

SKRIPSI

**PENGARUH RADIASI YODIUM 125 DAN YODIUM 131
TERHADAP JUMLAH ERITROSIT DAN LEUKOSIT
MENCIT (*Mus musculus*)**



OLEH :

Arif Riawan

SURABAYA - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
S U R A B A Y A
1996**

PENGARUH RADIASI YODIUM 125 DAN YODIUM 131

TERHADAP JUMLAH ERITROSIT DAN LEUKOSIT

MENCIT (*Mus musculus*)

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Hewan

pada

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

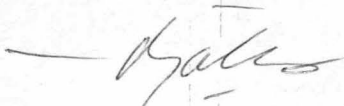
Oleh :

ARIF RIAWAN

068811457

Menyetujui

Komisi Pembimbing



Djoko Galiono, Drh. MS.

Pembimbing Pertama



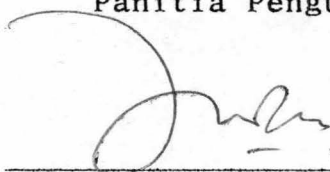
Dr. Laba Mahaputra, Drh. MSc.

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

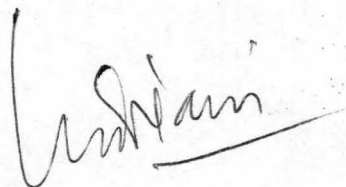
Panitia Penguji


Imam Mustofa, Drh. MKes.

Ketua

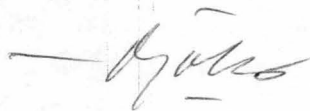


Dr. Diah Kusumawati, Drh. SU.



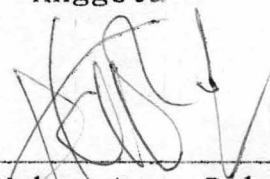
Indriani Karjanto, Drh. MKes.

Sekretaris



Djoko Galiono, Drh. MS.

Anggota



Dr. Laba Mahaputra, Drh. MSc.

Anggota

Anggota

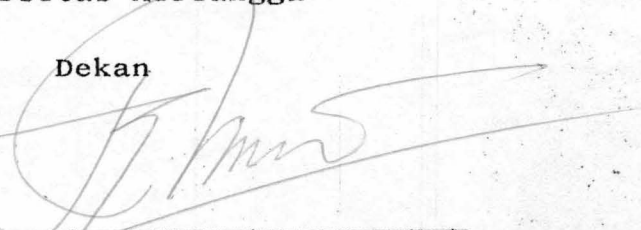
Surabaya, 7 Juni 1996

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan





Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, Drh. MS.
NIP. : 130350739

PENGARUH RADIASI YODIUM 125 DAN YODIUM 131
TERHADAP JUMLAH ERITROSIT DAN LEUKOSIT
MENCIT (*Mus musculus*)

ARIF RIAWAN

INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jangka pendek dari Yodium 125 dan Yodium 131 pada eritrosit dan leukosit mencit jantan (*Mus musculus*).

Hewan percobaan yang digunakan adalah mencit jantan sebanyak 30 ekor dengan umur lebih kurang satu bulan dan berat badan antara 26 - 31 gram. Mencit-mencit tersebut diadaptasikan dalam kondisi, tempat dan pakan yang sama selama satu minggu kemudian dibagi secara acak menjadi tiga kelompok sama banyak dengan perincian sebagai berikut : kelompok A sebagai kontrol tanpa diberi radiasi, kelompok B diradiasi dengan Yodium 131 dengan dosis 5 mCi, kelompok C diradiasi dengan Yodium 125 dengan dosis 5 mCi. Pengambilan darah dilakukan setelah delapan hari perlakuan melalui *sinus orbitalis* sebanyak ± 1 ml. Kemudian diperiksa jumlah eritrosit dan leukositnya.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap yang hasilnya dianalisis dengan sidik ragam dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada gambaran jumlah eritrosit dan leukosit pada mencit. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian radiasi Yodium 125 dan Yodium 131 dengan dosis 5 mCi selama delapan hari, memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap peningkatan jumlah eritrosit maupun leukosit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tiada kata yang pantas untuk diucapkan atas suatu keberhasilan kecuali syukur kehadiran Allah Subhanahuwata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan perlindunganNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan makalah seminar ini.

Dengan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Djoko Galiono, Drh, MS. sebagai pembimbing pertama dan bapak DR. Laba Mahaputra, Drh, MSc. sebagai pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk selalu memberikan saran, bimbingan dan nasehat selama penulisan makalah seminar ini.

Demikian pula penulis menyampaikan terima kasih kepada bapak Prof. DR. H. Rochiman Sasmita, Drh, MS. sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya atas segala bantuan fasilitas dan izin yang diberikan sehingga memudahkan penulis dalam melaksanakan penelitian.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada ayah dan ibu tercinta, kakak, adik dan rekan-rekan tersayang yang telah memberikan dorongan semangat serta do'a selama pendidikan sampai berakhir.

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala saran dan kritik demi kebaikan makalah ini sangat penulis harapkan.

Semoga Allah Subhanahuwata'ala selalu memberikan petunjuk dan lindungan kepada kita semua. Aamiin.

Surabaya, Juni 1996

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian	4
I.5. Landasan Teori	4
I.6. Hipotesis Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1. Tinjauan tentang Radioaktif.	7
II.1.1. Yodium 131 dan Yodium 125.	9
II.2.1. Absorpsi Bahan Radioaktif.	11
II.2.2. Penyebaran Bahan Radioaktif.	12
II.2.3. Ekskresi Bahan Radioaktif.	13
II.3. Pengaruh Radiasi terhadap Sel dan Jaringan	14
II.3.1. Kepekaan Sel Darah dan Sumsum Tulang	15
II.3.1.1. Eritrosit.	16
II.3.1.2. Leukosit	19
BAB III. MATERI DAN METODE	21
III.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
III.2. Materi Penelitian.	21
III.2.1. Hewan Percobaan.	21

III.2.2. Alat-alat dan Bahan Penelitian .	21
III.2.3. Metode Penelitian.	22
III.2.4. Penghitungan Jumlah Eritrosit. .	23
III.2.5. Penghitungan Jumlah Leukosit . .	25
III.2.6. Rancangan Penelitian	26
III.2.7. Analisis Data.	26
BAB IV. HASIL PENELITIAN	27
BAB V. PEMBAHASAN	30
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.	33
VI.1. Kesimpulan	33
VI.2. Saran	33
RINGKASAN	34
DAFTAR PUSTAKA.	36
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Nilai Rata-rata dan Simpangan Baku Pengaruh Pemberian Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Eritrosit Mencit Jantan	27
2. Nilai Rata-rata dan Simpangan Baku Pengaruh Pemberian Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Leukosit Mencit Jantan	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Statistik Pengaruh Pemberian Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Eritrosit Mencit Jantan	40
2. Analisis Statistik Pengaruh Pemberian Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Leukosit Mencit Jantan.	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kamar Penghitung Improve Neubauer	46
2. Cara Penghitungan Sel Darah	47
3. Pipet Pengencer dari Thoma.	47

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Pada akhir abad ke-20, perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan semakin pesat. Sehingga pemanfaatan berbagai temuan dasar semakin banyak pula. Termasuk perkembangan fisika inti yang dikenal juga sebagai fisika nuklir. Di luar negeri, aplikasi dari bidang fisika nuklir atau aplikasi teknik isotop dan radiasi secara langsung atau tidak langsung sudah banyak dimanfaatkan dibidang kesehatan dan kedokteran.

Kedokteran nuklir merupakan semua kegiatan pemakaian bahan radioaktif sebagai bahan percobaan, diagnosis dan terapi. Akibat semakin pesatnya kemajuan teknologi dibidang isotop dan radiasi, telah diikuti pula oleh perkembangan rancang bangun peralatan yang canggih dan ditunjang oleh kemajuan-kemajuan ilmu dan teknologi dalam komputerisasi. Teknologi di bidang radio isotop berkembang pula, sehingga peralatan untuk membuat jenis-jenis radio isotop dan radio farmaka tertentu menjadi lebih canggih pula. Menurut Abdullah (1990), teknologi radiasi bisa digunakan untuk tujuan diagnostik, hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (1985) bahwa zat-zat pemancar radioaktif memberikan aspek diagnostik. Sedangkan menurut Sofyan (1985) dan Abdullah (1990) radiasi pengion

bisa dimanfaatkan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran.

