



**PENGARUH RADIASI SINAR X TERHADAP
MOTILITAS SPERMA PADA TIKUS MENCIT
(*Mus Muculus*)**

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Fisika

oleh

Ani Fauziah

4211409004

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2013

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul “Pengaruh Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus mucus*)” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Maret 2013

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Susilo, M.S.
NIP. 19520801 197603 1 006

Dra. Pratiwi Dwijananti, M.Si.
NIP. 19620301 198901 2 001

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul

Pengaruh Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus mucus*)

ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, Maret 2013

Ani Fauziyah
NIM. 4211409004

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

“Pengaruh Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus mucus*)”

disusun oleh

Ani Fauziyah

4211409004

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 8 Maret 2013.

Panitia Ujian:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
NIP. 19631012 199803 1 001

Dr. Khumaedi, M. Si.
NIP. 19630610 198901 1 002

Ketua Penguji,

Dra. Dwi Yulianti, M. Si.
NIP. 19600722 198403 2 001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dr. Susilo, M.S.
NIP. 19520801 197603 1 006

Dra. Pratiwi Dwijananti, M.Si.
NIP. 19620301 198901 2 001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Hidup ini tidak mudah, tapi tidak ada kesulitan yang tidak memiliki jalan keluar (Mario Teguh).

PERSEMBAHAN

To Mom and Dad

To my Sisters

To Physics UNNES

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat serta hidayah-Nya atas terselesainya skripsi yang berjudul **“Pengaruh Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus musculus*)”** di bawah bimbingan Dr. Susilo, M. Si dan Dra. Pratiwi Dwijananti, M. Si.

Merupakan bagian dari tanda syukur atas terselesainya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi dan kesempatan dalam usaha menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu, penulis dengan penuh rasa ketulusan menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Soedijono Sastroatmojo, M. Si., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M. Si., Dekan FMIPA UNNES.
3. Dr. Khumaedi, M. Si., Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNNES.
4. Dr. Susilo, M. S., Dosen Pembimbing Utama yang telah penuh kesabaran memberikan bimbingan dalam pembuatan skripsi ini.
5. Dra. Pratiwi Dwijananti, M. Si., Dosen Pembimbing Pendamping yang banyak memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
6. Dra. Dwi Yulianti, M. Si., Dosen Penguji yang banyak memberikan koreksi demi perbaikan skripsi ini.

7. Sunarno, M. Si., Dosen Jurusan Fisika yang telah banyak memberikan bantuan dan masukan.
8. Kartika Widyaningrum, S.Pd, Laboran Lab. Fisiologi hewan Biologi Unnes yang telah membantu dalam pemeliharaan dan pelaksanaan pengujian.
9. Rodhotul Muttaqin, S. Si., dan Wasi Sakti Wiwit Prayitno, S.Pd., Laboran Lab. Fisika Unnes yang banyak memberikan bantuan.
10. Ayah dan ibu, yang telah mendukung dan senantiasa selalu mendoakan.
11. Mamila Ziyiyit Tuqo, teman berdiskusi dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Rudy Setiawan dan Muhammad Akrom, yang membantu dalam mengoperasikan alat.
13. Nafila, Sriatun dan Deska yang selalu memberikan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, seperti kata pepatah “tak ada gading yang tak retak”, sehingga kritik dan saran sangat Penulis harapkan. Penulis berpendapat skripsi ini dibuat sebagai awal suatu proses pembelajaran mandiri yang tidak pernah berhenti.

Akhirnya, penulis mengucapkan terimakasih kepada pembaca yang berkenan membaca skripsi ini. Semoga hasil penelitian yang tertuang dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukannya.

Semarang, Maret 2013

Penulis

ABSTRAK

Fauziyah, Ani. 2013. *Pengaruh Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus mucus*)*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dr. Susilo, M. Si. dan Dra. Pratiwi Dwijananti, M. Si.

Kata kunci : radiasi pengion, sinar X, motilitas sperma mencit

Sinar X termasuk jenis radiasi pengion dan banyak digunakan dalam bidang kedokteran sebagai sarana radiodiagnostik. Dalam penggunaannya sinar X memerlukan kehati-hatian, karena disamping memberikan manfaat, radiasi sinar X dapat menyebabkan perubahan materi sel genetik. Salah satu dampak negatif dari radiasi sinar X adalah mengakibatkan kemandulan (*infertile*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemberian radiasi sinar X terhadap motilitas sperma. Sebagai objek penelitian digunakan hewan uji mencit yang banyak digunakan dalam penelitian biologis karena sifat produksi dan karakteristik reproduksinya mirip dengan manusia.

Mencit dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu kelompok K (kontrol), A, B, C, D dan E masing-masing kelompok terdiri dari 3 ekor mencit. Pemberian radiasi sinar X dengan menggunakan pesawat sinar X tipe SF100BY. Setelah ± 30 hari, dilakukan pengambilan sperma pada mencit dan kemudian dilakukan pengamatan meliputi jumlah konsentrasi sperma dan motilitas sperma (daya gerak) dengan menggunakan mikroskop cahaya.

Hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa semakin besar dosis radiasi yang diberikan, semakin menurun konsentrasi sperma. Sedangkan dalam segi motilitasnya semakin besar dosis radiasi maka semakin menurun motilitas sperma *motile* dan semakin bertambah motilitas sperma *immotile*. Konsentrasi dan motilitas sperma normal terdapat pada kelompok yang tidak diiradiasi, yaitu: $25,33 \pm 8,99$ juta/ml semen dan $(76,67 \pm 9,42)\%$ motilitas *motile*. Sedangkan kelompok yang diiradiasi memiliki konsentrasi sperma kurang dari 20 juta/ml semen dan motilitas *motile* kurang dari 50% sehingga kelompok iradiasi mengalami kemandulan (*infertile*). Dengan demikian dari penelitian ini diperoleh bahwa adanya pengaruh pemberian radiasi sinar X terhadap mencit dapat menyebabkan kemandulan (*infertile*) jika dilihat dari segi konsentrasi dan motilitas sperma.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBINGI	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB	
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	6

2. LANDASAN TEORI

2.1 Radiasi	8
2.1.1 Radiasi Non Pengion	8
2.1.2 Radiasi Pengion	9
2.1.3 Besaran Dan Satuan Radiasi	10
2.1.3.1 Nilai Penyinaran (Exposure)	11
2.1.3.2 Dosis Serap (Absorbed Dose)	11
2.1.3.3 Dosis Setara atau Dosis Ekuivalen	12
2.1.4 Pengukuran Radiasi	12
2.2 Sinar X	15
2.2.1 Konsep Dasar Sinar X	15
2.2.2 Pesawat Sinar X	16
2.2.2.1 Tabung Sinar X	18
2.2.2.2 Trafo Tegangan Tinggi	18
2.2.2.3 Instrumentasi Kontrol	19
2.2.3 Penyerapan Sinar X pada Tubuh	19
2.3 Hewan Uji Mencit (<i>Mus musculus</i>)	23
2.3.1 Klasifikasi	23
2.3.2 Sistem Reproduksi pada Mencit (<i>Mus musculus</i>)	
Jantan	25
2.3.3 Spermatogenesis Mencit	26
2.3.4 Penilaian Kualitas Sperma	28

3. METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Pengumpulan Data	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.3.1 Alat	31
3.3.2 Bahan	33
3.3.3 Prosedur Penelitian	35
3.3.4 Persiapan Hewan Uji	35
3.3.5 Pemberian Radiasi pada Mencit	35
3.3.6 Pengujian Spermatozoa Mencit	38
3.3.7 Indikator Pengamatan Spermatozoa Mencit	41
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	42
4.2 Pembahasan	46
5. PENUTUP	
5.1 Simpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Spesifikasi Solidose 400	14
Tabel 2.2. Data Pengukuran Dosis.....	15
Tabel 2.3. Nilai Maksimum Faktor Expose Pesawat Sinar X	19
Tabel 2.4. Data Biologi Mencit (<i>Mus musculus</i>).....	25
Tabel 2.5. Standar Parameter Kualitas Sperma berdasarkan WHO 1999	30
Tabel 3.1. Pengaturan Pemberian Dosis Radiasi Pada Mencit	37
Tabel 4.1. Konsentrasi Dan Motilitas Sperma Mencit Setelah Di Beri Radiasi Sinar X Dengan Variasi Dosis Radiasi	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Daya Tembus Beberapa Radiasi Pengion	9
Gambar 2.2. Detektor Radiasi “Solidose 400”	13
Gambar 2.3. Detektor Dosis R 100	13
Gambar 2.4. Pesawat Sinar X Type SF100BY	17
Gambar 2.4. Tabung Sinar X	18
Gambar 2.5. Efek Radiasi Pada Tubuh	21
Gambar 2.6. Mencit Putih	24
Gambar 2.7. Proses Spermatogenesis	26
Gambar 2.8. Morfologi Spermatozoa	27
Gambar 3.1. Bagian-bagian Unit Sistem Radiodiagnostik Sinar X: (a). Tabung sinar X, (b). Kontrol Panel, (c). <i>Remote control</i> , (d). Apron	32
Gambar 3.2. Perlengkapan Untuk Pengujian Sperma	33
Gambar 3.3. Mencit Dalam Kandang: (a). Kelompok K, (b). Kelompok A, (c). Kelompok B, (d). Kelompok C, (e). Kelompok D, (f). Kelompok E	34
Gambar 3.4. Mencit Dalam Ruang Penelitian	38
Gambar 3.5. Membunuh Mencit	38
Gambar 3.6. Pembedahan Mencit	39
Gambar 3.7. Saluran Epididimis Dalam Cawan Petri	39

Gambar 3.8. Pengamatan Motilitas Spermatozoa Dengan Mikroskop ..	40
Gambar 3.9. Suspensi Spermatozoa Dihisap Dengan Pipet	41
Gambar 3.10. Pengamatan Konsentrasi Spermatozoa	41
Gambar 4.1. Grafik Dosis Radiasi Terhadap Konsentrasi Sperma Mencit	43
Gambar 4.2. Grafik Dosis Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Bergerak Maju Atau Zig-zag	44
Gambar 4.2. Grafik Dosis Radiasi Terhadap Motilitas Sperma Bergerak Di tempat Atau Diam.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN 1. Penampang Motilitas Sperma	57
LAMPIRAN 2. Tabel Pengamatan Variasi Dosis Radiasi	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiasi merupakan energi yang dipancarkan dalam bentuk partikel atau gelombang elektromagnetik atau cahaya (foton) dari sumber radiasi (Batan, 2005). Sedangkan menurut Ariyanto (2009), radiasi dapat juga diartikan sebagai pemancaran dan perambatan yang membawa tenaga (energi) melalui ruang atau antara. Radiasi yang ditimbulkan dari tindakan medis merupakan radiasi yang berasal dari sumber buatan manusia, misalnya radiasi dari sinar X.

Radiografi atau Roentgen sinar X termasuk ke dalam radiasi pengion yang merupakan sarana penunjang diagnostik yang sudah berkembang pesat. Dalam bidang Medis penggunaan sinar X untuk pencitraan diagnostik telah digunakan selama lebih dari satu abad (Seibert, 2004). Sedangkan dalam bidang kesehatan bahwa radiasi dapat memberikan suatu informasi dari tubuh manusia sehingga dokter dapat melakukan tindakan secara benar sesuai dengan informasi yang didapatkan (Sinaga, 2006). Menurut Patt *et al*, sebagaimana dikutip oleh Du, *et al* (2012), radiasi yang secara luas digunakan dalam pengobatan, kesehatan, teknologi dan bidang lainnya, harus mendapat perhatian karena radiasi dapat menyebabkan efek merusak.

Pemanfaatan berbagai sumber radiasi harus dilakukan secara cermat dan mematuhi ketentuan keselamatan kerja untuk menghindari terjadinya paparan

yang tidak diinginkan (Alatas, 2004). Pemberian paparan radiasi pada tubuh akan menimbulkan interaksi antara radiasi dengan materi biologis. Jika tubuh terpapar radiasi maka akan ada dua kemungkinan yang dapat terjadi yaitu, interaksi secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung terjadi penyerapan energi pada DNA dan dapat menimbulkan kerusakan. Secara tidak langsung jika terjadi interaksi dengan molekul air yang kemudian menjadi radikal bebas dan dapat merusak DNA (Alatas, 2002).

Disamping memberikan manfaat bagi manusia, radiasi juga mengandung potensi bahaya. Bahaya yang dapat disebabkan oleh radiasi diantaranya adalah katarak, luka bakar, rambut rontok, pendarahan dan kemandulan (Wiharto, 1998). Semakin besar dosis yang diterima maka semakin besar pula dampak negatif yang dapat terjadi, sehingga dampak negatif dari radiasi tersebut sebanding dengan jumlah radiasi yang diterimanya (Suhardjo, 1993).

