

Skripsi

**PENGARUH PENYINARAN Co⁶⁰ TERHADAP VOLUME SATU KALI
EJAKULASI SEMEN, MOTILITAS, KONSENTRASI DAN
PERSENTASE HIDUP SPERMATOZOA
KELINCI JANTAN (*Lepus negricollis*)**



oleh

NINING AGUSTIN

SURABAYA - JAWA TIMUR

FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN

UNIVERSITAS AIRLANGGA

SURABAYA

2003

Skripsi

**PENGARUH PENYINARAN Co^{60} TERHADAP VOLUME SATU KALI
EJAKULASI SEMEN, MOTILITAS, KONSENTRASI DAN
PERSENTASE HIDUP SPERMATOZOA
KELINCI JANTAN (*Lepus negricollis*)**



oleh

NINING AGUSTIN

SURABAYA - JAWA TIMUR

FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN

UNIVERSITAS AIRLANGGA

SURABAYA

2003

**PENGARUH PENYINARAN Co⁶⁰ TERHADAP VOLUME SATU KALI
EJAKULASI SEMEN, MOTILITAS, KONSENTRASI DAN
PERSENTASE HIDUP SPERMATOZOA
KELINCI JANTAN (*Lepus negricollis*)**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Hewan

Pada

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

oleh

NINING AGUSTIN

NIM. 069812496


Menyetujui

Komisi Pembimbing,



(Dr. Hardijanto, M.S., drh.)

Pembimbing Pertama



(Tri Wahyu Suprayogi, M.Si., drh.)

Pembimbing Kedua

Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh - sungguh, kami berpendapat bahwa tulisan ini baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai skripsi untuk memperoleh gelar SARJANA KEDOKTERAN HEWAN.

Menyetujui

Panitia penguji,



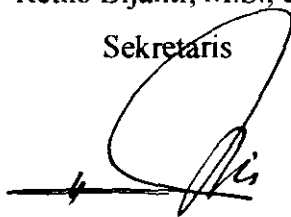
Choirul Anwar, M.S., drh.

Ketua



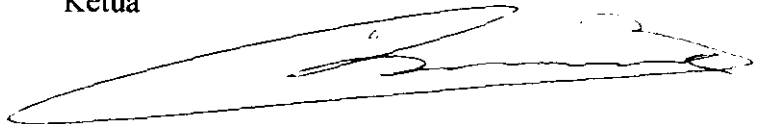
Retno Bijanti, M.S., drh.

Sekretaris



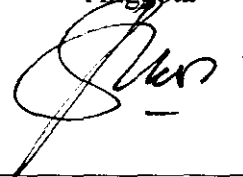
Dr. Hardijanto, M.S., drh.

Anggota



Dr. Bambang Sektiari L., DEA., drh.

Anggota



Tri Wahyu Suprayogi, M.Si., drh.

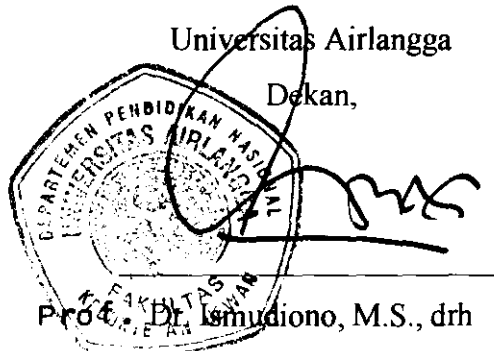
Anggota

Surabaya,

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan,



Prof. Dr. Ismudiono, M.S., drh

NIP. 130 687 297

**PENGARUH PENYINARAN C_{60} TERHADAP VOLUME SATU KALI
EJAKULASI SEMEN, MOTILITAS, KONSENTRASI, DAN
PERSENTASE HIDUP SPERMATOZOA
KELINCI JANTAN (*Lepus negricollis*)**

Nining Agustin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyinaran kobalt 60 terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan (*Lepus negricollis*).

Sejumlah 24 ekor kelinci jantan berumur kurang lebih 8 bulan dengan berat badan antara 2-3 kg. Selama percobaan kelinci-kelinci tersebut menerima radiasi dari kobalt 60. Disain percobaan yang digunakan adalah Rancangan Faktorial 4x3 yang terbagi menjadi 4 kelompok perlakuan dan 3 kelompok waktu pengamatan. Masing-masing kelompok perlakuan terdiri 6 ekor kelinci jantan. Data dianalisis menggunakan ANAVA dengan program SPSS 11.0 for Windows, bila hasil bermakna maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan dengan taraf signifikan 5%.

Pada perlakuan P0 tanpa pemberian radiasi kobalt 60 sebagai kontrol, perlakuan P1 diberi radiasi kobalt 60 dosis tunggal 50 rad, perlakuan P2 diberi radiasi kobalt 60 dosis tunggal 100 rad, dan perlakuan P3 diberi radiasi kobalt 60 dosis tunggal 150 rad. Pemeriksaan terhadap kualitas spermatozoa yang meliputi volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa dilakukan pada hari ke-15, hari ke-30 dan hari ke-45 setelah diradiasi.

Hasil penelitian diketahui bahwa radiasi kobalt 60 (dosis 50, 100, dan 150 rad) tidak berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, tetapi berpengaruh menurunkan motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan. Radiasi kobalt 60 pada 3 tahap waktu pengamatan (15, 30 dan 45 hari) setelah radiasi tidak mempengaruhi volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, dan konsentrasi spermatozoa, tetapi berpengaruh pada persentase hidup spermatozoa kelinci jantan, dan radiasi Kobalt 60 (dosis 50, 100, dan 150 rad) pada interaksi antara radiasi yang diberikan dengan waktu pengamatan tidak berpengaruh pada volume satu kali ejakulasi semen dan motilitas spermatozoa tetapi berpengaruh pada konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Y.M.E atas karunia dan kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **Pengaruh Radiasi Kobalt 60 (Co ⁶⁰) Terhadap Volume Satu Kali Ejakulasi Semen, Motilitas, Konsentrasi dan Persentase Hidup Spermatozoa Kelinci Jantan (*Lepus negricollis*).**

Kemajuan teknologi yang terus berkembang dalam bidang kedokteran tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan radioisotop sebagai alat untuk mendiagnosa maupun terapi. Serangkaian penelitian tentang pengaruh teknologi ini pada penggunaannya telah dilakukan dan hasilnya dituangkan dalam tulisan ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ismudiono, M.S., Drh., selaku Dekan FKH Unair, Dr. Hardijanto, M.S., Drh. selaku pembimbing pertama, dan Tri Wahyu Suprayogi, M.Si., Drh. selaku pembimbing kedua atas saran dan bimbingannya, Bapak Koesnoto, Drh. atas bantuan statistik dan sarannya, Mbak Anis dari Radiologi RSUD Dr. Soetomo atas bantuannya dalam penelitian ini, Mbak Nina sebagai mitra dalam penelitian ini, orang tua, adik-adik dan bantuan dari teman dekat penulis Budi, Jassi, Lili, Rina, Lala, Dini, dan teman-teman yang lain atas dukungan moril maupun materi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu disini.

Akhirnya penulis masih menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Walaupun demikian, semoga hasil-hasil yang dituangkan dalam tulisan ini dapat bermanfaat bagi dunia kedokteran hewan.

Surabaya, Maret 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Landasan Teori	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kelinci	7
2.2 Spermatogenesis	9
2.3 Spermatozoa	11
2.4 Radiasi Kobalt 60 (Co ⁶⁰)	15
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Hewan Coba	18
3.3 Bahan Penelitian	18

3.4 Peralatan Penelitian	19
3.5 Metode Penelitian	19
3.5.1 Pemberian Sinar Gamma	21
3.5.2 Pengambilan Semen Kelinci	21
3.5.3 Pemeriksaan Motilitas Spermatozoa	22
3.5.4 Penghitungan Konsentrasi Spermatozoa Metode Thoma	22
3.5.5 Pembuatan Preparat Ulas	23
3.6 Rancangan Penelitian	23
3.7 Peubah yang Diamati	24
3.8 Analisis Data	24
IV. HASIL PENELITIAN	25
4.1 Volume Satu Kali Ejakulasi Semen Kelinci Jantan	25
4.2 Motilitas Spermatozoa Kelinci Jantan	26
4.3 Konsentrasi Spermatozoa Kelinci Jantan	28
4.4 Persentase Hidup Spermatozoa Kelinci Jantan	29
V. PEMBAHASAN	31
5.1 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Volume	32
5.2 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Motilitas Spermatozoa	33
5.3 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Konsentrasi Spermatozoa	34
5.4 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Persentase Hidup Spermaozoa	37

VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	39
	RINGKASAN	41
	DAFTAR PUSTAKA	42
	GAMBAR	46
	LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hubungan Perlakuan dan Waktu pada Pola Rancangan Penelitian	23
2. Rataan Interaksi pada Volume Satu Kali Ejakulasi Semen Setelah Uji Duncan	26
3. Rataan Perlakuan Berbagai Dosis Radiasi pada Motilitas Spermatozoa Setelah Uji Duncan	27
4. Rataan Interaksi pada Konsentrasi Spermatozoa Setelah Uji Duncan...	28
5. Rataan Interaksi pada Persentase Hidup Spermatozoa Setelah Uji Duncan	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Spermatogenesis pada Mamalia	11
2. Spermatozoa Mamalia Dewasa	14
3. Bagan Metode Penelitian	20
4. Alat- alat Yang Digunakan Untuk Pengambilan Semen Kelinci	46
5. Kelinci Jantan yang Akan Diambil Semennya	46
6. Pengambilan Semen Kelinci	47
7. Kelinci yang Sedang Ejakulasi.....	47
8. Semen Kelinci Hasil Ejakulat.....	48
9. Pembuatan Preparat Ulas Spermatozoa.....	48
10. Fiksasi Preparat Ulas Spermatozoa	49
11. Penghitungan Konsentrasi Spermatozoa Metode Thoma	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Volume, Motilitas, Konsentrasi dan Persentase Hidup	51
2. Analisis ANAVA pada Volume.....	54
3. Analisis ANAVA pada Motilitas Spermatozoa	55
4. Analisis ANAVA pada Konsentrasi Spermatozoa	55
5. Uji jarak Berganda Duncan pada Perlakuan radiasi terhadap Konsentrasi Spermatozoa	56
6. Analisis ANAVA pada Persentase Hidup Spermatozoa	57
7. Uji Jarak Berganda Duncan terhadap Waktu pengamatan pada Persentase Hidup Spermatozoa.....	57
8. Uji Jarak Berganda Duncan terhadap Perlakuan radiasi pada Persentase Hidup Spermatozoa.....	58
9. Laju Dosis Kobalt 60 Berdasarkan Kalibrasi BATAN	59
10. <i>Percentase Depth Dose Co 60 - Gamma Rays</i>	60

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini penggunaan radiasi pengion di berbagai bidang kehidupan semakin meningkat, termasuk dibidang kedokteran, pertanian dan peternakan, sehingga semakin banyak pula manfaat yang bisa dinikmati. Radiasi pengion adalah radiasi yang dapat membentuk partikel bermuatan positif dan negatif di dalam materi yang dilaluinya (Edwards *et al.*, 1984). Salah satu radioaktif yang digunakan untuk terapi kanker adalah kobalt 60 (Co^{60}). Zat radioaktif ini memancarkan sinar gamma (sinar γ) yang juga termasuk dalam radiasi pengion (Miller *et al.*, 1987).

Di bidang kedokteran, radiasi pengion memberi manfaat besar bagi kesehatan manusia, baik untuk tujuan diagnostik maupun terapi radiasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Abdullah (1990) yang menyatakan bahwa teknologi radiasi dengan zat-zat yang bisa memancarkan radioaktif dapat memberikan aspek diagnosa. Menurut Satari (1985) aplikasi radiasi pengion dalam bidang peternakan merupakan salah satu pemanfaatan teknologi maju dalam penyediaan data dan informasi yang mendukung pembangunan subsektor peternakan, misalnya : peningkatan efisiensi penggunaan pakan ternak, pembuatan varietas baru, pengawetan bahan makanan, peningkatan efisiensi penggunaan pupuk, pemberantasan hama secara hayati serta untuk mengembangkan cara-cara pembuatan vaksin dari beberapa jenis penyakit ternak yang penting.

Namun sejauh ini radiasi pengion juga dapat menimbulkan berbagai dampak negatif yang merugikan dengan merusak organ yang sangat sensitif terhadap radiasi pengion ini. Salah satu organ yang sensitif adalah testis. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tujudinoor (1987) pada testis yang disinari dengan radiasi pengion dosis 50 rad, 100 rad, 150 rad dan 200 rad yang dikorbankan pada 15 hari setelah radiasi menunjukkan penurunan diameter tubulus seminiferus. Dari hasil penelitian ini ditunjukkan bahwa semakin besar dosis radiasi pengion yang dipaparkan, semakin kecil diameter dan ketebalan epitel tubulus seminiferus. Pada hari ke 30 dan 45 setelah penyinaran, ketebalan epitel tubulus seminiferus dan diameter tubulus seminiferus masih menunjukkan pengaruh yang nyata akibat induksi dari radiasi pengion. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Roini (1998) yang menyebutkan bahwa pemberian radiasi pengion dapat menghambat proses spermatogenesis pada tikus putih yang ditandai dengan menurunnya ketebalan epitel tubulus seminiferus, berkurangnya diameter tubulus seminiferus, berkurangnya jumlah spermatogonia, spermatisid, spermatid, dan spermatozoa seiring dengan besar dosis radiasi yang diberikan.

Sementara itu berbagai penelitian menyebutkan bahwa akhir-akhir ini penyebab infertilitas pada pejantan banyak dikaitkan dengan penurunan konsentrasi, dan motilitas spermatozoa serta faktor lain yang belum diketahui pasti penyebabnya (Suhardjo, 1991).

Pada penelitian ini akan dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui pengaruh penyinaran kobalt 60 terhadap volume, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan pada 15, 30, dan 45 hari setelah

penyinaran. Hal ini didasari oleh pernyataan Hardjopranjoto (1995) yang menyatakan bahwa waktu yang diperlukan oleh setiap tahap di dalam spermatogenesis yaitu perubahan spermatogonia menjadi spermatosir primer, perubahan spermatosit primer menjadi spermatosit sekunder dan transformasi spermatid menjadi spermatozoa adalah kurang lebih 15 hari, sedangkan perubahan spermatosit sekunder menjadi spermatid hanya beberapa jam saja.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah penyinaran kobalt 60 dengan berbagai dosis (50, 100, dan 150 rad) berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan ?
2. Apakah penyinaran kobalt 60 dengan berbagai dosis (50, 100, dan 150 rad) dengan tiga tahap waktu pengamatan (15, 30, dan 45 hari) setelah radiasi berpengaruh terhadap volume, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan ?
3. Apakah interaksi antar penyinaran dengan kobalt 60 berbagai dosis (50, 100, dan 150 rad) dan waktu pengamatan berpengaruh terhadap volume, motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan ?

