

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Sains

Dari hasil penelitian tentang pengaruh pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* terhadap detoksifikasi merkuri klorida (HgCl_2) pada hati mencit (*M.musculus*) diperoleh hasil sebagai berikut:

1) Hati Mencit (*M.musculus*)

Pemberian merkuri klorida (HgCl_2) dan crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* dilakukan secara gavage. Sebelum HgCl_2 diberikan kepada *M.musculus*, HgCl_2 dilarutkan dalam asam asetat atau cuka dapur (CH_3COOH) 1% serta air. Sedangkan crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* terlebih dahulu dilarutkan dalam minyak wijen sesuai dengan konversi dosis. Tujuan penggunaan asam asetat adalah sebagai pelarut agar HgCl_2 berbentuk serbuk dapat larut sempurna, sebab jika menggunakan air maka HgCl_2 tidak dapat larut dengan sempurna. Selain itu, pemberian minyak wijen bertujuan sebagai pelarut agar crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* dapat larut dengan sempurna.

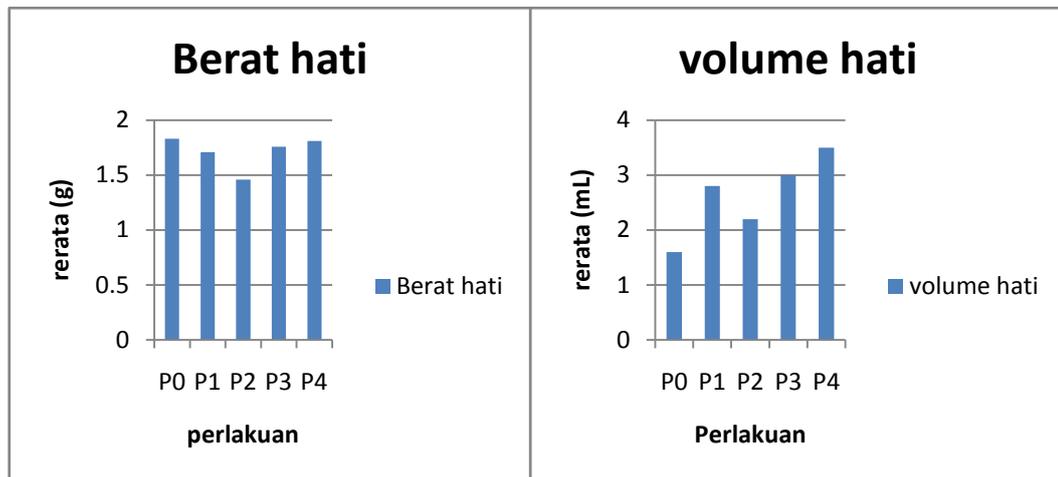
Perlakuan satu (P1), perlakuan dua (P2), perlakuan tiga (P3) dan perlakuan empat (P4) pada awalnya diberikan HgCl_2 secara gavage. Pada hari ketiga, keempat dan kelima baru diberikan crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* pada perlakuan dua (P2), perlakuan tiga (P3) dan perlakuan empat (P4) sesuai dengan dosis. Perlakuan kontrol (P0) dan

perlakuan satu (P1) sebagai pembanding terhadap pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica*. Data penghitungan berat dan volume hati dapat dilihat pada Tabel 5 dan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 5 Rerata Penghitungan berat dan volume hati

Kelompok	Ulangan (n)	Berat hati ± SD (g)	Volume hati ± SD (mL)
Po (Kontrol)	5	1,83 ± 0,06	1,6 ± 0,54 ^a
P1 (Merkuri 5 mg/g bb)	5	1,71 ± 0,20	2,8 ± 0,83 ^b
P2 (Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb)	5	1,46 ± 0,43	2,2 ± 0,44 ^{abc}
P3(Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb)	5	1,76 ± 0,31	3,0 ± 0,70 ^{bcd}
P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)	5	1,81 ± 0,10	3,5 ± 0,5 ^{bd}

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf 5% dengan Uji BNT



Gambar 7 Grafik Rerata volume dan berat hati

Keterangan : P0 (air), P1(Merkuri 5 mg/g bb), P2(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb), P3 (Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb), P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)

Dari Gambar 7 dan Tabel 5 di atas menunjukkan berat rata-rata hati dan volume hati mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan adanya degenerasi lemak ditandai dengan perubahan berat dan volume hati pada kelompok perlakuan. Peningkatan dapat terjadi karena adanya substansi seperti air dan lemak yang terjadi dalam sel sehingga volume sel akan bertambah dan akhirnya mempengaruhi berat organ hewan uji.

Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh bahwa data berat hati setiap kelompok berdistribusi normal dan homogen. Oleh karena itu, data dianalisis dengan statistik parametrik yaitu Anova. Berdasarkan uji Anova diketahui bahwa terdapat hasil yang tidak signifikan, yaitu F hitung 1,627 lebih kecil dari pada F tabel yaitu 2,87 ($1,627 < 2,87$) yang artinya pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* tidak berbeda nyata.

Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh bahwa data volume hati setiap kelompok tidak berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi $< 0,05$ tetapi data homogen. Oleh karena itu, data dianalisis dengan statistik non parametrik yaitu Kruskal Wallis. Berdasarkan uji kruskal wallis diketahui bahwa terdapat hasil yang signifikan, yaitu Chi square 14,281 lebih besar dari pada Chi square tabel yaitu 9,49 ($14,281 > 9,49$) dan nilai signifikansi (Sig) yaitu 0,006 lebih kecil dari 0,05 ($0,006 < 0,05$) yang artinya pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* berbeda nyata sehingga dilakukan uji lanjut yaitu uji Mann Whitney.

Setelah dilakukan uji Mann Whitney, diperoleh hasil yaitu perlakuan kontrol (P0) tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua (P2) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan satu (P1), perlakuan tiga (P3) dan perlakuan empat (P4). Pada perlakuan satu (P1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua (P2), perlakuan tiga (P3) dan perlakuan empat (P4) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0). Pada perlakuan dua (P2) tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pada perlakuan tiga (P3) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0). Perlakuan empat (P4) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* pada dosis 0,13 mg/g bb dapat menaikkan volume hati namun tetap dalam batas normal (Gambar 7).

Pengamatan makroskopis hati meliputi warna, permukaan dan konsistensi. Hati yang normal berwarna freat breek (merah kecoklatan), permukaannya licin dan konsistensinya kenyal. Derajat kerusakan hati mencit secara makroskopis setelah pemberian $HgCl_2$ dan *E.hemisphaerica* dapat dilihat pada Tabel 6.

Pada perlakuan kontrol (Gambar 8 A) hati normal, tidak terjadi kerusakan dan perlakuan satu (P1) (Gambar 8 B) terlihat perubahan warna hati disertai dengan terdapatnya bercak putih pada permukaan.

2) Hematologi (Jumlah Eritrosit dan Jumlah Leukosit) pada mencit *M.musculus*

Penghitungan jumlah leukosit dan eritrosit menggunakan haemositometer yang terdiri atas kamar hitung, kaca penutup dan dua macam pipet. Pengambilan sampel darah dilakukan dengan pemotongan dibagian ekor *M.musculus*, darah diambil dengan menggunakan pipet pengecer berskala 11 dan dicampur dengan larutan Turk untuk leukosit. Sedangkan untuk eritrosit darah diambil dengan menggunakan pipet pengecer berskala 101 dan dicampur dengan larutan Hayem.

Leukosit yang dihitung yaitu pada empat bidang besar pada sudut-sudut seluruh permukaan. Sedangkan eritrosit yang dihitung yaitu pada lima bidang kecil pada bagian tengah kamar hitung. Data penghitungan jumlah leukosit dan eritrosit dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata jumlah Eritrosit dan jumlah Leukosit *M.musculus*

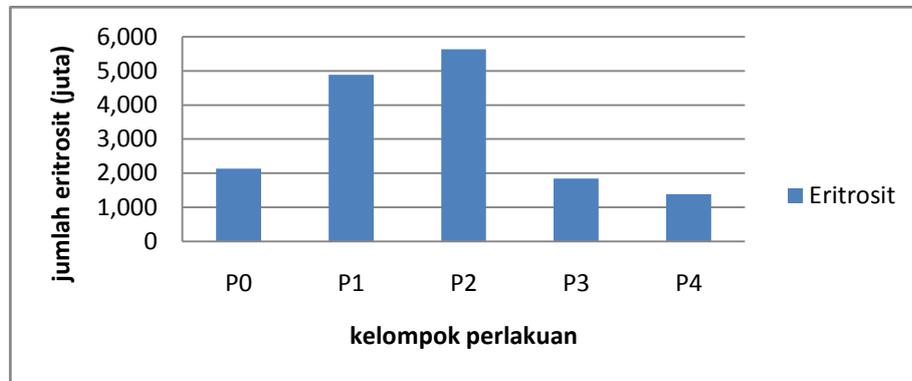
Kelompok	Ulangan (n)	Eritrosit (juta)± SD	Leukosit (ribu) ± SD
Po	5	2,13± 0,26 ^a	5,45 ± 0,49 ^a
P1	5	4,88 ± 2,22 ^{ab}	8,93 ± 2,77 ^b
P2	5	5,63 ± 3,20 ^b	5,32 ± 3,73 ^{ab}
P3	5	1,84 ± 0,42 ^{ac}	4,45 ± 3,00 ^a
P4	5	1,38 ± 0,55 ^c	3,14 ± 1,63 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf 5% dengan Uji BNT

Setelah dilakukan tes normalitas dan homogenitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh bahwa data eritrosit setiap kelompok berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi $> 0,05$ tetapi data tidak homogen. Oleh karena itu, data dianalisis dengan statistik non parametrik yaitu Kruskal Wallis. Berdasarkan uji Kruskal Wallis diketahui bahwa terdapat hasil yang signifikan, yaitu Chi square 17,014 lebih besar dari pada Chi square tabel yaitu 9,49 ($17,014 > 9,49$) dan nilai signifikansi (Sig) yaitu 0,002 lebih kecil dari 0,05 ($0,002 < 0,05$) yang artinya pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* berbeda nyata sehingga dilakukan uji lanjut yaitu uji Mann Whitney.

Setelah dilakukan uji Mann Whitney, diperoleh hasil yaitu perlakuan kontrol (P0) tidak berbeda nyata dengan perlakuan satu (P1) dan perlakuan tiga (P3) tetapi, berbeda nyata dengan perlakuan dua (P2) dan perlakuan empat (P4). Pada perlakuan satu (P1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0), perlakuan dua (P2) dan perlakuan tiga (P3) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan empat (P4). Pada perlakuan dua (P2) tidak berbeda nyata dengan perlakuan satu (P1) namun, berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0), perlakuan tiga (P3) dan perlakuan empat (P4). Pada perlakuan tiga (P3) tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0), perlakuan satu (P1) dan perlakuan empat (P4) namun, berbeda nyata dengan perlakuan dua (P2). Perlakuan empat (P4) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0), perlakuan satu (P1) dan perlakuan tiga (P3). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian

crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* pada dosis 0,13 mg/g bb dapat menaikkan jumlah eritrosit (Gambar 9).



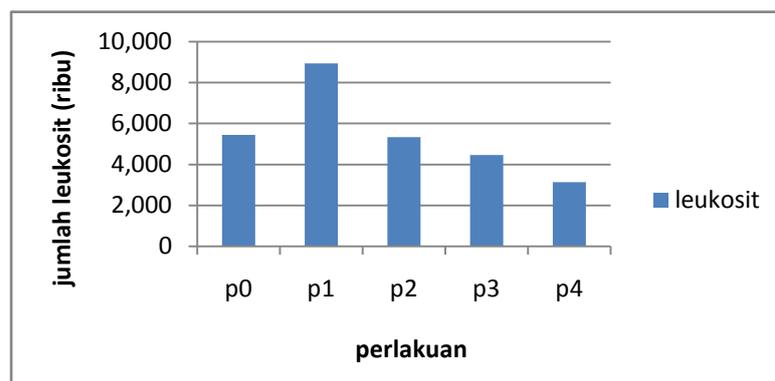
Gambar 9. Grafik rata-rata jumlah eritrosit

Keterangan : P0 (air), P1(Merkuri 5 mg/g bb), P2(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb), P3 (Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb), P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)

Setelah dilakukan tes normalitas dan homogenitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh bahwa data leukosit kelompok Po dan P3 berdistribusi tidak normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi $< 0,05$. Oleh karena itu, data dianalisis dengan Kruskal Wallis. Berdasarkan uji Kruskal Wallis diketahui bahwa bahwa leukosit setiap kelompok berbeda nyata, dikarenakan tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.022 sehingga, Nilai Sig $0.022 < 0,05$ dan Chi square hitung 11.449 lebih besar dari pada tabeln Chi suare 9.49 ($11.449 > 9.49$) maka dilanjutkan dengan uji lanjut Mann Whitney.

Setelah dilakukan uji Mann Whitney, diperoleh hasil yaitu perlakuan kontrol (P0) tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua (P2), perlakuan tiga (P3), dan perlakuan empat (P4) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan satu (P1). Pada perlakuan satu (P1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua (P2) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan

kontrol (P0), perlakuan tiga (P3) dan perlakuan empat (P4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian HgCl₂ (perlakuan satu (P1)) dapat menaikkan jumlah leukosit sebagai respon imun tubuh untuk mempertahankan diri terhadap paparan Hg. Pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* mampu menurunkan jumlah leukosit, sehingga pada dosis 0,13 mg/g bb merupakan dosis yang paling efektif yang dapat menurunkan jumlah leukosit mendekati normal. Sedangkan pada dosis 0,26 mg/g bb dan 0,39 mg/kg bb terjadi penurunan jumlah leukosit secara signifikan dibandingkan normal hal ini dikhawatirkan dapat menimbulkan gangguan fungsi tubuh yang lain (Gambar 10).