Penggunaan bahan radioaktif sebagai bahan percobaan, penelitian, diagnosis dan terapi, telah dilakukan oleh beberapa peneliti sejak lama (Walter and Miller, 1959; Silver, 1962). Di bidang pertanian dan peternakan banyak pula manfaat yang sudah bisa dinikmati. Menurut Satari (1985) aplikasi radiasi pengion dalam bidang peternakan merupakan salah satu pemanfaatan teknologi maju dalam penyediaan data, informasi yang memberi umpan ke depan terhadap pembangunan subsektor peternakan, misalnya peningkatan efisiensi penggunaan pakan ternak dan pengawetan bahan makanan. Teknologi radiasi dapat pula dipakai untuk melemahkan kuman-kuman atau parasit-parasit yang biasa menyerang ternak. BATAN (Badan Tenaga Atom Nasional) telah merintis pembuatan vaksin dengan teknologi tersebut dan hasilnya sangat baik. Vaksin tersebut dikenal dengan sebutan *attenuated radiovaccin*. Juga dapat dipakai untuk mempelajari aktifitas mikro organisme rumen dalam pencernaan makanan sehingga bisa dikembangkan formula suplemen pakan ternak (Abdullah, 1990).

Radioaktif baik yang memancarkan sinar alfa, sinar beta, ataupun sinar gamma, akan memberikan kerusakan atau perubahan pada sel-sel dan jaringan-jaringan tubuh manusia atau hewan. Kerusakan dan perubahan yang terjadi tergantung dari dosis, macam radioaktif dengan kemampuan pancaran sinarnya, jarak radiasi, lama radiasi, jenis-

Jenis jaringan yang terkena radiasi, umur, dan kondisi kesehatan individu (Anonimus, 1968; Anonimus, 1984; Darussalam dan Kooswinarsiningsih, 1988). Lama waktu penyinaran dan besarnya dosis radioaktif yang diberikan sangat mempengaruhi kerusakan jaringan yang ditimbulkan, tetapi setiap jaringan mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap bahan radioaktif. Jaringan hemopoitik merupakan salah satu jaringan yang sangat radiosensitif, termasuk eritrosit, leukosit, (Siegmond, 1979). Efek radiasi yang tertunda dapat menyebabkan terbentuknya kanker darah, seperti leukemia (Darussalam dan Kooswinarsiningsih, 1988). Kerusakan lebih lanjut dari sel-sel dan jaringan-jaringan tubuh bisa dicegah apabila penerimaan jumlah radioaktif bisa dibatasi (Anonimus, 1982), menggunakan sistem pelindung yang tepat, dan jangka waktu bekerja yang tepat serta sudah diperhitungkan sebelumnya (Karjanti, 1991 dikutip dari Wirjosimun dan Roekmantara, 1972).

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka dapat dirumuskan apakah pengaruh radiasi Yodium 125 dan Yodium 131 terhadap jumlah eritrosit dan leukosit mencit jantan.

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jumlah eritrosit dan leukosit sesudah penyinaran radioaktif dengan Yodium 131 dan Yodium 125, masing-masing dengan dosis 5 mCi.

I.4. Manfaat Penelitian

Setelah diketahui pengaruh penyinaran radioaktif Yodium 131 dan Yodium 125 diharapkan dapat dicari cara lain untuk mencegah atau melindungi diri dari efek radiasi, yaitu dengan menentukan pilihan terhadap macam radioaktif, sehingga diperoleh satu bahan radioaktif yang efektif dalam penggunaannya dan memiliki efek radiasi seminimal mungkin. Hal ini berhubungan dengan tujuan perlindungan kesehatan bagi pekerja laboratorium dan dokter yang mempergunakan bahan radioaktif sebagai alat percobaan, diagnosis dan terapi.

I.5. Landasan Teori

Dengan meluasnya pemakaian bahan radioaktif tersebut maka sudah tentu peran badan internasional yang mengurus masalah nuklir (IAEA) dan Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) harus bekerja lebih berhati-hati mengingat bahaya radiasi yang ditimbulkan. Dalam skala kecil, di mana suatu Laboratorium memanfaatkan bahan radioaktif melebihi satu Curie atau 37 Giga Becquerel, maka harus sudah meme-

nuhi aturan Laboratorium tipe III. Tidak memperdulikan macam radioaktif apa saja yang dipakai, karena pada dasarnya bahan radioaktif yang memancarkan sinar alfa, sinar beta, ataupun sinar gamma akan memberikan kerusakan pada jaringan tubuh manusia dan hewan, hanya kerusakan yang ditimbulkan tergantung dari dosis, macam bahan radioaktif dengan kemampuan pancaran sinarnya, jarak radiasi serta lama radiasi yang terjadi (Anonimus, 1968; Anonimus, 1984).

Manusia dapat terkena radiasi ganda, yaitu radiasi yang berasal dari buatan manusia sendiri, terutama dari bidang kedokteran dan dari radiasi alam. Sumber yang paling besar dari radiasi buatan manusia berasal dari diagnosis kedokteran yang diakui secara luas. Sumber-sumber yang lain dari radiasi buatan manusia adalah mineral radioaktif yang secara alami terdapat pada batubatuan bangunan, radiasi pemancaran dari pesawat televisi, pemakaian barang hasil asahan (bahan radioaktif) dari septa-septa atom dan kebocoran dari reaktor nuklir. Secara umum diasumsikan bahwa pada penggunaan dosis tinggi, radiasi dapat menimbulkan kanker (Wirjosimun dan Roekmantara, 1972). Menurut Upton (1982) secara tidak langsung tidak ada dosis radiasi yang tidak dapat menyebabkan resiko karsinogenik.

I.6. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah terdapat pengaruh pada pemberian radiasi Yodium 125 dan Yodium 131 dengan dosis 5 mCi terhadap jumlah eritrosit dan leukosit mencit jantan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Tinjauan Tentang Radioaktif

Atom adalah suatu inti yang terdiri dari proton dan neutron yang dikelilingi elektron. Proton bermuatan positif, neutron tidak bermuatan dan elektron bermuatan negatif (Anonimus, 1968; Anonimus, 1982). Atom memiliki nomor atom dan nomor massa. Nomor atom melambangkan banyaknya proton dalam inti sama banyaknya dengan elektron yang mengelilinginya, sedangkan nomor massa merupakan jumlah proton dan neutron yang terdapat di dalam inti. Atom yang mempunyai nomor atom sama, tetapi nomor massanya berbeda dinamakan isotop. Atom-atom yang memiliki nomor atom besar dalam keadaan tidak stabil, untuk mencapai keadaan yang lebih stabil atom ini akan mengubah kombinasi antara proton dan neutronnya. Dalam keadaan ini atom mengeluarkan partikel bermuatan yang dipancarkan dengan kekuatan energi kinetik. Keadaan ini disebut proses disintegrasi. Setelah proses ini inti menuju ke keadaan yang lebih stabil dengan memancarkan energi sebagai radiasi elektromagnetik. Peristiwa ini disebut radioaktivitas. Zat radioaktif yang mengalami disintegrasi lama kelamaan sifat keradioaktifannya akan berkurang dan akhirnya tidak memancarkan radiasi lagi atau menjadi stabil. Peristiwa ini dinamakan meluruh (to decay).

Waktu yang dibutuhkan untuk meluruh memancarkan 50% radiasi dinamakan Waktu Paruh (half life) (Kuswadi dkk, 1983).

Ada tiga macam radiasi yang dipancarkan dari inti zat radioaktif yang telah diketahui, yaitu sinar α (alfa), sinar β (beta) dan sinar γ (gamma). Sinar alfa merupakan hasil ionisasi inti helium atau partikel helium. Sinar ini memiliki kekuatan penetrasi yang rendah, dapat dicegah dengan lapisan timah tipis atau material yang padat. Tetapi sinar alfa memiliki energi yang sangat besar, bisa mencapai 10 juta ev (elektron volt). Sinar beta memiliki susunan yang terdiri dari elektron atau positron selama transformasi atom yang mengalami disintegrasi. Energi sinar beta adalah energi maksimum dari beberapa ribu sampai beberapa juta ev. Seperti juga sinar alfa, sinar beta memiliki daya tembus kecil pada daerah terbatas, tetapi kekuatan penetrasi dari elektron atau positron sinar beta lebih besar dari pada sinar alfa. Sedangkan kekuatan ionisasinya lebih kecil. Sinar gamma memiliki kekuatan foton (radiasi elektromagnetik) yang tinggi. Pada saat inti lepas dari orbitnya terdapat tambahan energi yang disebut sebagai sinar gamma. Kekuatan energi dari sinar gamma bervariasi dari mulai beberapa ribu sampai beberapa juta ev (Radeleff, 1970). Sinar gamma hampir sama dengan sinar rontgen (sinar-X) yaitu memiliki pancaran yang lebih kuat dari pada sinar alfa

dan sinar beta. Sehingga walaupun kerusakan pada daerah lokal sedikit, tetapi karena kemampuan sinar tersebut dapat mengadakan penetrasi pada jaringan yang lebih dalam maka akibatnya kerusakan yang terjadi akan lebih banyak (Siegmond, 1979; Anonimus, 1984).