1.3 Landasan Teori

Dengan meluasnya pemakaian bahan radioaktif yang memancarkan sinar alfa, beta, maupun gamma akan memberikan kerusakan pada jaringan tubuh hewan dan manusia. Hanya kerusakan yang ditimbulkan tergantung dari dosis, macam radioaktif dan kemampuan pancaran sinar, jarak radiasi serta lama radiasi yang dilakukan (Darussalam dan Kooswinarsiningsih, 1988).

Menurut Nieschlag dan Behre (1997) paparan radiasi dengan dosis sebesar 20 rad dapat menyebabkan penurunan hasil produksi spermatozoa dan dengan dosis di atas 75 rad dapat menyebabkan azoospermia pada manusia. Semakin tinggi dosis yang digunakan dapat menyebabkan lambatnya *recovery* hasil produksi spermatozoa bahkan dosis di atas 400 rad pada manusia dapat menyebabkan kerusakan sel spermatogonia yang bersifat *irreversible*.

Pemberian radiasi pengion seluruh tubuh pada tikus Sprague-Dawley dengan dosis 300 rad selama 30 menit menyebabkan penurunan jumlah spermatozoa pada hari ke-28 dan ke-54 setelah penyinaran. Sedangkan pemulihan sudah mulai terjadi pada hari ke-54 dan terus meningkat sampai hari ke-120 setelah penyinaran. Sementara pengaruh pemberian radiasi pengion pada kelinci jantan sampai saat ini belum pernah dilaporkan (Jegou *et al*, 1993).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penyinaran yang diberikan pada kelinci terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan

- persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.
2. Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penyinaran yang diberikan pada kelinci dengan tiga tahap waktu pengamatan (15, 30, dan 45 hari) setelah radiasi terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.
 3. Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh interaksi antara penyinaran yang diberikan pada kelinci dengan waktu pengamatan terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain :

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk penelitian lebih lanjut.
2. Agar penelitian ini bisa menjadi referensi dan diperhatikan dalam melakukan penelitian yang sama.

1.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Penyinaran kobalt 60 (50, 100, dan 150 rad) berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.
2. Penyinaran kobalt 60 (50, 100, dan 150 rad) berpengaruh pada tiga tahap

waktu pengamatan (15, 30, dan 45 hari) setelah radiasi terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

3. Interaksi antara radiasi kobalt 60 (50, 100, dan 150 rad) dengan waktu pengamatan berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelinci

Menurut taksonomi, kelinci dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Filum : Chordata
Klas : Mammalia
Ordo : Lagomorpha
Famili : Leporidae
Genus : Lepus
Spesies : *Lepus negricollis* (Dhami & Dhami, 1992).

Kelinci peliharaan mula-mula dijinakkan di Afrika dan pertama kali dimanfaatkan sebagai bahan makanan di Asia kira-kira 300 tahun yang lalu. Di Eropa, kelinci telah dipakai sebagai bahan makanan lebih dari 1000 tahun yang lalu. Kelinci dibawa ke Amerika dari Eropa pada awal tahun 1800 - an (Blakely & Bade, 1994).

Di Indonesia dikenal 2 kelinci lokal yaitu kelinci jawa (*Lepus negricollis*) dan kelinci sumatera (*Nesolagus netcherischlegel*). Kelinci jawa berwarna coklat perunggu agak kehitaman di punggung, tapi kemudian akan berubah kehitaman sampai diujungnya. Sedangkan dari kerongkongan sampai lengan bawah badan berwarna putih. Berat badan 2-4 kg setelah dewasa, panjang kepala 40-50 cm, panjang ekor 5-8 cm dan panjang telinga 10-12 cm (Suwarno, 1995).

Lama hidup kelinci menurut Smith & Mangkoewidjojo (1988) berkisar

antara 5-10 tahun tetapi dapat juga sampai 12 tahun. Suwarno (1995) mengemukakan tanda-tanda kelinci yang baik antara lain: pandangan mata jernih dan terang, kelinci yang matanya suram atau kurang jernih menandakan bahwa kesehatannya terganggu; bulu halus dan rata, kelinci yang kulit dan bulunya kaku atau kurang halus menandakan kesehatannya kurang baik; kaki kuat dan tidak bengkok, kaki belakang tampak rapat dengan badan, kaki depan sama panjang dengan jarak kaki belakang; dada lebar, bentuk bulat, tetapi padat, menunjukkan keadaan baik dan tenaga kuat; ekor lurus dengan punggung; dan pejantan yang baik, kantong skrotumnya cukup besar hingga menggantung ke bawah, kantong skrotum yang menempel di tubuh dan berukuran lebih kecil menandakan si pejantan kurang subur. Spermatozoa harus disimpan dibagian tubuh yang suhunya lebih rendah dari suhu tubuh supaya tetap subur. kantong skrotum yang menggantung suhunya lebih rendah daripada yang melekat dibadan.

Kelinci jantan mempunyai sepasang testis yang tersimpan di dalam kantong skrotum. Testis berbentuk oval, panjang sekitar 22 mm dan berwarna merah muda. Produksi spermatozoa pada kelinci jantan tergantung pada berat badan dan jenisnya. Pada kelinci semakin berat dan besar tubuhnya, maka testisnya akan semakin besar, sehingga jumlah spermatozoa yang dihasilkan semakin banyak pula. Volume dan konsentrasi semen kelinci jantan per ejakulat meningkat jumlahnya setelah mencapai dewasa kelamin (Hafez,1970).

Menurut Blakely dan Bade (1994) usia dewasa kelamin (pubertas) tiap jenis kelinci berbeda-beda. Pada jenis kelinci yang kecil dengan berat badan antara 2-4 kg mencapai pubertas pada umur 4 bulan, kelinci jenis sedang dengan

berat badan antara 5-7 kg mencapai pubertas pada umur 6-7 bulan, dan kelinci jenis besar dengan berat badan antara 8-10 kg mencapai pubertas pada umur 9-12 bulan.

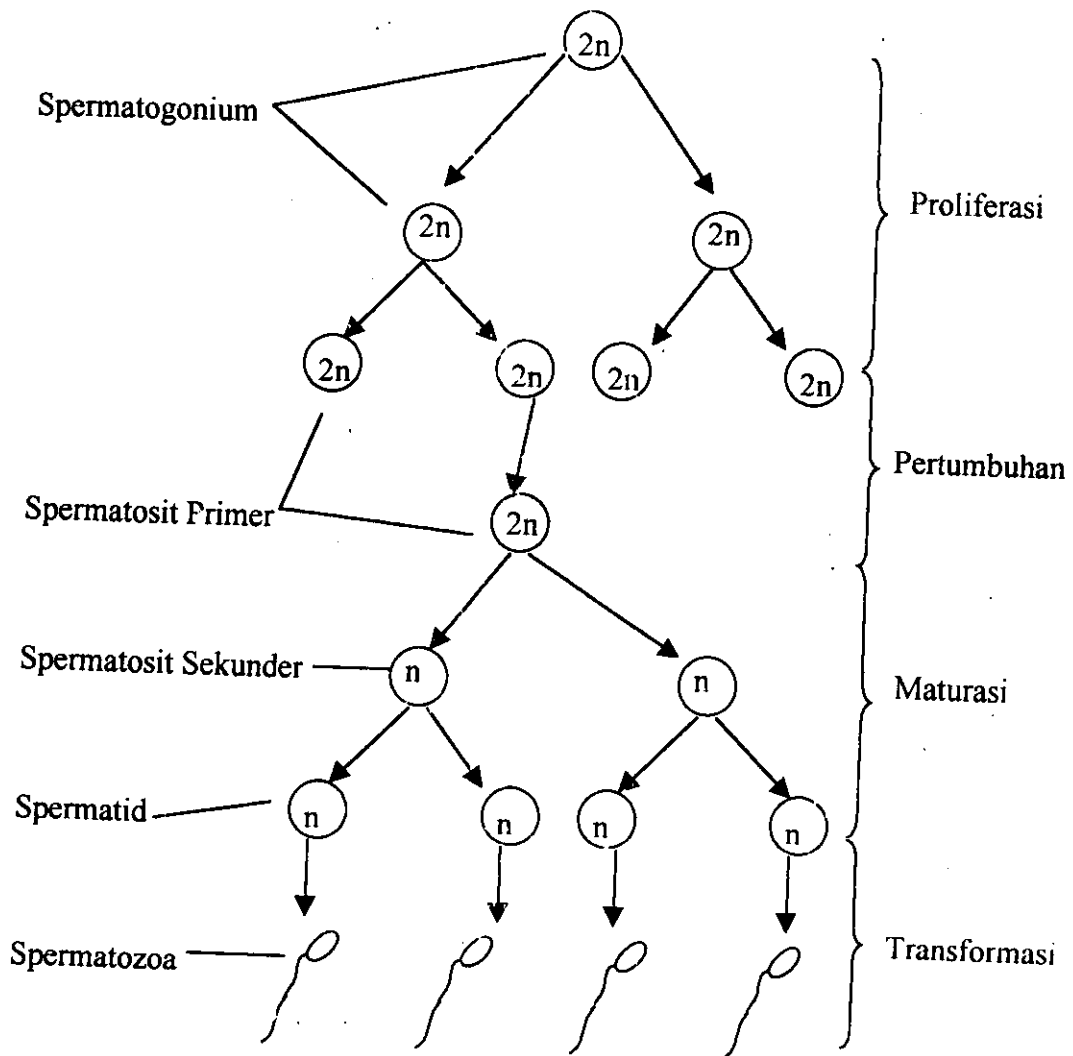
Cheeke *et al* (1982) menyebutkan bahwa testis mampu memproduksi spermatozoa setiap harinya 50 sampai 250 juta. Jumlah spermatozoa yang dihasilkan tergantung pada bangsa, umur pejantan dan makanan yang diberikan. Sejak mencapai dewasa kelamin (pubertas), spermatozoa akan diproduksi terus selama siklus reproduksi jantan masih aktif. Sebagian spermatozoa yang tidak diejakulasikan akan mengalami degenerasi di dalam epididimis dan akan diserap oleh dinding epididimis.

Menurut Setchell (1993) seekor kelinci jantan dalam sekali ejakulasi volumenya berkisar antara 0,4 - 6 ml, dengan konsentrasi antara 50 - 350 juta / ml, dan pH berkisar antara 6,59 - 7,5.

2.2 Spermatogenesis

Sistem reproduksi jantan terdiri dari dua testis yang terbungkus dalam kantung skrotum, organ-organ tambahan yang meliputi duktus-ductus (epididimis, duktus efferen, dan duktus defferen), kelenjar-kelenjar (ampula, vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar bulbourethralis), dan penis. Testis menghasilkan spermatozoa dan hormon testosteron. Testis terdiri atas sejumlah saluran buntu yang disebut tubulus seminiferus yang bermuara ke epididimis. Spermatozoa dibentuk dalam tubulus seminiferus. Pembentukan spermatozoa dalam testis disebut spermatogenesis (Fradson, 1992).

Spermatogenesis terjadi dalam 4 tahap (seperti pada gambar 1), yaitu tahap proliferasi, tahap tumbuh, tahap pendewasaan, dan tahap transformasi (metamorfose) yaitu perubahan dari spermatid menjadi spermatozoa. Proses perubahan bentuk dari spermatid menjadi spermatozoa disebut spermiogenesis. Pada tahap proliferasi, bakal sel kelamin jantan berproliferasi menjadi spermatogonia. Proses ini terjadi sejak pralahir dan diakhiri beberapa hari pasca lahir, kemudian diteruskan ke tahap berikutnya ketika mencapai usia dewasa kelamin yaitu tahap tumbuh. Pada tahap ini spermatogonia aktif membelah diri secara mitosis menjadi sejumlah spermatogonia yang tumbuh membesar menjadi spermatosit primer ($2n$). Tahap tumbuh diteruskan ke tahap pendewasaan tanpa selang waktu. Proses dari spermatogonium sampai menjadi spermatid disebut spermatositogenesis. Tahap pendewasaan diawali dengan pembelahan meiosis spermatosit primer ($2n$) menjadi spermatosit sekunder (n) hingga menjadi spermatid, sedangkan lama proses spermatogenesis pada kelinci berlangsung kurang lebih 10 hari (Sukra, 2000).



Gambar 1. Spermatogenesis pada Mamalia (Dikutip dari Hafez, 1993)

2.3 Spermatozoa

Spermatozoa yang telah masak bergerak dari tubulus seminiferus menuju ke dalam saluran epididimis melewati rete testis ke duktus efferen, terus menuju kaput epididimis lalu turun melewati korpus hingga tertampung di kauda epididimis. Di tempat ini spermatozoa disimpan dan mengalami pemasakan hingga mampu membuahi ovum (Frandsen, 1992).

Menurut Meijer (1993) spermatozoa bersifat immotil saat dilepaskan dari

lumen tubulus seminiferus. Spermatozoa ini mencapai duktus epididimis secara pasif, mengapung dalam cairan sekresi sel Sertoli dan hanya tergantung pada gerak peristaltik otot sepanjang duktus epididimis. Kemampuan spermatozoa untuk bergerak dan membuahi ovum berkembang selama 10-14 hari dalam saluran epididimis. Menurut Setchell (1993) perubahan cairan luminal epididimis yang berurutan berperan dalam pematangan spermatozoa.

Air mani (semén) terdiri dari dua bagian yaitu spermatozoa yang mempunyai bentuk khas menurut spesiesnya dan seminal plasma yang bersifat agak kental. Spermatozoa dihasilkan oleh tubulus seminiferus di dalam testis, sedangkan seminal plasma merupakan campuran dari sekresi alat kelamin jantan dan kelenjar aksesoris yaitu vesikula seminalis, prostat dan bulbo urethralis (Evans dan Maxwell, 1987).

Spermatozoa terdiri dari kepala dan ekor (Gardner dan Hafez, 1987). Seperti pada gambar 2, bagian kepala spermatozoa mengandung nukleus dan akrosom, sedangkan bagian ekor terdapat empat bagian yaitu leher, *middle piece*, *principle piece* dan *end piece* (Mann and Mann, 1981).

Bentuk kepala spermatozoa babi, sapi, domba, kelinci berbentuk bulat telur pipih sedangkan manusia berbentuk bulat (Nalbandov, 1990).