Gambar 10. Grafik rata-rata jumlah leukosit

Keterangan: P0 (air), P1(Merkuri 5 mg/g bb), P2(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb), P3 (Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb), P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)

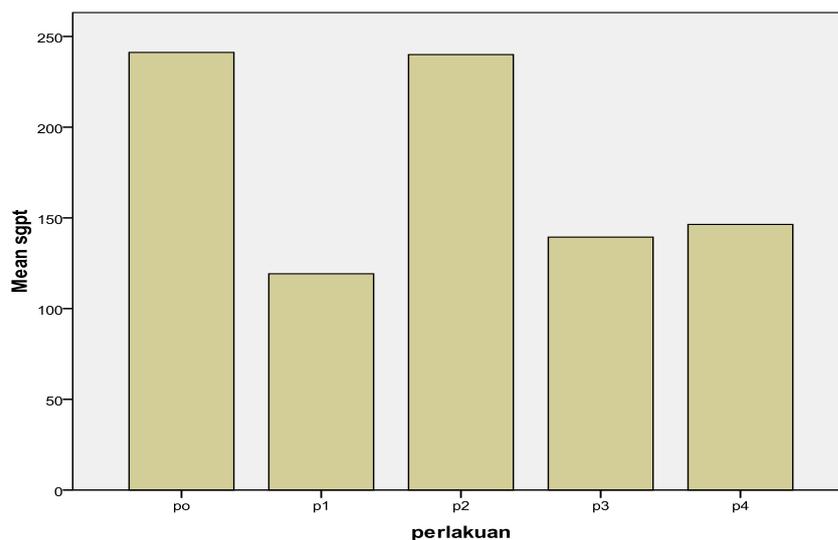
3) SGPT pada mencit *M.musculus*

Penghitungan kadar SGPT (*Serum Glutamic Peptidil Transferase*) merupakan salah satu manifestasi terhadap kerusakan hati. Mencit dibunuh dengan cara dislokasi leher, kemudian diambil darahnya pada pembuluh aorta untuk penentuan SGPT. Kadar enzim SGPT pada serum darah mencit diukur dengan menggunakan spektrofotometer dan

dinyatakan dalam satuan μdL . Pengukuran kadar SGPT dilakukan di Laboratorium Kimia Farma Kota Bengkulu. Rerata kadar SGPT pada tiap kelompok perlakuan dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 8 dan grafik pada gambar 11.

Tabel 8. Rerata kadar SGPT *M.musculus*

Kelompok	Ulangan (n)	Rerata Kadar SGPT μdL
Po	5	241,2
P1	5	119,2
P2	5	240,0
P3	5	139,4
P4	5	146,4



Gambar 11 Grafik rerata kadar SGPT

Keterangan : P0 (air), P1(Merkuri 5 mg/g bb), P2(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb), P3 (Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb), P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)

Berdasarkan grafik terlihat bahwa kadar SGPT pada perlakuan dua (P2) mendekati normal sehingga, pemberian crude ekstrak etanol daun honje *E.hemisphaerica* mampu membuat kadar SGPT dalam darah normal. Hal ini disebabkan karena *E.hemisphaerica* mengandung

senyawa flavonoid yang memiliki kemampuan antioksidan, menurunkan aktivitas peroksidasi lipid dan meningkatkan jumlah glutathion.

B. Hasil Penelitian Pendidikan

Penelitian pendidikan dilakukan terhadap mahasiswa semester 4, Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, pada mata kuliah Fisiologi Hewan. Mahasiswa yang dilibatkan untuk sampel uji coba berjumlah 32 orang. Instrument penelitian berupa handout hematologi yang merupakan aplikasi dari penelitian mengenai pengaruh pemberian crude ekstrak etanol daun *E.hemisphaerica* terhadap detoksifikasi HgCl₂ pada hati mencit dan berupa tes yang berbentuk pilihan ganda 15 soal.

Dalam penelitian ini produk yang dihasilkan adalah handout hematologi sebagai bahan ajar bentuk lain, yang sifatnya melengkapi bahan ajar yang sudah ada. Langkah awal dalam penelitian ini adalah pengembangan desain yaitu dengan studi literature sehingga diperoleh desain handout yang interaktif, sebab dikembangkan sesuai dengan kompetensi yang terdapat pada Rencana Program Pembelajaran (RPP). Setelah itu dilakukan penyusunan draft handout dengan menetapkan judul, menetapkan outline handout dengan mengembangkan materi secara luas dan kemudian pemeriksaan ulang draft yang telah dihasilkan. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan validasi terhadap handout. Validasi ini bertujuan untuk memperoleh pengakuan atau pengesahan atas kesesuaian handout dengan kebutuhan yaitu layak atau tidak digunakan

dalam pembelajaran. Validator yang dipilih ialah empat orang dosen yaitu satu orang dosen Pendidikan Biologi Universitas Bengkulu, satu orang dosen Pendidikan Biologi Universitas Jember dan dua orang dosen STKIP Lubuk Linggau, hasil validasi handout disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil penelitian ahli terhadap handout hematologi

No	Nama Validator	Skor	Klasifikasi
1	V1	84	Layak dengan predikat Bagus
2	V2	81	Layak dengan predikat Bagus
3	V3	80	Layak dengan predikat Bagus
4	V4	81	Layak dengan predikat Bagus
	Jumlah	246	
	Rata-rata	81,5	Layak dengan predikat Bagus

Berdasarkan data pada Tabel 9 dapat diketahui bahwa handout pembelajaran yang telah dikembangkan oleh peneliti memiliki rata-rata skor sebesar 81,5 dengan klasifikasi Layak dengan predikat Bagus. Sehingga media yang dikembangkan peneliti dapat diujicobakan pada siswa. Instrument tes sebelumnya diuji cobakan terlebih dahulu agar mendapatkan instrument yang memenuhi syarat sebagai alat ukur yaitu uji validitas dan reliabelitas. Uji coba instrument dilakukan pada mahasiswa semester 6 sebanyak 31 orang, hasil uji validitas soal pada mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Rekapitulasi hasil uji coba soal

Butir soal	R	Kriteria	P	Kriteria	D	Kriteria	Keterangan
1	-9.000	Tidak valid	0.000	Sukar	-9.000	Jelek sekali	Tidak dipakai
2	0.784	Valid	0.438	Sedang	0.623	Baik	Pakai
3	-0.519	Tidak valid	0.125	Sukar	-0.323	Jelek sekali	Tidak dipakai
4	0.842	Valid	0.406	Sedang	0.665	Baik	Pakai
5	0.757	Valid	0.781	Mudah	0.541	Baik	Tidak dipakai
6	0.712	Valid	0.813	Mudah	0.491	Baik	Tidak dipakai
7	-0.155	Tidak valid	0.031	Sukar	-0.063	Jelek sekali	Tidak dipakai
8	0.713	Valid	0.438	Sedang	0.566	Baik	Pakai
9	1.000	Valid	0.688	Sedang	0.780	Baik sekali	Pakai
10	0.068	Tidak valid	0.188	Sukar	0.047	Jelek	Tidak dipakai
11	0.734	Valid	0.625	Sedang	0.575	Baik	Pakai
12	-0.010	Tidak valid	0.188	Sukar	-0.007	Jelek sekali	Tidak dipakai
13	0.863	Valid	0.688	Sedang	0.659	Baik	Pakai
14	0.412	Valid	0.531	Sedang	0.329	Cukup	Pakai
15	0.798	Valid	0.375	Sedang	0.625	Baik	Pakai
16	1.000	Valid	0.719	Mudah	0.826	Baik sekali	Pakai
17	-0.462	Tidak valid	0.063	Sukar	-0.235	Jelek sekali	Tidak dipakai
18	-0.321	Tidak valid	0.094	Sukar	-0.185	Jelek sekali	Tidak dipakai
19	0.696	Valid	0.844	Mudah	0.459	Baik	Pakai
20	0.033	Tidak valid	0.250	Sukar	0.024	Jelek	Tidak dipakai
21	0.920	Valid	0.813	Mudah	0.634	Baik	Pakai
22	0.868	Valid	0.563	Sedang	0.690	Baik	Pakai
23	0.890	Valid	0.594	Sedang	0.703	Baik	Pakai
24	0.603	Valid	0.719	Mudah	0.452	Baik	Pakai
25	0.637	Valid	0.594	Sedang	0.503	Baik	Pakai

Keterangan : r = Validitas, P= Tingkat kesukaran, D= Daya beda

Dari hasil uji coba, terlihat bahwa dari 25 soal yang digunakan hanya 15 soal yang dapat dipakai. Hal tersebut berdasarkan uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda. Soal yang telah diuji dapat

digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian untuk melihat kemampuan belajar siswa.

Setelah dilakukan uji coba dan penyempurnaan handout, dilakukan perbanyakkan handout sesuai dengan jumlah mahasiswa yaitu 32 orang. Sebelum diberikan handout, mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal pretest berbentuk pilihan ganda sebanyak 15 soal dan soal posttest pada akhir pembelajaran dengan jumlah yang sama. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar mahasiswa dengan menggunakan handout hematologi. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Pretest Dan Posttest Handout Hematologi Pada Mahasiswa

Pair	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pretest	S	53.06	14.609	2.582
posttest	32	85.53	7.414	1.311

Dari hasil pretest dan posttest yang diperoleh terlihat bahwa nilai rata-rata pretest adalah 53,06 dan nilai rata-rata posttest adalah 85,53. Data tersebut menunjukkan bahwa nilai posttest yang didapat lebih tinggi dibandingkan pretest, berarti pemahaman awal mahasiswa tentang hematologi terbatas atau sedikit bila dibandingkan setelah mempelajari handout hematologi. Data yang terkumpul kemudian dianalisis normalitas dan homogenitas dengan menggunakan Shapiro Wilk. Berdasarkan analisis dengan menggunakan Shapiro Wilk diperoleh hasil bahwa data

pretest normal dengan sig 0.198 ($P > 0.005$) sedangkan posttest tidak normal dengan sig 0.000 ($P < 0.005$). Dari hasil analisis tersebut maka data diuji menggunakan uji peringkat bertanda Wilcoxon. Hasil uji peringkat bertanda wilcoxon yaitu taraf signifikansi sebesar 0.000 sehingga $0.000 < 0.05$ hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima dengan kata lain maka handout hematologi memang mempunyai efek yang nyata untuk menaikkan nilai hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah fisiologi hewan. Hal ini membuktikan bahwa pemberian handout dalam pembelajaran mampu meningkatkan pencapaian hasil belajar karena didukung oleh penyajian materi secara terstruktur yang telah dilengkapi oleh uraian materi, rangkuman dan evaluasi sehingga mahasiswa mampu mempelajari materi dengan mudah.

C. Pembahasan

$HgCl_2$ (Merkuri klorida) merupakan logam berat golongan merkuri anorganik yang dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana dalam tubuh yang terikat dan besarnya dosis paparan. Efek toksik $HgCl_2$ dengan menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, teratogen atau karsinogen bagi manusia maupun hewan (Widowati *et al.*, 2008). $HgCl_2$ dapat menumpuk pada hati, sehingga tingkat toksisitas Hg dapat dilihat dari tingkat kerusakan hati.

Hati merupakan suatu organ yang peka terhadap zat toksik dan berperan penting dalam metabolisme bahan toksik. Zat-zat yang

diabsorpsi melalui saluran cerna akan dibawa melalui peredaran darah menuju hepar untuk proses detoksifikasi sehingga menjadi nontoksik dan kemudian diekskresikan. Kerusakan hati karena zat toksik dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis zat kimia yang terlibat, dosis yang diberikan dan lamanya paparan zat tersebut akut subkronik atau kronik. Umumnya perubahan makroskopis terjadi pada keadaan kronis, sedangkan pada degenerasi ringan tidak mempengaruhi penampakan makroskopisnya.

Berat organ merupakan petunjuk yang sangat peka dari efek pada hati. Meski suatu efek tidak selalu menunjukkan toksisitas, dalam kasus tertentu berat hati merupakan kriteria paling peka untuk toksisitas. Berat hati yang bertambah ini menandakan adanya toksisitas pada hati (Lu, 1995). Berdasarkan penelitian terlihat bahwa dengan adanya pemberian HgCl_2 mampu meningkatkan berat hati dan volume hati, sedangkan dengan pemberian crude ekstrak etanol *E.hemisphaerica* pada dosis 0,13 mg/g bb mampu menurunkan berat hati dan volume hati *M.musculus*.

Eritrosit berfungsi mengikat CO_2 dan mengedarkannya ke seluruh jaringan tubuh. Jumlah eritrosit dapat memberikan pengukuran atau estimasi tidak langsung dari kandungan Hb darah. Semakin banyak eritrosit maka Hb di dalam darah semakin banyak, karena Hb berfungsi mengikat O_2 . Rendahnya jumlah eritrosit dapat disebabkan oleh hemolisis dan hemorhagi. Leukosit berperan dalam sistem imun, sehingga bila

jumlahnya bertambah dibandingkan kondisi normal ini mengindikasikan adanya pertahanan terhadap senyawa toksik.

Hati atau hepar ketika terpapar suatu zat toksik dan terjadi nekrosis pada sel-sel hepar, sel-sel hepar akan melepaskan enzim-enzim di dalam sel ke dalam darah. Beberapa enzim serum dapat dijadikan sebagai indikator adanya kerusakan hati salah satunya SGPT (ALT). Serum transaminase merupakan indikator yang peka terhadap kerusakan sel-sel hepar. Sebab, serum tersebut terdapat dalam hati dengan konsentrasi tinggi. Penentuan aktivitas ALT (SGPT) dianggap sebagai tes yang lebih sensitive dan spesifik untuk adanya kerusakan hepatoseluler akut. Pada saat terjadi inflamasi maka kebocoran enzim sitoplasma dalam peredaran darah akan menyebabkan ALT (SGPT) meningkat. Aktivitas fisik berat yang dilakukan sesaat, dapat meningkatkan ALT (SGPT) dalam darah sebagai pertanda dari gangguan fungsi hati yang disebabkan oleh *oksidative stress*.