Efek deterministik pada organ reproduksi atau gonad dapat mengganggu proses pembentukan sel sperma yang dihasilkan. Dosis radiasi 0.15 Gy sudah dapat mengakibatkan penurunan jumlah sel sperma (*oligospermy*). Dosis sampai 2 Gy dapat menyebabkan sterilitas sementara selama 1-2 tahun. Dosis ambang sterilitas permanen adalah 3,5-6 Gy (Alatas, 2004). Penurunan jumlah sperma dapat berpengaruh terhadap fertilitas. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi fertilitas adalah paparan radiasi terutama radiasi pengion dimana sinar X termasuk radiasi pengion (Olayemi, 2010). Oleh karena itu, radiasi seringkali dianggap menakutkan bagi sebagian orang karena radiasi dapat menyebabkan terjadinya kemandulan (*infertile*).

Penelitian ini menggunakan tikus mencit (*Mus musculus*) sebagai hewan uji. Tikus mencit termasuk dalam kelas mamalia telah banyak digunakan untuk penelitian, baik dalam bidang Kedokteran, Farmasi, maupun Biologi (Hariadi, 2012: 8). Mencit banyak digunakan sebagai hewan laboratorium (khususnya digunakan dalam penelitian biologi), karena memiliki keunggulan-keunggulan seperti siklus hidup relatif pendek, cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, variasi genetiknya tinggi dan sifat anatomis dan fisiologisnya terkarakterisasi dengan baik, jumlah anak per-kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, serta sifat produksi dan karakteristik reproduksinya mirip dengan manusia (Pribadi, 2008). Sehingga pada penelitian ini menggunakan mencit sebagai objek penelitian untuk mengetahui seberapa besar radiasi sinar X yang dapat menyebabkan mencit tersebut mengalami kemandulan (*infertile*).

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang “Pengaruh Radiasi Sinar X Terhadap Motilitas Sperma Pada Tikus Mencit (*Mus musculus*)”.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang menjadi fokus kajian penelitian ini antara lain adalah:

- a. Apakah ada pengaruh radiasi sinar X terhadap motilitas (daya gerak) sperma mencit (*Mus musculus*)?
- b. Berapakah dosis radiasi sinar X yang dapat menyebabkan penurunan motilitas (daya gerak) pada sperma mencit (*Mus musculus*)?

- c. Apakah pemberian dosis radiasi sinar X dapat menyebabkan *infertilitas* pada mencit (*Mus musculus*) jika dilihat dari segi motilitas sperma?

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Sampel yang digunakan adalah mencit (*Mus musculus*) dengan jenis kelamin jantan dengan umur dan berat yang sama (mendekati sama).
- b. Penggunaan dosis radiasi yang dipaparkan pada mencit (*Mus musculus*) dengan memvariasikan dosis radiasi.
- c. Pengujian dilakukan dengan hasil sperma yang dihasilkan mencit (*Mus musculus*) mengenai motilitas atau pergerakan sperma dan konsentrasi sperma (sebagai tambahan) setelah pemaparan melalui uji lab.

Penegasan istilah dalam judul skripsi ini bertujuan untuk menghindari salah tafsir dan membatasi ruang lingkup permasalahan agar dicapai kesamaan pandangan antara penulis dan pembaca.

1. Radiasi pengion

Radiasi pengion merupakan jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi. Yang termasuk radiasi pengion adalah partikel alfa (α), partikel beta (β), sinar gamma (γ), sinar X, partikel neutron (Batan, 2005).

Dalam penelitian ini radiasi yang digunakan adalah radiasi sinar X.

2. Sinar X

Sinar X merupakan sinar yang terbentuk dengan menembaki target (logam) dengan elektron cepat dalam tabung sinar katoda (Beiser,1999).

3. Motilitas sperma

Motilitas sperma merupakan daya gerak sperma pada bagian ekor atau flagellum untuk dapat bergerak, sehingga memudahkan sperma menuju pada sel telur ketika proses pembuahan. Motilitas dinyatakan dengan % motil maju/ml.

4. Tikus mencit (*Mus musculus*)

Mencit (*Mus musculus*) termasuk dalam kelas mamalia telah banyak digunakan untuk penelitian, baik dalam bidang Kedokteran, Farmasi, maupun Biologi (Hariadi, 2012).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis radiasi sinar X terhadap motilitas atau pergerakan sperma pada tikus mencit (*Mus musculus*). Dengan variasi dosis radiasi penyinaran sinar X dan pengujian motilitas sperma dengan menggunakan mikroskop cahaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini antara lain adalah :

- a. Bagi perkembangan keilmuan, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dan acuan dalam penelitian selanjutnya.

- b. Bagi bidang kedokteran dan kesehatan manusia, sebagai acuan dalam menentukan dosis radiasi yang aman.
- c. Bagi bidang pertanian, sebagai salah satu teknik pemberantasan hama yang efisien.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika dalam skripsi ini disusun dengan tujuan agar pokok-pokok masalah yang dibahas dapat urut, terarah dan jelas. Sistematika skripsi ini terdiri dari tiga bagian, yaitu: bagian awal, bagian isi dan bagian akhir.

Bagian awal skripsi berisi halaman judul, halaman persetujuan pembimbing, halaman pengesahan, halaman pernyataan, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, halaman abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

Bagian isi skripsi terdiri dari 5 (lima) bab yang meliputi :

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini memuat latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

2. Bab 2 Landasan Teori

Bab ini terdiri dari kajian mengenai landasan teori yang mendasari permasalahan skripsi ini serta penjelasan yang merupakan landasan teori yang diterapkan dalam skripsi dan pokok-pokok bahasan yang terkait dalam pelaksanaan penelitian.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Metode penelitian ini meliputi: metode pengumpulan data, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, dan prosedur penelitian.

4. Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian, semua hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan terhadap hasil penelitian.

5. Bab 5 Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran yang melengkapi uraian pada bagian isi skripsi.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Radiasi

Radiasi merupakan fenomena dalam kehidupan, kita hidup di dunia dimana radiasi alamiah didapatkan dimanapun. Radiasi dapat juga diartikan sebagai energi yang dipancarkan dalam bentuk partikel atau gelombang (Batan, 2005). Pemanfaatan radiasi di bidang Medis maupun Kedokteran sudah berkembang pesat terutama untuk sarana radiodiagnostik. Pemanfaatan berbagai sumber radiasi harus dilakukan secara cermat dan mematuhi ketentuan keselamatan kerja untuk menghindari terjadinya paparan radiasi yang tidak diinginkan (Alatas, 2004).

Ditinjau dari muatan listriknya radiasi digolongkan ke dalam radiasi non-pengion dan radiasi pengion (BATAN, 2005).

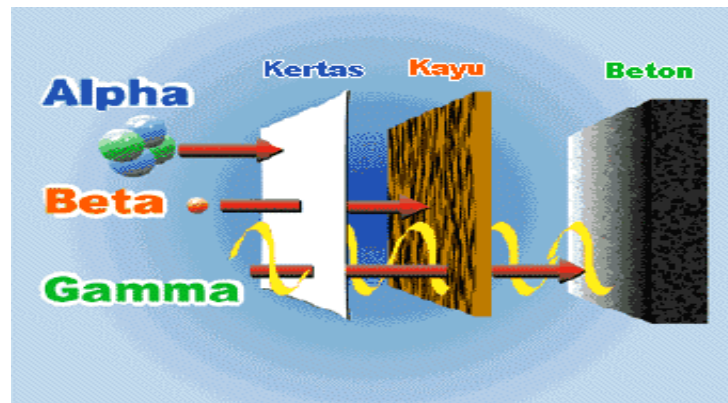
2.1.1 Radiasi Non Pengion

Radiasi non-pengion merupakan jenis radiasi yang tidak akan menyebabkan efek ionisasi apabila berinteraksi dengan materi. Radiasi non-pengion tersebut berada di sekeliling kehidupan kita. Yang termasuk dalam jenis radiasi non-pengion antara lain adalah gelombang radio (yang membawa informasi dan hiburan melalui radio dan televisi); gelombang mikro (yang digunakan dalam *microwave*, *oven* dan transmisi seluler *handphone*); sinar

inframerah (yang memberikan energi dalam bentuk panas); cahaya tampak (yang bisa kita lihat); sinar *ultraviolet* (yang dipancarkan matahari) (Batan, 2005).

2.1.2 Radiasi Pengion

Radiasi pengion merupakan jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi. Peristiwa terjadinya ion ini disebut ionisasi. Ion ini kemudian akan menimbulkan efek atau pengaruh pada bahan. Yang termasuk radiasi pengion adalah partikel Alfa (α), partikel Beta (β), sinar Gamma (γ), sinar X, partikel Neutron. Setiap jenis radiasi memiliki karakteristik khusus. Meskipun tidak memiliki massa dan muatan listrik, sinar X, sinar gamma dan sinar kosmik juga termasuk ke dalam radiasi pengion karena dapat menimbulkan ionisasi secara tidak langsung (Batan, 2005). Partikel Alfa (α), partikel Beta (β) dan sinar Gamma (γ) memiliki daya tembus yang berbeda-beda dan ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Daya Tembus Beberapa Radiasi Pengion (Batan, 2005)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa, radiasi Beta hanya dapat menembus kertas tipis, dan tidak dapat menembus tubuh manusia, sehingga pengaruhnya dapat diabaikan. Demikian pula dengan radiasi Alfa, yang hanya dapat menembus

beberapa milimeter udara. Daya tembus yang paling besar adalah radiasi Gamma (Batan,2005).

Penelitian ini akan menggunakan radiasi pengion yaitu radiasi sinar X yang dihasilkan dari tabung Pesawat Sinar X. Sinar X merupakan foton dengan energi tinggi dan diproduksi oleh percepatan atau perlambatan berkas elektron. Dalam bidang kedokteran radiasi digunakan sebagai alat pemeriksaan atau radiodiagnostik. Pesawat sinar X atau Roentgen merupakan alat diagnostik yang paling banyak digunakan dan dosis radiasi yang diterima dari Pesawat sinar X ini merupakan dosis terbesar yang diterima dari radiasi buatan manusia (Ariyanto, 2009). Pemanfaatan radiasi pengion dalam bidang radiodiagnostik untuk berbagai keperluan medik perlu memperhatikan dua aspek, yaitu resiko dan manfaat.

Menurut IAEA (*International Atomic Energy Agency*), menyebutkan bahwa sinar X yang dapat menembus suatu benda dan dapat memberikan dosis yang signifikan untuk organ internal pada tubuh. Sehingga penggunaan sinar X pada tubuh memerlukan batasan dosis yang dapat melindungi pasien dari radiasi tersebut (BAPETEN, 2003).

2.1.3 Besaran Dan Satuan Radiasi

Dosis radiasi dikaitkan dengan banyaknya energi radiasi yang diserap oleh bahan yang dilaluinya. Dikenal beberapa istilah untuk dosis (Yulianti & Pratiwi, 2005):

2.1.3.1 Nilai Penyinaran (*Ekposure*)

Paparan radiasi merupakan kemampuan radiasi sinar X atau gamma untuk menimbulkan ionisasi di udara dan digunakan untuk mendeskripsikan sifat emisi sinar X atau sinar gamma dari sebuah sumber radiasi. Satuan ini mendeskripsikan keluaran radiasi dari sebuah sumber radiasi namun tidak mendeskripsikan energi yang diberikan pada sebuah objek yang disinari. Satuannya adalah roentgen atau R.

$$1 \text{ Roentgen (R)} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Coulomb}$$

Disamping nilai penyinaran, terdapat pula kecepatan penyinaran (*exposure rates*) yang menyatakan besarnya penyinaran persatuan waktu (R/jam atau mR/jam) yang dinyatakan dalam persamaan (2.1).

$$ER = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Keterangan:

ER = Kecepatan pemaparan (R/jam)

Δx = Pemaparan (R)

Δt = waktu lamanya pemaparan (Jam)

2.1.3.2 Dosis Serap (*Absorbed Dose*)

Banyaknya energi yang diserap bahan persatuan massa bahan tersebut. Satuan ini menggambarkan jumlah radiasi yang diterima oleh pasien. Satuannya adalah rad (*Roentgen Absorbed Dose*) dan gray (Gy).

$$1 \text{ Gy} = 1\text{J/Kg} = 100 \text{ rad}$$

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m} \quad (2.2)$$

Keterangan:

D = Dosis serap (Gy)

E = Energi radiasi (Joule)

m = Massa bahan (Kg)

2.1.3.3 Dosis Setara atau Dosis Ekuivalen

Menyatakan jumlah energi radiasi oleh satuan massa bahan atau medium yang dilaluinya. Satuan yang lazim digunakan adalah rem, Sievert (Sv).

$$\begin{aligned} 1 \text{ Sv} &= 1 \text{ joule/kg} \\ &= 100 \text{ rem} \end{aligned}$$

2.1.4 Pengukuran Radiasi

Radiasi tidak dapat dirasakan oleh panca indera manusia, oleh karena itu diperlukan alat ukur radiasi untuk mendeteksi dan mengukur radiasi. Alat ukur radiasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari detektor radiasi dan peralatan penunjang, seperti sistem pengukur radiasi lainnya (Haditjahyono, 2006). Pengukuran dosis radiasi pada penelitian ini dengan menggunakan dosimeter dengan merk "SOLIDOSE 400".