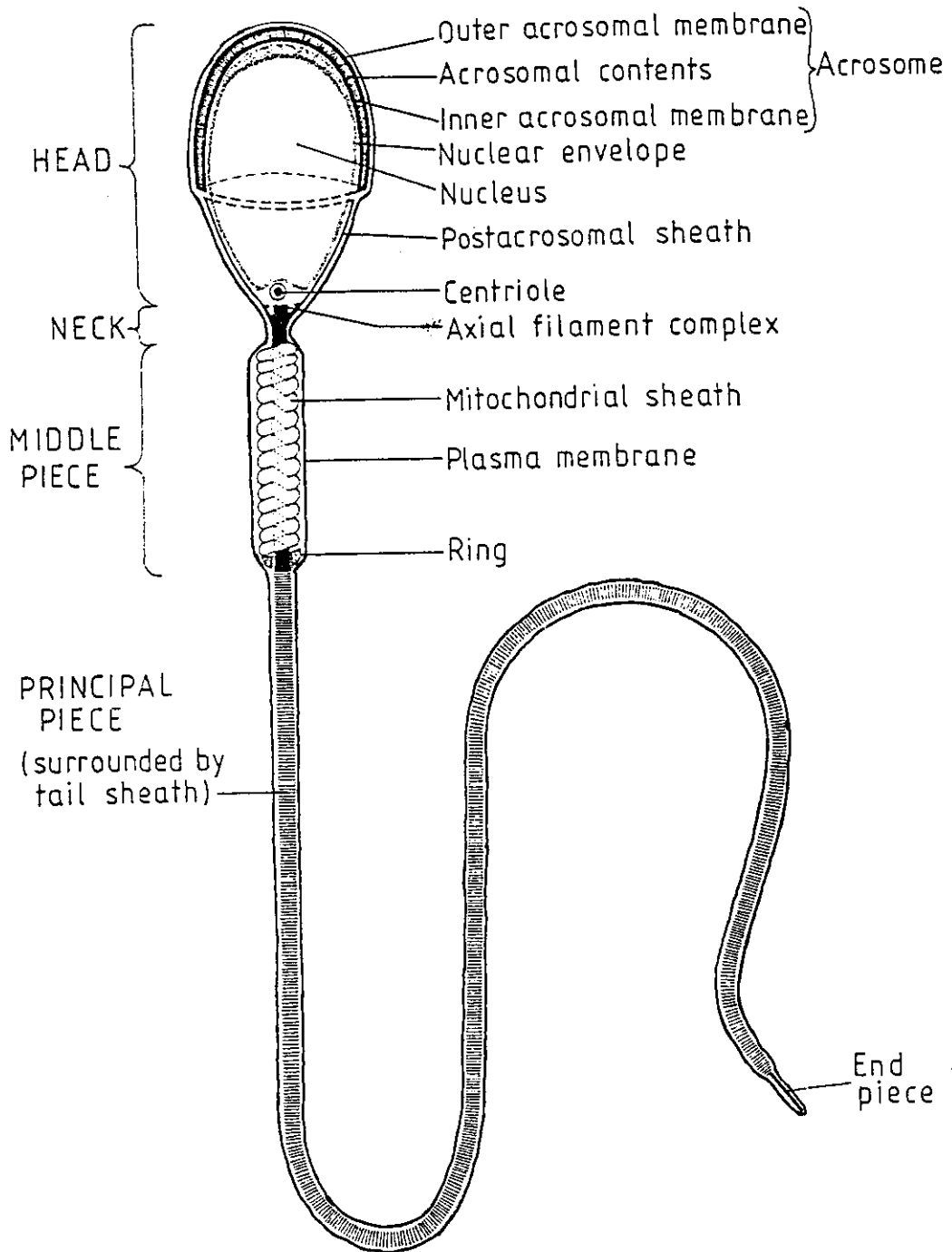
Akrosom merupakan struktur seperti topi atau tudung, menutupi dua pertiga bagian anterior kepala spermatozoa. Akrosom mempunyai peran penting dalam fertilisasi. Pada reaksi akrosom, enzim yang dikeluarkan antara lain akrosin (untuk menembus zona pellucida), hyaluronidase (untuk menembus cumulus oophorus) dan *corona penetrating enzyme* (CPE, guna menembus corona

radiata). Apabila akrosom tidak ada sama sekali maka spermatozoa akan kehilangan daya (potensi) fertilisasi (Hafez, 1980)

Seluruh permukaan kepala spermatozoa dibungkus oleh selaput sel. Apabila spermatozoa mati, permeabilitas selaput selnya akan meningkat terutama pada daerah pangkal kepala sehingga mudah ditembus oleh cairan zat warna pada saat dilakukan uji pewarnaan (Toelihere, 1985).

Pada bagian *middle piece* terdapat selaput mitokondria yang merupakan tempat terjadinya metabolisme yang menghasilkan energi kimia (ATP) dimana ATP ini dipergunakan untuk pergerakan spermatozoa. *Principle piece* merupakan bagian lanjutan dari annulus sampai dekat dengan *end piece*. Pada *principle piece* terdapat selaput pelindung (*protective sheath*), sedangkan pada *end piece* tidak diselubungi selaput. Struktur *end piece* umumnya berupa filamen aksial yaitu bundel kecil serabut yang kuat dimulai dari sentriol proksimal sampai seluruh ekor, satu serabut dikelilingi oleh sembilan serabut besar yang mengelilingi secara berputar sepanjang ekor. Kontraksi serabut ini menyebabkan ekor spermatozoa mendorong kepalanya untuk bergerak ke depan. Kontraksi dimulai dari sentriol proksimal bergerak secara ritmik ke bawah ekor dan akhirnya spermatozoa dapat bergerak maju (Bearden dan Fuquay, 1992).

Motilitas adalah salah satu dari uji yang umumnya dipakai untuk mengetahui kualitas spermatozoa (Gomez, 1977). Motilitas spermatozoa sangat penting untuk mendukung pergerakan sel spermatozoa di dalam saluran kelamin betina (Salisbury, 1985). Selain dengan uji motilitas, kualitas spermatozoa dapat



Gambar 2. Spermatozoa Mamalia Dewasa (Dikutip dari Mann and Mann, 1981)

dilihat dari persentase spermatozoa yang hidup dalam suatu ejakulat dan diamati pada ulasan tipis yang dibuat setelah mencampurkan satu titik semen dengan satu tetes pewarna Eosin-Negrosin pada suatu gelas obyek. Spermatozoa mati akan mengambil Eosin, sedangkan zat warna Negrosin menyediakan latar belakang gelap yang kontras di mana spermatozoa mati dan spermatozoa hidup dapat dilihat dengan mudah. Rasio dari hidup mati spermatozoa ditampilkan sebagai perhitungan persentase (Meredith, 1995).

2.4 Radiasi Kobalt 60 (Co^{60})

Pada terapi penyakit, Co^{60} radioaktif digunakan secara langsung sebagai sumber radiasi pengion. Co^{60} memancarkan berturut-turut sinar gamma 1,17 MeV dan sinar gamma 1,33 MeV (Cromer, 1994). Menurut Low (1994), sinar gamma dikeluarkan dari inti atom yang terlibat dalam reaksi radioaktif. Sinar gamma ini sangat berenergi dan bahkan memiliki daya tembus lebih besar dari sinar alfa dan sinar beta. Sehingga Co^{60} sumber sinar gamma yang relatif tidak mahal, mudah diperoleh dan sangat besar daya tembusnya sehingga menjadi pilihan sebagai sumber radiasi untuk tujuan terapi (Cromer, 1994).

Radiasi pengion adalah radiasi yang dapat membentuk partikel bermuatan positif dan negatif di dalam materi yang dilaluinya (Edwards *et al.*, 1984). Proses ionisasi yang menghasilkan partikel bermuatan positif dan negatif inilah yang mampu meningkatkan kerusakan jaringan biologi pada suatu individu (Cember, 1983; Goaz dan White, 1994).

Radioaktif baik yang memancarkan sinar alfa, beta ataupun gamma akan

memberikan kerusakan atau perubahan pada sel-sel jaringan tubuh manusia atau hewan. Kerusakan dan perubahan yang terjadi tergantung dari dosis, macam radioaktif dan kemampuan pancaran sinarnya, jarak radiasi, lama radiasi, jenis-jenis jaringan yang terkena radiasi, umur serta kesehatan individu (Darussalam dan Kooswinarsiningsih, 1988). Efek negatif yang dapat ditimbulkan oleh radiasi pengion setelah menembus jaringan tubuh dapat berupa efek langsung maupun tidak langsung. Efek langsung terjadi bila energi radiasi berinteraksi langsung dengan sasaran yang terdapat pada atau di dalam sel, yaitu pada membran sel atau molekul yang lebih spesifik seperti DNA, RNA, enzim dan protein yang dapat menyebabkan rusaknya struktur sel dan bahkan putusya ikatan ganda DNA ataupun kerusakan kromosom. Sedangkan efek tidak langsung terjadi karena molekul air dalam sel terionisasi, kemudian mengalami radiolisis dan membentuk radikal bebas (Goaz dan White, 1994).

Radikal bebas adalah atom, gugus atau senyawa yang memiliki satu elektron yang tidak berpasangan, mempunyai sifat tidak stabil sehingga radikal bebas cenderung menarik elektron lain untuk membentuk senyawa yang stabil. Kecenderungan menarik elektron tersebut yang menjadikan radikal bebas mempunyai sifat yang sangat reaktif (Pine, 1980). Sekitar dua per tiga kerusakan biologis terjadi akibat efek tidak langsung dari radiasi pengion (Goaz dan White, 1994).

Terjadinya ionisasi pada sel bergantung pada banyak faktor, salah satunya energi yang terserap dapat menimbulkan ionisasi pada jaringan, inilah yang dinamakan efek biologik. Lama waktu penyinaran dan besarnya dosis yang

diberikan sangat mempengaruhi kerusakan jaringan yang ditimbulkan, tetapi setiap jaringan mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap bahan radioaktif. Akibat efek ionisasi intraselluler secara mikroskopis menghasilkan kerusakan yang biasanya dapat berakibat terjadinya kematian sel. Efek radiasi pada organisme secara keseluruhan akan bergantung pada jumlah dan tipe sel yang dipengaruhi (Edward, *et al*; 1984).

Nieschlag dan Behre (1997) mengemukakan bahwa kemampuan radiasi pengion menyebabkan terjadinya mutasi somatik dengan konsekuensi terjadi perubahan sel-sel kelamin, bahkan dapat menyebabkan sterilitas pada individu yang bersangkutan, disamping itu perlu diingat bahwa organ kelamin seperti testis merupakan salah satu jaringan yang sensitif terhadap radiasi. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa radiasi pengion diketahui mempunyai efek antispermatogenik pada manusia.

Sulaiman *et al.* (1996) menyatakan bahwa menurunnya motilitas spermatozoa merupakan faktor utama penyebab infertilitas pria. Motilitas sperma bergantung pada integritas dari selubung mitokondria dimana fosfolipid merupakan komponen utamanya. Jika asam lemak di dalam fosfolipid dioksidasi oleh radikal bebas maka membran spermatozoa akan rusak yang mengakibatkan motilitas akan menurun (Jones dan Mann, 1977). Adanya radikal bebas yang tinggi pada spermatozoa akan mempengaruhi fungsi sperma yang mengakibatkan menurunnya motilitas spermatozoa dan kemampuan fusi spermatozoa-oosit (De Lamirande dan Claude, 1993).

BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Inseminasi Buatan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya dan di Bagian Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Penelitian ini berlangsung selama 3 bulan yang dimulai pada tanggal 25 November 2002 dan berakhir pada tanggal 25 Januari 2003.

3.2 Hewan Coba

Hewan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelinci jantan (*Lepus negricollis*) sebanyak 24 ekor dalam kondisi sehat, berumur kurang lebih 8 bulan dengan libido cukup, dan dengan berat badannya antara 2-3 kg. Hewan coba ini diperoleh dari suatu peternakan kelinci di daerah Batu. Selain konsentrat pakan yang diberikan hingga akhir penelitian yaitu jagung muda, kulit jagung muda, wortel, ketela rambat dan sayuran segar serta air minum ad libitum.

3.3 Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah semen kelinci yang diambil dari masing-masing kelinci coba, bahan pelicin vagina buatan (KY Gel Johnson and Johnson), zat pewarna Eosin-Negrosin, larutan Eosin dalam NaCl 3% untuk menghitung

konsentrasi spermatozoa, alkohol 20%, air panas 42°C, tissue, kapas, dan *oil emersi* zat yang bisa membantu memperoleh gambaran mikroskop yang jelas.

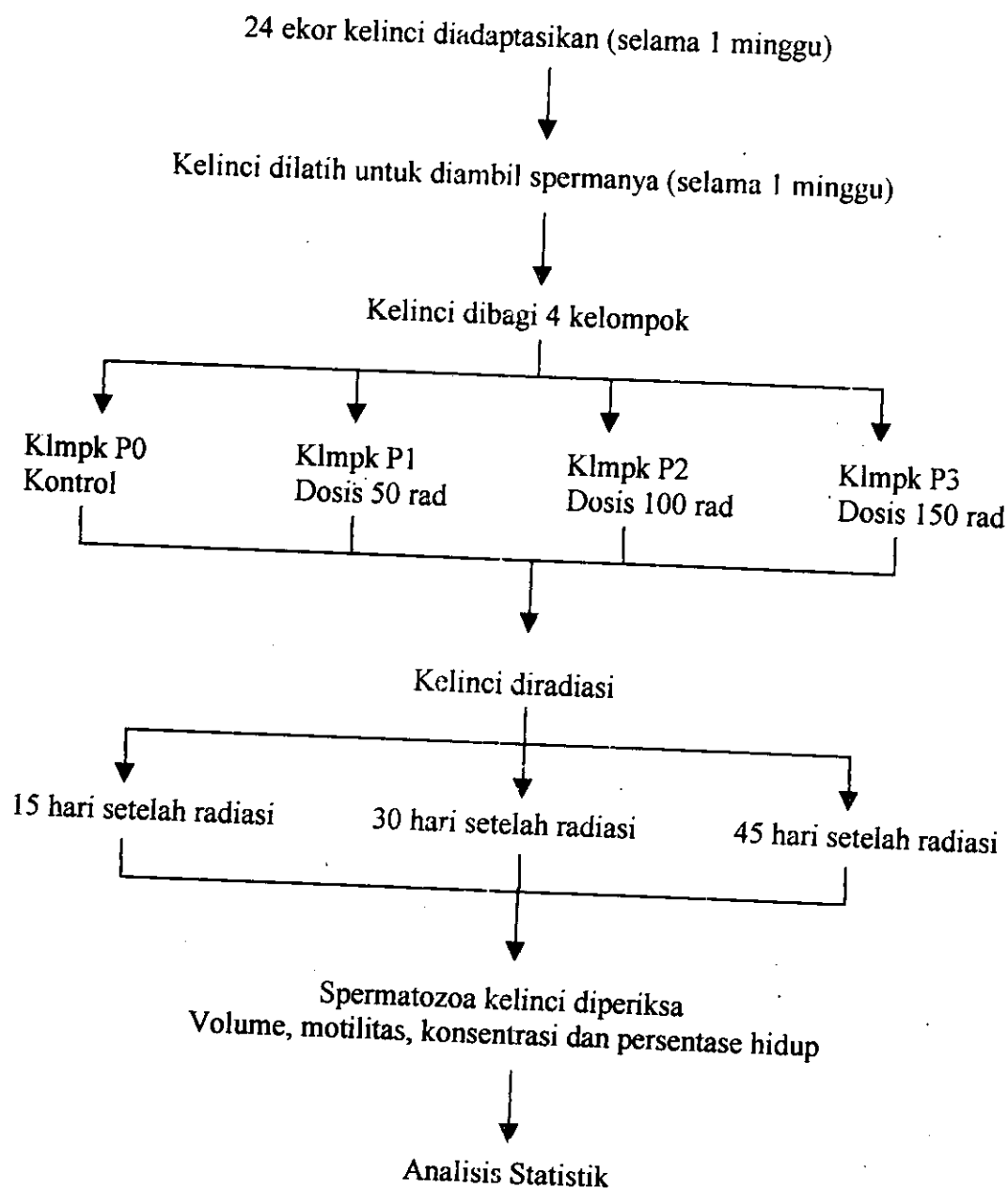
3.4 Peralatan Penelitian

Sebagai peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah vagina buatan khusus kelinci, mikroskop dengan pembesaran 100-1000 kali, alat pemanas (nyala spiritus bakar), satu unit alat Thoma, alat pemancar sinar gamma unit Teletherapy Co ⁶⁰ (Alcyon type II), spuit 12 ml (Terumo) untuk mengisi air panas kedalam vagina buatan, tabung mikrosentrifuse 1,5 ml (Eppendorf) untuk menampung semen, pipet Pasteur untuk mengambil semen dari tabung, obyek glass untuk membuat preparat ulas, *hand counter* untuk menghitung konsentrasi semen, timbangan untuk menimbang berat badan kelinci, papan fiksasi untuk memfiksasi kelinci saat diradiasi serta kandang kelinci dan perlengkapan kandang yang lain (lihat gambar 4).