II.1.1. Yodium 131 dan Yodium 125

Radio isotop Yodium pertama kali ditemukan oleh Enrico Fermi pada tahun 1934 berupa Yodium 128. Kemudian pada tahun 1937 baru ditemukan Yodium 131. Setelah itu Yodium 125 dan yang lain menyusul ditemukan.

Yodium 131 sekarang dapat dibuat dengan mengadakan fisi Uranium (Kowalsky dan Randolphperry, 1977) atau dengan mengadakan *neutron bombardement* terhadap Te^{130} (Telurium), yaitu dengan cara menembakkan netron secara lambat dan akan menghasilkan radiasi rata-rata perpecahan 0,64 Mev (Silver, 1962; Quimby and Feitleberg, 1963; Anonimus, 1968).

Yodium 125 dapat dibuat juga dengan cara yang sama seperti cara pembuatan Yodium 131, yaitu dengan cara melakukan *neutron bombardement* terhadap Xe^{124} (Xenon) dan menghasilkan energi photon yang rendah sekitar 27,4-35,4 Kev (Silver, 1962). Suatu sinar yang dapat menyebabkan ionisasi disebut juga radiasi pengion dan harus memiliki energi 34 ev (1 ev sama dengan $1,60219 \cdot 10^{-19}$ Joule) (Anonimus, 1968).

Energi radiasi sinar gamma yang dipancarkan oleh radioisotop Yodium sebesar 10% lebih kecil dibandingkan dengan sinar beta yang memiliki pancaran 90% dari energi radiasi total. Dengan adanya energi radiasi sinar gamma yang relatif kecil pada Yodium 131, maka dapat dipergunakan sebagai pemancar sinar gamma internal. Yodium 125 walaupun tidak populer untuk penggunaan secara *in vivo*, telah sering dipakai untuk diagnosis pada kelainan-kelainan yang terjadi pada tiroid.

Pada diagnosis atau terapi kanker, misalnya kanker tiroid, Yodium 131 dan Yodium 125 berbentuk cairan. Untuk penggunaan terapi dosis yang digunakan adalah sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Harper dan Myers yang dikutip oleh Silver (1962) bahwa dosis untuk terapi kanker tiroid dari Yodium 125 dan Yodium 131 kurang lebih sama. Biasanya dosis yang digunakan adalah 3,7-5,55 GBq (Gigabecquerel) atau sama dengan 100-150 mCi (Millicurie). Untuk penggunaan di laboratorium dalam jumlah yang lebih kecil lagi yaitu 74-370 MBq atau sama dengan 2-10 mCi. Yodium 131 memiliki waktu paruh kurang lebih 8 hari, sehingga dalam waktu kira-kira 56 hari atau 7 kali waktu paruh kekuatan radioaktifnya akan menjadi 1%, sedangkan Yodium 125 memiliki waktu paruh kurang lebih 60 hari dan baru kira-kira 420 hari kekuatan radioaktifnya menjadi 1% (Soeharto dan Wardhani, 1995; Mettler and Guiberteau, 1983).

II.2.1. Absorpsi Bahan Radioaktif

Pada umumnya bahan radioaktif dapat masuk kedalam tubuh melewati beberapa jalur baik eksternal maupun internal. Dalam dosis kecil bahan radioaktif dapat tertimbun di dalam tubuh secara tak permanen, tetapi hal itu dapat mengakibatkan kontaminasi yang serius pada individu (Anonimus, 1968).

Menurut Clarke dan Myra (1975) secara inhalasi atau melalui ingesti Yodium hampir secara keseluruhan diserap ke dalam darah. Duapuluh persen dari Yodium tersebut secara selektif terkumpul di kelenjar tiroid. Hamilton (1942) yang dikutip oleh Blahd (1971) mengemukakan bahwa pemberian secara peroral radioaktif Yodium akan tampak pada darah 3-6 menit setelah absorpsi dan dalam waktu 3 jam absorpsi efektif telah sempurna.

Pada industri-industri atom, bahan radioaktif yang paling banyak masuk ke dalam tubuh manusia yakni melalui jalan pernafasan. Partikel-partikel radioaktif yang terhirup dapat masuk ke dalam sirkulasi tubuh dan tertimbun dalam organ kritis. Bahan radioaktif itu dapat melukai secara langsung dan diserap oleh limfonodus bronkial. Kedalaman penetrasi di dalam sistim pernafasan tergantung pada ukuran partikel radioaktif. Partikel-partikel yang berukuran kecil secara bebas masuk ke dalam sistim pernafasan bagian bawah, sedangkan partikel-partikel besar tertimbun pada sistim pernafasan bagian atas. Tetapi

biasanya partikel-partikel tersebut berukuran heterogen. Proses lebih lanjut dari partikel yang terhirup tergantung pada kemampuan melarutnya pada cairan tubuh. Hal ini ditentukan juga oleh kemampuan pengendapan dan ekskresi berikutnya. Absorpsi bahan radioaktif melalui kulit sangat kecil. Bahan radioaktif juga dapat masuk ke dalam tubuh melalui luka, karena kulit yang luka permeabilitasnya sangat meningkat. Keberadaan pelarut organik pada permukaan tubuh juga dapat mempercepat penetrasi bahan radioaktif (Anonimus, 1968; Suryowinoto, 1990).

II.2.2. Penyebaran Bahan Radioaktif

Bahan-bahan radioaktif menyebar di dalam jaringan tubuh secara tidak merata. Hal tersebut tergantung dari kepekaan jaringan terhadap bahan radioaktif (Siegmond, 1979). Penyebaran bahan radioaktif dalam tubuh dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia dan interaksi kimia dengan sel-sel tubuh. Jika suatu bahan radioaktif membentuk titik sumber radiasi maka pada dasarnya sel-sel yang lebih dekat dengan titik sumber radiasi itu menerima dosis lebih tinggi dari pada sel-sel yang berada lebih jauh dari titik sumber radiasi. Yodium secara selektif tertimbun pada jaringan tiroid. Penimbunannya sekitar 15% setelah melalui pernafasan dan 20% setelah melalui

pencernaan. Yodium juga tertimbun dalam jumlah kecil di dalam otot, tulang dan kulit (Anonimus, 1968).

II.2.3. Ekskresi Bahan Radioaktif

Bahan-bahan radioaktif yang masuk ke dalam tubuh dapat diekskresikan melalui ginjal, paru-paru, empedu dan kelenjar keringat. Untuk bahan radioaktif yang larut dalam cairan tubuh akan diekskresikan bersama urin (Silver, 1962). Keating *et al.* (1949) yang dikutip oleh Low Beer (1950) telah melakukan percobaan dengan cara mengukur hilangnya radioaktif Yodium dalam darah, bersamaan juga dengan mengukur ekskresi radioaktif Yodium bersama urin yang diperlihatkan dalam tingkat pengumpulan pada kelenjar tiroid. Dengan memberikan 100 mCi Na-I¹³¹ pada pasien, urin dikoleksi dalam interval 72 jam dan ekskresi urin kumulatif dari radioaktif Yodium digambarkan terhadap waktu. Metode tersebut dapat menunjukkan bahwa tingkat normal *up take* (ambilan) radioaktif Yodium sebesar 2%-4% per jam dari Yodium total yang normal pada darah dan cairan tubuh. Ditambahkan pula oleh Silver (1962) bahwa kecepatan ekskresi bahan radioaktif itu tergantung umur organisme yang terkena radiasi, macam radioaktif yang memiliki waktu paruh berbeda dan jumlah isotop yang masuk ke dalam tubuh organisme tersebut.

II.3. Pengaruh Radiasi terhadap Sel dan Jaringan

Radiasi bisa menyebabkan kerusakan karena perubahan morfologi sel pada suatu individu. Perubahan morfologi itu tampak dengan adanya kelainan-kelainan seperti kerusakan pada kromosom, perubahan inti sel, peningkatan viskositas sitoplasma, permeabilitas seluler dan kematian sel. Berbagai macam sel dan berbagai macam organ memiliki perbedaan tingkat kepekaan terhadap radiasi. Secara umum pada sel yang sedang membelah lebih peka terhadap radiasi dari pada sel yang sedang dalam keadaan istirahat. Susunan kepekaan radiasi pada jaringan secara umum adalah: jaringan limfoid, sumsum tulang, jaringan epitel (testis, ovarium, kulit, basal squamous epithelium dan epitel pada kript-kript usus), sel-sel endothel pembuluh darah, sel-sel serosa dari peritonium dan pleura, fibroblast, osteosit, otot polos, otot bergaris serta sel syaraf. Secara umum perubahan itu tergantung pada jumlah, kecepatan dan mekanisme absorpsi energi radiasi dan interval waktu penumpukan di dalam sel (Anonimus, 1968). Mengingat bahaya dari radiasi yang ditimbulkan pada jaringan dan organ tubuh hidup, maka walaupun energi radiasi sinar gamma yang berasal dari Yodium kecil, tetapi harus diperhitungkan akibatnya. Karena lama penyinaran radioaktif yang diberikan sangat mempengaruhi kerusakan jaringan yang terjadi (Siegmond, 1979; Soeharto dan Wardhani, 1995).