Pada penelitian ini kadar SGPT pada *M. musculus* yang terinfeksi HgCl₂ lebih rendah dibandingkan dengan normal dan pemberian crude ekstrak etanol *E.hemisphaerica*. Hal ini berbeda dengan teori yang ada, dimana jika hati terinfeksi zat toksik akan meningkatkan kadar SGPT. Hal ini mungkin disebabkan karena tingkat stress yang tinggi pada hewan coba, pemberian pakan mencit, kondisi kandang pemeliharaan mencit dan daya tahan mencit. Faktor lain yang memungkinkan yaitu terjadinya kesalahan dalam pembacaan hasil penelitian seperti cara pengambilan

sampel dan penggunaan tabung untuk sampel darah yang kurang sesuai untuk mencit, sehingga dapat terjadi lisis pada sel darah atau perubahan pada volume sampel yang diperoleh. Dalam pengambilan darah hewan percobaan maupun terhadap perlakuan sampel yang diperoleh harus diperlakukan secara hati-hati agar tidak terjadi hemolisis, apabila terjadi hemolisis maka eritrosit akan mengeluarkan lisin dan hemoglobin, dimana hemoglobin mengandung logam Fe dan terlarut didalam serum, sehingga dapat menghambat aktivitas enzim. Selain itu, hemolisis dapat meningkatkan pelepasan enzim transaminase yang terkandung didalam eritrosit dan terlarut dalam serum, sehingga terjadi peningkatan aktivitas enzim transaminase pada serum yang dianalisis.

Pengalaman penelitian sains dikemas dalam bentuk handout untuk mengukur peningkatan hasil belajar mahasiswa. Pemberian handout kepada mahasiswa terbukti meningkatkan hasil belajar. Peningkatan hasil belajar pada mahasiswa tidak terlepas dari meningkatnya motivasi mahasiswa itu sendiri. Handout ini memiliki relevansi dengan materi yang diajarkan atau kompetensi dasar dan materi pokok yang harus dikuasai oleh peserta didik. Handout mampu merangsang rasa ingin tahu, meningkatkan kreativitas serta memelihara kekonsistenan penyampaian materi.

Prastowo (2011) penyusunan handout dalam kegiatan pembelajaran memiliki beberapa manfaat, di antaranya memudahkan peserta didik saat mengikuti proses pembelajaran, serta melengkapi

kekurangan materi, baik materi yang diberikan dalam buku teks maupun lisan oleh pendidik. Selain itu handout ini menyampaikan informasi yang bersifat fakta karena berdasarkan pengalaman penelitian dengan prosedur atau langkah kerja yang jelas, sehingga mengajarkan pengenalan kembali / perbedaan stimulasi yang relevan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian *crude* ekstrak etanol daun *E. hemisphaerica* dosis 0,13 mg/g berat badan pada mencit yang terpapar merkuri mampu menurunkan jumlah sel darah putih (leukosit) sebesar 59,62%.
2. Pemberian *crude* ekstrak etanol daun *E. hemisphaerica* dosis 0,13 mg/g berat badan pada mencit yang terpapar merkuri mampu menurunkan berat hati dan volume hati masing-masing sebesar 85% dan 78%.
3. Pemberian *crude* ekstrak etanol daun *E. hemisphaerica* 0,13 mg/g berat badan pada mencit yang terpapar merkuri mampu menaikkan kadar SGPT (*Serum Glutamic Piruvic Transmirase*).
4. Pembelajaran dengan menggunakan handout hematologi dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa sebesar 61,2%.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui dosis yang tepat *crude* ekstrak etanol daun *E. hemisphaerica* dengan rentang dosis 0,13 mg/g berat badan -0,26 mg/g berat badan.

2. Perlu penelitian uji kimia darah sebelum dan sesudah perlakuan agar tampak perbedaan sebelum dan sesudah pemberian *crude* ekstrak etanol daun *E. hemisphaerica* pada mencit yang terpapar merkuri.
3. Perlu adanya penelitian sayatan histologi terhadap hati baik yang diberikan *crude* ekstrak etanol daun *E. hemisphaerica* dan merkuri sehingga data yang diperoleh lebih akurat mengenai kerusakan hati.
4. Perlu adanya pengembangan bahan ajar handout berbasis eksperimen di laboratorium untuk dapat meningkatkan hasil belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M.N. 2001. *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Ilmiah*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Depdiknas. 2008. *Perangkat Pembelajaran KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan) SMA (Sekolah Menengah Atas)*. Jakarta : Depdiknas
- Ditjen POM. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tanaman Obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal 1, 10-11
- Djamarah, S.B. 2002. *Rahasia Sukses Belajar*. Jakarta : Rineka Cipta
- Connell, D.W dan Miller, G.J. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta : Universitas Indonesia Press
- Ganda, Y. 2004. *Petunjuk Praktis Cara Mahasiswa Belajar*. Jakarta : Grasindo
- Gomez, K & Arturo,G. 2007. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Gresinta, E. 2012. *Uji Potensi Ektrak Daun Etlintera Hemisparica Terhadap Jumlah Leukosit Mus Musculus Dan Implementasinya Sebagai Modul Pembelajaran System Imun*. [Thesis]. Bengkulu:Universitas Bengkulu
- Haleagrahara, N, Jackie, T & Srikumar, C. 2010. Antioxidant Effects of *Etlintera elatior* Flower Extract Against Lead Acetate - Induced Perturbations in Free Radical Scavenging Enzymes and Lipid Peroxidation in Rats. *BMJ Reasearch Notes*. 4(67):1-8. <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/4/67> Akses: 28 November 2011.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tanaman*. Bandung : ITB
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-Prinsip Untuk Teknik Dan Sains*. Jakarta:Erlangga
- Inswiasri.2008. *Paradigm Kejadian Penyakit Panjanaan Merkuri (Hg)*. Jurnal kesehatan vol 7 No 2;775-785
- Jasin, M. 1989. *Sistematika Hewan (invertebrata dan vertebrata) untuk Universitas*. Surabaya:Sinar Wijaya.

- Johnson, K.E. 2011. *Quick Review Histologi & Biologi Sel*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Lufri. 2002. *Strategi Pembelajaran Biologi Teori, Praktik, dan Penelitian*. Padang: UNP
- Lu, F.C. 1995. *Toksikologi Dasar*. Jakarta : UI
- Malole, M.B.M & Pramono, C.S.U. 1989. *Penggunaan Hewan-Hewan Percobaan di Laboratorium*. Bogor : IPB
- Mastjeh, S. 1994. *Kimia Organik II*. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Mustarichie, R, Musfiroh, I & Levita, J. 2011. *Metode Penelitian Tanaman Obat*. Bandung : Widya Padjajaran
- Newman, M *et al.* 2004. *Cheklis of he Zingerberaceae of Malesia*. United Sates Depertemen of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville Area Germplasm Resoureces Information Network. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/gtmL/taxon.pl?409479#ref>. Akses 3 Desember 2011.
- Nugroho, W.S.H. 2013. *Laboratorium Klinik 1 Pemeriksaan Hematologi {Bahan kuliah} biokimia DII Kebidanan*. Diakses tanggal 15 Maret 2013
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta
- Permadi, A. 2008. *Membuat Kebun Tanaman Obat*. Jakarta : Pustaka Bunda
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta : Diva
- Pradhana, F.A. 2010. *Efek Teratogenik Merkuri Klorida Pada Mencit *M.musculus Prenatal**. [Skripsi]. Bandung: Universitas Airlangga
- Pribadi, B.A. 2009. *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta : Dian Rakyat
- Prosenet. 2012. *Kecombrang*. <http://www.proseanet.org/prohatin2/browser.php?docsid>. diakses tanggal 18 November 2012
- Rahmwan L. 2008. *Isolasi dan identifikasi Flavonoid dari Darun Dewandaru (*Eugenia uniflora* L)*. [Skripsi] Surakarta: UNS.

- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tanaman Tinggi*. Bandung : ITB
- Rozi, Z. F. 2012. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun honje *Etlingera hemisparica* Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Mus Musculus Serta Implementasinya Sebagai Modul Pembelajaran Metabolisme Karbohidrat*. [Thesis]. Bengkulu:Universitas Bengkulu
- Ruyani, A., Kadir,A dan Yulson, D. 1997. *Analisis Tingkat Toksisitas Merkuri pada Penambang Emas Rakyat (tanpa izin) di Kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS), Bengkulu*. Journal Kedokteran dan Farmasi, Medika, No. 11 Tahun 23;883-887
- Sadiman, A, R, Raharjo, Anung, H & Rahardjito. 2009. *Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: CV. Rajawali Pers
- Salisbury, F.B & Cleon, W.R. 1995. *Fisiologi Tanaman Jilid 2*. Bandung : ITB
- Samitra, D. 2012. *Uji Pengaruh Ekstrak Daun *Etlingera hemisparica* Terhadap Kadar Trigliserida Darah Mus Musculus Serta Implementasinya Sebagai Modul Pembelajaran Metabolisme Lemak*. [Thesis]. Bengkulu:Universitas Bengkulu
- Sastrosudarmo, WH. 2012. *Kanker The Silent Killer*. Jakarta : Setia Kawan Prima
- Seidmann, J. 2005. *World Spice Plants Economic Usage Botany, Taxonomy*. New York : Springer
- Sibuea, W.H, Panggabean, M.M dan Gultom, S.P. 2005. *Ilmu Penyakit Dalam*. Jakarta : Rineka cipta
- Silalahi, J. 2006. *Makanan fungsional*. Jogjakarta : Kanisius
- Sinaga, E, Suprihatin & Wiryanti, L. 2011. *Perbandingan Daya Sitotoksik Ekstrak Rimpang 3 Jenis Tanaman Zingiberaceae Terhadap Sel Kanker MCF-7*. *Journal Farmasi Indonesia Vol 5 No 3*
- Sirait, M. 2007. *Penuntun Fitokimia Dalam Farmasi*. Bandung:ITB
- Smith, J.B & Mangkoewidjojo, S. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan Di Daerah Tropis*. Jakarta:UI
- Soemirat, J.2005. *Toksikologi Lingkungan*. Jogjakarta : UGM

- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung:Alfabeta
- Sukandar, D, Radiastuti, N, Jayanegara & Hudaya, A. 2010. *Karakteristik Senyawa Aktif Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang (Etlintera elatior) Sebagai Bahan Pangan*. Journal. Valensi vol.2
- Sukma, I.W.D. 2007. *Ekstraksi Cair-Cair*. Lampung : UNILA
- Sunarso, Eko. 2011. *Pengaruh Ekstrak Kulit Batang Mulitinga calbura Terhadap Kadar Trigliserida Darah Mus musculus Sebagai Sumber Belajar Kimia (LKS) di SMKN 1 Curup*. [Tesis] Prodi Pascasarjana Pendidikan IPA Universitas Bengkulu.
- Supranto. 2004. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Sutrisno. 2006. *Flora Indonesia (botanical survival)* <http://floranegeriku.blog-spot.com/2011/06/honje-hutan-etlintera-hemisphaerica-bl.html>. Akses 22 November 2011.
- Tabbu, C.R. 2002. *Penyakit Ayam dan Penanggulangannya volume 2*. Jogjakarta : Kanisius
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group
- Widowati, W, Sastiono, A & Raymond, J. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta : Andi
- Winarni, E.W.2009. *Mengajar IPA Secara Bermakna*. Bengkulu: UNIB
-2012. *Inovasi Dalam Pembelajaran IPA*. Bengkulu:UNIB
- Winarno, B. 2008. *Kecombrang. Artikel Kesehatan*. <Http://kompas.com/2008/kecombrang.html>. akses tanggal 10 November 2012
- Winarto, W & Tim Karya Sari. 2005. *Memfaatkan Bumbu Dapur untuk Mengatasi Aneka Penyakit*. Jakarta : Agromedia Pustaka
- Yamin, M & Bansu, A. 2008. *Taktik Mengembangkan Kemampuan Individual Siswa*. Jakarta: Gaung Persada

LAMPPIRAN

Lampiran 1 : Data berat badan selama penelitian

Ulangan	Po		P1		P2		P3		P4	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	29	32	22	27	29	24	32	28	32	31
2	28	34	31	24	26	23	29	29	31	33
3	30	33	32	33	29	30	28	28	32	32
4	32	36	23	30	32	27	27	22	30	33
5	25	32	26	33	22	21	32	34	29	30
Jumlah	144	167	134	147	138	125	148	141	154	159
Rata-rata	28.8	33.4	26.8	29.4	27.6	25	29.6	28.2	30.8	31.8

Lampiran 2. Analisa berat badan awal

Descriptives

Perlakuan		Statistic	Std. Error	
berat_badan_awal	po	Mean	28.80	1.158
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	25.59	
		Upper Bound	32.01	
		5% Trimmed Mean	28.83	
		Median	29.00	
		Variance	6.700	
		Std. Deviation	2.588	
		Minimum	25	
		Maximum	32	
		Range	7	
		Interquartile Range	5	
		Skewness	-.502	.913
		Kurtosis	.795	2.000
	p1		Mean	26.80
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	21.15	
		Upper Bound	32.45	
		5% Trimmed Mean	26.78	
		Median	26.00	
		Variance	20.700	
		Std. Deviation	4.550	
		Minimum	22	
		Maximum	32	
		Range	10	
		Interquartile Range	9	
		Skewness	.216	.913
		Kurtosis	-2.801	2.000
p2			Mean	27.60
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	22.90	
		Upper Bound	32.30	
		5% Trimmed Mean	27.67	
		Median	29.00	
		Variance	14.300	
		Std. Deviation	3.782	
		Minimum	22	
		Maximum	32	
		Range	10	

	Interquartile Range	7	
	Skewness	-.686	.913
	Kurtosis	.390	2.000
p3	Mean	29.60	1.030
	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	26.74	
	Upper Bound	32.46	
	5% Trimmed Mean	29.61	
	Median	29.00	
	Variance	5.300	
	Std. Deviation	2.302	
	Minimum	27	
	Maximum	32	
	Range	5	
	Interquartile Range	5	
	Skewness	.197	.913
	Kurtosis	-2.716	2.000
p4	Mean	30.80	.583
	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	29.18	
	Upper Bound	32.42	
	5% Trimmed Mean	30.83	
	Median	31.00	
	Variance	1.700	
	Std. Deviation	1.304	
	Minimum	29	
	Maximum	32	
	Range	3	
	Interquartile Range	3	
	Skewness	-.541	.913
	Kurtosis	-1.488	2.000

Test Of Homogeneity Of Variance

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
berat_badan_awal	Based on Mean	2.634	4	20	.065
	Based on Median	1.308	4	20	.301
	Based on Median and with adjusted df	1.308	4	12.746	.319
	Based on trimmed mean	2.584	4	20	.068

Test Of Normality
Tests of Normality

perakuan	Statistic	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
berat_badan_awal	.179	5	.200 [*]	.984	5	.955	
p1	.222	5	.200 [*]	.889	5	.350	
p2	.244	5	.200 [*]	.950	5	.735	
p3	.251	5	.200 [*]	.868	5	.257	
p4	.221	5	.200 [*]	.902	5	.421	

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Dari tes normalitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh data berat badan setiap kelompok berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi $> 0,05$. Oleh karena itu, data dianalisis dengan Anova one-way.