3.5 Metode Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan (seperti pada gambar 3), hewan coba diadaptasikan dengan lingkungan yang baru selama satu minggu, kemudian hewan diadaptasikan lagi untuk diambil semennya selama 1 minggu. Kemudian dari 24 ekor kelinci jantan tersebut dibagi menjadi 4 kelompok secara acak dengan jumlah sama banyak. Kelompok P0 : sebagai kontrol, kelompok P1 : mendapat perlakuan radiasi dengan dosis 50 rad, kelompok P2 : mendapat perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad, dan Kelompok P3 : mendapat perlakuan

radiasi dengan dosis 150 rad. Spermatozoa dari kelinci jantan tersebut diamati pada T1 : 15 hari setelah diradiasi, T2 : 30 hari setelah diradiasi, dan T3 : 45 hari setelah diradiasi



Gambar 3. Bagan Metode Penelitian

3.5.1 Pemberian Sinar Gamma

Dari empat kelompok kelinci jantan tersebut ditempatkan pada meja radiasi setelah sebelumnya difiksasi pada papan fiksasi dengan mengikat bagian dada, perut, dan kedua kaki dengan posisi terlentang. Secara bergantian masing-masing kelinci yang memperoleh penyinaran 0 rad, 50 rad, 100 rad, dan 150 rad ditempatkan tepat dibawah pusat sinar radiasi. Kemudian masing-masing kelinci tersebut diukur luas area penyinarannya (*equivalent square*) untuk mengetahui *Exposure Rate*-nya (lihat lampiran 9), lalu diukur juga tebal tubuhnya untuk mengetahui *Percentase Depth Dose*-nya (lihat lampiran 10) dan waktu radiasi tiap kelinci tergantung pada dosis ($TD = \textit{Tumor Dose}$), *Exposure Rate* (ER), dan *Percentase Depth Dose* (PDD) dengan rumus : $t = TD / (ER \times PDD)$.

Setelah 15 hari diradiasi, hewan coba diambil semennya menggunakan vagina buatan kemudian dilihat volumenya pada skala tabung mikrosentrifuse lalu dianalisa motilitasnya mikroskopis (pembesaran 400 kali), diuji konsentrasi dengan metode Thoma, dan diuji persentase hidup spermatozoanya dengan menggunakan uji pewarnaan Eosin-Negrosin. Analisa ini diulang lagi pada hari ke 30 dan hari ke 45 setelah radiasi.

3.5.2 Pengambilan Semen Kelinci

Kelinci betina pemancing dimasukkan ke dalam kandang kelinci jantan yang akan diambil semennya, kemudian operator memeriksa suhu dalam saluran vagina buatan antara 42-45 °C. Setelah kelinci jantan mulai menaiki kelinci betina pemancing maka tangan operator diselipkan melalui tepi tubuh betina

hingga berada tepat di depan penis kelinci jantan dan diarahkan masuk ke dalam vagina buatan dengan jari telunjuk saat melakukan gerakan ejakulasi seperti pada gambar 5, 6 dan 7. Semen kelinci yang tertampung dibaca volumenya pada skala yang terdapat pada tabung mikrosentrifuse (lihat gambar 8).

3.5.3 Pemeriksaan Motilitas Spermatozoa

Satu tetes spermatozoa diletakkan pada gelas obyek kemudian ditutup dengan cover glass lalu diperiksa dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Penilaian motilitas sperma dilihat berdasarkan gerakan spermatozoa yang aktif per 100 ekor spermatozoa.

3.5.4 Penghitungan Konsentrasi Spermatozoa Metode Thoma

Hisap semen dengan pipet hemositometer hingga tanda 0.5, kemudian ditambahkan larutan Eosin sampai tanda 101. Tekuk ujung karet penghisap dan kocok pipet beberapa kali hingga homogen. Buang larutan didalam pipet 3-4 tetes kemudian ditetaskan pada kamar hitung Thoma melalui salah satu sisi gelas penutup. Dilakukan penghitungan dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali dengan menghitung jumlah spermatozoa dalam lima kotak besar yang dapat mewakili seluruh perhitungan. Bila pada perhitungan didapatkan Y spermatozoa, maka jumlah seluruh sel spermatozoa dalam $1 \text{ mm}^3 = 10000 Y$.

3.5.5 Pembuatan Preparat Ulas

Satu titik spermatozoa diletakkan diatas gelas obyek kemudian ditambahkan satu tetes pewarna Eosin-Negrosin, lalu dicampur hingga homogen dengan cepat dan kemudian dibuat preparat ulas tipis. Kemudian dipanaskan diatas nyala bunsen, Setelah itu preparat diperiksa dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Sel spermatozoa yang mati kepalanya berwarna merah, sedangkan yang hidup tidak berwarna.

3.6 Rancangan Penelitian

Jenis rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Faktorial 4x3 dan masing-masing perlakuan dengan 6 ulangan. Rancangan tersebut dipilih berdasarkan asumsi bahwa pengaruh suatu faktor tidak berdiri sendiri dalam menentukan suatu kejadian biologis. Faktor-faktor tersebut bekerja bersama-sama pada saat yang sama pada tempat yang sama pula. Bila beberapa faktor yang berlainan, dan setiap faktornya terdiri atas beberapa taraf maka terjadilah kombinasi perlakuan dari taraf-taraf pada berbagai faktor-faktor tersebut (Kusriningrum Rochiman, 1990). Rancangan penelitian ini menggunakan program SPSS 11.0 *for windows*.

Tabel 1. Hubungan Perlakuan dan Waktu pada Pola Rancangan Penelitian

	P0	P1	P2	P3
T1	P0T1	P1T1	P2T1	P3T1
T2	P0T2	P1T2	P2T2	P3T2
T3	P0T3	P1T3	P2T3	P3T3

Keterangan Tabel 1 :

- P0 : Perlakuan penyinaran kobalt 60 dengan dosis 0 rad (Kontrol)
P1 : Perlakuan penyinaran kobalt 60 dengan dosis 50 rad
P2 : Perlakuan penyinaran kobalt 60 dengan dosis 100 rad
P3 : Perlakuan penyinaran kobalt 60 dengan dosis 150 rad
T1 : Waktu pengamatan 15 hari setelah radiasi
T2 : Waktu pengamatan 30 hari setelah radiasi
T3 : Waktu pengamatan 45 hari setelah radiasi
P..T.. : Kombinasi perlakuan penyinaran kobalt 60 dosis .. rad dengan waktu pengamatan .. hari setelah radiasi

3.7 Peubah yang diamati

Dalam penelitian ini diamati volume, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa.

3.8 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh penyinaran kobalt 60 sebagai sumber radiasi pengion, maka data dianalisis dengan menggunakan ANAVA. Bila dari hasil analisis ini diperoleh angka $p \leq 0.05$, maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan.

BAB IV

HASIL

BAB IV

HASIL

Sampel semen yang dikoleksi dalam penelitian ini dianalisis untuk mendapatkan parameter kuantitas spermatozoa yang akan diukur yaitu volume satu kali ejakulasi semen, dan kualitas spermatozoa yang meliputi motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan. Data dari hasil pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini untuk volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan dapat dilihat pada lampiran 1.

4.1 Volume Satu Kali Ejakulasi Semen Kelinci Jantan

Analisis statistik menggunakan ANAVA (lampiran 2) diketahui bahwa signifikansi perlakuan radiasi, waktu pengamatan dan interaksi perlakuan dan waktu lebih besar dari 0.05. Hal ini menunjukkan bahwa radiasi dan waktu pengamatan tidak berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, serta tidak ada interaksi antara keduanya.

Setelah dianalisis dengan Uji Duncan pada volume satu kali ejakulasi semen dari interaksi perlakuan berbagai dosis radiasi dan waktu pengamatan setelah radiasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rataan Interaksi pada Volume Satu Kali Ejakulasi Semen setelah Uji Duncan

	P0	P1	P2	P3
T1	0.63 ± 0.273^a	0.62 ± 0.117^a	0.40 ± 0.179^a	0.75 ± 0.187^a
T2	0.60 ± 0.273^a	0.62 ± 0.325^a	0.62 ± 0.160^a	0.77 ± 0.163^a
T3	0.67 ± 0.216^a	0.78 ± 0.331^a	0.68 ± 0.194^a	0.65 ± 0.105^a

Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$)

Dari tabel 2 hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa volume satu kali ejakulasi semen dengan perlakuan radiasi dosis 0 rad (P0), 50 rad (P1), 100 rad (P2), dan 150 rad (P3) yang diamati pada 15 hari (T1), 30 hari (T2), dan 45 hari (T3) setelah radiasi tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$).

4.2 Motilitas Spermatozoa Kelinci jantan

Analisis statistik menggunakan ANAVA (lampiran 3) diketahui bahwa waktu pengamatan signifikansinya 0.269 ($p > 0.05$) dan interaksi (waktu * trial) signifikansinya 0.295 ($p > 0.05$) tidak terdapat perbedaan yang nyata, tetapi pada perlakuan (trial) terdapat perbedaan yang nyata dengan signifikansi 0.012 ($p < 0.05$). Hal ini berarti bahwa perlakuan radiasi dengan dosis yang berbeda berpengaruh pada motilitas spermatozoa kelinci.

Setelah dianalisis dengan Uji Duncan pada motilitas spermatozoa dari perlakuan penyinaran kobalt dengan berbagai dosis dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Rataan Perlakuan Berbagai Dosis Radiasi pada Motilitas setelah Uji Duncan

Perlakuan	Rata-rata \pm SD
P0	8.77 \pm 0.224 ^c
P1	8.59 \pm 1.013 ^{bc}
P2	7.76 \pm 1.475 ^a
P3	7.91 \pm 1.158 ^{ab}

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Dari tabel 3 hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa motilitas spermatozoa dengan perlakuan radiasi dosis 0 rad (P0) tidak berbeda nyata dengan perlakuan radiasi dosis 50 rad (P1), tetapi perlakuan radiasi dosis 0 rad (P0) berbeda nyata dengan perlakuan radiasi dosis 100 rad (P2) dan perlakuan radiasi dosis 150 rad (P3). Untuk perlakuan radiasi dosis 50 rad (P1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan radiasi dosis 150 rad (P3), dan perlakuan radiasi dosis 100 rad (P2) juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan radiasi dosis 150 rad (P3), tetapi perlakuan radiasi dosis 50 rad (P1) berbeda nyata dengan perlakuan radiasi dosis 100 rad (P2). Setelah dilakukan Uji Duncan diketahui bahwa perlakuan yang terbaik untuk menurunkan motilitas spermatozoa adalah perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad (P2).

4.3 Konsentrasi Spermatozoa Kelinci jantan

Analisis statistik menggunakan ANAVA (lampiran 4) dapat diketahui bahwa waktu tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan angka signifikansi 0.800 ($p > 0.05$), sedangkan untuk perlakuan (trial) sangat berbeda nyata dengan angka signifikansi 0.000 ($p < 0.01$) dan interaksi (waktu * trial) terdapat perbedaan yang nyata dengan angka signifikansi 0.011 ($p < 0.05$). Hal ini berarti bahwa perlakuan radiasi dengan dosis berbeda sangat berpengaruh pada konsentrasi spermatozoa kelinci dan terjadi interaksi antara perlakuan radiasi dengan waktu pengamatan. Untuk mengetahui interaksi mana yang terbaik maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan. Sedangkan untuk perlakuan dengan dosis radiasi yang terbaik untuk menurunkan konsentrasi spermatozoa setelah uji Duncan adalah perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad. Hal ini dapat dilihat pada lampiran 5.

Setelah dianalisis dengan Uji Duncan pada konsentrasi spermatozoa dari interaksi perlakuan berbagai dosis radiasi dan waktu pengamatan setelah radiasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rataan Interaksi pada Konsentrasi Spermatozoa setelah Uji Duncan

	P0	P1	P2	P3
T1	8.35 ± 0.118 ^a	8.14 ± 0.162 ^{ab}	8.24 ± 0.256 ^a	8.23 ± 0.146 ^a
T2	8.44 ± 0.363 ^a	8.16 ± 0.358 ^{ab}	7.89 ± 0.206 ^{bc}	8.42 ± 0.109 ^a
T3	8.33 ± 0.134 ^a	8.42 ± 0.244 ^a	7.79 ± 0.328 ^c	8.23 ± 0.312 ^a

Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Dari tabel 4 hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa konsentrasi spermatozoa yang diamati pada 30 hari (T2) dan 45 hari (T3) setelah radiasi mengalami penurunan pada perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad (P2), sedangkan untuk waktu pengamatan 15 hari (T1) setelah radiasi konsentrasi spermatozoa kelinci masih belum mengalami penurunan. Pada tabel diatas dapat diketahui juga kombinasi perlakuan radiasi dan waktu pengamatan yang terbaik untuk menurunkan konsentrasi spermatozoa adalah kombinasi perlakuan dengan dosis radiasi 100 rad (P2) dengan waktu pengamatan 45 hari (T3) setelah radiasi.

4.4 Persentase Hidup spermatozoa Kelinci jantan

Analisis statistik menggunakan ANAVA (lampiran 6) diketahui bahwa waktu pengamatan dan perlakuan radiasi (trial) sangat berbeda nyata dengan angka signifikansi 0.000 ($p < 0.01$), serta interaksi antara perlakuan radiasi dan waktu pengamatan (waktu * trial) juga sangat berbeda nyata dengan angka signifikansi 0.002 ($p < 0.01$). Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengamatan dan perlakuan radiasi sangat berpengaruh terhadap persentase hidup spermatozoa, serta terjadi interaksi antara perlakuan radiasi dengan waktu pengamatan terhadap persentase hidup spermatozoa kelinci. Untuk mengetahui interaksi mana yang terbaik maka dilakukan uji Jarak Berganda Duncan. Sedangkan untuk waktu pengamatan dan perlakuan dengan dosis radiasi yang terbaik untuk menurunkan persentase hidup spermatozoa setelah uji Duncan adalah waktu pengamatan 45 hari (T3) setelah radiasi dan perlakuan dengan dosis radiasi dengan dosis 100 rad (P2). Hal ini dapat dilihat pada lampiran 7 dan lampiran 8.