II.3.1. Kepekaan Sel Darah dan Sumsum Tulang

Darah merupakan cairan tubuh yang sangat diperlukan untuk hidup, karena memegang peranan penting dalam sistim sirkulasi dan transportasi. Darah tugasnya adalah untuk menyuplai zat-zat makanan yang diabsorbsi dari saluran pencernaan dan oksigen dari jantung keseluruh jaringan tubuh, kemudian mengembalikan karbondioksida ke paru-paru dan hasil metabolisme ke ginjal. Fungsi lainnya adalah mengatur temperatur tubuh dan mendistribusikan hormon-hormon serta zat-zat lain yang mengatur fungsi sel (Matram dkk., 1980).

Darah merupakan salah satu bagian dari tubuh yang peka terhadap radiasi. Perubahan-perubahan yang terjadi di dalam susunan dan jumlah sel darah merupakan indikator yang paling sensitif terhadap penyinaran radioaktif yang sangat berlebihan. Perubahan-perubahan tersebut dan besarnya perubahan itu secara tak langsung memiliki hubungan dengan dosis radioaktif yang diberikan (Cember, 1983).

Umumnya radiasi merupakan hasil dari penyinaran sinar rontgen, radium atau isotop radioaktif yang menghasilkan tekanan selektif terhadap sel dan jaringan, khususnya sumsum tulang yang merupakan tempat proses pembentukan eritrosit dan leukosit (Anonimus, 1968). Cember (1983) berpendapat bahwa adanya perubahan-perubahan terhadap gambaran jumlah sel darah bisa menunjukkan adanya

kerusakan pada sumsum tulang. Karena pengaruh radiasi tersebut sebagian sel darah yang belum dewasa dalam proses pembentukannya dapat mengalami gangguan, sebab pada awal tahap perkembangannya sel darah memiliki kepekaan terhadap bahan radioaktif yang lebih besar. Pengaruh radiasi terhadap sel-sel darah yang belum dewasa tergantung pada besarnya dosis radiasi, macam spesies organisme serta kepekaan dan keadaan organisme pada waktu tertentu (Anonimus, 1968). Kerusakan atau kelainan yang diakibatkan karena pengaruh radiasi adalah adanya suatu kegagalan sumsum tulang untuk menghasilkan eritrosit, leukosit dan trombosit dalam jumlah yang normal. Namun penekanan atau depresi sumsum tulang tersebut dapat bersifat reversibel artinya dapat kembali normal jika pengaruh radiasi dalam jumlah kecil dan terbatas (Leavell dan Thorup, 1966).

II.3.1.1. Eritrosit

Eritrosit merupakan komponen darah yang penting, karena memiliki fungsi dalam transportasi oksigen serta karbondioksida. Oleh sebab itu eritrosit dikenal juga sebagai pigmen respirasi (Bijanti dan Partosoewignjo, 1993).

Eritrosit terbentuk pada stadium terakhir dari proses eritropoiesis. Pada binatang dewasa pembentukan eritrosit terjadi pada sumsum tulang. Sedangkan pada

masa perkembangan fetus dan dalam keadaan patologis dari hewan dewasa pembentukan eritrosit terjadi di luar sumsum tulang seperti pada hepar, limpa, ginjal dan kelenjar getah bening (Schalm *et al.*, 1975 ;Thompson, 1980). Supaya eritrosit dapat diproduksi harus ada suplai yang cukup dari faktor hemopoitik. Faktor primer untuk terjadinya eritropoiesis adalah eritropoitin, yaitu glikoprotein yang terdiri dari asam sialat dengan BM 60.000-70.000 dan stabil pada suhu tinggi (Utomo, 1985). Eritropoitin dihasilkan oleh *junkstaglomelurus* dari ginjal. Selain itu ginjal juga menghasilkan enzim yang berperan dalam pembentukan eritropoitin yaitu REF (*Renal Eritropoitin Factor*) yang akan menuju ke hati. Di dalam hati REF mengubah plasma inaktif atau eritropoitinogen menjadi eritropoitin tergantung pada tekanan oksigen (Hasnendkk., 1980).

Eritrosit terdiri dari 55%-65% air, 30%-36% hemoglobin dan 5% unsur organik dan anorganik dari volume total eritrosit. Jumlah eritrosit normal untuk mencit menurut Gardner (1947) yang dikutip oleh Schalm *et al.* (1975) antara 5,5-13,9 juta/mm³. Eritrosit mamalia berbentuk cakram bikonkaf dan memiliki diameter 5,4 μm dan tebalnya 1,5-2,5 μm (Schalm *et al.*, 1975).

Tiap hari kurang lebih 1% dari seluruh eritrosit yang rusak, akan menimbulkan hipoksia relatif jaringan yang merupakan rangsangan terhadap sumsum tulang untuk

menghasilkan eritrosit yang baru menggantikan eritrosit yang rusak. Pada menciit eritrosit yang terbentuk di dalam sumsum tulang, dapat bertahan hidup di dalam peredaran darah selama 20-40 hari (Harrow dan Mazur, 1971; White dkk., 1973; Swenson, 1977; Ousavaplangchai et al., 1978).

Polisitemia adalah istilah untuk menandai adanya peningkatan sejumlah eritrosit pada sirkulasi darah. Meningkatnya eritrosit biasanya disertai dengan meningkatnya jumlah hemoglobin dan PCV (Packed Cell Volume), walaupun hal ini tidak selalu terjadi (Wintrobe, 1964). Keadaan ini bisa terjadi secara fisiologis, misalnya karena pengaruh radiasi, tekanan udara di pegunungan, hipoksia dan latihan yang berat. Berdasarkan keadaan patologi dijumpai pada penyakit jantung dan penyakit paru-paru kronis. Keadaan polisitemia ini bisa terjadi juga pada kasus polisitemia vera yang penyebabnya belum diketahui secara pasti (Partosoewignjo, 1985; Bijanti dan Partosoewignjo, 1993).

Anemia adalah penurunan sejumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan PCV di bawah batas normal. Anemia bisa disebabkan karena perdarahan, destruksi eritrosit yang berlebihan, depresi sumsum tulang karena radiasi dosis besar dan dalam jangka waktu yang lama serta defisiensi zat makanan (Bijanti dan Partosoewignjo, 1993)).

II.3.1.2. Leukosit

Leukosit adalah sel-sel darah putih dalam tubuh yang memiliki peranan dasar sebagai alat pertahanan terhadap serangan bakteri. Suatu infeksi di manapun dalam tubuh merangsang pembentukan leukosit untuk melakukan penyerangan terhadap organisme-organisme penyebab infeksi tersebut (Cember, 1983).

Kelly (1974) berpendapat bahwa jumlah leukosit adalah jumlah sel per milimeter kubik darah dan jumlah ini menggambarkan keseimbangan antara persediaan sel dan kebutuhan sel untuk fungsi-fungsi leukosit pada berbagai jaringan. Dalam darah yang beredar dalam tubuh, jumlah leukosit lebih sedikit dari pada jumlah eritrosit. Pada manusia batas normal jumlah leukosit sekitar $4000/\text{mm}^3$ (Baldy, 1984). Jumlah normal leukosit pada mencit antara $6000-12000/\text{mm}^3$ (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988).

Lima jenis leukosit yang sudah diidentifikasi dalam darah perifer adalah : limfosit, neutrofil, eosinofil, monosit dan basofil. Neutrofil, eosinofil dan basofil disebut juga granulosit, artinya sel dengan granula dalam sitoplasmanya (Swenson, 1977; Baldy, 1984) dan ketiga sel granulosit ini berasal dari sel induk haemopoitik (stem sel pluripotensial) dalam sumsum tulang (Coles, 1980).

Pemeriksaan jumlah leukosit dan hitung jenis leukosit dapat menjadi dasar dalam menentukan prognosis dan melakukan terapi (Benjamin, 1978; Coles, 1980; Baldy,

1980). Kenaikan jumlah total leukosit atau leukositosis biasanya akibat kenaikan jumlah neutrofil yang beredar meskipun dalam beberapa keadaan sel yang lain bisa juga bertambah (Wintrobe, 1964). Penurunan jumlah sel leukosit di bawah normal atau leukopenia dapat disebabkan oleh infeksi virus, bakterial, protozoa, bahkan radioaktif atau sinar rontgen dan pengaruh bahan-bahan kimia (Benjamin, 1978).