Solidose 400 merupakan pengukur dosis radiasi untuk layanan dan kontrol kualitas dari peralatan sinar X. Solidose ini mudah digunakan dengan tombol besar dan layar informatif. Solidose juga dapat dihubungkan ke semua jenis komputer untuk pengumpulan data. Fitur utama dari Solidose 400 adalah

penggunaan kedua detektor *solid state* dan ruang ion. Solidose 400 ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Detektor Radiasi “Solidose 400” (medizintechnik-elimpex)

Dengan menggunakan detektor dosis *solid state* R 100 yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Spesifikasi dari Solidose 400 ditunjukkan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.3. Detektor Dosis R 100 (medizintechnik-elimpex)

Tabel 2.1. Spesifikasi Solidose 400

Kriteria	Keterangan
<i>Charge</i>	<i>Range</i> 0.5 pC-10 mC Ketidakteilitian $\pm 1\%$ or ± 0.5 pC
Arus listrik	<i>Range</i> 5 pA-15 μ A Ketidakteilitian $\pm 1\%$ or ± 0.5 pA
Dosis (R100)	<i>Ranges</i> 10 nGy-200 Gy 1.15 μ R-23 000 R Ketidakteilitian $\pm 5\%$
<i>Dose rate</i> (R100)	<i>Ranges</i> 100 nGy/s-300 mGy/s 11.5 μ R/s-34.5 R/s Ketidakteilitian $\pm 5\%$
<i>Random error</i>	$\pm 1\%$
<i>Voltage</i>	75-315 V
Tampilan	<i>Alpha-numerical</i> 16x2 LCD
Konektor	Trial LEMO type "0"
<i>Computer interface</i>	RS-232
Dimensi	205x135x58 mm
Berat	1,1 kg
<i>Power source</i>	4 <i>power</i> baterai alkaline <i>type</i> LR6 (ukuran AA) <i>life</i> 20 <i>hours</i>
<i>Power supply</i>	HP F1011A (<i>optional</i>) (Medizintechnik-elimpeX)

Pengukuran dosis radiasi dilakukan dengan menempatkan detektor R100 pada titik fokus cahaya yang berasal dari kolimator yang sebelumnya telah diatur kV, mA, sec dan jarak paparannya. Dari pengukuran tersebut diperoleh beberapa dosis radiasi dari sinar X yang dituliskan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Data Pengukuran Dosis

No	Jarak (cm)	kV	mA	s	Dosis
1	40	70	63	5	3,92 mGy
2	20	70	63	5	8,68 mGy
3	20	80	63	5	13,00 mGy
4	40	90	63	5	4,80 mGy
5	20	90	63	5	18,97 mGy

2.2 Sinar X

Sinar X termasuk ke dalam radiasi pengion yang merupakan sarana penunjang diagnostik yang sudah berkembang pesat. Dalam bidang kesehatan bahwa radiasi dapat memberikan suatu informasi dari tubuh manusia sehingga dokter dapat me

lakukan tindakan secara benar sesuai dengan informasi yang didapatkan (Sinaga, 2006).

2.2.1 Konsep Dasar Sinar X

Penemuan sinar X berawal dari penemuan Rontgen (1845-1923), seorang fisikawan Universitas Wutzburg sewaktu bekerja dengan tabung sinar katoda pada tahun 1895. Rontgen menemukan bahwa sinar dari tabung dapat menembus bahan yang tak tembus cahaya dan mengaktifkan layar pendar atau film foto. Sinar ini berasal dari titik dimana elektron dalam tabung mengenai sasaran di dalam tabung tersebut atau tabung kacanya sendiri (Beiser, 1999:59).

Sinar X merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang antara 10^{-9} sampai 10^{-8} m. Hal ini berarti mempunyai panjang gelombang yang jauh lebih pendek daripada cahaya tampak, sehingga energinya

lebih besar. Besar energinya (E dalam Joule) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.3).

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (2.3)$$

Keterangan :

E = besarnya energi (Joule)

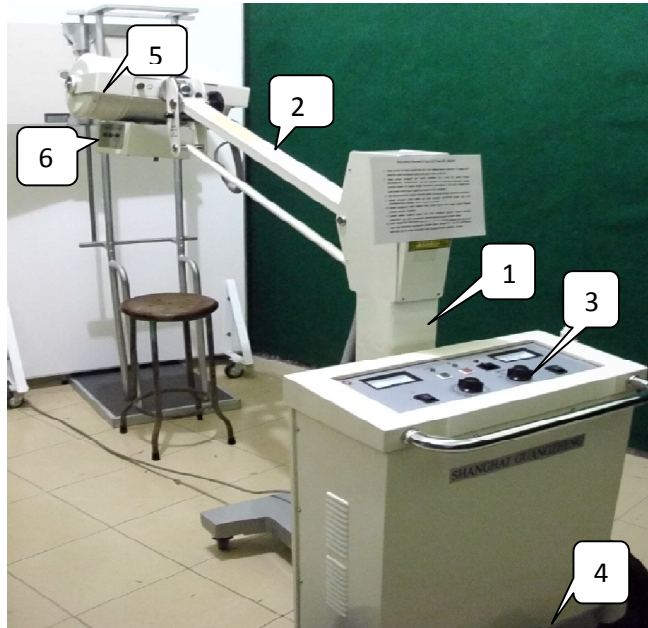
h = konstanta plank ($6,627 \times 10^{-34}$ Js)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

λ = panjang gelombang (m)

2.2.2 Pesawat Sinar X

Pesawat sinar X merupakan sumber radiasi yang didesain sedemikian rupa untuk tujuan diagnostik yang terdiri dari komponen-komponen penghasil sinar X (BAPETEN, 2003). Penelitian ini menggunakan pesawat sinar X Type SF100BY yang terdapat di Laboratorium Medik Fisika UNNES yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4



Gambar 2.4. Pesawat Sinar X Type SF100BY

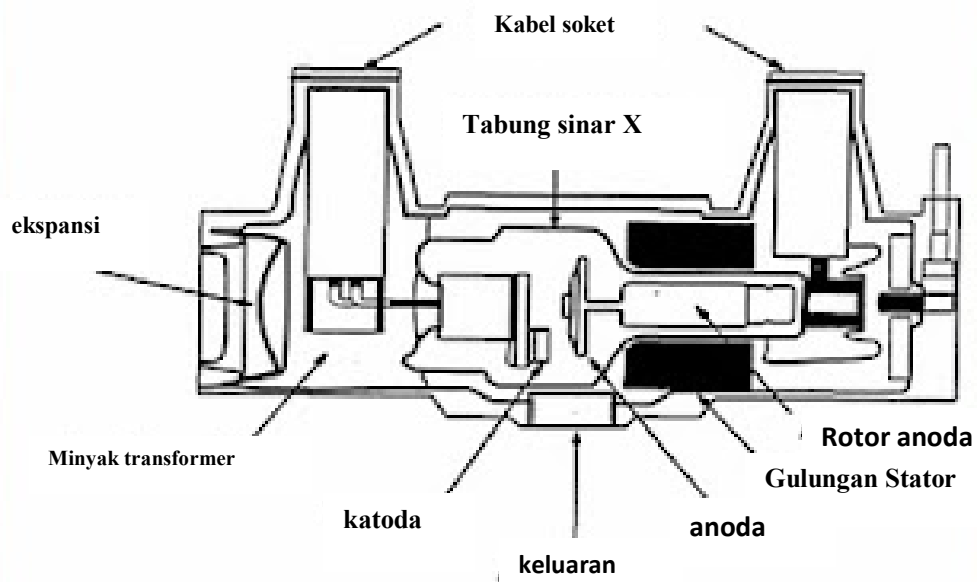
Keterangan gambar:

1. Tiang/pilar
2. Pegangan
3. *Panel control*
4. Pedal rem
5. Kepala tabung sinar x
6. *Electric beam limiting device*

Sistem sinar X merupakan seperangkat komponen untuk menghasilkan radiasi pengion dengan cara terkendali, yang meliputi sekurang-kurangnya tabung sinar X, trafo tegangan tinggi, panel kontrol, kolimator dan peralatan penunjang lainnya (BAPETEN, 2003). Beberapa instrumen yang baku agar dapat memproduksi sinar X adalah sebagai berikut:

2.2.2.1 Tabung Sinar X

Tabung sinar X berisi katoda dan anoda seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Katoda terbuat dari filamen, sedangkan anoda terbuat dari logam target (Cu, Fe atau Ni). Anoda biasanya dibuat berputar supaya permukaannya tidak lekas rusak yang disebabkan tumbukan elektron. Agar filamen katoda tidak cepat panas maka didinginkan dengan *transformator oil*.



Gambar 2.4. Tabung Sinar X (Seibert, 2004)

2.2.2.2 Trafo Tegangan Tinggi

Trafo tegangan tinggi berfungsi pelipat tegangan PLN (220Volt) dari sumber menjadi tegangan tinggi antara 30 kV sampai 100 kV. Pada trafo tegangan tinggi diberi minyak sebagai media pendingin. Semakin tinggi tegangan maka akan semakin mempercepat elektron di dalam tabung.

2.2.2.3 Instrumentasi Kontrol

Instrumentasi kontrol berfungsi sebagai pengatur parameter pada pengoperasian pesawat sinar X. Instrumentasi kontrol terbagi menjadi 6 modul yaitu :

1. Modul *power supplay* (Catu daya DC),
2. modul pengatur tegangan (kV),
3. modul pengatur arus (mA),
4. modul pengatur waktu pencitraan (s),
5. modul kendali sistem, dan
6. catu daya AC dari sumber PLN.

Mesin ini dilengkapi dengan tiga faktor *ekspose*, yaitu kilovolt (kV), miliampere (mA) dan waktu (s). Nilai maksimum yang diberikan oleh mesin ini ditampilkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai Maksimum Faktor *Expose* Pesawat Sinar X

mA	~3.2 sec	~4.0sec	~6.3sec
16	90kV	90 kV	90 kV
32	90 kV	90 kV	90 kV
63	90 kV	90 kV	-----
100	80 kV	-----	-----

(Horse,2012)

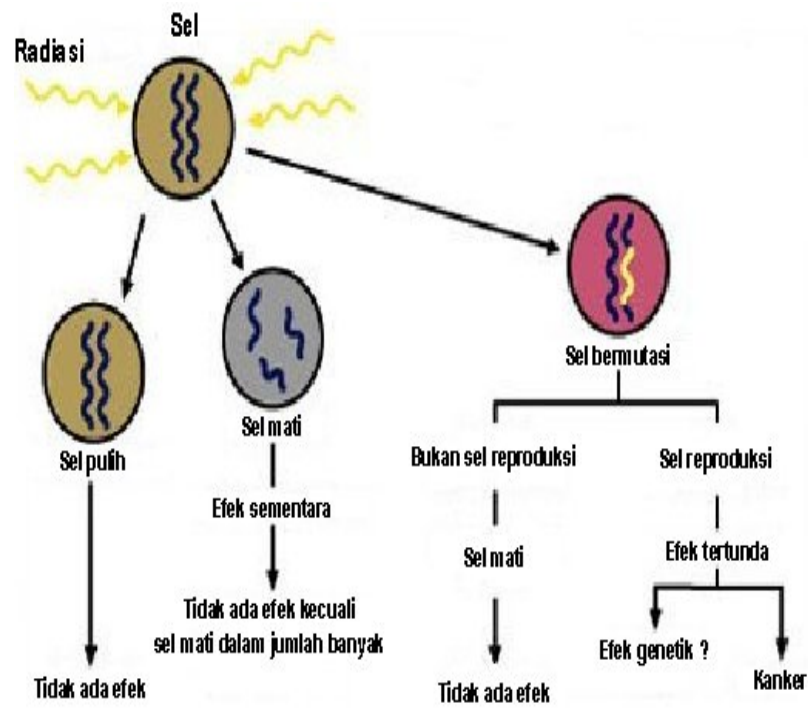
2.2.3 Penyerapan Sinar X pada Tubuh

Radiasi yang ditimbulkan dari sinar X disamping memberikan manfaat bagi manusia, juga mengandung potensi bahaya. Radiasi sinar X dapat

menyebabkan perubahan pada materi genetik sel, perubahan pada kromosom, menunda kegiatan mitosis sehingga mengakibatkan pengurangan sintesis DNA (Suhardjo,1993).

Pemberian paparan radiasi pada tubuh akan menimbulkan interaksi antara radiasi dengan materi biologis. Bila tubuh tepapar radiasi maka akan terjadi interaksi antara radiasi dengan materi biologis baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung terjadi penyerapan energi pada DNA dan dapat menimbulkan kerusakan. Secara tidak langsung jika terjadi interaksi dengan molekul air yang kemudian menjadi radikal bebas dan dapat merusak DNA (Alatas, 2002).