Setelah dianalisis dengan Uji Duncan pada persentase hidup spermatozoa dari interaksi perlakuan berbagai dosis radiasi dan waktu pengamatan setelah radiasi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rataan Interaksi pada Persentase Hidup Spermatozoa setelah Uji Duncan

	P0	P1	P2	P3
T1	9.68 ± 0.129^a	8.94 ± 0.214^{bc}	8.87 ± 0.274^{bc}	8.67 ± 0.507^{bcd}
T2	9.64 ± 0.127^a	8.89 ± 0.342^{bc}	9.03 ± 0.305^b	8.88 ± 0.269^{bc}
T3	9.48 ± 0.056^a	8.54 ± 0.151^{cd}	7.98 ± 0.692^e	8.42 ± 0.241^d

Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$).

Dari tabel 5 hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa persentase hidup spermatozoa yang diamati pada 15 hari (T1) dan 30 hari (T2) setelah radiasi cenderung mengalami penurunan pada perlakuan radiasi dengan dosis 50 rad (P1), 100 rad (P2) dan 150 rad (P3) bila dibandingkan dengan kontrol (P0), sedangkan untuk waktu pengamatan 45 hari (T3) setelah radiasi persentase hidup spermatozoa rendah terutama pada perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad (P2). Pada tabel diatas dapat diketahui juga kombinasi perlakuan radiasi dan waktu pengamatan yang terbaik untuk menurunkan konsentrasi spermatozoa adalah kombinasi perlakuan dengan dosis radiasi 100 rad (P2) dengan waktu pengamatan 45 hari (T3) setelah radiasi.

BAB V

PEMBAHASAN

BAB V

PEMBAHASAN

Seiring dengan makin meluasnya penggunaan radiasi pengion dalam bidang kehidupan manusia, khususnya di bidang kedokteran baik untuk penggunaan sebagai alat terapi maupun diagnostik, maka tidak menutup kemungkinan bagi manusia untuk menjadikannya sebagai alternatif yang dapat menunjang kehidupan manusia. Namun penggunaan radiasi pengion ternyata juga dapat menimbulkan dampak yang negatif bagi penggunaannya. Dalam penelitian ini dampak yang diteliti terletak pada organ reproduksi jantan yaitu testis yang dianggap paling sensitif dan berperan dalam fertilisasi dan menghasilkan keturunan.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Tujudinoor (1987), testis mencit yang mendapat sinar dari radiasi pengion akan menunjukkan penurunan pada diameter tubulus seminiferusya. maka dalam penelitian ini ingin diketahui apakah radiasi pengion juga dapat mempengaruhi kuantitas dan kualitas dari spermatozoa yang dihasilkan. Kuantitas spermatozoa yang diamati dalam penelitian ini adalah volume satu kali ejakulasi semen pada hewan coba kelinci, sedangkan untuk kualitas spermatozoa yang diamati meliputi motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci.

5.1 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Volume

Tubulus seminiferus sangat penting perannya untuk membentuk spermatozoa. Spermatozoa yang telah terbentuk akan mengalami pendewasaan dan disimpan di dalam epididimis. Spermatozoa sebelum diejakulasikan oleh pejantan dalam perjalanannya akan mengalami penambahan sejumlah cairan yang disebut seminal plasma. Cairan seminal plasma ini dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar asesoris yang terdapat di dalam alat reproduksi jantan yang meliputi kelenjar prostat, kelenjar vesikula seminalis, epididimis, dan vas deferent (Mann and Mann, 1981).. Volume satu kali ejakulasi semen yang diamati pada penelitian ini merupakan jumlah dari seminal plasma dan spermatozoa yang tercampur secara homogen dan dikeluarkan dari penis kelinci jantan. Volume semen yang diejakulasikan pada saat kopulasi sangat bervariasi untuk setiap spesies, pada kelinci kisaran normal volumenya antara 0.4 - 6 ml (Setchell, 1993), sedangkan pada penelitian ini volume semen kelinci berkisar antara 0.1 - 1.3 ml. Dari hasil analisis yang dilakukan, didapatkan bahwa tidak ada pengaruh yang berarti pada volume satu kali ejakulasi semen kelinci baik yang mendapat penyinaran 50 rad, 100 rad, maupun 150 rad dengan kontrol. Juga diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang berarti pada tiga tahap waktu pengamatan yang dilakukan yaitu 15 hari, 30 hari, dan 45 hari setelah radiasi.

Menurut pendapat Behrens (1969), Casarett (1968) dan Williams (1981) yang menyatakan bahwa beberapa organ tambahan reproduksi jantan seperti prostat, vesikula seminalis, epididimis dan vas deferent termasuk organ yang relatif tahan terhadap radiasi pengion pada penyinaran langsung. Oleh karena itu

ternyata hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat tersebut. Dari hasil penelitian ini juga dapat diketahui bahwa pengamatan yang dilakukan pada 15 hari, 30 hari dan 45 hari setelah penyinaran ternyata volume satu kali ejakulasi semen yang dihasilkan kelinci coba masih belum terpengaruh dan tidak mengalami perubahan akibat perlakuan dengan memberikan penyinaran kobalt 60 sebagai sumber radiasi pengion.

5.2 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Motilitas Spermatozoa

Spermatozoa setelah keluar dari tubulus seminiferus bersifat immotil hingga mengalami pendewasaan di dalam kauda epididimis (Meijer, 1993). Pada saat diejakulasikan dari alat reproduksi jantan, spermatozoa dapat bergerak karena mendapat nutrisi dari cairan seminal plasma yang dikeluarkan oleh kelenjar aksesoris selain itu juga sumber energi yang terdapat pada selubung mitokondria dari spermatozoa. Seperti yang telah disebutkan oleh Casarett (1968), bahwa pembelahan sel spermatogonia dipengaruhi secara langsung oleh dosis radiasi yang mempengaruhi selubung mitokondria, dimana disini tersedia energi yang menyebabkan spermatozoa dapat bergerak. Menurut pendapat Jones dan Mann (1977) bila asam lemak dalam fosfolipid yang merupakan komponen utama untuk motilitas atau pergerakan spermatozoa dirusak oleh radikal bebas yang dihasilkan oleh radiasi pengion akan menyebabkan rusaknya membran spermatozoa sehingga menyebabkan motilitas spermatozoa tersebut menurun.

Pada tabel hasil penelitian ini didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap interaksi perlakuan radiasi dengan dosis 0 rad (P0), 50 rad (P1), 100 rad

(P2), dan 150 rad (P3) dengan waktu pengamatan 15 hari (T1), 30 hari (T2), dan 45 hari (T3) setelah radiasi, hal ini dapat terjadi karena kesalahan ukur, faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi kondisi reproduksi kelinci coba. Tetapi dari hasil analisis menggunakan ANAVA (lampiran 3) pada penelitian ini signifikansi perlakuan radiasi lebih kecil dari 0.05. Hal ini berarti bahwa perlakuan radiasi dengan dosis 50 rad, 100 rad dan 150 rad sudah dapat berpengaruh pada motilitas spermatozoa kelinci. Dari hasil analisis dari penelitian ini juga dapat diketahui bahwa waktu pengamatan yang dilakukan pada interval waktu 15 hari, 30 hari dan 45 hari setelah perlakuan penyinaran kobalt 60 sebagai sumber radiasi pengion, ternyata masih belum dapat menunjukkan adanya pengaruh yang bermakna pada motilitas spermatozoa.

5.3 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Konsentrasi Spermatozoa

Konsentrasi merupakan jumlah sel spermatozoa per miliiliter semen yang diejakulasikan oleh pejantan. Penilaian terhadap konsentrasi dilakukan dengan metode perhitungan secara langsung memakai *haemocytometer* dari Thoma di bawah mikroskop cahaya. Jumlah spermatozoa yang terbentuk tergantung dari aktifitas spermatogonia untuk memproduksi spermatozoa. Menurut pendapat Cipollaro dan Paul (1965) spermatogonia di dalam tubulus seminiferus merupakan salah satu sel yang peka terhadap radiasi pengion. Sel yang peka terhadap radiasi pengion setelah spermatogonia adalah spermatosit kemudian spermatid dan spermatozoa.

Panjang periode subur (fertilitas) suatu individu tergantung pada banyak faktor seperti dosis radiasi dan waktu hidup spermatozoa dalam suatu spesies. Suatu periode steril akan mengikuti periode subur karena tidak ada spermatozoa yang dihasilkan selama periode steril ini akibat penghambatan pembelahan sel spermatogonia. Bila dosis radiasi amat rendah, terjadi penghambatan mitosis tidak lengkap dan beberapa spermatozoa akan dibentuk, keadaan ini disebut semi steril. Panjang periode steril sangat tergantung pada luasnya penghambatan spermatogenesis pada dosis radiasi.

Hal ini sesuai dengan pendapat Casarett (1968) yang menyatakan bahwa pembelahan sel spermatogonia dipengaruhi secara langsung oleh dosis radiasi. Makin banyaknya sel spermatogonia yang rusak akibat radiasi kobalt 60, maka makin sedikit pula jumlah spermatozoa yang dihasilkan.

Dari hasil penelitian ini setelah dianalisis, dapat diketahui bahwa konsentrasi spermatozoa mulai terpengaruh radiasi yang diberikan pada pengamatan 30 hari (T2) dan 45 hari (T3) setelah radiasi pada dosis radiasi 100 rad (P2). Hal ini sesuai dengan pendapat Roini (1998) yang menyatakan bahwa semakin tinggi dosis radiasi pengion yang dipaparkan maka semakin kecil diameter tubulus seminiferus dan berkurangnya ketebalan epitel tubulus seminiferus pada hari ke 30 dan hari ke 45 setelah penyinaran, sehingga jumlah spermatozoa yang dihasilkan oleh spermatogonium dalam tubulus seminiferus akan menurun akibat berkurangnya jumlah spermatogonium dalam tubulus seminiferus. Pada waktu pengamatan 15 hari (T1) setelah radiasi, konsentrasi spermatozoa masih belum mengalami penurunan, sedangkan menurut Roini

(1998) penurunan jumlah spermatozoa dimulai pada hari ke 15 karena paparan radiasi pengion yang mengenai spermatosit primer, sedangkan radiasi pengion yang mengenai spermatosit sekunder dapat menyebabkan penurunan jumlah spermatozoa pada hari ke 30 setelah penyinaran. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan ras kelinci yang digunakan, kesalahan ukur, stress akibat perlakuan yang mempengaruhi kesehatan reproduksi kelinci coba. Tetapi dari hasil analisis menggunakan ANAVA (lampiran 5) pada penelitian ini signifikansi perlakuan radiasi lebih kecil dari 0.01. Hal ini berarti bahwa perlakuan radiasi dengan dosis yang berbeda sangat berpengaruh pada konsentrasi spermatozoa kelinci. Perlakuan yang mendapat dosis radiasi 50 rad (P1) dan dosis 150 rad (P3) dibandingkan dengan kontrol tidak terdapat perbedaan yang bermakna, berarti penyinaran dengan menggunakan kobalt 60 sebagai sumber radiasi pengion masih belum dapat mempengaruhi konsentrasi spermatozoa, sedangkan untuk perlakuan yang mendapat dosis radiasi 100 rad (P2) menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan perlakuan yang mendapat dosis 50 rad (P1). Dan untuk perlakuan yang mendapat perlakuan radiasi dengan dosis 50 rad (P1) dan dosis 150 rad (P3) tidak terdapat perbedaan yang bermakna, hal ini dapat terjadi karena perbedaan ras kelinci yang digunakan, stress akibat perlakuan penyinaran, dan kesehatan kelinci coba. Pada waktu pengamatan yang dilakukan dalam tiga tahap 15 hari (T1), 30 hari (T2) dan 45 hari (T3) setelah diradiasi ternyata dari hasil analisis tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p > 0.05$).

5.4 Pengaruh Penyinaran Kobalt 60 Terhadap Persentase Hidup Spermatozoa

Spermatozoa yang dihasilkan oleh spermatogonia yang terradiasi, akan menyebabkan lemahnya spermatozoa secara struktur walaupun secara morfologi dikatakan bahwa spermatozoa bersifat resisten terhadap radiasi (Behrens, 1969). Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa radiasi kobalt 60 mempengaruhi selubung mitokondria yang mengandung energi untuk pergerakan spermatozoa. Dengan teroksidasinya fosfolipid dalam selubung mitokondria akibat radiasi kobalt 60 maka membran spermatozoa akan rusak dan menyebabkan motilitas spermatozoa menurun sehingga akan banyak spermatozoa yang mati. Pada spermatozoa yang mati permeabilitas selaput selnya akan meningkat terutama pada daerah pangkal kepala sehingga mudah ditembus oleh cairan zat warna Eosin saat dilakukan uji pewarnaan.

Dari hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini dapat diketahui bahwa persentase hidup spermatozoa yang diamati pada 15 hari (T1), dan 30 hari (T2) setelah radiasi cenderung mengalami penurunan pada perlakuan radiasi dengan dosis 50 rad (P1), 100 rad (P2), dan 150 rad (P3), sedangkan untuk waktu pengamatan 45 hari (T3) setelah radiasi persentase hidup spermatozoa turun. Hal ini sesuai dengan pendapat Roini (1998) yang menyatakan bahwa spermatid yang juga sel gamet yang peka terhadap radiasi, pada hari ke 15 dan 30 setelah penyinaran jumlah spermatid menurun dan pada hari ke 45 terjadi regenerasi spermatid secara sempurna. Dari hasil analisis menggunakan ANAVA (lampiran 7) pada penelitian ini signifikansi perlakuan radiasi lebih kecil dari 0.01. Hal ini

berarti bahwa perlakuan radiasi dengan dosis yang berbeda sangat berpengaruh pada konsentrasi spermatozoa kelinci. Kelompok kontrol (P0) dengan perlakuan yang mendapat dosis radiasi 50 rad (P1), dosis 100 rad (P2) dan dosis 150 rad (P3) terdapat perbedaan yang bermakna, sehingga dapat disimpulkan bahwa penyinaran kobalt 60 sebagai sumber radiasi pengion dengan dosis 50 rad (P1), 100 rad (P2) dan 150 rad (P3) sudah dapat mempengaruhi persentase hidup spermatozoa kelinci, tetapi pada perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad (P2) dan dosis 150 rad (P3) pada kombinasi waktu pengamatan 45 hari setelah radiasi (T3) terjadi penurunan jumlah persentase hidup spermatozoa yang mencolok. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penurunan persentase hidup spermatozoa akibat penyinaran kobalt 60 sebagai sumber radiasi pengion paling rendah diperoleh setelah 45 hari diradiasi, sedangkan untuk perlakuan radiasi dengan dosis 100 rad (P2) yang lebih rendah dari perlakuan radiasi dengan dosis 150 rad (P3) dapat terjadi karena kesalahan ukur, stress, serta faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi kondisi reproduksi kelinci coba.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pengaruh radiasi kobalt 60 terhadap volume, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan dapat disimpulkan bahwa :

1. Radiasi Kobalt 60 (dosis 50, 100, dan 150 rad) tidak berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, tetapi berpengaruh menurunkan motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.
2. Radiasi Kobalt 60 pada 3 tahap waktu pengamatan (15, 30 dan 45 hari) setelah radiasi tidak mempengaruhi volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, dan konsentrasi spermatozoa, tetapi berpengaruh pada persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.
3. Radiasi Kobalt 60 (dosis 50, 100, dan 150 rad) pada interaksi antara radiasi yang diberikan dengan waktu pengamatan tidak berpengaruh pada volume satu kali ejakulasi semen dan motilitas spermatozoa tetapi berpengaruh pada konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

6.2 Saran

Saran yang dapat diajukan dari penelitian ini adalah :

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang waktu pemulihan akibat radiasi kobalt 60 terhadap motilitas dan konsentrasi spermatozoa kelinci
2. Perlu diadakan penelitian tentang daya fertilitas spermatozoa pada kelinci yang telah diradiasi dengan kobalt 60.