BAB III

MATERI DAN METODA

III.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Kebidanan Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian berlangsung mulai tanggal 26 April 1994 sampai 9 Mei 1994.

III.2. Materi Penelitian

III.2.1. Hewan Percobaan

Hewan percobaan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah mencit jantan (*Mus musculus*) sebanyak 30 ekor yang berumur kurang lebih satu bulan dan diperoleh dari Laboratorium Fisiologi Reproduksi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

Sebelum penelitian dilaksanakan, mencit-mencit jantan tersebut diadaptasikan terhadap kondisi lingkungan percobaan selama 7 hari. Pakan yang dipakai sampai akhir penelitian adalah produksi P.T. Charoen Phokpand jenis 511 dan air minumnya adalah air PDAM yang diberikan secara *ad libitum*.

III.2.2. Alat-alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah : kandang plastik bulat dengan diameter 22 cm, tempat makan dan minuman

mencit, tabung reaksi dengan tutupnya sebagai tempat larutan Na 131 I dan Na 125 I, pipet 2,5 ml, tabung mikrohematokrit (digunakan untuk pengambilan darah mencit), tabung reaksi kecil untuk tempat sampel darah mencit yang diamati, pipet pengencer eritrosit dan pipet pengencer leukosit dari Thoma, dan kamar penghitung (hemositometer) *Improved Neubauer*, kaca penutup, mikroskop cahaya, *hand tally counter* (alat penghitung).

Bahan-bahan yang dipergunakan adalah : isotop radioaktif Yodium 131 dan Yodium 125 dalam bentuk larutan Na 131 I dan Na 125 I hasil produksi PPTN Batan Bandung, larutan Hayem yang dipakai untuk hitungan eritrosit, larutan Turk/Asam Asetat 3 % yang dipakai untuk hitungan leukosit, anti koagulan EDTA (Ethilen Deamine Tetra Acetic acid) untuk mencit dibutuhkan 1 mg/ml darah, alkohol 70 %, Aquades, air PDAM.

III.2.3. Metode Penelitian

Sebelum penelitian ini dilaksanakan, seluruh hewan percobaan diadaptasikan selama seminggu dengan pemberian pakan dan minum secara *ad libitum* yang kemudian diteruskan sampai penelitian berakhir (selama 8 hari). Kemudian dari 30 ekor mencit jantan tersebut dibagi secara acak menjadi tiga kelompok sama banyak dan masing-masing kelompok ditempatkan pada kandang plastik. Kelompok pertama sebagai kontrol, kelompok kedua diradiasi dengan

radioaktif Yodium 131 dosis 5 mCi, bahan radioaktif ditempatkan pada tabung reaksi dan diletakkan pada pusat kandang, kelompok ketiga diradiasi dengan radioaktif Yodium 125 dosis 5 mCi, bahan radioaktif juga dimasukkan ke tabung reaksi dan diletakkan pada pusat kandang. Tujuan meletakkan bahan radioaktif di pusat atau di tengah kandang adalah agar di manapun mencit berada dalam kandang, tetap teradiasi.

Sampel darah diambil dan diamati setelah 8 hari perlakuan dari semua kelompok. Sampel darah diambil dari *sinus orbitalis* (sudut mata bagian dalam) sebanyak lebih kurang 1 mililiter tiap ekor mencit. Cara pengambilan memakai tabung mikrohematokrit yang ditusukkan ke *medial canthus sinus orbitalis* (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988). Setelah itu darah ditampung dengan tabung reaksi kecil yang telah diberi anti koagulan EDTA (Ethilen Diamine Tetra Acetic acid). Kemudian pengamatan yang dilakukan meli puti penghitungan jumlah eritrosit dan jumlah leukosit dengan menggunakan metode kamar hitung dari *Improved Neubauer*.

III.2.4. Penghitungan Jumlah Eritrosit

Cara penghitungan jumlah eritrosit didasarkan atas pengenceran sampel darah yng diambil dengan larutan

pengencer (larutan Hayem) yang terbuat dari :

HgCl	0,025 g
NaCl	0,05 g
Na ₂ SO ₄	2,50 g
Aquades ad.	100 ml

Setelah sampel darah dihisap kedalam pipet eritrosit sampai tanda 0,5 tambahkan larutan Hayem dengan cara dihisap sampai tanda 101. Tutup kedua ujung pipet dengan ibu jari dan jari tengah, lalu dikocok dengan gerakan tegak lurus pada sumbu panjangnya selama kurang lebih 2 menit. Larutan Hayem yang terdapat di bagian kapiler dan tidak mengandung eritrosit dibuang dengan cara meneteskannya ke luar sebanyak 3 tetes. Larutan darah dimasukkan ke dalam kamar penghitung (Hemositometer) dengan menempelkan ujung pipet pada gelas penutup. Kamar penghitung yang sudah terisi diletakkan di bawah mikroskop dengan lensa obyektif 45x dan penghitungan dilakukan dengan menggunakan alat penghitung. Penghitungan jumlah eritrosit dilakukan pada empat persegi R (lampiran 3). Hasil penghitungan dikalikan 10^4 sehingga diperoleh jumlah eritrosit per milimeter kubik. Kalkulasi diperoleh dari jumlah volume ke lima empat persegi = $5/250$ Cmm. Jadi N eritrosit yang terdapat dalam $5/250 = 1/50$ Cmm. Dalam volume 1 Cmm terdapat $(1 : 1/50) \times N$ eritrosit = 50 N eritrosit.

Pengenceran larutan darah adalah 200 kali, maka jumlah eritrosit per Cmm darah adalah $200 \times 50 N = 10.000 N$.

III.2.5. Penghitungan Jumlah Leukosit

Cara penghitungan jumlah leukosit sama dengan cara penghitungan jumlah eritrosit, yaitu pengenceran sampel darah dengan larutan pengencer Turk yang terbuat dari:

Asam asetat glacial	3 ml
Gentian violet 1%	1 ml
Aquades	ad. 100 ml

Sampel darah dihisap ke dalam pipet leukosit dari Thoma sampai tanda 0,5. Kemudian bagian luar pipet dibersihkan dengan kapas kering dan hisap larutan Turk sampai tanda 11 dengan pipet yang sama. Selanjutnya tutup kedua ujung pipet dengan ibu jari dan jari tengah. Kocok dengan gerakan tegak lurus pada sumbu panjangnya selama lebih kurang dua menit. Buang larutan sebanyak tiga tetes, kemudian masukkan larutan sisanya ke dalam kamar penghitung dengan cara menempelkan ujung pipet pada tepi gelas penutup. Kamar penghitung yang sudah terisi diletakkan di bawah mikroskop dengan lensa obyektif 10x dan penghitungan dilakukan dengan menggunakan alat penghitung pada empat kotak persegi W (lampiran 3). Hasil penghitungan dikalikan 50, sehingga didapatkan jumlah leukosit per mm^3 . Kalkulasi diperoleh dari jumlah volume ke empat kotak = $0,1 \text{ Cmm} \times 4 = 0,4 \text{ Cmm}$. Penge-

ceran larutan darah adalah 20 kali, maka jumlah leukosit per Cmm adalah $1/0,4 \times 20 \times N = 50 N$.

III.2.6. Rancangan Penelitian

Rancangan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan tiga macam perlakuan dan sepuluh ulangan (Kusriningrum, 1989).

III.2.7. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan Analisis Sidik Ragam. Apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (uji BNT 5%) (Kusriningrum, 1989).

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Hasil pengamatan terhadap 30 ekor mencit jantan (*Mus musculus*) yang diradiasi dengan Yodium 131 dan Yodium 125 dosis 5 mCi selama delapan hari menunjukkan adanya peningkatan jumlah eritrosit maupun leukosit. Secara rata-rata jumlah eritrosit menunjukkan peningkatan setelah pemberian radiasi.

Setelah dilakukan analisis statistik dengan uji F terhadap data jumlah eritrosit ketiga perlakuan, diperoleh $F_{hit} > F_{tab 0,01}$ (lampiran 1.). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) antara perlakuan dengan kontrol. Seperti yang tertulis pada tabel nilai rata-rata dibawah ini.

Tabel 1. Nilai rata-rata dan Simpangan Baku Pengaruh Pemberian Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Eritrosit pada Mencit Jantan (juta/mm³).

Perlakuan	X	±	SD
Kontrol	5,395	±	0,6793 ^c
I ¹³¹	6,181	±	0,6304 ^b
I ¹²⁵	9,018	±	0,7289 ^a

Ket: Notasi yang berbeda, berbeda sangat nyata ($p < 0,01$).

Mencit jantan yang diradiasi dengan Yodium 125 menunjukkan hasil yang paling tinggi, yang berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Begitu pula pada mencit jantan yang diradiasi Yodium 131. Hasilnya menunjukkan perbedaan yang nyata dengan Kontrol, yaitu mencit jantan yang tidak diradiasi yang merupakan hasil yang rendah.