Jika radiasi sinar X mengenai tubuh manusia, ada dua kemungkinan yang dapat terjadi, berinteraksi dengan tubuh manusia atau hanya melewati saja. Jika berinteraksi, radiasi dapat mengionisasi atau dapat pula mengeksitasi atom. Setiap terjadi proses ionisasi atau eksitasi, radiasi akan kehilangan sebagian energinya. Energi radiasi yang hilang akan menyebabkan peningkatan temperatur (panas) pada bahan (atom) yang berinteraksi dengan radiasi tersebut. Dengan kata lain, semua energi radiasi yang terserap di jaringan biologis akan muncul sebagai panas melalui peningkatan vibrasi (getaran) atom dan struktur molekul. Ini merupakan awal dari perubahan kimiawi yang kemudian dapat mengakibatkan efek biologis yang merugikan (Batan, 2005). Efek radiasi pada tubuh digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Efek Radiasi Pada Tubuh (Batan, 2005)

Radiasi pengion merupakan radiasi yang mampu menimbulkan ionisasi pada suatu bahan yang dilalui. Ionisasi tersebut diakibatkan adanya penyerapan tenaga radiasi pengion oleh bahan yang terkena radiasi. Dengan demikian banyaknya jumlah ionisasi tergantung dari jumlah tenaga radiasi yang diserap oleh bahan.

Sel dalam tubuh manusia terdiri dari sel genetik dan sel somatik. Sel genetik adalah sel telur pada perempuan dan sel sperma pada laki-laki, sedangkan sel somatik adalah sel-sel lainnya yang ada dalam tubuh. Berdasarkan jenis sel, maka efek radiasi dapat dibedakan atas efek genetik dan efek somatik. Efek genetik atau efek pewarisan adalah efek yang dirasakan oleh keturunan dari individu yang terkena paparan radiasi. Sebaliknya efek somatik merupakan efek

radiasi yang dirasakan oleh individu yang terpapar radiasi (BATAN, 2005). Sementara itu, jika sinar X mengenai sel genetik, dalam penelitian ini adalah sel sperma maka dapat menyebabkan efek negatif yaitu terjadinya kemandulan (*infertile*) (Wiharto, 1998).

Bila ditinjau dari dosis radiasi (untuk kepentingan proteksi radiasi), efek radiasi dibedakan atas efek deterministik dan efek stokastik. Efek deterministik adalah efek yang disebabkan karena kematian sel akibat paparan radiasi, sedangkan efek stokastik merupakan efek yang terjadi sebagai akibat paparan radiasi dengan dosis yang menyebabkan terjadinya perubahan pada sel. Efek deterministik pada organ reproduksi atau gonad adalah sterilitas atau kemandulan. Paparan radiasi pada testis akan mengganggu proses pembentukan sel sperma yang akhirnya akan mempengaruhi jumlah sel sperma yang akan dihasilkan (BATAN, 2005).

Pemberian dosis radiasi tinggi dapat berpengaruh terhadap organ reproduksi. Dosis radiasi 0,15 Gy merupakan dosis ambang terjadinya sterilitas yang bersifat sementara karena sudah mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah sel sperma selama beberapa minggu. Selain sterilitas, radiasi dapat menyebabkan menopause dini sebagai akibat dari gangguan hormonal sistem reproduksi. Dosis ambang sterilitas menurut ICRP (*International Commission on Radiological Protection*) sebesar 2,5-6 Gy. Pada usia yang lebih muda (20-an), sterilitas permanen terjadi pada dosis yang lebih tinggi yaitu mencapai 12-15 Gy (Alatas, 2004).

2.3 Hewan Uji Mencit (*Mus musculus*)

Mencit (*Mus musculus*) sering digunakan sebagai sarana penelitian biomedis, penelitian dan pendidikan. Diantara spesies hewan lainnya, mencitlah yang paling banyak digunakan untuk tujuan penelitian medis (60-80%) (Kusumawati, 2004:6). Hal tersebut karena kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme dan biokimianya cukup dekat dengan manusia (Hariadi, 2012: 1-2). Sedangkan dalam penelitian ini, digunakannya hewan uji mencit karena sifat produksi dan karakteristik reproduksinya mirip dengan manusia (Pribadi, 2008).

Penelitian ini menggunakan mencit dengan jenis kelamin jantan karena untuk mengetahui pengaruh radiasi terhadap kemandulan (*infertile*) lebih mudah dan lebih cepat diamati bila dibandingkan dengan mencit betina.

2.3.1 Klasifikasi

Mencit (*Mus musculus*) merupakan binatang asli Asia, India dan Eropa Barat, termasuk dalam keluarga Rodentia sehingga masih termasuk kerabat hamster, tupai dan makhluk pengerat lainnya (Hariadi, 2012:1). Gambar bentuk dan rupa mencit dapat dilihat pada Gambar 2.6. Klasifikasi ilmiah dari tikus putih adalah sebagai berikut (Hariadi, 2012:137):

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Mammalia
Ordo : Rodentia
Family : Muridae

Super famili : Murinae
Genus : Mus
Subgenus : Mus
Species : *Mus musculus*



Gambar 2.6. Mencit Putih (Whitedifarimouse, 2010)

Mencit merupakan golongan binatang menyusui atau mamalia yang memiliki kemampuan berkembangbiak yang sangat tinggi mudah dipelihara dan menunjukkan reaksi yang cepat terlihat jika digunakan sebagai objek penelitian. Alasan lain tikus digunakan dalam penelitian medis adalah genetik mencit, karakteristik biologi dan perilakunya sangat mirip manusia, sehingga banyak gejala kondisi pada manusia yang dapat direplikasikan pada tikus (Hariadi, 2012;12). Data biologis mencit menurut Kusumawati (2004) disajikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Data Biologi Mencit (*Mus musculus*)

Kriteria	Keterangan
Berat Badan	
- Jantan	20-40 gram
- Betina	18-35 gram
Lama hidup	1-3 tahun
Temperatur tubuh	36,5°C
Kebutuhan air	Ad libitum
Kebutuhan makanan	4-5 gram/hari
Pubertas	28-49 hari
Lama kebuntingan	17-21 hari

(Kusumawati, 2004:6)

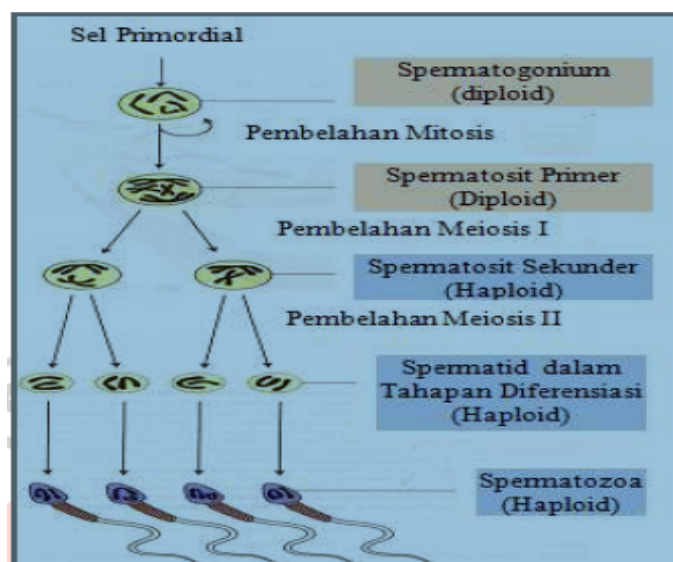
2.3.2 Sistem Reproduksi pada Mencit (*Mus musculus*) Jantan

Mencit memiliki struktur alat reproduksi yang hampir sama dengan manusia. Hal yang membedakannya adalah ukurannya (Yulianty, 2012). Alat reproduksi mencit jantan terdiri dari sepasang kelenjar testis, uretra dan penis. Pengaruh luar seperti suara keras, pakan, cahaya, kondisi kandang memegang peranan penting dalam proses reproduksi yang secara tidak langsung berkaitan dengan testis pada mencit jantan (Kusumawati, 2004: 49).

Testis memiliki fungsi sebagai tempat spermatogenesis dan produksi spermatozoa atau sel-sel kelamin jantan dan hormon testosteron. Spermatogenesis terjadi di dalam struktur yang disebut tubulus seminiferus. Penis merupakan organ kopulatoris hewan jantan, yang berfungsi mengeluarkan urin dan peletakan semen ke dalam saluran reproduksi hewan betina (Setyadi, 2006). Sedangkan uretra adalah saluran yang menghubungkan kantung kemih ke lingkungan luar tubuh. Uretra berfungsi sebagai saluran pembuang baik pada sistem kemih atau ekskresi dan sistem seksual. Pada pria, berfungsi juga dalam sistem reproduksi sebagai saluran pengeluaran air mani.

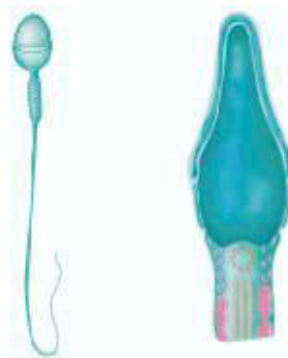
2.3.3 Spermatogenesis Mencit

Spermatogenesis merupakan proses perkembangan sel-sel spermatogenik yang terdiri dari 3 tahap yaitu, tahap spermatositogenesis atau proliferasi, tahap meiosis dan spermiogenesis. Spermatositogenesis merupakan proliferasi sel induk spermatogonia yang membelah secara mitosis menghasilkan spermatosit primer. Spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis I menjadi spermatosit sekunder. Pembelahan meiosis I terdiri dari profase, metafase, anafase dan telofase. Profase dari spermatosit primer dibedakan menjadi leptoten, zigoten, pakiten, diploten dan diakinesis. Spermatosit pakiten merupakan sel yang mudah diamati karena memiliki kromatid tebal, memendek, dan ukuran relatif besar dibandingkan sel spermatogenik yang lainnya. Pada pembelahan meiosis II spermatosit sekunder menjadi spermatid. Spermatid mengalami perubahan morfologi dari bentuk bulat menjadi bentuk oval dan berekor yaitu spermatozoa melalui proses spermatogenesis yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Proses Spermatogenesis (Yulianty, 2004)

Spermatozoa yang baru dibentuk ini bersifat *immotile* dan tidak bisa mengadakan fertilisasi. Spermatozoa menjadi *motile* saat melewati epididimis dan setelah melewati sistem reproduksi betina spermatozoa mengadakan fertilisasi. Bentuk akhir spermatozoa terdiri atas kepala dan ekor, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8. Morfologi Spermatozoa (Widodo, 2009)

Spermatogenesis pada mencit memerlukan waktu selama 35,5 hari setelah menempuh 4 kali daur epitel seminiferus. Lama satu daur epitel Seminiferus pada mencit adalah 207 ± 6 jam. Berlangsungnya spermatogenesis pada tubulus seminiferus melibatkan poros hipotalamus, hipofisis dan testis. GnRH hipotalamus merangsang hipofisis anterior untuk mensekresikan LH dan FSH. LH mempengaruhi spermatogenesis melalui testosteron yang dihasilkan oleh sel Leydig. FSH berpengaruh langsung terhadap sel Sertoli dalam tubulus Seminiferus. FSH meningkatkan sintesis protein pengikat hormon androgen (ABP). ABP merupakan glikoprotein yang mengikat testosteron. ABP disekresikan ke dalam lumen tubulus seminiferus dan dalam proses ini testosteron yang dihasilkan oleh sel Leydig diangkut dengan konsentrasi yang tinggi ke tubulus seminiferus.

Komposisi cairan sperma sebenarnya tidak semuanya terdiri dari sel sperma (spermatozoa). 95 hingga 98% air yang berasal dari kelenjar prostat dan vesikula seminalis, sedangkan sisanya adalah spermatozoa dalam bentuk konsentrat yang terbungkus dalam gel-gel atau Kristal (DokterSehat, 2009).

2.3.4 Penilaian Kualitas Sperma

Kualitas sperma sangat penting bagi individu untuk mempertahankan generasinya dengan proses perkawinan. Fertilitas atau kesuburan dipengaruhi oleh kondisi atau kualitas sperma. Menurut Arsyad & Hayati sebagaimana dikutip oleh Ashafahani *et al* (2010), kualitas sperma meliputi beberapa aspek yaitu; jumlah sperma, normalitas atau morfologi, motilitas atau daya gerak, dan viabilitas atau daya tahan. Penelitian ini akan membahas mengenai kualitas sperma yaitu aspek motilitas atau daya gerak dan konsentrasi sperma.

Konsentrasi sperma merupakan densitas (jumlah) sperma tiap ml semen. Konsentrasi sperma memang merupakan salah satu faktor penting untuk mendukung keberhasilan pembuahan (Anna, 2012). Sedangkan motilitas merupakan suatu kemampuan spermatozoa untuk bergerak secara progresif. Motilitas spermatozoa yang berasal dari gerakan mendorong spermatozoa pada bagian ekor yang menyerupai cambuk. Motilitas sperma dinyatakan dalam persentase sperma motil yang bergerak maju per ml semen (% motil maju/ml). Turunnya motilitas spermatozoa akan berpengaruh pada fertilisasi sperma mencit (Djaelani, 2010).