RINGKASAN

Nining Agustin. Pengaruh penyinaran Co⁶⁰ terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan (*Lepus negricollis*), dibawah bimbingan Dr. Hardijanto, M.S., Drh. selaku pembimbing pertama dan Tri Wahyu Suprayogi, M.Si., Drh. selaku pembimbing kedua.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penyinaran kobalt 60 terhadap volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

Dua puluh empat kelinci jantan dewasa berumur \pm 8 bulan sebagai sumber spermatozoa dibagi dalam empat kelompok, kelompok P0 (kontrol), kelompok P1 (dengan radiasi kobalt 60 dengan dosis tunggal 50 rad), kelompok P2 (dengan dosis tunggal 100 rad) dan kelompok P3 (dengan dosis tunggal 150 rad). Sampel semen kelinci diamati dan diuji pada hari ke- 15, 30 dan 45 setelah mendapat perlakuan radiasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi Kobalt 60 (dosis 50, 100, dan 150 rad) tidak berpengaruh terhadap volume satu kali ejakulasi semen, tetapi berpengaruh menurunkan motilitas, konsentrasi, dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan. Radiasi Kobalt 60 pada 3 tahap waktu pengamatan (15, 30 dan 45 hari) setelah radiasi tidak mempengaruhi volume satu kali ejakulasi semen, motilitas, dan konsentrasi spermatozoa, tetapi berpengaruh pada persentase hidup spermatozoa kelinci jantan, dan radiasi Kobalt 60 (dosis 50, 100, dan 150 rad) pada interaksi antara radiasi yang diberikan dengan waktu pengamatan tidak berpengaruh pada volume satu kali ejakulasi semen dan motilitas spermatozoa tetapi berpengaruh pada konsentrasi dan persentase hidup spermatozoa kelinci jantan.

DAFTAR PUSTAKA

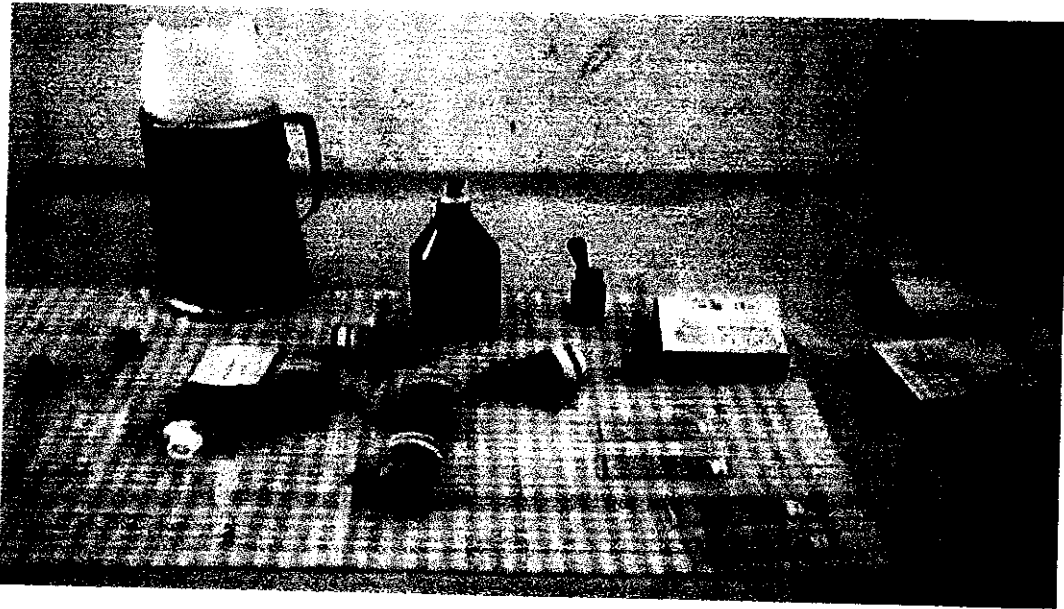
DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. 1990. Status dan Prospek Aplikasi Isotop dan Radiasi di Indonesia. Aplikasi Isotop dan Radiasi. Risalah Simposium Jakarta. 1989. BATAN. P: 1-14.
- Bearden, H Joe and JW Fuquay. 1992. Applied Animal Reproduction. 3rd ed. Prentice-Hall Inc. New Jersey. P: 26-27.
- Behrens, CF. 1969. Atomic Medicine. The William and Walkins Co., Baltimore. P: 285-290.
- Blakely, C.K and D.H Bade. 1994. The Science of Animal Husbandary. 6th edition. Prentice Hall Career and Technology, Englewood Cliffs, New Jersey. P: 617-618, 626-628.
- Casarett, AP. 1968. Radiation Biology. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. P: 103-105.
- Cember, H. 1993. Introduction to Health Physics. 2nd ed. Pergamon Press. New York. London. P: 95, 229-234.
- Cheeke, PR, NM Patton and GS Templeton. 1982. Rabbit Production. 5th edition. The Interstate Printers and Publishers, Inc. Danville, Illinois. P: 112 - 114.
- Cipollaro, AC and Paul MC. 1965. Biological Effect of Radiation. In : X- Rays and Radium In The Treatment of Diseases of The Skin. 5th edition. Completely Rewritten. Lea and Febiger. Philadelphia. P: 263-286.
- Cromer, Alan H. 1994. Fisika Untuk Ilmu-Ilmu Hayati (Physics For The Life Sciences). Diterjemahkan oleh Prawirosusanto, S. Edisi kedua. Gajah Mada University Press. P: 875.
- Darussalam, M dan M.A. Kooswinarsiningsih. 1988. Pengaruh Pemancar Interna I 131 pada Gambaran Erytrosit dan Leukosit Tikus Wistar Albino. Aplikasi Isotop dan Radiasi. Risalah Simposium III. Jakarta, 1986. BATAN. Vol. III. P: 389-398.
- Dhami, P.S and J.K Dhami. 1982. Chordata Zoology. 4th edition. R. Chand and Co Publisher. New Delhi. P: 477.
- De Lamirande and Gagnon C. 1993. Human Sperm Hyperactivation and Capacitation As parts of an Oxidation Process Free Radical Biology and Medicine. P: 128 - 130.

- Edwards, C., Sherer M.A.S., and Ritenour E.R. 1984. Radiation Protection for Dental Assistants and Hygienist. Prentice PI Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. P: 11-14, 44.
- Evans, G and MC. Maxwell. 1987. Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats. Butterworths Pty Limited. Sidney. P: 98 - 111.
- Frandsen, R.D. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak (Anatomy and Physiology of Farm Animal). Diterjemahkan oleh Srigandono, B dan K Praseno. Edisi ke 4. UGM Press. P: 753, 781-792.
- Gardner, DL and ESE Hafez. 1987. Spermatozoa and Seminal Plasma. Reproduction di Farm Animals. 5th ed. Lea and Febiger. Philadelphia. P: 268-274.
- Goaz, P.W., and White S.C. 1994. Oral Radiology Principle and Interpretation. 3rd ed. Mosby Year Book. St. Louis. P: 243-252.
- Gomez, WR. 1977. Reproduction In Domestic Animals. 3rd edition. Academic Press, New York, San Fransisco. London. P: 266, 274.
- Hafez, ESE. 1970. Reproduction And Breeding Techniques for Laboratory Animals. Lea and Febiger, Philadelphia. P: 273-275, 286-298.
- Hafez, ESE. 1980. Reproduction in Farm Animals. 4th ed. Lea and Febiger. Philadelphia. P: 184.
- Hafez, ESE. 1993. Reproduction in Farm Animals. 6th ed. Lea and Febiger. Philadelphia. P: 165-444.
- Hanafiah, W.S. 1985. Diagnosa dengan Teknik Nuklir. Buletin BATAN. Vol III. No. 1. P: 5-7.
- Hardjopranjoto, S. 1995. Ilmu kemajiran Pada Ternak. Airlangga University Press, Surabaya. P: 66-69.
- Jegou, B., Pineau C., Velez CJF., Tauzalin AM., Bardin CW, and Cheng CY. 1993. Germ Cell Control of Testin Production Is Inverse To That Of Other Sertoli Cell Products. J. Endocrinology. Vol 132. P: 2557-2567.
- Jones, R and Mann T. 1997. Damage to Ram Spermatozoa by Peroxidation of Endogenous Phospholipids. J. Reprod. Fertil. Vol 50. P: 151-152.
- Kusriningrum. R. 1990. Rancangan Acak Kelompok Rancangan Bujursangkar Latin Percobaan Faktorial. Universitas Airlangga. Surabaya. P: 89.

- Mann, T and Mann C. 1981. Male Reproductin Function and Semen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. P: 24.
- Meijer, JC and JM Fentener Van Vlissingen. 1993. Gross Structure and Development of Reproductive Organs. In : GJ King (editor). Reproduction In Domesticated Animals. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. P: 23.
- Miller J.R, Franklin and Dietrich Schroeer. 1987. Collage Physics. 6th edition. Harcourt Brace Jovanovich. USA. P: 831-866.
- Nalbandov, AV. 1990. Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas (Reproductive Physiology of Mammals and Birds). Diterjemahkan oleh Keeman, Sunaryo. 3rd edition. Penerbit Universitas Indonesia. P: 4,42.
- Neischlag, E and Behre H.M. 1997. Andrology Male Reproductive Health and Dysfunction. Springe- Verlag Berlin Heidelberg. New York. P: 244-245.
- Pine, Stanley H. 1980. Organic Chemistry. 4th edition. Mac Graw- Hill, Inc. P: 202-205.
- Roini, Chumidach. 1998. Pengaruh Sinar X Terhadap Spermatogenesis dan Kadar Testosteron Serum Darah Tikus Putih (Rattus norwegicus). Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Airlangga, Surabaya. P: 64-74.
- Salisbury, GW and NL Vandemark. 1985. Fisiologi Reproduksi dan Inseminasi Buatan pada Sapi (Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle). Diterjemahkan oleh Djanuar, R. Gajah Mada University Press. P: 123,124.
- Satari, G. 1985. Aplikasi Teknik Nuklir dalam Bidang Pertanian dan Peternakan. Laporan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. LIPI. P: 24-26.
- Setchell, BP. 1993. Male Reproduction. In : GJ King (editor). Reproduction In Domesticated Animals. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. P: 111, 116.
- Smith, J.B. and S. Mankoewidjojo. 1998. Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis. UI , Jakarta. P: 85, 87-88, 99.
- Suhardjo. 1991. Efek Sinar X Dosis Tunggal Pada Mencit Dewasa Strain "Quacker Bush" (CSL). Disertasi . Program Pasca Sarjana. Universitas Airlangga, Surabaya. P: 51-60, 66-71.

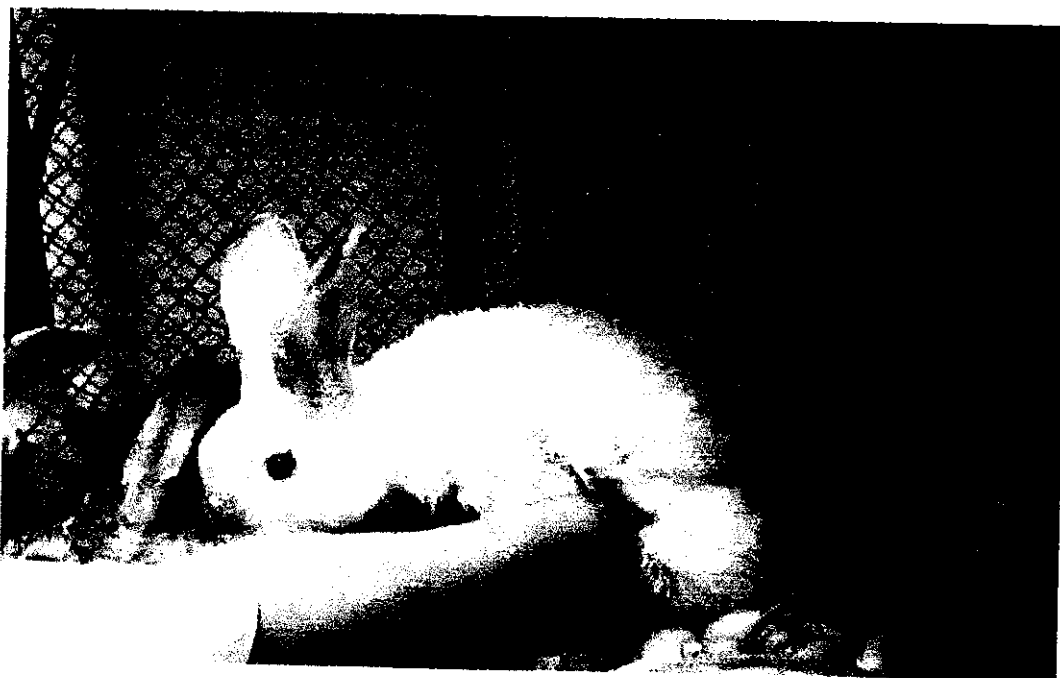
- Sukra, Yuhara. 2000. Wawasan Ilmu Pengetahuan Embrio Benih Masa Depan. Dirjen Dikti. P: 43-49.
- Sulaiman, S.A., Elamin Ali M, Zaki M.S., El Manik E.M.A. and Nasr M.A. 1996. Lipid Peroxidation and Human Sperm Motility : Protective Role of Vitamin E. J. Andrology. P: 530-536.
- Suwarno, B. 1995. Beternak Kelinci Unggul. Penyebar Swadaya. Jakarta. P: 4-15.
- Syamsiar, T. 1996. Efek Sinar X pada Sistem Biologi. Pasca Sarjana. Universitas Airlangga. Surabaya. P: 23-27.
- Tujudinoor, J. 1987. Pengaruh Radiasi Sinar X Terhadap Perubahan Histopatologi Testes Mencit. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga, Surabaya. P: 37-39.
- Toelihere, MR. 1985. Inseminasi Buatan pada Ternak. Penerbit Angkasa Bandung. P: 58-61.
- Whaites, E. 1992. Essential of Dental Radiography and Radiology. 1st ed. Churchill Livingstone. London. P: 119-121.
- Williams, RH. 1981. Textbook of Endocrinology. 6th ed. WB Saunders, Co., Philadelphia, London, Toronto. P: 221-225.