Pada leukosit secara rata-rata juga menunjukkan peningkatan jumlahnya setelah diradiasi dengan Yodium 131 dan Yodium 125. Selanjutnya dilakukan analisis statistik dengan uji F terhadap data jumlah leukosit ketiga perlakuan. Diperoleh $F_{hit} > F_{tab} 0,01$. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) antara perlakuan dengan kontrol. Seperti yang tertera pada tabel nilai rata-rata dibawah ini.

Tabel 2. Nilai rata-rata dan Simpangan Baku Pengaruh Pemberian Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Leukosit pada Mencit Jantan (ribu/mm³).

Perlakuan	X	±	SD
Kontrol	5,000	±	0,5492 ^c
I ¹³¹	5,975	±	1,2184 ^b
I ¹²⁵	10,99	±	1,1289 ^a

Ket: Notasi yang berbeda, berbeda sangat nyata ($p < 0,01$).

Hasil yang tertinggi tampak pada mencit jantan yang diradiasi dengan Yodium 125, yang berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Pada mencit jantan yang diradiasi dengan Yodium 131 juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Kontrol atau mencit jantan yang tidak diradiasi merupakan hasil yang terendah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian Radiasi Yodium 125 maupun Yodium 131 dengan dosis 5 mCi sampai delapan hari, keduanya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap peningkatan jumlah eritrosit dan leukosit pada mencit jantan (*Mus musculus*).
2. Terdapat perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap gambaran jumlah eritrosit dan leukosit antara mencit jantan yang diradiasi Yodium 125 dengan yang diradiasi Yodium 131.

VI.2. Saran

Saran yang bisa diajukan setelah melihat hasil dari penelitian ini adalah :

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan waktu penyinaran yang lebih bervariasi dan menggunakan bahan-bahan radioaktif yang lain.
2. Pengawasan dan penanganan yang lebih ketat harus dilaksanakan dengan konsekuen oleh badan yang berwenang terhadap penggunaan bahan radioaktif yang semakin luas pada masa sekarang ini.

tulang untuk meningkatkan proses eritropoiesis, yaitu proses untuk mengganti eritrosit yang rusak (Harrow and Mazur, 1971; White et al, 1973; Swenson, 1977).

Radiasi jangka pendek pada leukosit menyebabkan peningkatan jumlah total leukosit atau leukositosis. Secara khusus Baldy (1984) mengatakan bahwa peningkatan jumlah leukosit merupakan respon fisiologis untuk melindungi tubuh dari serangan agen dari luar, dalam hal ini adalah efek sinar gamma dari bahan radioaktif Yodium.

Peningkatan jumlah eritrosit dan leukosit yang terjadi pada kedua perlakuan memiliki perbedaan yang nyata ($p < 0,01$). Hal ini bisa terjadi karena pada hari ke delapan perlakuan tingkat keradioaktifan Yodium 131 tinggal separuh, sehingga pengaruhnya pada organ kritis jauh lebih kecil dari pada Yodium 125 yang memiliki waktu paruh 60 hari.

Perubahan yang diakibatkan radiasi pada suatu bahan diawali dengan terjadinya interaksi radiasi dengan bahan tersebut. Pada interaksi ini sejumlah energi radiasi yang diserap tiap satuan panjang jejak radiasi dalam bahan disebut pemindahan energi linier atau LET (Linier Energi Transfer). Akibat penyerapan energi radiasi tersebut, maka terjadi berbagai peristiwa yang menyebabkan molekul bahan terionisasi atau tereksitasi. Parahnya kerusakan pada organ hidup tergantung jumlah energi yang terabsorpsi dan luas permukaan tubuh yang teradiasi

(Cipolallaro dan Crosland, 1957; Siegmund, 1985).

Menurut Martin dan Harbison (1986) yang dikutip oleh Karjanti (1991) bahwa air memiliki peranan yang penting di dalam sel. Bila suatu radiasi pengion mengenai sel tubuh makhluk hidup, maka akan menyebabkan diserapnya energi radiasi oleh molekul air dengan cara membentuk berbagai hasil radiolisis, yang pada peristiwa selanjutnya dapat bereaksi dengan komponen lainnya yang terdapat di dalam sel. Peristiwa ini merupakan pengaruh tidak langsung dari radiasi.

Pada dasarnya pengaruh suatu radiasi terhadap sel-sel darah yang belum dewasa tergantung dari pada besarnya dosis radiasi, macam spesies organisme, serta kepekaan dan keadaan fisiologis organisme pada waktu tertentu (Anonimus, 1968). Ditambahkan oleh Darussalam dan Kooswinarsiningsih (1988) bahwa selain dosis paparan pengaruh radiasi juga tergantung dari lama waktu terkena paparan radiasi, jenis jaringan yang terkena radiasi, umur dan kondisi kesehatan individu.

BAB V

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemberian radiasi Yodium 125 dan Yodium 131 selama delapan hari secara eksternal terhadap mencit jantan menyebabkan peningkatan jumlah rata-rata eritrosit dan leukosit. Hal ini sesuai dengan pendapat Darussalam dan Kooswinarsi ningsih (1988) bahwa efek biologi dari radiasi terhadap jaringan haemopoitik dan limfatik bisa menimbulkan gangguan pada produksi eritrosit ataupun leukosit.

Peningkatan jumlah sel ini bisa juga dijelaskan karena sumsum tulang sebagai tempat pembentukan eritrosit dan leukosit memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap bahan radioaktif. Sebagian sel darah yang belum dewasa dalam proses pembentukannya dapat mengalami gangguan. Pada pengaruh pemberian radioaktif dengan dosis kecil (< 10 mCi) dalam jangka waktu yang pendek, maka akan terjadi penambahan jumlah eritrosit atau yang dikenal sebagai Polisitemia. Radiasi awal dalam jangka pendek menyebabkan gangguan bahkan bisa sampai terjadi kerusakan pada eritrosit, sehingga fungsi eritrosit sebagai transport O_2 terganggu dan jaringan akan mengalami kekurangan O_2 atau hipoksia. Hipoksia relatif jaringan merupakan rangsangan untuk pembuatan eritropoetin di ginjal. Eritropoetin tersebut akan merangsang sumsum

RINGKASAN

ARIF RIAWAN. Pengaruh pemberian radiasi Yodium 125 dan Yodium 131 terhadap gambaran jumlah eritrosit dan leukosit mencit jantan (*Mus musculus*), di bawah bimbingan Bapak Djoko Galiono, Drh. MS., sebagai Pembimbing Pertama dan Bapak DR. Laba Mahaputra, Drh. MSc., sebagai Pembimbing Kedua.

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 26 April 1994 sampai dengan tanggal 9 Mei 1994 di laboratorium Ilmu Kebidanan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perubahan jumlah eritrosit dan leukosit mencit jantan setelah pemberian radiasi dengan Yodium 125 dan Yodium 131 dengan dosis 5 mCi.

Hewan yang dipergunakan adalah mencit jantan sebanyak 30 ekor dengan berat badan antara 26 - 31 gram dan berumur lebih kurang satu bulan. Kemudian dibagi menjadi tiga kelompok sama banyak setelah diadaptasikan selama satu minggu. Perlakuan meliputi kelompok yang tidak diradiasi sebagai kontrol, kelompok yang diradiasi dengan Yodium 125 dan kelompok yang diradiasi dengan Yodium 131. Pengambilan dan pemeriksaan darah dilakukan setelah delapan hari perlakuan .