Motilitas sangat diperlukan oleh spermatozoa untuk mencapai ovum, mencapai membran telur dan melakukan penetrasi dalam fertilisasi. Gangguan pada saluran reproduksi tersebut dapat mempengaruhi keberhasilan kontrasepsi yang pada akhirnya dapat mengakibatkan infertilitas. Pada penelitian ini, motilitas sperma dihitung secara kualitatif dengan berdasarkan pergerakan spermatozoa yang bergerak lurus kedepan dengan baik dan pergerakan spermatozoa yang bergerak lambat dan sulit maju lurus (bergerak ditempat).

Parameter yang diukur dalam menentukan kualitas motilitas sperma diantaranya:

- A : Berjalan cepat dan maju
- B : Berjalan lambat dan zig-zag
- C : Bergerak di tempat
- D : Tidak bergerak sama sekali (*imotile*)

WHO (*World Health Organization*) dan beberapa ahli berpendapat bahwa motilitas spermatozoa yang dianggap normal apabila 50% atau lebih bergerak maju dengan lambat (zig-zag) atau 25% bergerak maju dengan cepat (Kurniati *et al.*, 2011). Standar parameter dari ejakulasi dalam menentukan kualitas sperma ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Standar Parameter Kualitas Sperma berdasarkan WHO 1999

Kriteria	Keterangan
Volume	2.0 ml atau lebih
pH	7-8
Konsentrasi	20 mln sel sperma/ml
Mobilitas (motilitas)	50% atau lebih bergerak maju atau 25% bergerak zig-zag
Morfologi	14% atau lebih dengan morfologi normal
Leukosit	50% atau lebih dari spermatozoa Kurang dari 1 mln/ml

(Dohle *et al.*, 2004)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pemaparan radiasi di Lab. Fisika Medik Universitas Negeri Semarang dan pengujian sperma di Lab. Fisiologi Hewan Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : Oktober 2012 – Februari 2013

Tempat : Lab. Fisika Medik Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang dan Lab. Fisiologi Hewan Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Sistem sinar X radiodiagnostik *Mobile Diagnosis type SF100BY*, yang digunakan untuk memberi paparan radiasi terhadap mencit. Bagian-bagian dari sistem sinar X ini ditunjukkan dalam Gambar 3.1. Sistem ini terdiri dari beberapa bagian, antara lain:

- a. Tabung pesawat sinar X
- b. Kontrol Panel
- c. *Remote control*
- d. Apron sebagai proteksi radiasi.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.1. Bagian-bagian Unit Sistem Radiodiagnostik Sinar X: (a). Tabung sinar X, (b). Kontrol Panel, (c). *Remote control*, (d). Apron.

2. Peralatan untuk pembedahan, pengambilan sampel dan pengamatan sperma terdiri dari sebagai berikut dan ditunjukkan dalam Gambar 3.2.
 - a. Kandang mencit
 - b. *Microscope* untuk melihat pergerakan sperma

- c. Alat bedah
- d. Larutan NaCl



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.2. Peralatan Untuk Pengujian sperma

3.3.2 Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini digunakan 18 ekor mencit jantan strain Balb/c dengan berat ± 25 gram dan umur ± 2 bulan yang dibagi menjadi enam kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari tiga ekor seperti pada Gambar 3.3. Mencit ini diperoleh dan dipelihara di Laboratorium Biologi FMIPA UNNES.



(a)



(b)



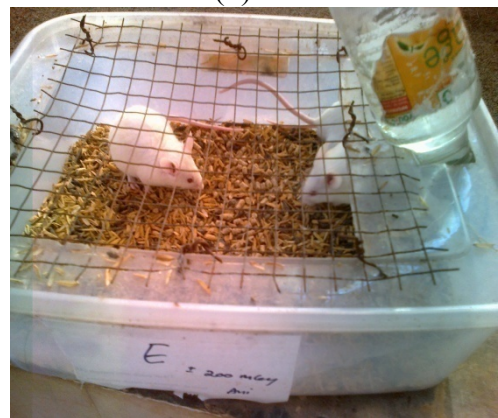
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 3.3. Mencit Dalam Kandang: (a). Kelompok K, (b). Kelompok A, (c). Kelompok B, (d). Kelompok C, (e). Kelompok D, (f). Kelompok E

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Hewan uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 18 ekor mencit jantan galur Balb/c. mencit diperoleh dari Laboratorium Biologi FMIPA UNNES. Ke-18 ekor mencit dibagi dalam enam kelompok, tiap kelompok terdiri dari tiga ekor, yaitu:

- Kelompok A dengan dosis radiasi 100 mGy
- Kelompok B dengan dosis radiasi 125 mGy
- Kelompok C dengan dosis radiasi 150 mGy
- Kelompok D dengan dosis radiasi 175 mGy
- Kelompok E dengan dosis radiasi 200 mGy
- Kelompok K (kontrol) tidak diberi dosis radiasi

Pemberian pakan diberikan secara *ad libitum*, yaitu dibiarkan makan sesuai dengan keinginannya.

3.4.2 Pemberian Radiasi Pada Mencit

Pemberian radiasi terhadap mencit bersumber dari mesin Pesawat Sinar X tipe SF100BY diuraikan sebagai berikut:

- Menekan tombol ON pada bagian *panel control* dari Pesawat Sinar X tipe SF100BY.
- Mengatur *line voltage* dengan mengatur jarum pada *line* meter menunjukkan pada posisi garis merah (220V).

- Mengatur arus dengan memutar slektor mA sesuai dengan kebutuhan, dalam penelitian ini menggunakan 63 mA untuk semua kelompok kecuali kelompok K.
- Mengatur lama penyinaran dengan memutar slektor sec sesuai dengan kebutuhan, dalam penelitian ini menggunakan 5 sec untuk semua kelompok kecuali kelompok K.
- Kemudian mengatur tegangan kV yang akan digunakan dengan memilih slektor kV sampai jarum menunjukkan nilai kV tertentu yang sesuai dengan kebutuhan. Pengaturan tegangan kV pada masing-masing kelompok ditunjukkan dalam Tabel 3.1.
- Mengatur jarak objek (mencit) dari tabung sinar X. Pengaturan jarak pada masing-masing kelompok ditunjukkan dalam Tabel 3.1.
- Kemudian mengatur lampu kolimator untuk menentukan lebar lapangan penyinaran dan mengatur posisi mencit pada kelompok A sampai cahaya dari lampu kolimator mengenai seluruh tubuh mencit.
- Setelah pengaturan selesai, kemudian dilakukan pemaparan dengan mengaktifkan (“ON”) tombol *expose* sinar X dengan menggunakan *remote control* sampai indikator pada pesawat sinar X menyala atau berbunyi.
- Melakukan seperti langkah 2-8 pada kelompok B, C, D, dan E.
Variasi dosis yang diberikan masing-masing kelompok yaitu,
 - Kelompok A, $25 \text{ mGy/hari} \times 4 \text{ hari} = 100 \text{ mGy}$
 - Kelompok B, $31,25 \text{ mGy/hari} \times 4 \text{ hari} = 125 \text{ mGy}$

- Kelompok C, 37,5 mGy/hari x 4 hari = 150 mGy
- Kelompok D, 43,75 mGy/hari x 4 hari =175 mGy
- Kelompok E, 50 mGy/hari x 4 hari = 200 mGy
- Kelompok K tidak diberi radiasi

Namun pada kenyataannya tidak ditemukan dosis yang persis sama dengan yang diinginkan, maka dalam penelitian ini, dosis radiasi yang digunakan adalah yang paling mendekati. Secara rinci pemberian dosis radiasi pada mencit ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pengaturan Pemberian Dosis Radiasi Pada Mencit

Kelp	Hari ke-1			Hari ke-2			Hari ke-3			Hari ke-4			Total dosis (mGy)
	kV	Jarak (cm)	Dosis (mGy)	kV	Jarak (cm)	Dosis (mGy)	kV	Jarak (cm)	Dosis (mGy)	kV	Jarak (cm)	Dosis (mGy)	
A	70	40	27,4	70	40	27,4	70	40	27,4	70	40	19,6	101,8
B	70	20	34,7	70	20	34,7	70	20	26	70	20	26	121,52
C	80	20	39	80	20	39	80	20	39	80	20	39	156
D	90	40	43,2	90	40	43,2	90	40	43,2	90	40	43,2	172,8
E	90	20	56,9	90	20	56,9	90	20	56,9	90	20	37,9	208,67

- Setelah selesai melakukan pemberian dosis radiasi sinar X terhadap mencit, kemudian mematikan mesin dengan menekan tombol OFF.
- Melakukan langkah 1-10 sampai hari ke-4.
- Setelah pemberian dosis radiasi terpenuhi, mencit dipelihara di ruang penelitian di dalam kandang Fisiologi Hewan dan diberi makan secara *ad libitum* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.4. Mencit Dalam Ruang Penelitian

3.4.3 Pengujian Spermatozoa Mencit

Pemeriksaan motilitas spermatozoa dilakukan setelah ± 30 hari pasca pemberian dosis radiasi pada mencit. Prosedur pengamatan motilitas spermatozoa yaitu:

1. Mencit dibunuh dengan pengekangan, yaitu dengan cara memegang bagian belakang kepalanya kemudian ditekan dengan benda keras (gunting) dengan salah satu tangan dan tangan satunya lagi menarik ekor sampai mencit tersebut mati seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Membunuh Mencit

2. Membedah tubuh mencit (bagian perut ke bawah) dengan menggunakan gunting bedah seperti pada Gambar 3.6.



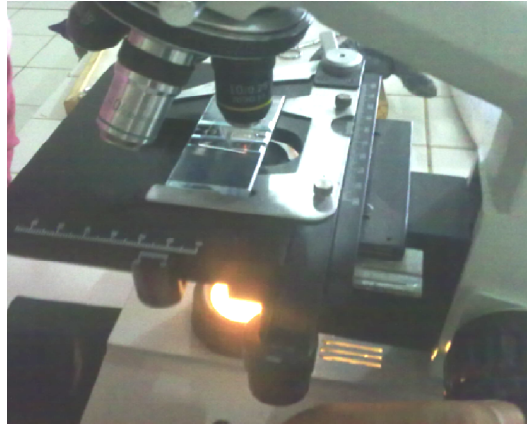
Gambar 3.6. Pembedahan Mencit

3. Memotong saluran kauda epididimis, saluran ini berisi spermatozoa yang diamati kualitasnya.
4. Bagian yang dipotong tadi diletakkan dalam cawan petri, kemudian dikeluarkan spermatozoanya dengan cara dipencet lalu ditetesi NaCl sebanyak 2 tetes, diaduk hingga menjadi homogen sehingga memudahkan pemeriksaan seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Saluran Epididimis Dalam Cawan Petri

5. Sperma diletakkan diatas *object glass* ditutup dengan *deck glass*, diperiksa dengan mikroskop perbesaran 40x seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Pengamatan Motilitas Spermatozoa Dengan Mikroskop

6. Pada pengamatan motilitas spermatozoa, untuk mempermudah pengamatan, maka yang diamati dalam menentukan kualitas motilitas spermatozoa hanya ada dua kriteria, yaitu:
 - a : Bergerak maju atau zig-zag (*motile*)
 - b : Bergerak di tempat atau diam (*immotile*)
7. Menuliskan hasil dalam tabel pengamatan.
8. Untuk menghitung konsentrasi spermatozoa, dengan cara mengisap suspensi spermatozoa (yang telah dibuat sebelumnya pada langkah 4) dengan pipet hisap sampai tanda 1.0. Pipet yang telah berisi suspensi spermatozoa kemudian diencerkan dengan larutan NaCl sampai tanda merah kemudian dikocok supaya homogen seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Suspensi Spermatozoa Dihisap Dengan Pipet

9. Suspensi spermatozoa ditetaskan di kamar hitung Neubauer seperti pada Gambar 3.10, kemudian diamati konsentrasi spermatozoa dengan menggunakan mikroskop.