Gambar 4. Alat-alat Yang Digunakan Untuk Pengambilan Semen Kelinci.



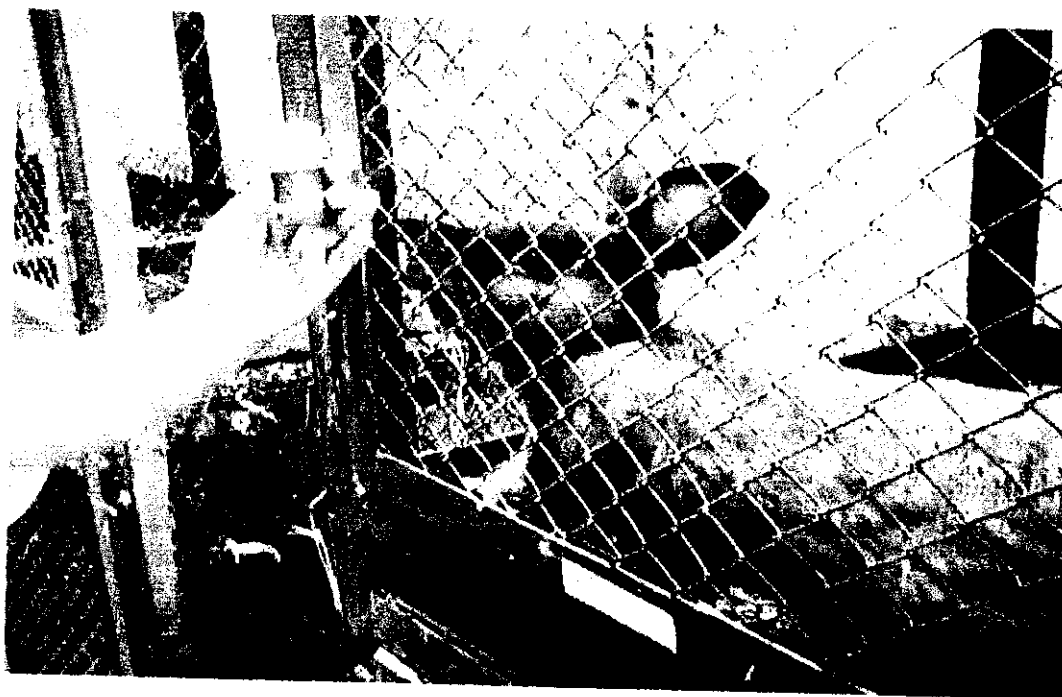
Gambar 5. Kelinci Jantan Akan Diambil Semennya.



Gambar 6. Pengambilan Semen kelinci



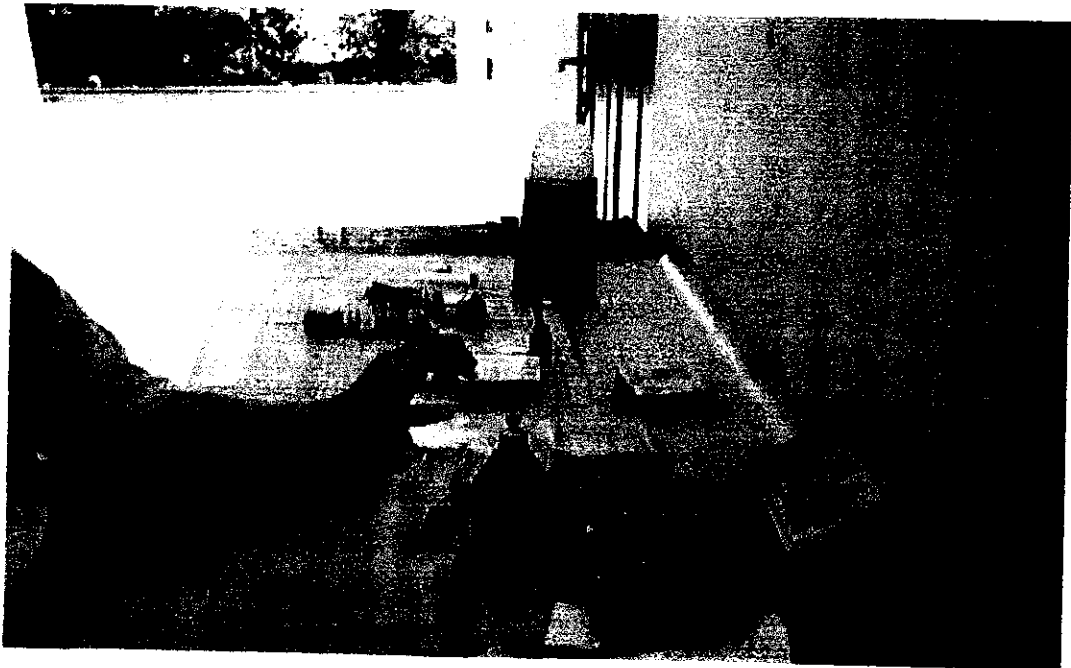
Gambar 7. Kelinci Yang Sedang Ejakulasi



Gambar 8. Semen Kelinci Hasil Ejakulat



Gambar 9. Pembuatan Preparat Ulas Spermatozoa



Gambar 10. Fiksasi Preparat Ulas Spermatozoa



Gambar 11. Penghitungan Konsentrasi Spermatozoa Metode Thoma.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Volume, Motilitas, Konsentrasi, dan Persentase Hidup

			Volume	Trans Vmotil%	Trans Log Kons	Trans V%hidup	
15 hari setelah radiasi (T1)	P0	1	1	8.367	8.223	9.747	
		2	0.4	8.66	8.336	9.487	
		3	0.8	8.944	8.387	9.644	
		4	0.5	8.367	8.431	9.747	
		5	0.3	8.944	8.201	9.592	
		6	0.8	8.944	8.502	9.849	
	Total		N	6	6	6	6
			Jumlah	3.8	52.226	50.08	58.065
			Rata-Rata	0.633	8.70438	8.34667	9.67743
			SD	0.2733	0.283825	0.117893	0.129487
	P1	1	0.5	7.746	7.934	8.832	
		2	0.8	80660	8.182	8.775	
		3	0.6	8.944	8.316	8.944	
4		0.7	8.66	8.305	9.11		
5		0.6	8.062	8.143	9.274		
6		0.5	8.944	7.968	8.718		
Total		N	6	6	6	6	
		Jumlah	3.7	51.017	48.848	53.653	
		Rata-Rata	0.617	8.50288	8.14133	8.94214	
		SD	0.1169	0.491173	0.162471	0.213853	
P2	1	0.5	8.944	8.13	9.22		
	2	0.1	8.367	8.083	8.944		
	3	0.5	5.477	7.949	8.66		
	4	0.3	8.66	8.447	8.602		
	5	0.4	8.944	8.196	8.66		
	6	0.6	5.916	8.642	9.165		
Total		N	6	6	6	6	
		Jumlah	2.4	46.309	49.447	53.252	
		Rata-Rata	0.4	7.71812	8.24117	8.8753	
		SD	0.1789	1.586442	0.256051	0.273598	
P3	1	1	9.22	8.265	8.544		
	2	0.6	7.0171	8.267	8.944		
	3	0.5	6.325	7.934	9.274		
	4	0.8	8.66	8.307	9.055		
	5	0.7	7.146	8.262	8.185		
	6	0.9	6.708	8.324	8		
Total		N	6	6	6	6	
		Jumlah	4.5	45.4	49.359	52.003	
		Rata-Rata	0.75	7.56664	8.2265	8.66711	
		SD	0.1871	1.138068	0.145551	0.507486	
Total	N		24	24	24	24	
	Jumlah		14.4	194.952	197.734	216.972	
	Rata-Rata		0.6	8.123	8.23892	9.04049	
		SD	0.2246	1.071442	0.182133	0.487537	

			Volume	Trans Vmotil%	Trans Log Kons	Trans V%hidup	
30 hari setelah radiasi (T2)	P0	1	0.6	8.66	7.778	9.747	
		2	0.7	8.367	8.604	9.644	
		3	0.3	8.944	8.738	9.487	
		4	0.5	8.944	8.748	9.747	
		5	0.5	8.944	8.365	9.487	
		6	1	8.944	8.375	9.747	
		Total	N	6	6	6	6
			Jumlah	3.6	52.804	50.608	57.858
			Rata-Rata	0.6	8.80066	8.43467	9.64295
			SD	0.2366	0.241089	0.362901	0.127355
	P1	1	0.1	5.477	7.491	8.367	
		2	0.9	9.487	8.415	8.944	
		3	0.7	7.071	8.025	9.22	
		4	0.5	8.367	8.292	8.66	
		5	1	8.66	8.447	8.888	
6		0.5	9.22	8.265	9.274		
	Total	N	6	6	6	6	
		Jumlah	3.7	48.282	48.935	53.352	
		Rata-Rata	0.617	8.04592	8.15583	8.89208	
		SD	0.3251	1.515413	0.358197	0.342174	
P2	1	0.9	7.746	8.021	9.165		
	2	0.5	7.746	8.061	8.888		
	3	0.5	7.746	7.881	9.327		
	4	0.5	8.367	7.778	9.22		
	5	0.7	8.66	8.097	8.485		
	6	0.6	8.367	7.556	9.11		
	Total	N	6	6	6	6	
		Jumlah	3.7	48.631	47.394	54.196	
		Rata-Rata	0.617	8.10523	7.899	9.03266	
		SD	0.1602	0.407895	0.206372	0.305248	
P3	1	0.8	8.367	8.346	8.944		
	2	0.7	6.325	8.241	8.888		
	3	0.6	8.367	8.468	9.22		
	4	0.6	6.325	8.456	8.544		
	5	0.9	8.66	8.447	9.11		
	6	1	6.708	8.551	8.602		
	Total	N	6	6	6	3	
		Jumlah	4.6	44.751	50.509	53.309	
		Rata-Rata	0.767	7.45846	8.41817	8.8848	
		SD	0.1633	1.116074	0.108616	0.269239	
Total		N	24	24	24	24	
		Jumlah	15.6	194.468	197.446	218.715	
		Rata-Rata	0.65	8.10282	8.22692	9.11312	
		SD	0.2265	1.027128	0.344261	0.407748	

			Volume	Trans Vmotil%	Trans Log Kons	Trans V%hidup	
45 hari setelah radiasi (T3)	P0	1	0.8	8.66	8.134	9.747	
		2	0.7	8.944	8.196	9.798	
		3	0.5	8.66	8.391	9.747	
		4	0.6	8.944	8.428	9.747	
		5	0.4	8.944	8.36	9.798	
		6	1	8.66	8.471	9.644	
		Total	N	6	6	6	6
			Jumlah	4	52.814	49.98	58.48
			Rata-Rata	0.667	8.80226	8.33	9.74666
			SD	0.216	155563	0.13452	0.056346
	P1	1	0.5	9.487	8.134	8.367	
		2	0.7	9.487	8.447	8.602	
		3	1.3	9.487	8.865	8.544	
		4	0.4	8.66	8.365	8.485	
		5	1	9.22	8.305	8.602	
		6	0.8	8.944	8.4	8.66	
		Total	N	6	6	6	6
			Jumlah	4.7	55.285	50.516	51.261
			Rata-Rata	0.783	9.21409	8.41933	8.54346
			SD	0.3312	0.347198	0.243802	0.105105
	P2	1	0.6	8.944	7.362	7.071	
		2	0.8	8.944	8.352	7.211	
		3	0.5	4.472	7.699	8.718	
		4	0.5	5	7.681	8.544	
5		0.7	8.66	7.914	8.307		
6		1	8.66	7.748	8.062		
	Total	N	6	6	6	6	
		Jumlah	4.1	44.681	46.756	47.913	
		Rata-Rata	0.683	7.44686	7.79267	7.98548	
		SD	0.1941	2.11025	0.327502	0.69182	
P3	1	0.7	8.367	8.312	8.367		
	2	0.7	7.071	8.33	8.485		
	3	0.5	9.487	8.516	8.544		
	4	0.6	9.487	7.653	8.775		
	5	0.6	9.22	8.13	8.307		
	6	0.8	8.66	8.444	8.062		
	Total	N	6	6	6	6	
		Jumlah	3.9	52.291	49.385	50.54	
		Rata-Rata	0.65	8.71519	8.23083	8.42329	
		SD	0.1049	0.924436	312167	0.240524	
Total		N	24	24	24	24	
		Jumlah	16.7	205.07	196.637	208.193	
		Rata-Rata	0.696	8.5446	8.19321	8.67472	
		SD	0.2177	1.28207	0.348996	0.751253	

			Volume	Trans Vmotil%	Trans Log Kons	Trans V%hidup
Total	P0	N	18	18	18	18
		Rata-Rata	0.633	8.7691	8.37044	9.68901
		SD	0.23	0.22388	0.22445	0.11227
	P1	N	18	18	18	18
		Rata-Rata	0.672	8.58797	8.23883	8.79256
		SD	0.272	1.01296	0.28332	0.20957
	P2	N	18	18	18	18
		Rata-Rata	0.567	7.75674	7.97761	8.63115
		SD	0.209	1.47518	0.31957	0.64441
	P3	N	18	18	18	18
		Rata-Rata	722	7.91343	8.29183	8.6584
		SD	0.156	1.15803	0.21637	0.3895
	N		72	72	72	72
	Jumlah		594.49	594.49	591.817	643.88
	Rata-Rata		8.25681	8.25681	8.21968	8.94278
	SD		1.134662	1.134662	0.298285	0.592461

Lampiran 2. Analisis ANAVA pada Volume

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Volume

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.668 ^a	11	6.074E-02	1.269	.264
Intercept	30.290	1	30.290	632.876	.000
WAKTU	.110	2	5.514E-02	1.152	.323
TRIAL	.233	3	7.755E-02	1.620	.194
WAKTU * TRIAL	.325	6	5.421E-02	1.133	.355
Error	2.872	60	4.786E-02		
Total	33.830	72			
Corrected Total	3.540	71			

a. R Squared = .189 (Adjusted R Squared = .040)

Keterangan :

Dari hasil analisis dengan ANAVA diatas dapat diketahui bahwa waktu pengamatan tidak berbeda nyata sebab signifikansinya 0.323 ($p > 0.05$), demikian juga dengan trial (perlakuan) signifikansinya 0.194 ($p > 0.05$) dan interaksi (waktu * trial) signifikansinya 0.355 ($p > 0.05$) tidak ada perbedaan yang nyata.