Hipotesis penelitian ini adalah adanya perubahan yang nyata pada gambaran jumlah eritrosit dan leukosit mencit jantan setelah diradiasi dengan Yodium 125 dan Yodium 131. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian radiasi Yodium 125 dan Yodium 131 memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap peningkatan jumlah eritrosit dan leukosit pada mencit jantan ($p < 0,01$).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. 1990. Status dan Prospek Aplikasi Isotop dan Radiasi di Indonesia. Aplikasi Isotop dan Radiasi. Risalah Simposium Jakarta 1989. BATAN. 1-14.
- Anonimus. 1968. Medical Supervision of Radiation Workers. Safety Series. No.25. IAEA. Vienna. Austria. 25-105.
- Anonimus. 1982. Laboratory Training Manual on RIA in Animal Research. IAEA. 3-4.
- Anonimus. 1984. Laboratory Training Manual on RIA in Animal Reproduction. Technical Reports. Series No.233. IAEA. Vienna, Austria. 66-69.
- Baldy, C.M. 1984. Gangguan Hematologi. Patofisiologi Konsep Klinik Proses-proses Penyakit. Edisi 2 bag 1. Price, S.A., L.McCarty Wilson. E.G.C. Penerbit Buku Kedokteran. 197-223.
- Benjamin, B.S. and M. Maxine. 1978. Outline of Veterinary Clinical Pathology. 3rd Ed. The Iowa State University Press. USA. 42-59; 93-107.
- Bijanti, R. dan S. Partosoewignjo, 1992. Hematologi Veteriner I. Hematopoesis, Eritrosit dan Leukosit. diterbitkan Lab. Patologi Klinik Veteriner. FKH - UNAIR.
- Bijanti, R., S. Partosoewignjo, R.S. Wahjuni, B. Utomo, H. Koeswadji, S. Budhy, I. Karjanto. 1993. Penuntun Praktika Lab. Patologi Klinik Veteriner. FKH - UNAIR.
- Cember, H. 1983. Pengantar Fisika Kesehatan, Diterjemahkan oleh Achmad T. Pergamon Press. 95: 229-234.
- Cipolallaro, A.C. and D.M. Croosland. 1967. Biological Effect of Radiation in X-Ray and Radium Treatment of Disease of Skin. Lea and Febiger. Philadelphia. 263-301.
- Clarke, E.G.L. and Myra, L.C. 1975. Veterinary Toxicology. 1st Ed. Fakenhaun Press. Norfolk. 402.
- Coles, E.H. 1980. Veterinary Clinical Pathology. 3rd Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto. 15-49.

- Darussalam, M. dan M.A. Kooswinarsiningsih. 1988. Pengaruh Pemancar Interna I131 pada Gambaran Eritrosit dan Leukosit Tikus Wistar Albino. Aplikasi Isotop dan Radiasi. Risalah Simposium III Jakarta 1986. BATAN. 389-398.
- Haanen, C, V.A.J.M. Kunst, D.J.Th. Wagner and J. Berghauts. 1980. Pengantar Ilmu Penyakit Darah. Bumi Cipta Bandung. 21-24.
- Hanafiah, W.S. 1985. Diagnosa dengan Teknik Nuklir. Buletin BATAN. Vol. III. No.1. 5-7.
- Harper, P.V.,H. Endlich.,K.A. Lathrop and W. Siemens. 1961. Clinical Experience with I125. J. Nuclear Med. vol. 2. 127.
- Harrow, B. and A. Mazur. 1971. Text Book of Biochemistry. 11th Ed. W.B. Saunders. Co. London. 99-105.
- Karjanti, H.B. 1991. Pengaruh Penyinaran Radioaktif Yodium 131 terhadap Gambaran Reversibilitas Jumlah Sel Eritrosit dan Leukosit pada Mencit. Skripsi. FKH. Unair. Surabaya.
- Kelly, W.B. 1974. Veterinary Clinical Diagnosis. 2nd Ed. Bailliere Tindal. London. 161-200.
- Kowalsky, R.J. and Randolphperry. 1977. Radiopharmaceutical in Nuclear Medicine Practice. Appleton and Lange. Los Angeles. 90-91; 181-195.
- Kusriningrum. 1989. Dasar Perancangan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap. Unair. Surabaya. 92-97.
- Kuswadi, H., Chunadi. E. dan Handayani T. 1983. Diktat Kuliah Rontgenologi Veteriner. FKH.Unair. 3-5.
- Leavell, B.S. and Thorup O.A. 1960. Bone Marrow Failure. Fundamental of Clinical Hematology. Philadelphia. 151.
- Low Bear, B.V.A. 1950. The Clinical Use of Radioactive Isotop. Charles C. Thomas Publisher. Springfield. Illinois. 217-242.
- Matram, B., W. Wirtha, D.K. Haryaputra, S. Jatman dan S. Supardi. 1980. Diktat Kuliah Fisiologi Cairan Tubuh dan Sirkulasi Darah. FKH. Udayana. Denpasar.

- Myers, W.G. and J.C. Vander Leeden. 1960. Radio Iodine-125. *J. Nuclear Med.* vol.1. 149
- Ousavaplangchai, C., C. Ronnback, C. Rehbinder and A. Nilson. 1978. Irradiation of Mice Pre Treated with Radiation Protection Substance. *Acta Radiologica.* Vol. 17. No.16. 135.
- Partosoewignjo, S. 1985. *Hematologi Veteriner.* Beberapa Kumpulan Makalah FKH. UNAIR.
- Quimby, E.H. and S. Feitleberg. 1963. *Radioactive Isotop in Medicine and Biology.* 2nd Ed. Lea and Febiger. Philadelphia. 104-127.
- Radeleff, F.D. 1970. *Veterinary Toxicology.* 2nd Ed. Lea and Febiger. Philadelphia. 321-335.
- Satari, G. 1985. *Aplikasi Tehnik Nuklir dalam Bidang Pertanian dan Peternakan.* Laporan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. LIPI.
- Schalm, O.W., N.C. Jain and E.J. Carrol. 1975. *Veterinary Hematology.* 3rd Ed. Lea and Febiger. Philadelphia. 122.
- Siegmund, O.H. 1979. *The Merck Veterinary Manual.* 5th Ed.. Merck and Co. Inc. Roadway. N.J. USA. 788.
- Silver, S. 1962. *Radioactive Isotop in Medicine and Biology.* 2nd Ed. Lea and Febiger. Philadelphia. 15-84.
- Smith, J.B. dan S. Mangkoewidjojo. 1988. *Pemeliharaan Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis.* Penerbit Universitas Indonesia. 35-57.
- Soeharto dan Wardhani. 1995. *Farmakologi dan Terapi.* FK. UI. Jakarta. 115-303.
- Sofyan, R. 1985. *Suatu Tinjauan Bioteknologi serta Proses Penggunaannya.* Buletin BATAN. Vol.5. No. 2. 1-3.
- Suryowinoto, M. 1990. *Tenaga Atom Pemanfaatannya Dalam Bidang Biologi dan Peternakan.* Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- Swenson, M.J. 1977. Dukes Physiology of Domestic Animal. 9th Ed. Comstock Publishing Association and Division of Cornell University Press. Ithaca. London.
- Thompson, R.B. 1980. A Short Text Book of Hematology. 3th Ed. Physian Royal Victoria Infirmary New Castle Upon Tyne. 4-16.
- Upton, A.C. 1982. The Biological Effect of Low Level Ionizing Radiation. Scientific American. 29-37; 246.
- Utomo, B. 1985. Pengetahuan Dasar Eritropoisis dan Eritrosit. FKH. UNAIR. Surabaya.
- Walter, J. and H. Miller. 1959. Short Text Book of Radiotherapy. 2nd Ed. J.A. Churchill Publisher. London. 470.
- White, A.P., Handler and E.L. Smith. 1973. Principles of Biochemistry. 5th Ed. McGraw-Hill Inc. London. 853.
- Wintrobe, M.M. 1964. Clinical Hematology. 5th Ed. Lea and Febiger. Philadelphia.
- Wirjosimun, S. dan R. Roekmantara, 1972. Aspek Keselamatan Kerja dalam Bidang Aplikasi Isotop dan Radiasi. Hasil Simposium Ke II Aplikasi Radio Isotop. BATAN Pusat Penelitian Pasar Jum'at. 539-541.

L A M P I R A N

Lampiran 1. Analisis Statistik Pengaruh Pemberian Radia si Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Eritrosit Mencit Jantan.

Hasil Pemeriksaan Jumlah Eritrosit pada Akhir Perlakuan (juta/mm³).

Ulangan	Perlakuan			Total
	A	B	C	
1	6,34	7,14	9,33	
2	4,07	5,43	10,07	
3	5,82	6,07	8,55	
4	4,79	6,52	9,19	
5	5,30	5,74	9,09	
6	5,72	7,13	7,95	
7	4,97	5,45	9,24	
8	5,29	6,13	9,92	
9	5,45	6,50	7,87	
10	6,20	5,70	8,97	
Total	53,95	61,81	90,18	205,94
Rata-rata	5,395	6,181	9,018	

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{t \times n}$$

$$FK = \frac{(205,94)^2}{3 \times 10} = 1413,709$$

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (6,34)^2 + (4,07)^2 + \dots + (8,97)^2 - 1413,709$$

$$= 1498,86 - 1413,709$$

$$= 85,152$$

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{n} - FK$$

$$= \frac{(53,95)^2 + (61,81)^2 + (90,18)^2}{10} - 1413,709$$

$$= 1486,351 - 1413,709 = 72,642$$

$$\begin{aligned} \text{JKS} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 85,152 - 72,642 = 12,51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{t - 1} \\ &= \frac{72,642}{2} = 36,321 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTS} &= \frac{\text{JKS}}{t(n-1)} \\ &= \frac{12,51}{27} = 0,463 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{hit}} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTS}} \\ &= \frac{36,321}{0,4630} = 78,447 \end{aligned}$$

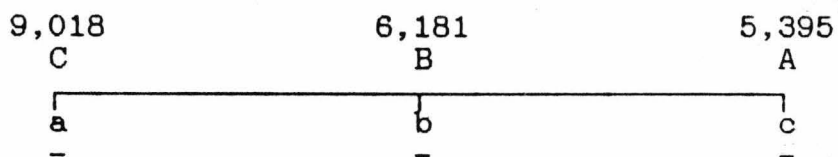
Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Erirosit Mencit Jantan.