ANOVA

Berat badan awal

ANOVA

berat_badan_awal

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	50.240	4	12.560	1.290	.308
Within Groups	194.800	20	9.740		
Total	245.040	24			

Dari analisis anova diperoleh data berat badan setiap kelompok tidak berbeda nyata, dikarenakan taraf nyata (tingkat signifikansi) 5% pada tabel (F tabel) adalah 2,87 sedangkan F hitung adalah 1,290 sehingga, nilai F hitung $1,290 < F$ tabel 2,87 dan juga karena nilai signifikansi $0,308 > 0,05$.

Test Of Homogeneity Of Variance

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
berat_badan_akhir	Based on Mean	1.107	4	20	.381
	Based on Median	.755	4	20	.567
	Based on Median and with adjusted df	.755	4	14.791	.570
	Based on trimmed mean	1.085	4	20	.391

Test Of Normality

Tests of Normality						
perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
berat_badan_akhir Po	.201	5	.200 [*]	.881	5	.314
p1	.221	5	.200 [*]	.902	5	.421
p2	.211	5	.200 [*]	.965	5	.844
p3	.281	5	.200 [*]	.927	5	.579
p4	.221	5	.200 [*]	.902	5	.421

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Dari tes normalitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh data berat badan diakhir perlakuan setiap kelompok berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi > 0,05. Oleh karena itu, data dianalisis dengan Anova one-way.

ANOVA

Berat badan akhir perlakuan

ANOVA

Berat_badan_akhir

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	212.160	4	53.040	5.251	.005
Within Groups	202.000	20	10.100		
Total	414.160	24			

Dari analisis anova diperoleh data berat badan setiap kelompok berbeda nyata, dikarenakan taraf nyata (tingkat signifikansi) 5% pada tabel (F tabel) adalah 2,87 sedangkan F hitung adalah 5,251 sehingga, nilai F hitung 5,251 > F tabel 2,87 dan juga karena nilai signifikansi 0,005 < 0,05.

UJI LANJUT BNT

Homogeneous Subsets

berat_badan_akhir

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
p2	5	25.00			a
p3	5	28.20	28.20		ab
p1	5	29.40	29.40	29.40	abc
p4	5		31.80	31.80	bc
Po	5			33.40	c
Sig.		.050	.104	.073	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Lampiran 3. Data jumlah sel darah *Mus musculus*

Pengulangan	Po		P1		P2		P3		P4	
	Merah	Putih	Merah	Putih	Merah	Putih	Merah	Putih	Merah	Putih
1	2,075,000	5720	5,505,000	11460	5,200,000	11460	1,805,000	3960	1,335,000	5740
2	2,490,000	5800	7,460,000	7500	2,715,000	6260	1,625,000	2760	1,725,000	1680
3	2,095,000	5660	3,385,000	12320	8,575,000	3060	1,290,000	2780	1,545,000	3700
4	2,245,000	4580	1,905,000	6060	2,405,000	2400	2,365,000	10360	450,000	2400
5	1,770,000	5500	6,180,000	7340	9,280,000	3460	2,135,000	2420	1,860,000	2180
Jumlah	10,675,000	27260	24,435,000	44680	28,175,000	26640	9,220,000	22280	6,915,000	15700
Rata-rata	2,135,000	5452	4,887,000	8936	5,635,000	5328	1,844,000	4456	1,383,000	3140

LAMPIRAN 4 Analisis Data Sel darah *Mus musculus*

Tests of Normality

perlakua n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
sel_darah_merah	po	.210	5	.200 [*]	.976	5	.913
	p1	.209	5	.200 [*]	.962	5	.821
	p2	.221	5	.200 [*]	.872	5	.273
	p3	.155	5	.200 [*]	.985	5	.958
	p4	.266	5	.200 [*]	.855	5	.212

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
sel_darah_merah	Based on Mean	10.942	4	20	.000
	Based on Median	5.954	4	20	.003
	Based on Median and with adjusted df	5.954	4	8.886	.013
	Based on trimmed mean	10.683	4	20	.000

Dari tes normalitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh data sel darah merah setiap kelompok berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi $> 0,05$. Namun, tes homogenitas data sel darah merah tidak homogen. Oleh karena itu, data dianalisis dengan statistic non parametric yaitu Kruskal Wallis

KRUSKAL WALLIS

Sel darah Merah

Test Statistics^{a,b}

	sel_darah_merah
Chi-Square	17.014
Df	4
Asymp. Sig.	.002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis kruskal wallis diperoleh bahwa sel darah merah setiap kelompok berbeda nyata, dikarenakan tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.002 sehingga, Nilai Sig $0.002 < 0,05$ dan dikarenakan statistic hitung 17.014 lebih besar dari pada statistic tabel 9.49 ($17.014 > 9.49$) maka dilanjutkan dengan uji lanjut Mann Whitney.

UJI LANJUT MANN WHITNEY.

Perlakuan P0 dengan P1

Test Statistics ^b	
	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	4.000
Wilcoxon W	19.000
Z	-1.776
Asymp. Sig. (2-tailed)	.076
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.095 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.076 sehingga, Nilai Sig $0.076 > 0,05$ maka perlakuan Po tidak berbeda secara signifikan dengan P1.

Perlakuan P0 dengan P2

Test Statistics ^b	
	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	16.000
Z	-2.402
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.016 sehingga, Nilai Sig $0.016 < 0,05$ maka perlakuan Po berbeda secara signifikan dengan P2.

Perlakuan P0 dengan P3

Test Statistics ^b	
	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	23.000
Z	-.940
Asymp. Sig. (2-tailed)	.347
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.421 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.347 sehingga, Nilai Sig $0.347 > 0,05$ maka perlakuan Po tidak berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P0 dengan P4

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	16.000
Z	-2.402
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.016 sehingga, Nilai Sig $0.016 < 0,05$ maka perlakuan P0 berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P1 dengan P2

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	11.000
Wilcoxon W	26.000
Z	-.313
Asymp. Sig. (2-tailed)	.754
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.841 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.754 sehingga, Nilai Sig $0.754 > 0,05$ maka perlakuan P1 tidak berbeda secara signifikan dengan P2.

Perlakuan P1 dengan P3

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	17.000
Z	-2.193
Asymp. Sig. (2-tailed)	.028
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.028 sehingga, Nilai Sig $0.028 < 0,05$ maka perlakuan P1 berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P1 dengan P4

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.009 sehingga, Nilai Sig $0.009 < 0,05$ maka perlakuan P1 berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P2 dengan P3

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.009 sehingga, Nilai Sig $0.009 < 0,05$ maka perlakuan P2 berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P2 dengan P4

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.009 sehingga, Nilai Sig $0.009 < 0,05$ maka perlakuan P2 berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P3 dengan P4

Test Statistics^b

	sel_darah_merah
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-1.149
Asymp. Sig. (2-tailed)	.251
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.310 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.251 sehingga, Nilai Sig 0.251 > 0,05 maka perlakuan P3 tidak berbeda secara signifikan dengan P4.

Sel darah putih

Tests of Normality

perlakuan	sel_darah_putih	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	po	.338	5	.063	.747	5	.028
	p1	.298	5	.168	.866	5	.249
	p2	.292	5	.190	.829	5	.137
	p3	.359	5	.034	.690	5	.007
	p4	.275	5	.200	.880	5	.310

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
sel_darah_putih	Based on Mean	2.633	4	20	.065
	Based on Median	.654	4	20	.631
	Based on Median and with adjusted df	.654	4	12.494	.635
	Based on trimmed mean	2.268	4	20	.098

Dari tes normalitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh sel darah putih kelompok Po dan P3 berdistribusi tidak normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi < 0,05. Oleh karena itu, data dianalisis dengan Kruskal Wallis.

KRUSKAL WALLIS

Data Sel darah putih

	sel_darah_putih
Chi-Square	11.449
Df	4
Asymp. Sig.	.022

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis kruskal wallis diperoleh bahwa sel darah putih setiap kelompok berbeda nyata, dikarenakan tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.022 sehingga, Nilai Sig $0.022 < 0,05$ dan dikarenakan statistic hitung 11.449 lebih besar dari pada statistic tabel 9.49 ($11.449 > 9.49$) maka dilanjutkan dengan uji lanjut Mann Whitney.

UJI LANJUT MANN WHITNEY

Perlakuan Po dengan P1

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.009 sehingga, Nilai Sig $0.009 < 0,05$ maka perlakuan Po berbeda secara signifikan dengan P1.

Perlakuan Po dengan P2

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-.522
Asymp. Sig. (2-tailed)	.602
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.690 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.602 sehingga, Nilai Sig $0.602 > 0,05$ maka perlakuan Po tidak berbeda secara signifikan dengan P2.

Perlakuan Po dengan P3

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	20.000
Z	-1.567
Asymp. Sig. (2-tailed)	.117
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.151 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.117 sehingga, Nilai Sig $0.117 > 0,05$ maka perlakuan Po tidak berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan Po dengan P4

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	4.000
Wilcoxon W	19.000
Z	-1.776
Asymp. Sig. (2-tailed)	.076
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.095 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.076 sehingga, Nilai Sig $0.076 > 0,05$ maka perlakuan Po tidak berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P1 dengan P2

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	4.500
Wilcoxon W	19.500
Z	-1.676
Asymp. Sig. (2-tailed)	.094
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.095 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.094 sehingga, Nilai Sig $0.094 > 0,05$ maka perlakuan P1 tidak berbeda secara signifikan dengan P2.

Perlakuan P1 dengan P3

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-1.984
Asymp. Sig. (2-tailed)	.047
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.047 sehingga, Nilai Sig $0.047 < 0,05$ maka perlakuan P1 berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P1 dengan P4

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.009 sehingga, Nilai Sig $0.009 < 0,05$ maka perlakuan P1 berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P2 dengan P3

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-.522
Asymp. Sig. (2-tailed)	.602
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.690 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.602 sehingga, Nilai Sig $0.602 > 0,05$ maka perlakuan P2 tidak berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P2 dengan P4

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	6.500
Wilcoxon W	21.500
Z	-1.257
Asymp. Sig. (2-tailed)	.209
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.222 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.209 sehingga, Nilai Sig $0.209 > 0,05$ maka perlakuan P2 tidak berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P3 dengan P4

	sel_darah_putih
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-1.149
Asymp. Sig. (2-tailed)	.251
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.310 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa sel darah merah tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.251 sehingga, Nilai Sig $0.251 > 0,05$ maka perlakuan P3 tidak berbeda secara signifikan dengan P4.

Lampiran 5. Data berat hati *Mus musculus*

Pengulangan	Perlakuan				
	Po	P1	P2	P3	P4
1	1.8411	1.6295	2.1415	1.8836	1.6677
2	1.9131	1.7767	1.0943	1.7442	1.8134
3	1.7927	2.0378	1.5890	1.9207	1.8217
4	1.8677	1.6354	1.3857	1.2324	1.7976
5	1.7582	1.5094	1.1134	2.0392	1.9513
Jumlah	9.1728	8.5888	7.3239	8.8201	9.0516
Rata-rata	1.8346	1.7178	1.4648	1.7640	1.8103

Lampiran 6. Analisis Data Berat Hati *Mus musculus*

Tests of Normality

perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
berat_hati po	.154	5	.200 [*]	.984	5	.955
p1	.258	5	.200 [*]	.913	5	.483
p2	.195	5	.200 [*]	.888	5	.347
p3	.275	5	.200 [*]	.843	5	.173
p4	.255	5	.200 [*]	.932	5	.609

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
berat_hati	Based on Mean	2.840	4	20	.051
	Based on Median	1.568	4	20	.221
	Based on Median and with adjusted df	1.568	4	11.236	.249
	Based on trimmed mean	2.638	4	20	.064

Dari tes normalitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh data berat hati setiap kelompok berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi > 0,05. Oleh karena itu, data dianalisis dengan Anova one-way.

ANNOVA

Data Berat Hati

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.442	4	.110	1.627	.206
Within Groups	1.357	20	.068		
Total	1.799	24			

Dari analisis anova diperoleh data berat hati setiap kelompok tidak berbeda nyata, dikarenakan taraf nyata (tingkat signifikansi) 5% pada tabel (F tabel) adalah 2,87 sedangkan F hitung adalah 1,627 sehingga, nilai F hitung 1,627 < F tabel 2,87 dan juga karena nilai signifikansi 0,206 > 0,05.