Lampiran 3. Analisis ANAVA pada Motilitas Spermatozoa

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Trans Vmotel%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24.646 ^a	11	2.241	2.014	.043
Intercept	4908.591	1	4908.591	4411.296	.000
WAKTU	2.987	2	1.493	1.342	.269
TRIAL	13.322	3	4.441	3.991	.012
WAKTU * TRIAL	8.337	6	1.390	1.249	.295
Error	66.764	60	1.113		
Total	5000.000	72			
Corrected Total	91.409	71			

a. R Squared = .270 (Adjusted R Squared = .136)

Keterangan :

Waktu tidak berbeda nyata ($p > 0.05$), perlakuan radiasi dengan berbagai dosis (trial) berbeda nyata ($p < 0.05$) dan interaksi waktu pengamatan dan perlakuan radiasi (waktu * trial) tidak berbeda nyata ($p > 0.05$). Karena perlakuan (trial) berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Lampiran 4. Analisis ANAVA pada Konsentrasi Spermatozoa

Test of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: log konsen

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.699 ^a	11	.245	4.068	.000
Intercept	4864.547	1	4864.547	80664.356	.000
WAKTU	2.696E-02	2	1.348E-02	.223	.800
TRIAL	1.564	3	.521	8.646	.000
WAKTU * TRIAL	1.108	6	.185	3.061	.011
Error	6.618	60	6.031E-02		
Total	4870.864	72			
Corrected Total	6.317	71			

a. R Squared = .427 (Adjusted R Squared = .322)

Keterangan :

Waktu tidak berbeda nyata ($p > 0.05$), perlakuan radiasi dengan berbagai dosis (trial) sangat berbeda nyata ($p < 0.01$) dan interaksi waktu pengamatan dan perlakuan radiasi (waktu * trial) berbeda nyata ($p < 0.05$). Dengan demikian dapat dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan untuk mengetahui perlakuan yang terbaik terhadap konsentrasi spermatozoa.

Lampiran 5. Uji Jarak Berganda Duncan pada Perlakuan radiasi terhadap Konsentrasi Spermatozoa

log konsen

Perlakuan	N	Subset	
		1	2
P2	18	7.97761	
P1	18		8.23883
P3	18		8.29183
P0	18		8.37044
Sig.		1.000	.134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares.

The error term is Mean Square(Error) = 6.031E-02.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size

b. Alpha = .05.

Keterangan :

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa perlakuan radiasi terbaik yang dapat menurunkan konsentrasi spermatozoa adalah P2, yaitu perlakuan radiasi menggunakan kobalt 60 dengan dosis 100 rad.

Lampiran 6. Analisis ANAVA pada Persentase Hidup Spermatozoa

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Trans V%hidup

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18.699 ^a	11	1.700	16.390	.000
Intercept	5758.078	1	5758.078	55519.338	.000
WAKTU	2.650	2	1.325	12.776	.000
TRIAL	13.634	3	4.545	43.818	.000
WAKTU * TRIAL	2.415	6	.403	3.881	.002
Error	6.223	60	.104		
Total	5783.000	72			
Corrected Total	24.922	71			

a. R Squared = .750 (Adjusted R Squared = .705)

Keterangan :

waktu sangat berbeda nyata ($p < 0.01$), perlakuan radiasi dengan berbagai dosis (trial) sangat berbeda nyata ($p < 0.01$), dan interaksi waktu pengamatan dan perlakuan radiasi (waktu * trial) juga sangat berbeda nyata ($p < 0.01$). Dengan demikian untuk mengetahui perlakuan mana yang terbaik maka dapat dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Lampiran 7. Uji Jarak Berganda Duncan terhadap Waktu pengamatan pada Persentase Hidup Spermatozoa.

Trans V%hidup

Duncan ^{a,b}

Waktu	N	Subset	
		1	2
45 hari stl radiasi	24	8.67472	
15 hari stl radiasi	24		9.04049
30 hari stl radiasi	24		9.11312
Sig.		1.000	.438

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .104.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

b. Alpha = .05.

Keterangan :

Pada tabel hasil uji terhadap waktu diatas dapat disimpulkan bahwa waktu pengamatan 45 hari setelah radiasi persentase hidup spermatozoa mengalami penurunan.

Lampiran 8. Uji Jarak Berganda Duncan terhadap Perlakuan radiasi pada Persentase Hidup Spermatozoa.

Trans V%hidup

Perlakuan	N	Subset	
		1	2
P2	18	8.63115	
P3	18	8.65840	
P1	18	8.79256	
P0	18		
Sig.		.161	9.68901 1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .104.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.000.

b. Alpha = .05.

Keterangan :

Dari tabel hasil uji terhadap perlakuan diatas dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik untuk menurunkan persentase hidup spermatozoa adalah P2, yaitu perlakuan radiasi menggunakan kobalt 60 dengan dosis 100 rad.

WAKTU BUKAN TANPA TRAY	DEKAY FAKTOR	4X4	5X5	6X6	7X7	8X8	9X9	10X10	11X11	12X12	13X13	14X14	15X15	16X16	17X17	18X18	19X19	20X20
APRIL	0,942	174,2200	176,4000	178,5800	180,8100	183,0300	184,8400	186,6500	188,7700	190,8900	192,3400	193,7900	195,2400	196,5100	197,7800	199,0600	200,3300	201,6000
MAY	0,93830963	164,1162	166,1688	168,2224	170,3230	172,4143	174,1193	175,8243	177,8213	179,8184	181,1843	182,5502	183,9161	185,1124	186,3088	187,5145	188,7109	189,9072
JUNI	0,978231161	162,3233	164,3544	166,3855	168,4633	170,5317	172,2181	173,9045	175,8797	177,8549	179,2059	180,5569	181,9079	183,0912	184,2744	185,4670	186,6503	187,8336
JULI	0,967699263	160,5698	162,5698	164,5688	166,6238	168,6696	170,3376	172,0056	173,9593	175,9129	177,2492	178,5854	179,9216	181,0920	182,2623	183,4419	184,6123	185,7826
AUGUSTUS	0,957034011	157,0639	159,0292	160,9945	163,0049	165,0063	166,6381	168,2698	170,1811	172,0923	173,3995	174,7067	176,0139	177,1589	178,3038	179,4578	180,6027	181,7475
SEPTEMBER	0,946584122	155,3489	157,2927	159,2366	161,2251	163,2046	164,8185	166,4325	168,3229	170,2132	171,5062	172,7991	174,0920	175,2245	176,3569	177,4893	178,6307	179,7631
OCTOBER	0,936248336	153,6526	155,5753	157,4979	159,4646	161,4226	163,0189	164,6152	166,4849	168,3547	169,6335	170,9123	172,1911	173,3112	174,4313	175,5602	176,6802	177,8003
NOPEMBER	0,926026405	151,9749	153,8765	155,7782	157,7234	159,6600	161,2389	162,8178	164,6671	166,5164	167,7812	169,0461	170,3110	171,4188	172,5266	173,6432	174,7511	175,8589
DESEMBER	0,916914100	150,3155	152,1963	154,8772	156,0013	157,9167	159,4783	161,0400	162,8691	164,6982	165,9492	167,2003	168,4513	169,5471	170,6428	171,7472	172,8429	173,9387
JANUARI	0,908913200	148,6742	150,5345	152,3945	154,2979	156,1924	157,7370	159,2816	161,0907	162,8998	164,1372	165,3746	166,6120	167,6958	168,7796	169,8719	170,9557	172,0394
FEBRUARI	0,898021800	147,0508	148,8908	150,7303	152,6131	154,4869	155,0146	157,5424	159,3317	161,1211	162,3450	163,5688	164,7928	165,9647	166,9367	168,0170	169,0990	170,1609
MAREK	0,888237809	145,4451	147,2651	149,0850	150,9467	152,8000	154,3111	155,8221	157,5920	159,3618	160,8724	161,7829	162,9934	164,0536	165,1139	166,1825	167,2427	168,3029
APRIL	0,878660946	143,8570	145,6571	147,4572	149,2985	151,1316	152,6262	154,1207	155,8712	157,6218	158,8191	160,0164	161,2137	162,2623	163,3110	164,3679	165,4166	166,4652
MAY	0,868989744	142,2862	144,0666	145,8471	147,6683	149,4814	150,9596	152,4379	154,1693	155,9007	157,0949	158,2691	159,4534	160,4906	161,5278	162,5732	163,6104	164,6476
JUNI	0,867623061	140,7326	142,4936	144,2546	146,0559	147,8492	149,3113	150,7734	152,4859	154,1984	155,3697	156,5410	157,7123	158,7382	159,7641	160,7900	161,8239	162,8498
JULI	0,848169726	139,1959	140,9377	142,6794	144,4611	146,2348	147,6810	149,1271	150,8209	152,5147	153,6732	154,8317	155,9902	157,0049	158,0196	159,0423	160,0570	161,0716
AUGUSTUS	0,838898638	137,6761	139,3988	141,1215	142,8837	144,6381	146,0664	147,4988	149,1741	150,8494	151,9952	153,1411	154,2869	155,2906	156,2942	157,3057	158,3093	159,3129
SEPTEMBER	0,829738873	136,1728	137,8767	139,5806	141,3236	143,0588	144,4735	145,8882	147,5452	149,2023	150,3356	151,4689	152,6023	153,5948	154,5876	155,5880	156,5807	157,5733
OCTOBER	0,820678726	134,6859	136,3712	138,0565	139,7805	141,4967	142,9960	144,2953	145,9342	147,5731	148,6941	149,8150	150,9360	151,9178	152,8996	153,8892	154,8710	155,8528
NOPEMBER	0,811717706	133,2152	134,8822	136,5491	138,2542	139,9517	141,3357	142,7197	144,3407	145,9618	147,0705	148,1792	149,2879	150,2590	151,2301	152,2089	153,1799	154,1510
DESEMBER	0,802854829	131,7607	133,4094	135,0581	136,7446	138,4236	139,7925	141,1613	142,7647	144,3680	145,4646	146,5612	147,6579	148,6183	149,5788	150,5469	151,5074	152,4679

Table 10. PERCENTAGE DEPTH DOSE CO 60-GAMMA RAYS: 80 CM SSD

AREA

DEPTH	0x0	4X4	5X5	6X6	7X7	8X8	9X9	10X10	11X11	12X12	13X13	14X14	15X15	16X16	17X17	18X18	19X19	20X20
0.5	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
1	95.600	97.200	97.500	97.700	97.800	97.900	98.000	98.100	98.150	98.200	98.233	98.267	98.300	98.300	98.300	98.300	98.300	98.300
2	87.300	91.400	92.100	92.600	93.000	93.200	93.400	93.700	93.800	93.900	93.967	94.033	94.100	94.140	94.180	94.220	94.260	94.300
3	79.900	85.400	86.300	87.000	87.600	88.000	88.400	88.700	88.900	89.100	89.233	89.367	89.500	89.620	89.740	89.860	89.980	90.100
4	73.000	79.700	80.700	81.600	82.300	82.800	83.200	83.700	84.000	84.300	84.500	84.700	84.900	85.040	85.180	85.320	85.460	85.600
5	66.700	73.900	75.200	76.200	77.100	77.800	78.300	78.800	79.150	79.500	79.767	80.033	80.300	80.500	80.700	80.900	81.100	81.300
6	61.100	68.400	69.700	70.800	71.900	72.600	73.300	73.900	74.400	74.900	75.233	75.567	75.900	76.100	76.300	76.500	76.700	76.900
7	55.800	63.300	64.700	66.000	67.000	67.900	68.600	69.300	69.800	70.300	70.700	71.100	71.500	71.720	71.940	72.160	72.380	72.600
8	51.100	58.500	59.900	61.200	62.300	63.200	64.000	64.700	65.250	65.800	66.233	66.667	67.100	67.400	67.700	68.000	68.300	68.600
9	46.800	53.900	55.500	56.800	57.900	58.800	59.700	60.500	61.100	61.700	62.133	62.567	63.000	63.320	63.640	63.960	64.280	64.600
10	42.900	49.700	51.200	52.500	53.800	54.800	55.700	56.400	57.050	57.700	58.200	58.700	59.200	59.520	59.840	60.160	60.480	60.800
11	39.300	45.900	47.400	48.700	49.800	50.700	51.600	52.500	53.150	53.800	54.300	54.800	55.300	55.680	56.060	56.440	56.820	57.200
12	36.000	42.400	43.800	45.000	46.200	47.200	48.100	48.900	49.600	50.300	50.833	51.367	51.900	52.260	52.620	52.980	53.340	53.700
13	33.000	39.100	40.400	41.600	42.800	43.800	44.700	45.600	46.300	47.000	47.533	48.067	48.600	48.980	49.360	49.740	50.120	50.500
14	30.200	36.100	37.300	38.700	39.700	40.700	41.600	42.400	43.050	43.700	44.267	44.833	45.400	45.800	46.200	46.600	47.000	47.400
15	27.700	33.200	34.500	35.700	36.700	37.600	38.500	39.400	40.100	40.800	41.367	41.933	42.500	42.900	43.300	43.700	44.100	44.500
16	25.400	30.800	31.900	33.000	34.000	35.000	35.900	36.800	37.450	38.100	38.633	39.167	39.700	40.120	40.540	40.960	41.380	41.800
17	23.300	28.300	29.500	30.500	31.500	32.500	33.300	34.100	34.800	35.500	36.033	36.567	37.100	37.520	37.940	38.360	38.780	39.200
18	21.400	26.200	27.300	28.300	29.300	30.200	30.900	31.700	32.400	33.100	33.633	34.167	34.700	35.100	35.500	35.900	36.300	36.700
19	19.600	24.100	25.100	26.100	27.100	28.000	28.800	29.500	30.150	30.800	31.333	31.867	32.400	32.800	33.200	33.600	34.000	34.400
20	18.000	22.200	23.200	24.100	25.000	25.800	26.600	27.400	28.050	28.700	29.200	29.700	30.200	30.600	31.000	31.400	31.800	32.200
21	16.600	20.600	21.550	22.400	23.250	24.050	24.800	25.550	26.200	26.850	27.350	27.850	28.350	28.740	29.130	29.520	29.910	30.300
22	15.200	19.000	19.900	20.700	21.500	22.300	23.000	23.700	24.350	25.000	25.500	26.000	26.500	26.880	27.260	27.640	28.020	28.400
23	14.000	17.600	18.450	19.200	20.000	20.750	21.450	22.100	22.725	23.350	23.833	24.317	24.800	25.170	25.540	25.910	26.280	26.650
24	12.800	16.200	17.000	17.700	18.500	19.200	19.900	20.500	21.100	21.700	22.167	22.633	23.100	23.460	23.820	24.180	24.540	24.900
25	11.800	15.000	15.750	16.450	17.200	17.900	18.550	19.150	19.725	20.300	20.750	21.200	21.650	22.000	22.350	22.700	23.050	23.400
26	10.800	13.800	14.500	15.200	15.900	16.600	17.200	17.800	18.350	18.900	19.333	19.767	20.200	20.540	20.880	21.220	21.560	21.900
27	9.950	12.800	13.500	14.150	14.850	15.500	16.050	16.600	17.125	17.650	18.083	18.517	18.950	19.280	19.610	19.940	20.270	20.600
28	9.100	11.800	12.500	13.100	13.800	14.400	14.900	15.400	15.900	16.400	16.833	17.267	17.700	18.020	18.340	18.660	18.980	19.300
29	8.400	10.950	11.600	12.150	12.800	13.350	13.850	14.350	14.825	15.300	15.717	16.133	16.550	16.870	17.190	17.510	17.830	18.150
30	7.700	10.100	10.700	11.200	11.800	12.300	12.800	13.300	13.750	14.200	14.600	15.000	15.400	15.720	16.040	16.360	16.680	17.000