S.K	db	J K	K T	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	72,642	36,321	78,447**	3,35	5,49
S i s a	27	12,510	0,463			
Total	29	85,52				

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t_{5\%} (27) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTS}}{n}} \\ &= 2,052 \times 0,3043 \\ &= 0,6244 \end{aligned}$$

Perbedaan Rata-Rata Jumlah Darah Mencit Jantan

Perlakuan	Rata-rata	B e d a		BNT 5%
		X - A	X - B	
C	9,018 ^a	3,623*	2,837*	0,6244
B	6,181 ^b	0,786*		
A	5,395 ^c			



Lampiran 2. Analisis Statistik Pengaruh Radiasi Yodium 131 dan Yodium 125 terhadap Jumlah Leukosit Mencit Jantan.

Hasil Pemeriksaan Jumlah Leukosit pada Akhir Perlakuan (ribu/mm³).

Ulangan	Perlakuan			Total
	A	B	C	
1	3,85	6,40	12,05	
2	5,10	5,10	13,35	
3	5,85	5,85	10,45	
4	5,20	9,20	10,35	
5	5,55	5,10	10,75	
6	5,00	5,60	9,55	
7	4,95	6,05	9,95	
8	5,10	5,80	11,80	
9	4,45	5,00	10,85	
10	4,95	5,65	11,10	
Total	50,00	59,75	109,90	219,65
Rata-rata	5,00	5,975	10,99	

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{t \times n}$$

$$FK = \frac{(219,65)^2}{3 \times 10} = 1608,204$$

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (3,85)^2 + (5,10)^2 + \dots + (11,10)^2 - 1608,204$$

$$= 1842,31 - 1608,204$$

$$= 206,603$$

$$JKP = \sum_{i=1}^3 \frac{Y_{i.}^2}{n} - FK$$

$$= \frac{(109,9)^2 + (59,75)^2 + (50)^2}{10} - 1608,204$$

$$= 1814,807 - 1608,204 = 206,603$$

$$\begin{aligned} \text{JKS} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 234,106 - 206,603 = 27,503 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{t - 1} \\ &= \frac{206,603}{2} = 103,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTS} &= \frac{\text{JKS}}{t(n-1)} \\ &= \frac{27,503}{27} = 1,081 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fhit} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTS}} \\ &= \frac{103,30}{1,018} = 101,47 \end{aligned}$$

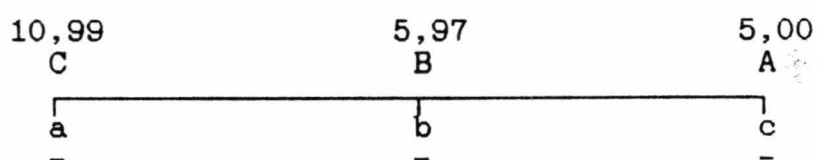
Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Leukosit Mencit Jantan.

SK	db	J K	K T	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Perlakuan	2	206,603	103,300	101,47**	3,35	5,45
S i s a	27	27,503	1,018			
Total	29	234,106				

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t_{5\%} (27) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTS}}{n}} \\ &= 2,052 \times 0,4512 \\ &= 0,9259 \end{aligned}$$

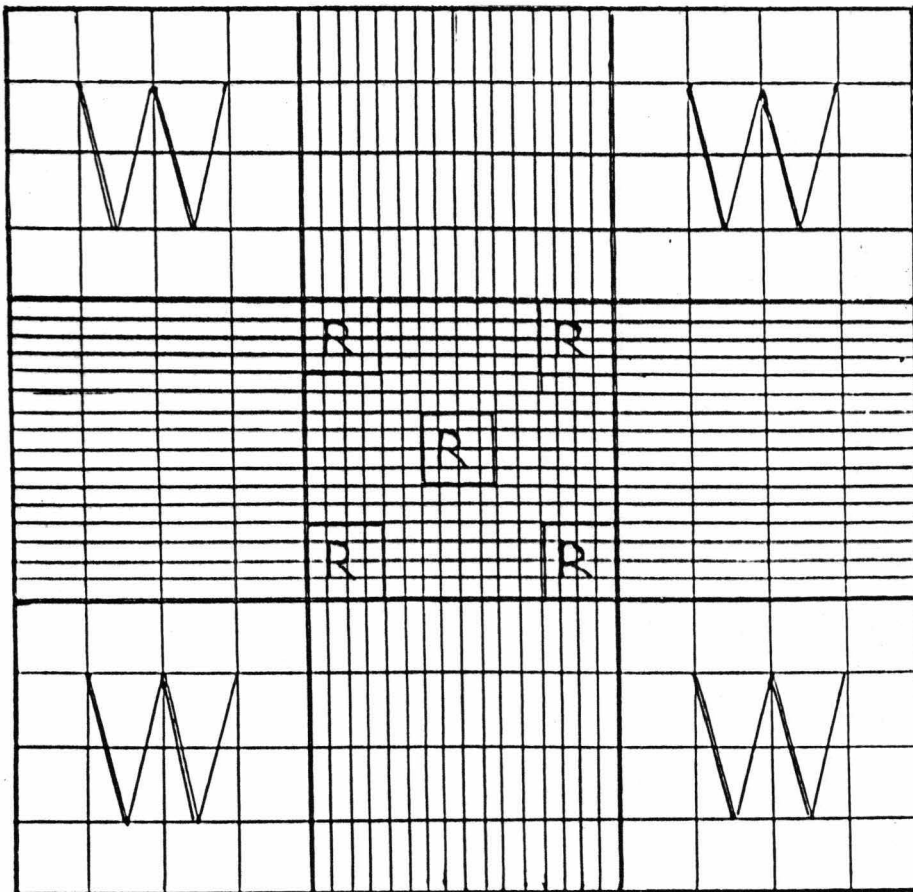
Perbedaan Rata-Rata Jumlah Leukosit Mencit Jantan.

Perlakuan	Rata-rata			BNT 5%
		X - A	X - B	
C	10,99 ^a	5,99*	5,02*	0,9259
B	5,97 ^b	0,97*		
A	5,00 ^c			

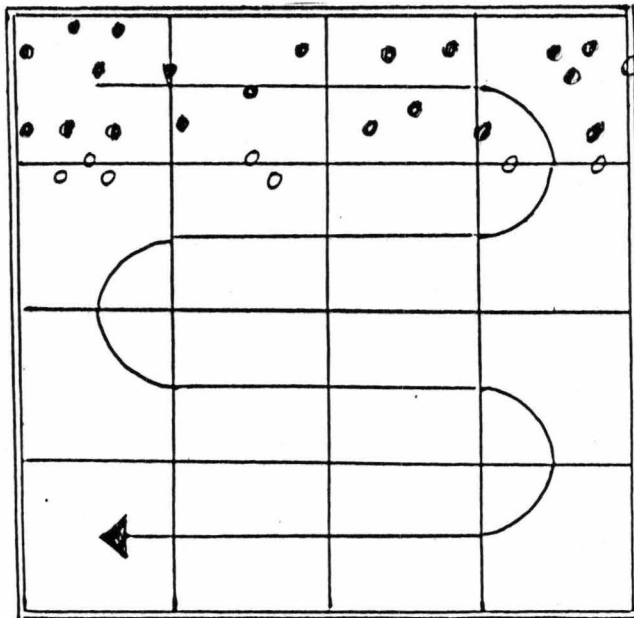


G A M B A R

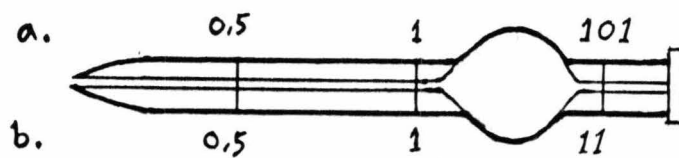
Lampiran 3. Gambar Kamar Penghitung Improve Neubauer,
Cara Penghitungan Sel Darah, Pipet pengencer dari Thoma.



Gambar 1. Kamar Penghitung Improve Neubauer
Ket. : R : Kamar penghitung eritrosit
W : Kamar penghitung leucosit
(Bijanti dkk.,1993)



Gambar 2. Cara Penghitungan Sel Darah
(Bijanti dkk., 1993).



Gambar 3. a. Pipet Thoma
b. Pipet Thoma untuk
(Bijanti dkk., 1993)