offspring of female mice exposed to varying Dose of X-rays. Mutation Res 1982; 106: 73-83.
12. ——. Induction of congenital malformation in the offspring of male mice treated with X-rays at Pre-Meiotic and Past-Meiotic stage. Mutation Res 1984;125:75-85.
13. Beir Report. Effect on. Population of Exposure to low level of Ionising Radiation. Natl. Acad. Sci., Washington DC, 1980.
14. Ehling VH. Evaluation of Genetic Hazard in Man from Radiation and Chemical Mutagens. In: Radiobiological Equivalent of Chemical Pollutants. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1980.
15. Russel LB, Russel WL. Pathirays of radiation effect in mother and the embryo cold spring. Symp. Quant. Biol. 1954; 19: 50-59.
16. ——. The Sensitivity of different stages in oogenesis to the radiation induction of dominant lethal and mother changes in the mouse. In: Mitchell JS, Holmes BE, Smith CC (eds). Progress in Radiobiology. Edinburg: Oliver Boyd, 1956; 187-192.
17. Sulaeman S. Pengaruh pH terhadap Motilitas dan Kecepatan Geraak Spermatozoa Pria Fertil. Bul Androl Indon 1990; 10(1): 37-46.