Lampiran 7 Volume hati *Mus musculus*

Pengulangan	Perlakuan				
	Po	P1	P2	P3	P4
1	2	3	3	3	3
2	2	3	2	3	4
3	1	4	2	3	3
4	1	2	2	2	3.5
5	2	2	2	4	4
Jumlah	8	14	11	15	17.5
Rata-rata	1.6	2.8	2.2	3	3.5

Lampiran 8 Analisis Volume hati *Mus musculus*

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Volume_hati Po	.367	5	.026	.684	5	.006
p1	.231	5	.200	.881	5	.314
p2	.473	5	.001	.552	5	.000
p3	.300	5	.161	.883	5	.325
p4	.241	5	.200	.821	5	.119

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Volume_hati Based on Mean	.592	4	20	.673
Based on Median	.435	4	20	.782
Based on Median and with adjusted df	.435	4	16.928	.782
Based on trimmed mean	.649	4	20	.634

Dari tes normalitas dengan uji Shapiro-Wilk diperoleh data volume hati setiap kelompok tidak berdistribusi normal hal ini dilihat pada nilai signifikansi < 0,05. Oleh karena itu, data dianalisis dengan Kruskal Wallis.

KRUSKAL WALLIS

Test Statistics^{a,b}

	Volume_hati
Chi-Square	14.281
df	4
Asymp. Sig.	.006

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis kruskal wallis diperoleh bahwa volume hati setiap kelompok berbeda nyata, dikarenakan tingkat signifikasi (Asymp Sig) adalah 0.006 sehingga, Nilai Sig $0.006 < 0,05$ dan dikarenakan statistic hitung 14.281 lebih besar dari pada statistic tabel 9.49 ($14.281 > 9.49$) maka dilanjutkan dengan uji lanjut Mann Whitney.

MANN WHITNEY

Perlakuan P0 dengan P1

Test Statistics ^b	
	Volume_hati
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-2.132
Asymp. Sig. (2-tailed)	.033
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikasi (Asymp Sig) adalah 0.033 sehingga, Nilai Sig $0.033 < 0,05$ maka perlakuan Po berbeda secara signifikan dengan P1.

Perlakuan P0 dengan P2

Test Statistics ^b	
	Volume_hati
Mann-Whitney U	6.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-1.678
Asymp. Sig. (2-tailed)	.093
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.222 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikasi (Asymp Sig) adalah 0.093 sehingga, Nilai Sig $0.093 > 0,05$ maka perlakuan Po tidak berbeda secara signifikan dengan P2.

Perlakuan P0 dengan P3

Test Statistics ^b	
	Volume_hati
Mann-Whitney U	1.500
Wilcoxon W	16.500
Z	-2.410
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikasi (Asymp Sig) adalah 0.016 sehingga, Nilai Sig $0.016 < 0,05$ maka perlakuan Po berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P0 dengan P4

	Volume_hati
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.668
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.008 sehingga, Nilai Sig $0.008 < 0,05$ maka perlakuan Po berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P1 dengan P2

	Volume_hati
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-1.315
Asymp. Sig. (2-tailed)	.189
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.310 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.189 sehingga, Nilai Sig $0.189 > 0,05$ maka perlakuan P1 tidak berbeda secara signifikan dengan P2.

Perlakuan P1 dengan P3

	Volume_hati
Mann-Whitney U	10.500
Wilcoxon W	25.500
Z	-.454
Asymp. Sig. (2-tailed)	.650
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.690 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.650 sehingga, Nilai Sig $0.650 > 0,05$ maka perlakuan P1 tidak berbeda secara signifikan dengan P3

Perlakuan P1 dengan P4

	Volume_hati
Mann-Whitney U	6.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-1.424
Asymp. Sig. (2-tailed)	.154
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.222 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.154 sehingga, Nilai Sig $0.154 > 0,05$ maka perlakuan P1 tidak berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P2 dengan P3

	Volume_hati
Mann-Whitney U	4.500
Wilcoxon W	19.500
Z	-1.848
Asymp. Sig. (2-tailed)	.065
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.095 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.065 sehingga, Nilai Sig $0.065 > 0,05$ maka perlakuan P2 tidak berbeda secara signifikan dengan P3.

Perlakuan P2 dengan P4

	Volume_hati
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	16.000
Z	-2.520
Asymp. Sig. (2-tailed)	.012
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.016 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.012 sehingga, Nilai Sig $0.012 < 0,05$ maka perlakuan P2 berbeda secara signifikan dengan P4.

Perlakuan P3 dengan P4

	Volume_hati
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-1.243
Asymp. Sig. (2-tailed)	.214
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.310 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Dari analisis terlihat bahwa volume hati tingkat signifikansi (Asymp Sig) adalah 0.214 sehingga, Nilai Sig $0.214 > 0,05$ maka perlakuan P3 tidak berbeda secara signifikan dengan P4.

Lampiran 9

SILABUS MATA KULIAH FISILOGI HEWAN BERBASIS KOMPETENSI

Program Studi	: Pendidikan Biologi
Mata Kuliah	: FISILOGI HEWAN
Kode Mata Kuliah	: BIO-
Bobot SKS/Semester	: 4 (3-1)
Mata Kuliah Prasyarat	: Biologi Umum , Struktur Hewan
Mata Kuliah Prasyarat Bagi	:
Dosen Pengampu	: Dr. Aceng Ruyani, Bhakti Karyadi, M.Pd, Abdul Rachman, M.Si

- A. DESKRIPSI MATA KULIAH:** Matakuliah praktikum Fisiologi Hewan ini bersifat aplikasi untuk mengetahui metabolisme hewan, sel darah merah, pembekuan darah dan jumlah sel darah merah, tekanan darah dan denyut jantung, respirasi, dan urin dan cairan tubuh
- B. STANDAR KOMPETENSI:** Mahasiswa dapat memahami, mengetahui, mengenal dan menjelaskan metabolisme hewan, sel darah merah, pembekuan darah dan jumlah sel darah merah, tekanan darah dan denyut jantung, respirasi, dan urin dan cairan tubuh

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Perkuliahan	Kegiatan pembelajaran	Waktu	Sumber Belajar	Penilaian
3. Memahami konsep hematologi	Kognitif a. Produk <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan komponen darah • Menjelaskan proses hematopoiesis • Menjelaskan fungsi darah • Menjelaskan gangguan pada darah • Menjelaskan uji hematologi b. proses <ul style="list-style-type: none"> • Membaca uraian materi didalam handout • Melakukan eksperimen mengenai hematologi 	Pengertian sel darah merah, sel darah putih, macam-macam sel darah putih, fungsi sel darah merah dan putih, proses pembentukan darah serta penyakit yang berhubungan dengan darah	Kegiatan mahasiswa <ol style="list-style-type: none"> 1. Belajar menggunakan handout 2. Melakukan percobaan mengenai darah 	2X50 menit	Handout hematologi serta buku-buku yang relevan	Teknik (tes/non tes) dan instrument (soal-soal evaluasi handout)

Lampiran 10**SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)**

Mata Kuliah	: FISILOGI HEWAN
Semester	: IV
Jumlah Pertemuan	: 1 x pertemuan
Alokasi Waktu	: 120'
Standar Kompetensi	: Mahasiswa dapat memahami, mengetahui, mengenal dan menjelaskan metabolisme hewan, sel darah merah, pembekuan darah dan jumlah sel darah merah, tekanan darah dan denyut jantung, respirasi, dan urin dan cairan tubuh
Kompetensi Dasar	: 3. Memahami konsep hematologi

a. Kognitif

1. Produk
 - a. Menjelaskan komponen darah
 - b. Menjelaskan proses hematopoiesis
 - c. Menjelaskan fungsi darah
 - d. Menjelaskan gangguan pada darah
 - e. Menjelaskan uji hematologi
2. Proses
 - a. Membaca uraian materi didalam handout
 - b. Melakukan eksperimen mengenai hematologi

b. Psikomotor

Teliti dalam melakukan praktikum pengaruh crude ekstrak etanol daun *Etlingera hemisphaerica* terhadap detoksifikasi merkuri pada hati *Mus musculus*

c. Afektif

Karakter : berpikir kreatif, kritik dan logis berkerja teliti, jujur dan bertanggung jawab.

Keterampilan social : mampu berkerja sama dalam kelompok dan menjadi pendengar yang baik dan menanggapi pendapat orang lain.

II. Tujuan Pembelajaran

1. Produk
 - a. Menjelaskan komponen darah
 - b. Menjelaskan proses hematopoiesis
 - c. Menjelaskan fungsi darah
 - d. Menjelaskan gangguan pada darah
 - e. Menjelaskan uji hematologi
2. Proses
 - a. Membaca uraian materi didalam handout
 - b. Melakukan eksperimen mengenai hematologi

b. Psikomotor

Teliti dalam melakukan praktikum pengaruh crude ekstrak etanol daun *Etilingera hemisphaerica* terhadap detoksifikasi merkuri pada hati *Mus musculus*

c. Afektif

Karakter : berpikir kreatif, kritik dan logis berkerja teliti, jujur dan bertanggung jawab.

Keterampilan social : mampu berkerja sama dalam kelompok dan menjadi pendengar yang baik dan menanggapi pendapat orang lain.

III.Materi Ajar

Pengertian sel darah merah, sel darah putih, macam-macam sel darah putih, fungsi sel darah merah dan putih, proses pembentukan darah serta penyakit yang berhubungan dengan darah.

IV.Model Pembelajaran dan Metode Pembelajaran

Model : Pembelajaran Langsung

Metode : Diskusi, Tanya jawab, dan penugasan.

IV. Langkah- Langkah Pembelajaran

a. Kegiatan awal

1. Pra Kegiatan
 - a. Dosen mengecek kehadiran mahasiswa
 - b. Dosen mengkondisikan mahasiswa untuk siap belajar
 - c. Dosen menyampaikan topic serta kompetensi yang dituntut dalam topic tersebut

2. Kegiatan membuka/pendahuluan
 - a. Dosen memberikan soal pretes
 - b. Dosen melakukan apresepsi tentang hematologi
 - c. Dosen memotivasi mahasiswa dengan memberikan penjelasan secara singkat mengenai hematologi
 - d. Dosen menyampikan tujuan pembelajaran dan langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan

b. Kegiatan inti

1. Dosen memberikan handout sebagai sumber belajar
2. Dosen memberikan petunjuk cara menggunakan handout
3. Mahasiswa diperintahkan untuk membaca handout yang telah diberikan
4. Dosen membimbing mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam memahami isi handout.

c. Kegiatan akhir

1. Mahasiswa mengerjakan lembar soal posttest yang ada
2. Dosen menginformasikan pembelajaran yang akan dilaksanakan berikutnya
3. Dosen menutup pembelajaran dengan baik

V. Media dan Sumber Belajar

Media : laptop dan LCD

Sumber belajar : handout

VI. Penilaian

1. Prosedur : proses, tes awal (pretest) dan tes akhir (post akhir)
2. Teknik : tes
3. Bentuk tes : tertulis
4. Instrument : lembar tes

Bengkulu, Maret 2013

Peneliti

Rendi Zulni Eka Putri, S.Pd

Lampiran 11 Format Instrumen Evaluasi Formatif Bahan Ajar

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

Judul Bahan Ajar : Hematologi
Mata Kuliah : .Fisiologi Hewan
Penulis : Rendi Zulni Eka Putri
Evaluator : Bevo Wahono, S.Pd., M.Pd
Tanggal : 08/03/2013

Petunjuk pengisian

Berilah tanda check (v) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Anda.

1 = sangat tidak baik/sesuai

2 = kurang sesuai

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik/sesuai

No	Komponen	1	2	3	4	5
	KELAYAKAN ISI					
1	Kesesuaian dengan SK, KD					√
2	Kesesuaian dengan kebutuhan siswa					√
3	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar					√
4	Kebenaran substansi materi					√
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					√
6	Kesesuaian dengan nilai-nilai, moralitas, sosial				√	
	KEBAHASAAN					
7	Keterbacaan				√	
8	Kejelasan informasi					√

9	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia				√	
10	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien				√	
	SAJIAN					
11	Kejelasan tujuan			√		
12	Urutan penyajian				√	
13	Pemberian motivasi			√		
14	Interaktivitas (stimulus dan respond)				√	
15	Kelengkapan informasi				√	
	KEGRAFISAN					
16	Penggunaan font (jenis dan ukuran)				√	
17	Lay out, tata letak				√	
18	Ilustrasi, grafis, gambar, foto				√	
19	Desain tampilan					√

Berdasarkan penilaian semua komponen Handout ini :

Layak √

Tidak layak

Jember, 08/03/2013

Penilai



Bevo Wahono, S.Pd., M.Pd

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

Judul Bahan Ajar : Handout Hematologi
 Mata Kuliah : Fisiologi Hewan
 Penulis : Rendi Zulni Eka Putri
 Evaluator : Zico Fakhurur Rozi
 Tanggal : 14 Maret 2013

Petunjuk pengisian

Berilah tanda check (v) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Anda.

1 = sangat tidak baik/sesuai

2 = kurang sesuai

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik/sesuai

No	Komponen	1	2	3	4	5
	KELAYAKAN ISI					
1	Kesesuaian dengan SK, KD					V
2	Kesesuaian dengan kebutuhan siswa				V	
3	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar					V
4	Kebenaran substansi materi					V
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan				V	
6	Kesesuaian dengan nilai-nilai, moralitas, sosial				V	
	KEBAHASAAN					
7	Keterbacaan				V	
8	Kejelasan informasi				V	
9	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia			V		
10	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien				V	
	SAJIAN					
11	Kejelasan tujuan					V
12	Urutan penyajian					V

13	Pemberian motivasi			V		
14	Interaktivitas (stimulus dan respond)				V	
15	Kelengkapan informasi					V
	KEGRAFISAN					
16	Penggunaan font (jenis dan ukuran)				V	
17	Lay out, tata letak				V	
18	Ilustrasi, grafis, gambar, foto					V
19	Desain tampilan				V	

Berdasarkan penilaian semua komponen Handout ini :

Layak ✓	Tidak layak
---------	-------------

Bengkulu, Maret 2013

Penilai



Zico Fakhur Razi, M.Pd, Si

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

Judul Bahan Ajar : handout hematologi
 Mata Kuliah : fisiologi hewan
 Penulis : rendi zulni eka putri
 Evaluator : Dian Samitra, M.Pd.Si
 Tanggal : 10 Maret 2013

Petunjuk pengisian

Berilah tanda check (v) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Anda.