Gambar 3.10. Pengamatan Konsentrasi Spermatozoa

10. Melakukan langkah 1-9 untuk semua mencit.

3.4.4 Indikator Pengamatan Spermatozoa Mencit

WHO dan beberapa ahli berpendapat bahwa motilitas spermatozoa yang dianggap normal apabila 50% atau lebih bergerak maju dengan lambat (zig-zag) atau 25% bergerak maju dengan cepat (lurus) (Kurniati, *et al.*, 2011).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pemaparan radiasi terhadap 18 ekor mencit (*Mus musculus*) yang dibagi ke dalam enam kelompok perlakuan, masing-masing kelompok terdapat 3 ekor dan pemeliharaan selama ± 30 hari. Kemudian dilakukan pengujian sperma yang dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Jurusan Biologi UNNES. Hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

4.1 Hasil

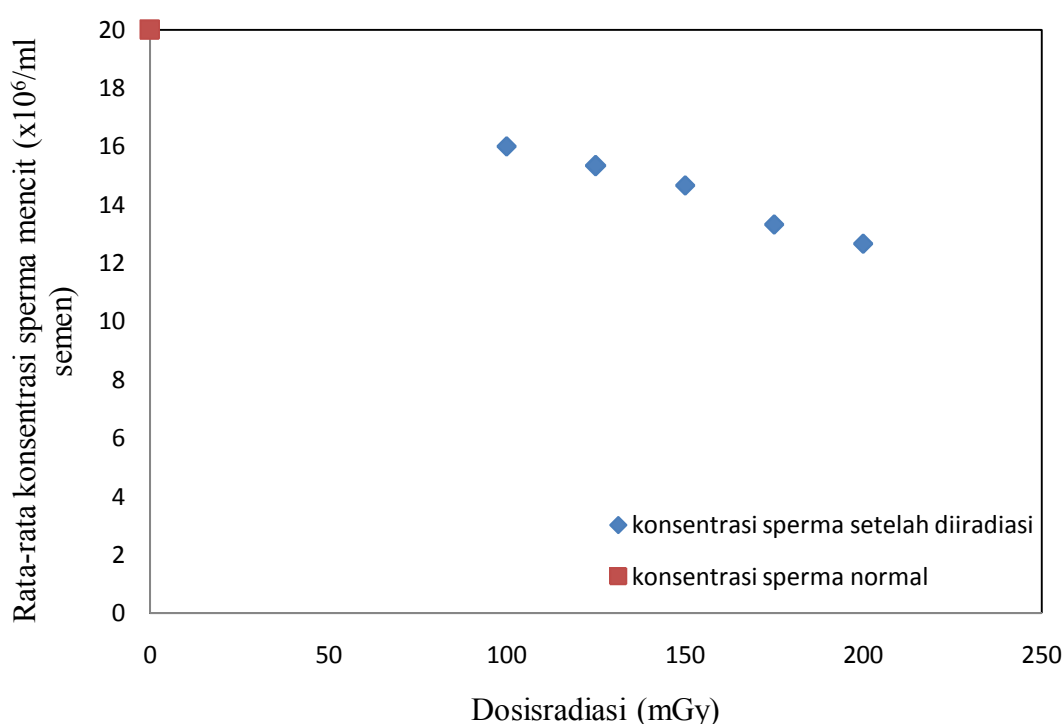
Penggunaan variasi dosis radiasi yang diberikan pada mencit dengan menggunakan sinar X, dan penelitian terhadap konsentrasi sperma dan motilitas sperma mencit sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1 (lebih lengkapnya pada Lampiran 1).

Tabel 4.1. Konsentrasi dan Motilitas Sperma Mencit Setelah Diiradiasi Sinar X

Kelompok	Dosis Radiasi (mGy)	Rata-rata konsentrasi sperma $\bar{x} \pm SD$ ($\times 10^6$ /ml semen)	Rata-rata motilitas sperma $\bar{x} \pm SD$ (%)	
			a	b
K	0 (kontrol)	25,33 \pm 8,99	76,67 \pm 9,42	23,33 \pm 9,42
A	100	16,00 \pm 1,63	20,00 \pm 8,16	80,00 \pm 8,16
B	125	15,33 \pm 1,89	16,67 \pm 9,42	83,33 \pm 9,42
C	150	14,67 \pm 3,40	13,33 \pm 4,71	86,67 \pm 4,71
D	175	13,33 \pm 0,94	6,67 \pm 2,35	93,33 \pm 2,35
E	200	12,67 \pm 1,89	5,00 \pm 4,02	95,00 \pm 4,02

Variasi dosis yang diberikan adalah 0 mGy (kontrol), 100 mGy, 125 mGy, 150 mGy, 175 mGy dan 200 mGy secara berturut-turut dikelompokkan menjadi kelompok K, A, B, C, D dan E. Visualisasi motilitas sperma pada keenam kelompok dapat dilihat pada Lampiran 2.

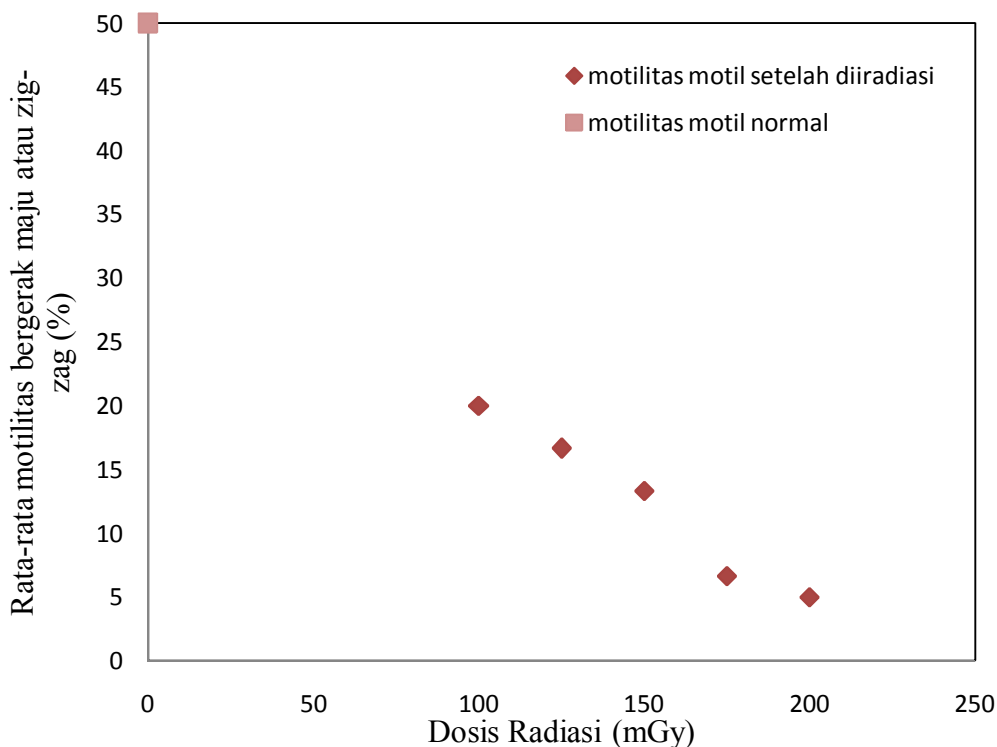
Konsentrasi sperma mencit setelah pemberian dosis radiasi dari Tabel 4.1 dapat digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Dosis Radiasi Terhadap Rata-rata Konsentrasi Sperma Mencit

Tabel 4.1 diperoleh hasil, kelompok K (kontrol) yang tidak diiradiasi memiliki rata-rata konsentrasi sperma mencit paling tinggi adalah pada kelompok Kontrol yaitu, $25,33 \pm 8,99$ ($\times 10^6/\text{ml}$ semen). Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dosis radiasi sinar X yang semakin besar, maka konsentrasi (jumlah sperma) semakin menurun jika dibandingkan dengan kelompok kontrol.

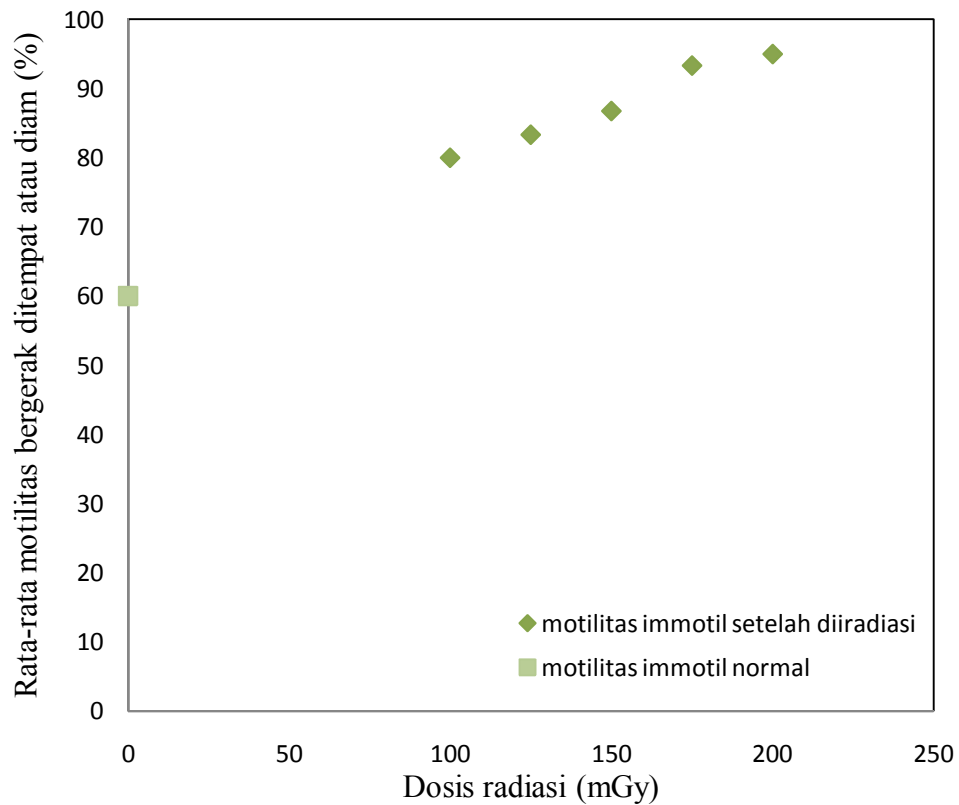
Motilitas sperma mencit bergerak maju atau zig-zag (*motile*) dengan variasi dosis radiasi dari Tabel 4.1 dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Dosis Radiasi Terhadap Rata-rata Motilitas Sperma Bergerak Maju Atau Zig-Zag

Tabel 4.1 diperoleh hasil, Kelompok K (kontrol) yang tidak diiradiasi memiliki rata-rata motilitas sperma dengan bergerak maju atau zig-zag paling tinggi, yaitu, $(76,67 \pm 9,42)\%$. Gambar 4.2 menggambarkan bahwa pemberian dosis radiasi mempengaruhi persentase motilitas sperma bergerak maju atau zig-zag. Semakin besar dosis radiasi sinar X, maka persentase motilitas sperma mencit bergerak maju atau zig-zag semakin menurun.

Motilitas sperma mencit bergerak ditempat atau diam (*immotile*) dengan variasi dosis radiasi dari Tabel 4.1 dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Dosis Radiasi Terhadap Rata-rata Motilitas Sperma Bergerak Ditempat Atau Diam

Tabel 4.1 diperoleh hasil, Kelompok K (kontrol) yang tidak diiradiasi memiliki rata-rata motilitas sperma dengan bergerak ditempat atau diam paling rendah yaitu, $(23,33 \pm 9,42)\%$. Gambar 4.3 menggambarkan bahwa pemberian dosis radiasi mempengaruhi persentase motilitas sperma bergerak ditempat atau diam. Semakin besar dosis radiasi sinar X, maka persentase motilitas sperma mencit bergerak ditempat atau diam semakin besar.

4.2 Pembahasan

Pemberian radiasi sinar X terhadap mencit dilakukan selama 4 hari untuk mendapatkan dosis yang diinginkan dan menjaga agar pesawat sinar X tidak mudah rusak karena panas dari tabung sinar X. Pembagian dosis tiap harinya dengan mengatur nilai kV, mA, sec dan jarak objek (mencit). Pengaturan nilai kV bertujuan untuk menaikkan energi radiasi yang diterima mencit, sedangkan mA bertujuan untuk memperbanyak elektron, sehingga foton yang dihasilkan semakin banyak (Meredith, 2010). Setelah dilakukan pemberian radiasi terhadap mencit, mencit dipelihara selama ± 30 hari sebelum dilakukan pengujian terhadap konsentrasi dan motilitas sperma. Hal ini dikarenakan masa pubertas mencit selama ± 30 hari (Kusumawati, 2004).

Radiasi sinar X termasuk dalam radiasi pengion dengan panjang gelombang kurang dari 100 nm dan energi di atas 10 eV sehingga mempunyai kemampuan untuk melakukan proses ionisasi pada molekul yang dilaluinya (sel sperma) (Alatas, 2004). Pemberian radiasi terhadap mencit menyebabkan terjadinya ionisasi pada tubuh mencit termasuk organ reproduksi mencit. Efek dari ionisasi ini dapat berpengaruh terhadap spermatogenesis (Olayemi, 2010). Sedangkan menurut Alatas (2004), pemberian dosis 150 mGy pada organ reproduksi sudah dapat menyebabkan penurunan jumlah sperma. Dalam penelitian ini, untuk menentukan kualitas sperma dengan mengamati konsentrasi dan motilitas sperma termasuk dalam parameter untuk menganalisis semen sperma (Cooper, *et al.*, 2012).