1 = sangat tidak baik/sesuai

2 = kurang sesuai

3 = cukup

4 = baik

5 = sangat baik/sesuai

No	Komponen	1	2	3	4	5
	KELAYAKAN ISI					
1	Kesesuaian dengan SK, KD					√
2	Kesesuaian dengan kebutuhan mahasiswa				√	
3	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar				√	
4	Kebenaran substansi materi				√	
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan				√	
6	Kesesuaian dengan nilai-nilai, moralitas, sosial				√	
	KEBAHASAAN					
7	Keterbacaan				√	
8	Kejelasan informasi				√	
9	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia					√
10	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien					√

	SAJIAN					
11	Kejelasan tujuan				√	
12	Urutan penyajian				√	
13	Pemberian motivasi					√
14	Interaktivitas (stimulus dan respond)			√		
15	Kelengkapan informasi				√	
	KEGRAFISAN					
16	Penggunaan font (jenis dan ukuran)				√	
17	Lay out, tata letak			√		
18	Ilustrasi, grafis, gambar, foto					√
19	Desain tampilan					√
Berdasarkan penilaian semua komponen Handout ini :						
		Layak Layak digunakan		Tidak layak		

Bengkulu, 2013
Penilai



Dian Samitra, M.Pd.Si

Format Instrumen Evaluasi Formatif Bahan Ajar

INSTRUMEN EVALUASI FORMATIF

Judul Bahan Ajar : Herpetologi
 Mata Kuliah : Pisuan
 Penulis : Rendy E. P.
 Evaluator : Moh. Ridwan, M.Si
 Tanggal : 30-03-13

Petunjuk pengisian

Berilah tanda check (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Anda.

- 1 = sangat tidak baik/sesuai
- 2 = kurang sesuai
- 3 = cukup
- 4 = baik
- 5 = sangat baik/sesuai

No	Komponen	1	2	3	4	5
	KELAYAKAN ISI					✓
1	Kesesuaian dengan SK, KD					✓
2	Kesesuaian dengan kebutuhan siswa					✓
3	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar				✓	
4	Kebenaran substansi materi					✓
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					✓
6	Kesesuaian dengan nilai-nilai, moralitas, sosial					✓
	KEBAHASAAN					✓
7	Keterbacaan				✓	✓
8	Kejelasan informasi				✓	
9	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia				✓	
10	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien				✓	
	SAJIAN					
11	Kejelasan tujuan					✓
12	Urutan penyajian					✓

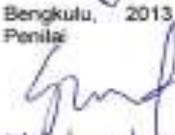
13	Pemberian motivasi			✓	
14	Interaktivitas (stimulus dan respond)			✓	
15	Kelengkapan informasi				✓
	KEGRAFISAN				
16	Penggunaan font (jenis dan ukuran)				✓
17	Lay out, tata letak				✓
18	Ilustrasi, grafis, gambar, foto			✓	
19	Desain tampilan				✓

Komentar/saran evaluator:

1. Setiap gambar / tabel perlu dilengkapi dengan teks. di: Gbr 2, Gbr 3, tabel 3 belum ada varian of less. Gambar dan tabel perlu dicat bagian bawah.
2. Ada beberapa kalimat yg tidak disertai dengan informasi awal spt Juru Angkasa. Ada juga yang antar kalimat informasinya saling meniadakan. Tolong ditinjau.
3. Beberapa kalimat masih ada yg menimbulkan kerancuan makna. Ada jdi kalimat telah panjang, padangan 1 kata yg bisa ditinjau atau struktur kalimat yg masih mengadopsi struktur bahasa awal (translation)
4. Mirip-mirip yg bisa ditinjau
 - a. Semua di klaim
 - b. Pembacaan desk
5. Alarsil = gend. fuyahukahn.

Berdasarkan penilaian semua komponen Handout ini :

Layak	✓	Tidak layak
-------	---	-------------

g0 Mamt
 Bengkulu, 2013
 Penilai

 Abdul Rahman, M.Si

Lampiran 12 Hasil pretest dan posttest

No	NPM	Pretest	Posttest
1	19	60	87
2	15	53	87
3	38	46	87
4	27	60	67
5	6	86	87
6	4	40	87
7	31	60	87
8	21	53	87
9	25	33	80
10	16	46	73
11	9	60	87
12	30	60	87
13	29	60	80
14	2	60	93
15	33	66	87
16	23	60	93
17	7	73	87
18	37	53	87
19	13	60	87
20	12	40	87
21	18	46	93
22	20	66	93
23	5	53	67
24	24	53	80
25	26	40	87
26	39	53	73
27	1	40	87
28	14	26	93
29	17	46	87
30	36	86	100
31	3	40	80
32	40	20	93

Lampiran 13 Hasil Analisis Pretest dan posttest

Descriptives

Perlakuan			Statistic	Std. Error		
nilai	pretest	Mean	53.06	2.582		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	47.80		
			Upper Bound	58.33		
		5% Trimmed Mean	52.94			
		Median	53.00			
		Variance	213.415			
		Std. Deviation	14.609			
		Minimum	20			
		Maximum	86			
		Range	66			
		Interquartile Range	19			
		Skewness	.112	.414		
		Kurtosis	.673	.809		
			posttest	Mean	85.53	1.311
				95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	82.86
Upper Bound	88.20					
5% Trimmed Mean	85.90					
Median	87.00					
Variance	54.967					
Std. Deviation	7.414					
Minimum	67					
Maximum	100					
Range	33					
Interquartile Range	5					
Skewness	-.993			.414		
Kurtosis	1.241			.809		

Tests of Normality

perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
nilai pretest	.161	32	.034	.955	32	.198
posttest	.329	32	.000	.843	32	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
nilai	Based on Mean	8.593	1	62	.005
	Based on Median	10.113	1	62	.002
	Based on Median and with adjusted df	10.113	1	52.150	.002
	Based on trimmed mean	9.036	1	62	.004

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
postest - pretest	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	32 ^b	16.50	528.00
	Ties	0 ^c		
	Total	32		

a. postest < pretest

b. postest > pretest

c. postest = pretest

Test Statistics^d

	postest - pretest
Z	-4.951 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Pair	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pretest	32	53.06	14.609	2.582
posttest	32	85.53	7.414	1.311

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	32	.099	.590

Paired Samples Test

	Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 pretest - posttest	-32.469	15.715	2.778	-38.135	-26.803	-11.687	31	.000

LAMPIRAN 14 SOAL PRETEST DAN

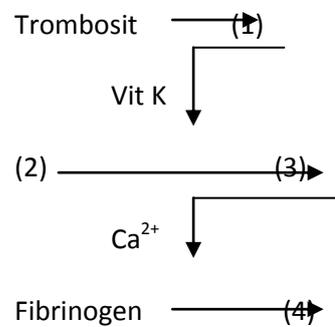
POSTTEST

1. Jenis leukosit yang persentasenya paling banyak di dalam tubuh adalah...
 - a. Basofil
 - b. Eosinofi
 - c. Limfosit
 - d. Monosit
 - e. Neutrofil
2. Protein pada hemoglobin yang dirombak menjadi bilirubin dan biliverdin di hati adalah...
 - a. Albuin
 - b. Hemin
 - c. Globin
 - d. Globulin
 - e. Fibrinogen
3. Tabel berikut ini menunjukkan hasil tes darah pada beberapa siswa.

Siswa	Aglutinogen		
	A	B	AB
1	+	-	-
2	-	+	-
3	-	-	-
4	+	+	+

Berdasarkan tabel maka dapat diketahui bahwa...

- a. 1 bergolongan darah B
 - b. 2 bergolongan darah A
 - c. 3 bergolongan darah O
 - d. 4 bergolongan darah)
 - e. 1 bergolongan darah AB
4. Pembentukan sel darah merah membutuhkan unsur mineral berupa...
 - a. Seng (Zn)
 - b. Kalium (K)
 - c. Flour (F)
 - d. Zat besi (Fe)
 - e. Yodium (I)
 5. Perhatikan skema pembekuan darah berikut ini !



Bagian yang ditunjukkan oleh nomor 1 dan 3 adalah...

- a. Tromboplastin dan Protrombin
- b. Trombokinase dan Trombin
- c. Thrombin dan Trombokinase
- d. Protrombin dan Trombin

- e. Trombokinase dan Fibrin
6. Hasil laboratorium tuan budi adalah sebagai berikut :

Komponen sel-sel darah	Per mm ³ darah	Hasil Lab
Eritrosit	4-6 juta	5,1 juta
Leukosit	4,5-10 ribu	6,8 ribu
Trombosit	150-300 ribu	70 ribu

Dari hasil laboratorium, tuan budi diduga menderita penyakit...

- a. Aids
 - b. Tifus
 - c. Hepatitis
 - d. Flu burung
 - e. Demam berdarah
7. Apabila kita melakukan analisis komponen darah dengan memusingkan darah dan kemudian diamati dengan mikroskop kita akan mendapat hasil...
- a. Komponen cair (plasma darah) sebesar 55% dan komponen padat sebesar 45% berupa eritrosit, leukosit dan trombosit
 - b. Komponen cair (plasma darah) sebesar 45% dan

komponen padat sebesar 55% berupa eritrosit, leukosit dan trombosit

- c. Komponen cair berupa eritrosit, leukosit dan trombosit sebesar 45% dan komponen padat sebesar 55% berupa plasma darah
- d. plasma sebesar 30%, 30% eritrosit, leukosit 20% dan trombosit 20%
- e. plasma 45%, eritrosit 20%, leukosit 20% dan trombosit 15%.

8. Kelainan dimana leukosit berlebihan, hemoglobin abnormal sehingga berbentuk huruf S dan darah sulit membeku karena endapan kapur secara berurutan disebut...

- a. Hemofilia, anemia sel sabit dan arteriosklerosis
- b. Hemofilia, anemia sel sabit dan arteriosklerosis
- c. Talasemia, hemofilia dan arteriosklerosis
- d. Leukemia, talasemia dan hemofilia
- e. Leukositosis, talasemia, dan varises

9. Perhatikan tahapan pembekuan darah:
- 1) Trombosit pecah menghasilkan enzim trombokinase
 - 2) Pengaktifan protrombin menjadi thrombin oleh enzim trombokinase
 - 3) Pembentukan benang-benang fibrin dari fibrinogen dibantu oleh thrombin
 - 4) Benang-benang fibrin menutup luka
- Urutan yang benar proses pembekuan darah adalah ...
- a. 1,2,3,4
 - b. 1,3,2,4
 - c. 1,2,4,3
 - d. 2,1,3,4
 - e. 2,1,4,3
10. Hemofilia termasuk kedalam kelainan...
- a. Hereditas
 - b. Autoimun
 - c. Sekunder
 - d. Idiopatik
 - e. Multipatologi
11. Ilmu yang mempelajari tentang darah, tempat pembentukan darah dan gangguan pada sistem peredaran darah adalah....
- a. Hematologi
 - b. Embriologi
 - c. Immunologi
 - d. Virology
 - e. Zoology
12. Sel penghasil antibodi ialah...
- a. Leukosit
 - b. Monosit
 - c. Limfosit
 - d. Basofil
 - e. Isograph
13. Fagositosis merupakan peristiwa
- a. Ditelannya pathogen atau benda asing oleh sel darah merah
 - b. Ditelannya neutrofil dan monosit oleh sel pathogen
 - c. Ditelannya sel pathogen oleh makrofag
 - d. Ditelannya makrofag oleh trombosit
 - e. Ditelannya pathogen oleh trombosit
14. Sel-sel darah berikut yang menurun jumlahnya ketika seseorang menderita penyakit demam berdarah adalah...
- a. Basofil
 - b. Eosinofil

- c. Monosit
 - d. Leukosit
 - e. Trombosit
15. Sistem kekebalan tubuh memiliki beberapa sel antara lain...
- a. Antibodi dan antigen
 - b. Granuler dan agranuler
 - c. Neutrofil dan makrofag
 - d. Sel A dan sel B
 - e. Sel T dan sel B

KUNCI JAWABAN:

- 1. E
- 2. B
- 3. C
- 4. D
- 5. B
- 6. E
- 7. A
- 8. D
- 9. A
- 10. A
- 11. A
- 12. C
- 13. C
- 14. E
- 15. E

Lampiran 15 Foto-foto Penelitian



Foto daun honje yang telah dikeringkan



Proses Maserasi



Proses Rotatory Evaporator



Hasil Rotatory



Proses Menggavage



Proses Menghitung Sel darah



Proses mengukur volume



Proses menimbang berat



Proses Penghitungan SGPT



Fiksatif organ dengan Bouin



Mahasiswa mengerjakan Pretest



Mahasiswa Mengerjakan Postest

LAMPIRAN 16 Handout

Program Studi	:	Pendidikan Biologi
Mata Kuliah	:	Fisiologi Hewan
Semester	:	IV
Standar Kompetensi	:	Mahasiswa dapat memahami, mengetahui, mengenal dan menjelaskan metabolisme hewan, sel darah merah, pembekuan darah dan jumlah sel darah merah, tekanan darah dan denyut jantung, respirasi, dan urin dan cairan tubuh
Kompetensi Dasar	:	Memahami konsep hematologi
Indikator	:	<ul style="list-style-type: none">a. Produk<ul style="list-style-type: none">a. Menjelaskan komponen darahb. Menjelaskan proses Hematopoiesisc. Menjelaskan fungsi darahd. Menjelaskan gangguan pada darahe. Menjelaskan uji hematologib. Proses<ul style="list-style-type: none">a. Membaca uraian materi didalam handoutb. Melakukan eksperimen mengenai hematologi
Alokasi Waktu	:	2X50'
Disusun oleh	:	Rendi Zulni Eka Putri, S.Pd

2013



HANDOUT

HEMATOLOGI
FISIOLOGI HEWAN

RENDI ZULNI EKA PUTRI
A2LO11025

PROGRAM PASCASARJANA S2 PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS BENGKULU

2013





KATA PENGANTAR

Assalammualaikum. Wr.Wb.

Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan handout pembelajaran dalam rangka penyelesaian tugas akhir pada program pendidikan S2 telah selesai disusun. Tidak tertutup kemungkinan masih banyak kekurangan yang terdapat pada handout ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan. Modul ini merupakan pengembangan dari bahan ajar biologi yang membahas tentang hematologi.

Penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan handout ini. Semoga bimbingan serta do'a dari semua pihak mendapat imbalan yang berlipat ganda dari Allah, SWT. Amin Ya Robbal Alamin. Demi kesempurnaan handout ini tak lupa kami mengharapkan sumbangan pemikiran dan saran dari berbagai pihak. Penulis berharap handout ini dapat bermanfaat, khususnya bagi pembaca.

Bengkulu, Maret 2012

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
A. PENDAHULUAN	1
B. ISI	
B.1 Fungsi Darah.....	2
B.2 Hematopoiesis.....	3
B.3 Komposisi Darah.....	6
B.4 Penyakit Pada Darah.....	18
B.5 Uji Hematologi.....	22
C. PENGAYAAN	34
GLOSARIUM	45
DAFTAR PUSTAKA	46



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1 Skema Komposisi Darah	7
GAMBAR 2 Pemisahan Darah	9
GAMBAR 3 Sel Darah Merah.....	3
GAMBAR 4 Skema Sel Darah Putih	12
GAMBAR 5 Macam-macam Sel Darah Putih	16
GAMBAR 6 Skema Pembekuan Darah	17
GAMBAR 7 Tanaman Honje	34
GAMBAR 8 Grafik Rata-rata SGPT.....	43



DAFTAR TABEL

TABEL 1 Fungsi Dari Komponen Darah	3
TABEL 2 Tempat Hematopoiesis	4
TABEL 3 Penggolongan Darah	12
TABEL 4 Hitung Jenis Leukosit.....	26
TABEL 3 Rata-rata Pengukuran Berat Badan <i>Mus musculus</i>	40
TABEL 4 Rata-rata Pengukuran Sel Darah Merah dan Putih.....	41
TABEL 5 Rata-rata Pengukuran Berat dan Volume Hati <i>Mus musculus</i>	42

A. PENDAHULUAN

Uraian materi handout ini adalah fungsi darah, hematopoiesis, komponen darah gangguan darah dan uji hematologi. Penggunaan media handout hematologi ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber belajar mahasiswa pada mata kuliah fisiologi hewan.

Hematologi adalah ilmu yang mempelajari tentang darah serta jaringan yang membentuk darah. Hematologi mengkaji tentang sel-sel darah, sum-sum tulang tempat darah diproduksi dan jaringan limfoid tempat sel darah disimpan jika tidak bersirkulasi. Darah berbentuk cairan dan berfungsi sebagai alat transportasi untuk mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme dari sel menuju organ ekskresi dan juga berperan dalam mengatur suhu tubuh, menjaga konsentrasi konstan dari air dan elektrolit dalam sel, regulasi konsentrasi ion hidrogen tubuh dan pertahanan terhadap serangan mikroorganisme.

Jika tubuh mengalami gangguan fisiologis maupun patologis maka struktur darah dapat mengalami perubahan. Perubahan struktur darah dapat disebabkan faktor internal seperti pertambahan umur, kesehatan, siklus estrus dan suhu tubuh. Sedangkan faktor eksternal adalah infeksi kuman, perubahan suhu lingkungan, dan fraktura terbuka. Oleh karena itu, darah dapat menentukan tingkat kesehatan seseorang sehingga perlu adanya pemeriksaan darah atau uji hematologi dalam mendiagnosa suatu penyakit, sebab hasil yang diperoleh lebih akurat.

B. ISI

B.1 FUNGSI DARAH

Darah merupakan komponen essential bagi makhluk hidup. Darah berada dalam ruang vaskuler karena perannya sebagai media komunikasi antar sel ke berbagai bagian tubuh. Secara umum fungsi darah adalah sebagai berikut :

1. Transport internal

Darah membawa berbagai macam substansi untuk fungsi metabolisme.

- a. Respirasi. Gas Oksigen dan karbondioksida dibawa oleh hemoglobin dalam sel darah merah dan plasma, kemudian terjadi pertukaran gas di paru-paru.
 - b. Nutrisi. Nutrient/zat gizi diabsorpsi dari usus, kemudian dibawa dalam plasma ke hati dan jaringan lain yang digunakan untuk metabolisme.
 - c. Sekresi. Hasil metabolisme di bawa plasma ke dunia luar melalui ginjal
 - d. Mempertahankan air, elektrolit dan keseimbangan asam basa yang berperan dalam hemoestasis.
 - e. Regulasi metabolisme. Hormon dan enzim atau keduanya yang mempunyai efek dalam aktivitas metabolisme sel.
- #### 2. Proteksi tubuh terhadap bahaya mikroorganisme yang merupakan fungsi dari sel darah putih
- #### 3. Proteksi terhadap cedera dan pendarahan. Proteksi terhadap respon peradangan local terhadap cedera jaringan. Pencegahan pendarahan merupakan fungsi dari trombosit karena adanya factor pembekuan, fibrinolitik yang ada dalam plasma
- #### 4. Fungsi mengatur suhu tubuh
- a. Cairan tubuh mempunyai kemampuan menyimpan panas yang banyak
 - b. Darah mempunyai sirkulasi yang cepat sehingga panas akan segera disebarkan ke seluruh tubuh
 - c. Panas yang diterima dihantarkan oleh darah ke pembuluh darah di permukaan tubuh

- d. Panas akan dihantarkan ke kulit dan paru-paru untuk proses penguapan.

Secara khusus fungsi dari komponen darah dapat dilihat di tabel di bawah ini :

Tabel 1 Fungsi Komponen Darah

Komponen Darah	Fungsi
Sel darah a. Eritrosit (sel darah merah) b. Leukosit (sel darah putih) c. Trombosit d. Air	a. Transport oksigen b. Proteksi terhadap agen infeksi c. Berperan dalam pembekuan darah d. Sirkulasi sel darah dan berperan dalam menentukan tekanan darah
Plasma protein a. Albumin b. Fibrinogen c. Globulin d. Factor pembekuan	a. menentukan tekanan osmotik intravascular b. berperan dalam pembekuan darah c. membawa substansi protein dalam pembentukan antibodi dan respon imun. d. Berperan dalam menstabilkan pembekuan darah
Nutrisi a. Glukosa b. Asam amino c. Lemak d. Vitamin e. Elektrolit f. Hormon	a. Sumber energy b. Berperan dalam pertumbuhan dan perbaikan sel c. Sumber energy sel jika tidak ada glukosa d. Berperan dalam fisiologi fungsi tubuh e. Memfasilitasi dalam reaksi biokimia f. Berperan dalam fisiologi fungsi tubuh

B.2 HEMATOPOIESIS (PROSES PEMBENTUKAN DARAH)

Hematopoiesis merupakan proses pembentukan sel darah dimana terjadi Proliferasi sel progenitor (pluripoten/stem cell) dan mengalami diferensiasi menjadi sel matur (sel darah merah, granulocytes, monosit, megakariosit, dan lymphosit). Tempat hematopoiesis pada manusia berpindah-pindah, sesuai dengan usianya. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

JANIN	0-2 bulan (kantong kuning telur) 2-7 bulan (hati dan limpa) 5-9 bulan (sumsum tulang)
BAYI	Sumsum tulang (pada semua tulang)
DEWASA	Vertebrata, tulang iga, sternum, tulang tengkorak, sakrum dan pelvis, ujung proksimal femur

Tabel 2 Tempat Hematopoiesis

Pada orang dewasa, dalam keadaan fisiologis semua hematopoiesis terjadi pada sum-sum tulang. Dalam keadaan patologis, hematopoiesis terjadi diluar sum-sum tulang, terutama di area yang disebut sebagai hematopoiesis ektrameduler. Untuk kelangsungan hematopoiesis diperlukan hal-hal berikut ini yaitu :

1. Sel induk hematopoietik (*hematopoietic stem cell*)

Sel induk hematopoietic ialah sel-sel yang akan berkembang menjadi sel-sel darah dan juga beberapa sel dalam sum-sum tulang seperti fibroblast. Sel induk dikenal juga sebagai *pluripotent stem cell* yang mempunyai sifat mampu memperbarui diri sendiri, sehingga tidak pernah habis meskipun terus membelah (*self renewal*), mampu memperbanyak diri (*poliferatif*) dan mampu mematangkan diri menjadi sel-sel dengan fungsi tertentu (*differensiatif*).

2. Lingkungan mikro (*micro environment*) sum-sum tulang

Lingkungan mikro sum-sum tulang adalah substansi yang memungkinkan sel induk tumbuh secara kondusif. Komponen lingkungan mikro ini meliputi hal-hal berikut ini :

- a. Mikrosirkulasi dalam sum-sum tulang
- b. Sel-sel stroma (sel endotel, sel lemak, fibroblast, makrofag dan sel retikulum)
- c. Matriks ekstraseluler (fibronektin, hemonektin, laminin, kolagen, dan peptidoglikan)

Lingkungan mikro sangat penting dalam hematopoiesis karena berfungsi untuk melakukan hal-hal berikut yaitu menyediakan nutrisi dan bahan hematopoiesis yang dibawa oleh peredaran darah mikro dalam sum-sum tulang, komunikasi antar sel, dan menghasilkan zat yang mengatur hematopoiesis (*hematopoietic growth factor, cytokine*).

3. Bahan- bahan pembentuk darah

Bahan-bahan yang diperlukan untuk pembentukana darah sebagai berikut :

- a. Asam folat dan vitamin B12 : bahan pokok pembentuk inti sel
- b. Besi : diperlukan untuk pembentukan hemoglobin
- c. Cobalt , magnesium, Cu dan Zn
- d. Vitamin : vitamin C dan B kompleks

4. Mekanisme regulasi

Mekanisme regulasi sangat penting dalam hal mengatur arah dan kuantitas pertumbuhan sel dan pelepasan sel darah yang matang dari sum-sum tulang ke darah tepi, sehingga sum-sum tulang dapat merespon kebutuhan tubuh dengan cepat. Zat-zat yang berpengaruh dalam mekanisme regulasi adalah sebagai berikut :

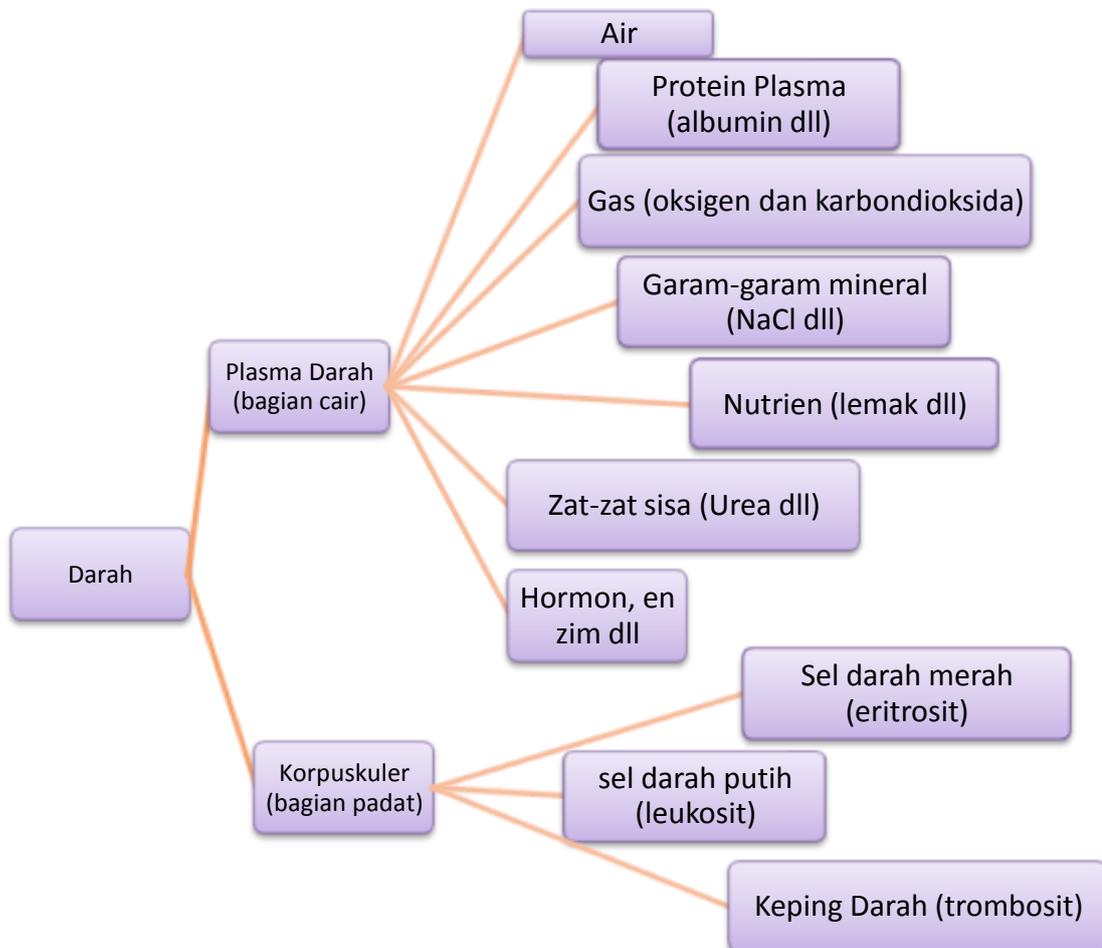
- a. Factor pertumbuhan hematopoiesis (*hemotopoietic growth factor*)
 - a.1 *Granulocyte macrophage colony stimulating factor* (GM-CSF)
 - a.2 *Granulocyte colony stimulating factor* (G-CSF)
 - a.3 *Macrophage colony stimulating factor* (M-CSF)
 - a.4 *Thrombopoietin*
 - a.5 *Burst promoting activity* (BPA)
 - a.6 *Stem cell factor*
- b. Sitokinin : ada dua jenis sitokinin yaitu sitokinin yang merangsang pertumbuhan sel induk dan sitokinin yang menekan pertumbuhan sel induk dan kedua jenis sitokinin ini harus seimbang
- c. Hormon *Hemapoetik* spesifik