Kualitas sperma dilihat dari segi konsentrasi jumlah sperma atau disebut juga dengan densitas sperma, ini merupakan jumlah sperma per mililiter cairan mani. Jumlah sperma merupakan salah satu faktor penting untuk mendukung keberhasilan pembuahan (Anna, 2012). Sedangkan menurut WHO, standar konsentrasi sperma normal adalah lebih dari 20 juta/ml semen (Cooper, *et al.* 2010). Dari Tabel 4.1 diperoleh rata-rata konsentrasi sperma tertinggi pada kelompok K (kontrol) yaitu, $25,33 \pm 8,99$ ($\times 10^6$ /ml semen), dengan demikian kelompok K memiliki konsentrasi sperma normal sesuai dengan penelitian yang dilakukan Cooper *et al* (2010) yang menyebutkan bahwa konsentrasi sperma normal adalah lebih dari 20 juta/ml semen. Sedangkan rata-rata konsentrasi sperma mencit yang diiradiasi pada penelitian ini berkisar antara 10-20 juta/ml semen dan termasuk ke dalam *light oligozoospermy* (kurang normal) (Wdowak. 2007).

Semen harus cukup agar proses fertilisasi dapat terjadi. Kelompok mencit yang diiradiasi memiliki konsentrasi spermatozoa dibawah 20 juta per mL semen, sehingga dianggap *infertile* sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nuraini, *et al* (2012) yang menyatakan bahwa, sperma dianggap normal apabila konsentrasi spermatozoa lebih dari 20 juta per ml semen dan dianggap *infertile* apabila konsentrasi sperma kurang dari 20 juta per ml semen. Sehingga kelompok mencit yang diiradiasi mengalami kemandulan (*infertile*), karena konsentrasi sperma kurang dari 20 juta per ml semen.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin besar pemberian dosis radiasi sinar X akan mempengaruhi konsentrasi jumlah sperma. Semakin besar dosis radiasi yang diterima maka konsentrasi jumlah sperma semakin menurun bila dibandingkan dengan kelompok Kontrol.

Kualitas sperma dilihat dari segi motilitas (daya gerak) sperma, motilitas merupakan salah satu faktor penting sebagai penentu kualitas sperma. Motilitas spermatozoa sangat menentukan keberhasilan spermatozoa menembus lendir serviks. Dengan demikian motilitas merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan proses fertilisasi (Bongso, 1996).

Dalam penelitian ini motilitas yang diamati adalah gerak maju atau zig-zag dan gerak ditempat atau diam. Menurut Nuraini, *et al* (2012), motilitas spermatozoa dikatakan normal jika spermatozoa yang *motile* lebih dari 50%

Tabel 4.1 diperoleh hasil, Kelompok K (kontrol) yang tidak diiradiasi memiliki rata-rata paling tinggi yaitu, $(76,67 \pm 9,42)\%$ sperma bergerak maju atau zig-zag dengan demikian kelompok K memiliki motilitas yang normal sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nuraini *et al* (2012) yang mengatakan bahwa motilitas sperma dikatakan baik jika jumlah spermatozoa yang bergerak (*motile*) lebih dari 50%, sebaliknya motilitas kurang baik (buruk) jika jumlah spermatozoa yang bergerak (*motile*) kurang dari 50%. Sedangkan pada kelompok A, B, C, D, E persentase spermatozoa dengan bergerak maju atau zig-zag di bawah 50% sehingga dapat dikategorikan di bawah normal atau kurang baik. Kelompok yang diiradiasi sinar X mengalami penurunan persentase motilitas sperma bergerak

maju atau zig-zag bila dibandingkan dengan kelompok Kontrol. Bila spermatozoa yang *motile* kurang dari 50%, maka spermatozoa disebut astenik.

Gambar 4.2 menggambarkan bahwa pemberian dosis radiasi mempengaruhi persentase motilitas sperma bergerak maju atau zig-zag. Jadi semakin besar dosis radiasi sinar X akan menurunkan persentase motilitas sperma mencit bergerak maju atau zig-zag.

Sedangkan untuk motilitas gerak ditempat atau diam, berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh hasil, Kelompok K (kontrol) yang tidak diiradiasi memiliki rata-rata $(23,33 \pm 9,42)\%$ sperma dengan bergerak ditempat atau diam dan kelompok K memiliki motilitas yang normal karena persentase motilitas sperma yang *motile* lebih besar. Kelompok yang diiradiasi sinar X mengalami kenaikan persentase motilitas sperma untuk gerak ditempat atau yaitu diatas 60% sehingga kelompok mencit yang diiradiasi memiliki motilitas yang kurang baik karena memiliki motilitas sperma *motile* lebih rendah. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nuraini *et al* (2012) yang mengatakan bahwa bila sperma *immotile* lebih dari 60 % maka dilakukan uji viabilitas (*vitality test*) untuk mengetahui daya hidup sperma, namun pada penelitian ini tidak dilakukan.

Semakin besar persentase motilitas sperma *immotile* maka kemungkinan adanya kemandulan (*infertile*) semakin besar, karena motilitas sangat diperlukan agar sperma dapat mencapai ovum dan melakukan fertilisasi (Nuraini, *et al*, 2012).

Sinar X dapat menimbulkan pasangan elektron (ionisasi) jika berinteraksi dengan spermatozoa (sperma), karena komposisi spermatozoa 95% hingga 98% adalah air (H_2O) yang berasal dari kelenjar prostat dan vesikula seminalis (DokterSehat, 2009). Perubahan konsentrasi ion hidrogen akibat interaksi foton sinar X yang mengionisasi molekul air pada spermatozoa, sehingga meningkatkan produksi ion H^+ dan OH^- . Perubahan konsentrasi ion H^+ dan OH^- akan mengakibatkan perubahan pH sperma dan dapat menyebabkan perubahan motilitas (Suharjo, 1995). Sedangkan menurut WHO (1999), pH sperma normal adalah 7–8, jadi semakin asam atau semakin basa sel sperma akan berpengaruh pada motilitasnya (Dohle *et al.*, 2004).

Gambar 4.3 menggambarkan bahwa pemberian dosis radiasi mempengaruhi persentase motilitas sperma gerak ditempat atau diam. Semakin besar dosis radiasi sinar X akan menaikkan persentase motilitas sperma mencit gerak ditempat atau diam (*immotile*). Pemberian dosis radiasi sinar X terhadap mencit memberikan pengaruh pada motilitas sperma (daya gerak). Semakin besar dosis yang diberikan semakin kecil persentase rata-rata sperma *motile* (bergerak maju atau zig-zag) dan semakin besar prosentase sperma *immotile* (gerak ditempat atau diam). Hal ini dapat menyebabkan *infertile* pada mencit (Nuraini *et al.*, 2012).

Penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh pemberian dosis radiasi dengan menggunakan pesawat sinar X terhadap konsentrasi sperma dan motilitas sperma mencit yang termasuk dalam menentukan kualitas sperma. Pada dosis 100

mGy sperma menciit sudah dapat mengalami penurunan konsentrasi dan motilitas sperma.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan data-data hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pemberian radiasi pada mencit dapat berpengaruh terhadap motilitas sperma mencit. Semakin besar pemberian dosis radiasi sinar X dapat menurunkan konsentrasi sperma. Sedangkan dalam segi motilitas bergerak maju atau zig-zag (*motile*) mengalami penurunan dan motilitas bergerak ditempat atau diam (*immotile*) mengalami kenaikan. Dalam penelitian ini dosis 100 mGy sudah berpengaruh terhadap konsentrasi dan motilitas sperma.

Konsentrasi dan motilitas sperma normal terdapat pada kelompok yang tidak diiradiasi, yaitu: $25,33 \pm 8,99$ juta/ml semen dan $(76,67 \pm 9,42)\%$ motilitas *motile*. Sedangkan kelompok yang diiradiasi memiliki konsentrasi sperma kurang dari 20 juta/ml semen dan motilitas *motile* kurang dari 50% sehingga kelompok iradiasi mengalami kemandulan (*infertile*). Dengan demikian dari penelitian ini diperoleh bahwa adanya pengaruh pemberian radiasi sinar X terhadap mencit dapat menyebabkan kemandulan (*infertile*) jika dilihat dari segi konsentrasi dan motilitas sperma.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk dosis yang lebih divariasikan, untuk mengetahui kemandulan (*infertile*) atau tidaknya spermatozoa diperlukan uji lanjutan terhadap viabilitas dan abnormalitas sperma.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, Z. 2002. Indikator Biologi Dari Kerusakan Pada Tubuh Akibat Paparan Radiasi. *Buletin Alara*. 4: 37-43.
- Alatas, Z. 2004. Efek Radiasi Pengion Dan Non Pengion Pada Manusia. *Buletin Alara*. 5(203). 99-112.
- Ashafahani, E.D., N.I. Wiratmini, & A.A.S.A. Sukmaningsih. 2010. Motilitas Dan Viabilitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus L.*) Setelah Pemberian Ekstrak Temu Putih (*Curcuma zedoaria (Berg.) Roscoe.*). *JURNAL BIOLOGI*. XIV (1): 20 – 23.
- BAPETEN. 2003. Pedoman Dosis Pasien Radiodiagnostik. *Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir nomor 01-P /Ka-BAPETEN/ I-03.*
- Beiser. A. 1999. *Konsep Fisika Modern*. Edisi keempat. Eirlangga: Jakarta.
- Bongso. A, A. Trounson. 1996. Evaluation Of Motility Ability And Embrionic Development Of Murine Epididymal Sperm After Coculture With Epididymal Epithelium. *Human Reproduction*. 11(7): 1451-1456.
- Cooper, T. G, Elisabeth. N, Sigrid. V. E, Jacques. A, H.W. Gordon Baker, Herman. M. B, Trine. B. H, Tinus. K, Christina.W, Michael. T. M, Kristen. M. V. 2010. World Health Organization Reference Values For Human Semen Characteristics. *Human Reproduction Update*. 16 (3): 231-245.
- Djaelani, M. A. 2010. Peran Kuning Telur pada Medium Simpan Beku Semen *TES-Tris Yolk Citrat* terhadap Motilitas dan Vitalitas Spermatozoa Manusia *Post Freezing*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. XVII(1): 57-62.
- Dohle, G.R., Weidner, A., A. Jungwirth, G. Colpi, G. Papp, J. Pomerol & T.B. Hargreave. 2004. *Guidelines On Male Fertility*. European Association of Urology.
- Du, X., Yanyan, G, Zhou, H, Yanger, C, Huaiyu, Z, Hanmei, L, Zhiyu, C, Zhihuan, W, Tianzeng, S & Xianying, Z. 2012. Effects Of Zingiber Officinale Extract On Antiokxidation And Lipid Peroxidation In Mice After Exposure To 60 Co- γ -Ray. *African Journal Of Biotechnology*. 11(1): 2609-2615.

- Hariadi. 2012. *Peluang Jitu Beternak Tikus Putih*. Pustaka Baru Press: Yogyakarta.
- Horse, H. *Type SF100BY The Mobile Diagnostic X-Ray Machine THE USER MANUAL*. Shanghai Guang Zheng medical instrumen limited company.
- IAEA. 2004. *Radiation People and Environment*. IAEA: Austria.
- Kurniati, R. Retno, A dan Sartika, I. 2011. *Jumlah Dan Motilitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus L*) Yang Dipapari Obat Nyamuk Elektrik Berbahan Aktif D-Allethrin*. Samarinda. Oktober 2011.
- Kusumaswati, D. 2004. *Bersahabat Dengan Hewan Coba*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Meredith, W. J., J. B. Massey. 2010. *Fundamental Physics Of Radiologi*. Diterjemahkan oleh: Susilo.Christie Hospital and Holt Radim Institute. Withington.
- Nuraini, T. Dadang, Kusmana. Efy, Afifah. 2012. Penyuntikan Ekstrak Biji *Carica papaya L*. Varietas Cibinong Pada *Macaca fascicularis L*. Dan Kualitas Spermatozoa Serta Kadar Hormon Testosteron. *MAKARA, KESEHATAN*. 16 : 9-16.
- Olayemi, F. O., 2010. A Review On Some Causes Of Male Infertility. *African Journal of Biotechnology*. 9(20): 2834-2842.
- Pribadi, G. A., 2008. Penggunaan Mencit Dan Tikus Sebagai Hewan Model Penelitian Nikotin. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Seibert, J. A. 2004. X-Ray Imaging Physics for Nuclear Medicine Technologists. Part 1: Basic Principles of X-Ray Production. *Journal Of Nuclear Medicine Technology*. 32(3): 139-147.
- Sinaga, M. 2006. Tantangan Badan Pengawas Mengimplementasikan Peraturan Penggunaan Pesawat Sinarx Untuk Diagnostik. *Seminar Keselamatan Nuklir 2-3 Agustus 2006*. ISSN: 1412-3258.
- Suhardjo. 1993. Efek Sinar X Dosis Tunggal Terhadap Jumlah Anak Mencit (F1) Yang Dilahirkan Dari Perkawinan Satu Hari Pascairadiasi. *Cermin Dunia Kedokteran*. (101). ISSN: 0125 – 913X.
- Suyatno, F. Aplikasi Radiasi Sinar-X Di Bidang Kedokteran Untuk Menunjang Kesehatan Masyarakat. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008. ISSN 1978-0176.

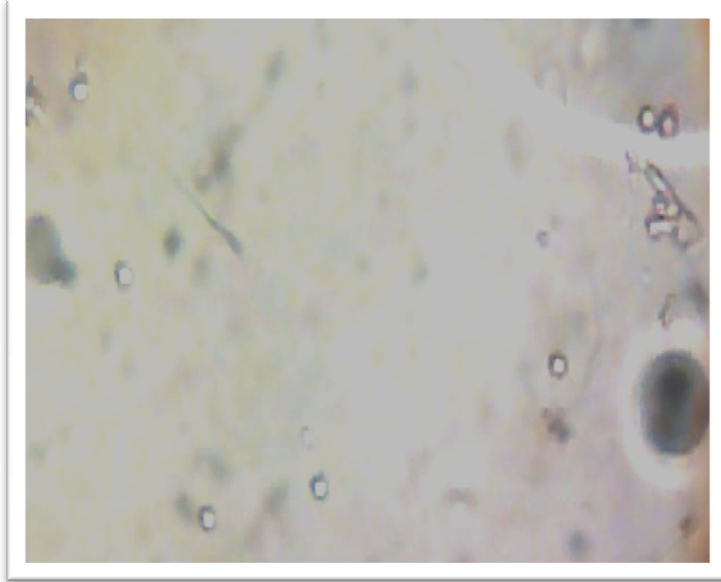
- Wiharto, K.1998. Radiasi: Kawan Atau Lawan?. *Buletin ALARA*. 2(2): 29-33.
- Wdowak, A., Lezek, W & Henryk, W. 2007. Evaluation Of The Effect Of Using Mobile Phones On Male Fertility. *Ann Agricon Environ Med*. (14):169-172.
- Yulianti, D & Pratiwi Dwijananti. 2005. *Diktat Kuliah Fisika Radiasi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Yulianty, N. 2012. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Jati Belanda (gazuama Ulfolia Lamk) Terhadap Kualitas Sperma Mencit (Mus mucuus L) Galur Swiss Webster. *Skripsi*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.

Referensi dari sumber internet:

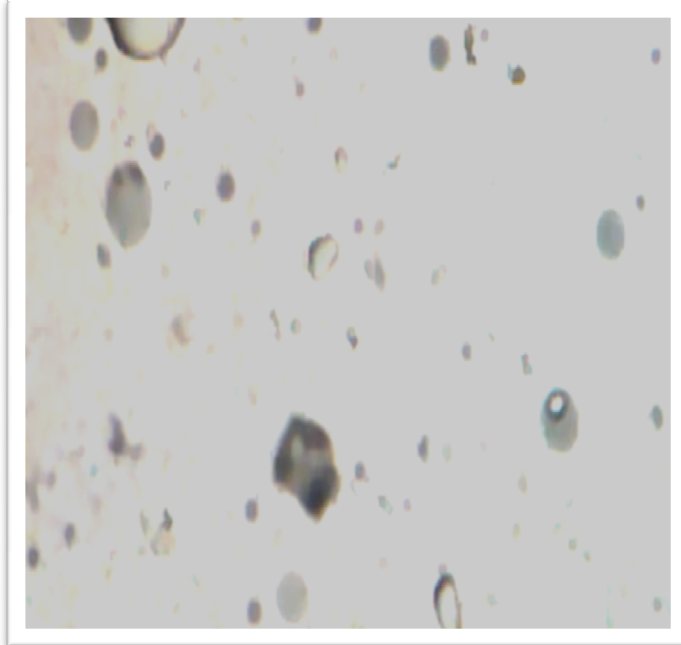
- Anna, L. K. 2012. *Tanda-tanda Jumlah Sperma Anda Normal*. www.healthkompas.com [diakses 24-02-1013].
- Ariyanto, S. 2009. *Radiasi Alam*. <http://www.batan.go.id/bkhh/index.php/artikel/49-radiasi-alam.html> [diakses 28-12-2013].
- BATAN. 2005. Pengenalan Radiasi. Badan Tenaga Nuklir Nasional Pusat Pendidikan dan Pelatihan. www.batan.go.id [diakses 06-01-2013].
- Chusnia, W. 2011. *Hubungan Kondisional Lingkungan dan Perekonomian Dengan Kesehatan Reproduksi Manusia*. <http://wildablog.blogspot.com> [diakses 24-02-2013].
- DokterSehat. 2009. *Seputar Sperma*. www.doktersehat.com/seputar/sperma [diakses 24-02-2013].
- Haditjahyono, H. 2006. *Prinsip Dasar Pengukuran Radiasi*. Pusdiklat-Batan. www.batan.go.id [diakses 18-01-2013].
- Medizintechnik-Elimpex. Tanpa tahun. Solidose Family. www.elimpex.com [diakses 18-01-2013].

LAMPIRAN 1. Penampang Motilitas Sperma

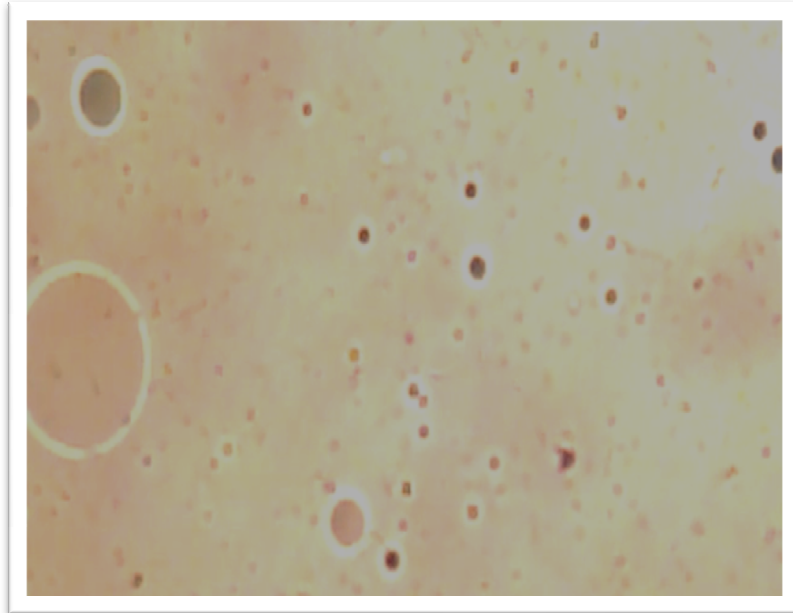
a. Penampang motilitas sperma kelompok K (0 mGy)



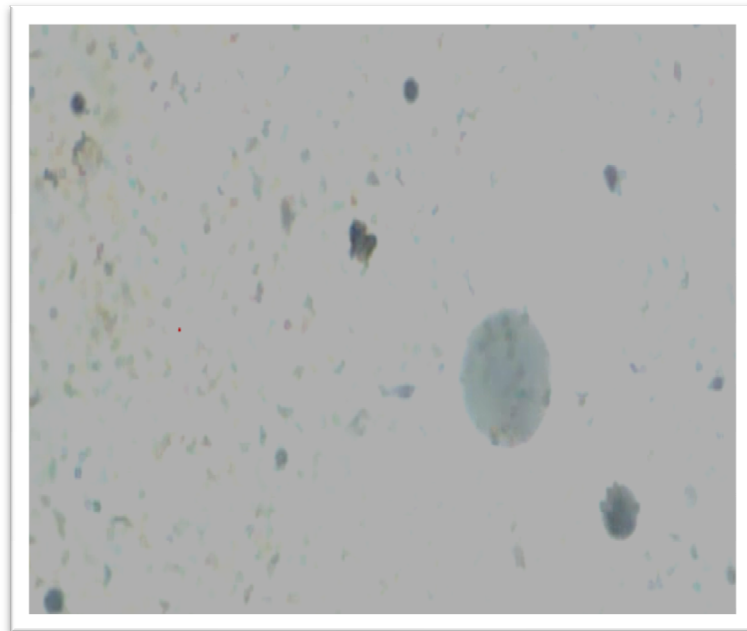
b. Penampang motilitas sperma kelompok A (100mGy)



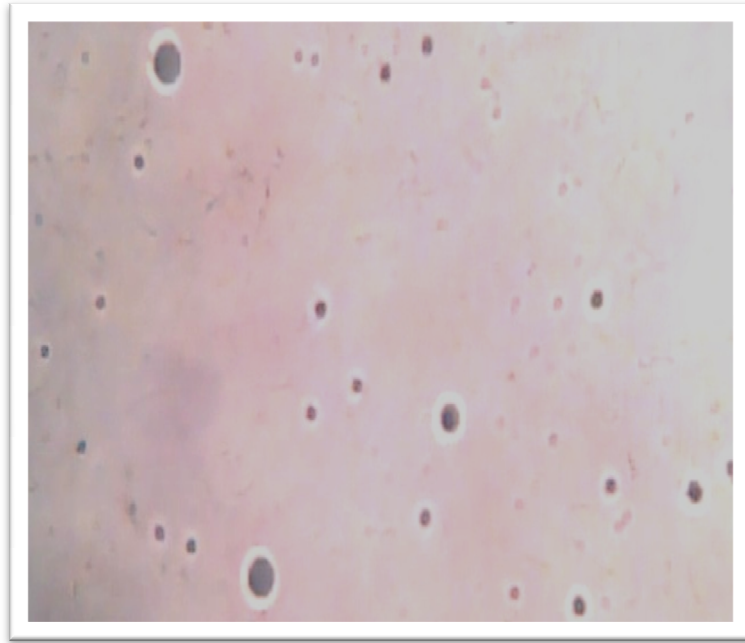
c. Penampang motilitas sperma kelompok B (125 mGy)



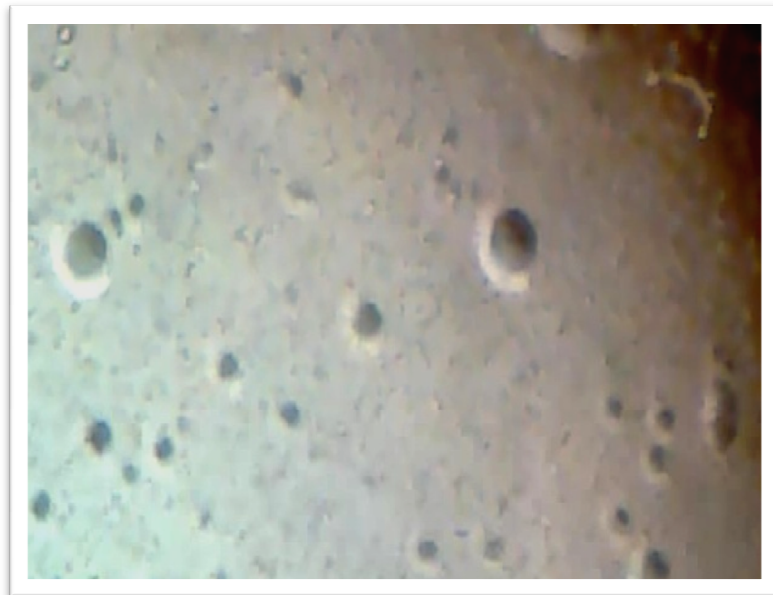
d. Penampang motilitas sperma kelompok C (150 mGy)



e. Penampang motilitas sperma kelompok D (175 mGy)



f. Penampang motilitas sperma kelompok E (200 mGy)



LAMPIRAN 2. Tabel Pengamatan Variasi Dosis Radiasi

Hasil Uji Konsentrasi dan Motilitas Terhadap Sperma Tikus Mencit

No	Dosis (mGy)	Kelp	Konsentrasi Sperma ($\times 10^6$ /ml semen)	Motilitas Sperma (%)		Rata-rata konsentrasi sperma $\bar{x} \pm SD$ ($\times 10^6$ /ml semen)	Rata-rata motilitas sperma $\bar{x} \pm SD$ (%)	
				a	b		a	b
1	0 (kontrol)	K (1)	20	70	30	25,33 \pm 8,99	76,67 \pm 9,42	23,33 \pm 9,42
		K (2)	18	90	30			
		K (3)	38	70	30			
2	100	A (1)	18	30	70	16 \pm 1,63	20 \pm 8,16	80 \pm 8,16
		A (2)	14	20	80			
		A (3)	16	10	90			
3	125	B (1)	18	10	90	15,33 \pm 1,89	16,67 \pm 9,42	83,33 \pm 9,42
		B (2)	14	30	70			
		B (3)	14	10	90			
4	150	C (1)	18	20	80	14,67 \pm 3,40	13,33 \pm 4,71	86,67 \pm 4,71
		C (2)	10	10	90			
		C (3)	16	10	90			
5	175	D (1)	12	10	90	13,33 \pm 0,94	6,67 \pm 2,35	93,33 \pm 2,35
		D (2)	14	5	95			
		D (3)	14	5	95			
6	200	E (1)	14	0	100	12,67 \pm 1,89	5 \pm 4,02	95 \pm 4,02
		E (2)	14	10	90			
		E (3)	10	0	100			

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata

SD = standar deviasi

a = Bergerak cepat dan maju (bergerak aktif)

b = Tidak bergerak maju (bergerak ditempat)