Eritropoietin : hormon yang dibentuk di ginjal yang fungsi khususnya merangsang pertumbuhan precursor eritrosit
- d. Hormon non spesifik
 - a.1 Androgen : menstimulasi eritropoiesis
 - a.2 Estrogen: inhibisi eritropoiesis
 - a.3 Glukokortikoid
 - a.4 Hormon tiroid
 - a.5 Hormon pertumbuhan

B.3 KOMPONEN DARAH

Pada umumnya darah terdiri dari 55% plasma darah (bagian cair darah) dan 45% korpuskuler (bagian padat darah). Komponen korpuskuler tersebut adalah 99% berupa sel darah merah (*eritrosit*) dan 1% berupa sel darah putih (*leukosit*) dan keeping darah (*trombosit/platelet*). Sedangkan komponen plasma darah yaitu berupa 90% air dan 10% sisanya terdiri dari protein

plasma, elektrolit, gas terlarut berbagai produk sampah mikroorganismenya, nutrient, vitamin dan kolesterol. Komposisi darah lebih jelasnya dapat dilihat pada skema dibawah ini ;



Gambar 1 Skema Komposisi Darah

1. Plasma darah (bagian cair darah)

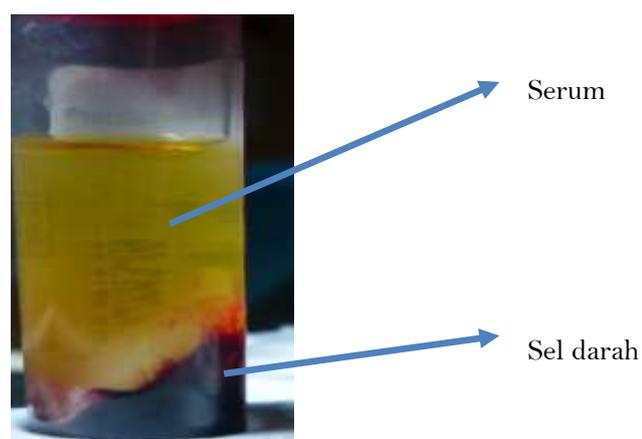
Plasma darah adalah salah satu penyusun darah yang berwujud cair serta mempengaruhi sekitar 5% dari berat badan manusia. Plasma darah memiliki warna kekuning-kuningan yang didalamnya terdiri dari 90% air, 8% protein plasma berupa albumin, globulin, fibrinogen, antiheofilik, tromboplastin dan protrombin, 0,9% garam-garam mineral berupa NaCl, KCl, fosfat, sulfat dan bikarbonat. Selain itu plasma darah juga mengandung nutrien atau bahan organik seperti lemak, asam amino, glukosa dan vitamin, gas terdiri dari karbondioksida dan oksigen, hormon serta enzim dan juga berupa zat-zat sisa/buangan seperti urea, kretinin, asam urat dan bilirubin.

Plasma darah berfungsi untuk mengangkut dan mengedarkan sari-sari makanan ke seluruh bagian tubuh manusia, dan mengangkut zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh atau dari seluruh

jaringan tubuh ke organ pengeluaran. Di dalam plasma darah terdapat beberapa protein terlarut yaitu:

- a. **Albumin** berfungsi untuk memelihara tekanan osmotik plasma dan volume darah
- b. **Globulin** berfungsi untuk mengikat hormon yang tidak larut dan sisa plasma lainnya agar dapat larut. Proses ini memungkinkan zat-zat penting terangkut di dalam darah dari tempat asalnya dibuat ke tempat zat-zat tersebut berkerja sehingga berfungsi untuk membentuk zat antibodi (melawan infeksi).
- c. **Fibrinogen** adalah sumber fibrin yang berfungsi dalam proses pembekuan darah.
- d. **Antiheofilik** berguna mencegah anemia
- e. **Tromboplastin** berguna dalam proses pembekuan darah
- f. **Protrombin** mempunyai peranan penting dalam pembekuan darah

Selain itu di Plasma darah tersusun atas serum dan fibrinogen. Serum adalah suatu cairan berwarna kuning. Serum berfungsi sebagai penghasil zat antibodi yang dapat membunuh bakteri atau benda asing yang masuk ke dalam tubuh. Serum didapatkan dengan tidak menambahkan antikoagulan ke dalam darah dan darah dibiarkan (atau didinginkan) hingga diperoleh cairan, cairan inilah yang disebut dengan serum. Sedangkan plasma diperoleh dengan menambahkan sebuah antikoagulan ke dalam darah untuk mencegah pembekuan dan memungkinkan sel-sel darah turun dengan sendirinya karena sel darah lebih berat dari plasma.



Gambar 2 Pemisahan Darah (Serum Dan Sel Darah) (Dok. Pribadi)

2. Korpuskuler (bagian padat darah)

Korpuskuler terdiri atas tiga bagian yaitu; Sel darah merah (*eritrosit*), Sel darah putih (*leukosit*) dan Keping darah (*trombosit/platelet*).

a. Sel darah merah (*eritrosit*)

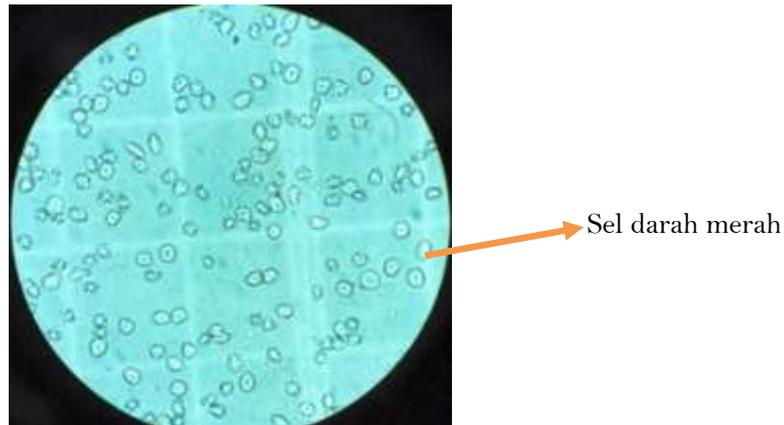
Sel darah merah atau yang juga disebut eritrosit berasal dari bahasa Yunani yaitu, erythos yang berarti merah dan kytos yang berarti selubung/sel. Eritrosit termasuk sel paling kecil dibanding sel-sel lain yang terdapat pada tubuh manusia. Sel darah merah pada manusia memiliki diameter sekitar 6-8 μm dan tebal sekitar 2 μm , berbentuk *bikonkaf* dan tidak berinti sehingga bila dilihat dari samping akan nampak seperti dua bulan sabit yang sedang bertolak belakang atau berbentuk piringan donat pipih dengan bagian tengah yang pucat.

Bikonkafitas bertujuan meningkatkan area permukaan sehingga dapat mengefektifkan pertukaran oksigen dan carbon dioksida yang dibawa oleh sel darah merah. Sel darah merah mengandung enzim *carbonic anhydras* untuk memfasilitasi transportasi karbondioksida. Enzim ini mengkatalisis reaksi reversible karbon dioksida membentuk ion bikarbonat, dengan demikian karbon dioksida dapat dikeluarkan dari tubuh oleh paru-paru.

Jumlah sel darah merah paling banyak dibanding jumlah sel darah lainnya. Secara normal, di dalam darah seorang laki-laki dewasa jumlah sel darah merah per millimeter kubik sebanyak *5 juta*. Pada perempuan dewasa, jumlah sel darah merah per milimeter kubiknya sebanyak *4,5 juta*. Sel darah merah hanya mampu bertahan selama 120 hari setelah itu sel darah merah rusak. Sel darah merah yang rusak akhirnya akan pecah menjadi partikel-partikel kecil di dalam hati dan limpa. Sebagian besar proses penghancuran ini dilakukan oleh limpa dan yang lolos akan dihancurkan oleh hati. Hal ini dikarenakan hati menyimpan kandungan zat besi dari hemoglobin yaitu heme untuk membentuk sel darah merah yang baru. Sisa Heme dalam hemoglobin diubah menjadi bilirubin (atau warna kuning empedu) dan biliverdin (warna kehijau-hijauan yang dapat dilihat saat terjadi memar).

Sel darah merah pada hewan dewasa terdiri dari 62-72% air, sisanya hampir 35% adalah padatan dan 5% sisanya adalah protein yang terdapat pada stroma dan membran sel, lipid seperti fosfolipid (lecitin, cephalin, sphingomyelin), kolesterol bebas, kolesterol ester, dan lemak netral; vitamin yang berfungsi sebagai enzim, glukosa sebagai energi; enzim seperti cholinesterase,

fosfatase, karbonik anhydrase, peptidase, dan lain-lainnya yang berhubungan dengan glikolisis, klorin (*principal intracellular anion*), magnesium, potasium, dan sodium. Faktor yang mempengaruhi unit eritrosit per volume darah pada hewan tidak hanya jumlah eritrosit tetapi juga konsentrasi hemoglobin, PCV, dan konsentrasi dari unsur darah yang lain; terutama umur, jenis kelamin, olah raga, status nutrisi, laktasi, kebuntingan, produksi telur, emosi (gembira), volume darah, tahap siklus estrus, ras, suhu lingkungan, ketinggian, dan faktor klimatik yang lain.



Gambar 3 Sel Darah Merah Mencit (Dok. Pribadi)

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi (Fe) sehingga memiliki daya gabung terhadap oksigen (O_2) membentuk oksihemoglobin (HbO_2) di dalam sel darah merah. Sedangkan merah cerah pada darah dipengaruhi oleh oksigen yang diserap dari paru-paru. Pada saat darah mengalir ke seluruh tubuh, hemoglobin melepaskan oksigen ke sel dan mengikat karbondioksida membentuk ikatan karbonmonoksihemoglobin ($HbCO$). Ikatan karbonmonoksihemoglobin ($HbCO$) berperan dalam keseimbangan pH darah. Struktur hemoglobin terdiri atas dua unsur utama yaitu: besi yang mengandung pigmen hem dan protein globin yang mempunyai rantai panjang asam amino yaitu alpha (α), beta (β), delta (δ) dan gamma (γ). Jumlah hemoglobin pada orang dewasa kira-kira 11,5-15 gram dalam 100 cc darah. Normal Hb wanita 11,5 g dan laki-laki 13,0 g.

Antigen atau aglutinogen adalah sejenis protein yang terdapat dalam sel darah merah, aglutinogen ada dua macam yaitu aglutinogen A dan aglutinogen B. seseorang memiliki dua alel (gen) yang masing-masing mengkode antigen A atau B atau tidak memiliki keduanya yang diberi nama O. Antigen Rh merupakan kelompok antigen utama lainnya pada sel darah merah yang juga diwariskan sebagai gen-gen dari masing-masing orang tua. Antigen Rh utama disebut factor Rh,

orang yang memiliki antigen Rh dianggap positif Rh (Rh+) sedangkan orang yang tidak memiliki antigen Rh dianggap Rh negative (Rh-).

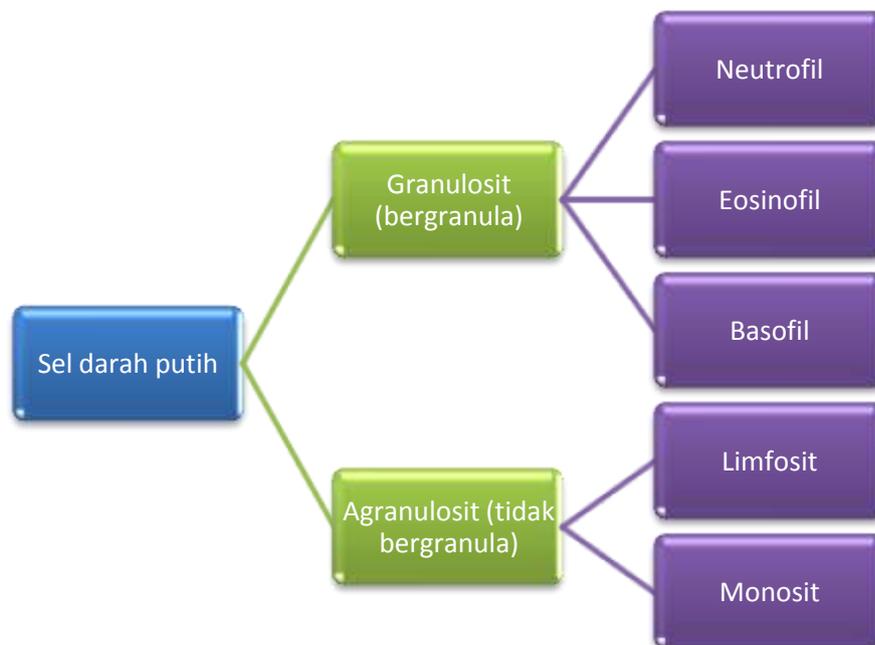
Tabel 3 Penggolongan Darah

Golongan darah	Antigen dalam eritrosit
A	Antigen A
B	Antigen B
AB	Antigen A dan B
O	Antigen tidak ada

2. Sel darah putih (*leukosit*)

Leukosit atau sel darah putih memiliki inti dan jumlahnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan eritrosit. Di dalam darah manusia, sel darah putih normal 5000-9000 sel/mm³. Jangka hidup dari leukosit belum diketahui secara pasti, namun sekitar 3- 12 hari untuk leukosit granular dan sedikit lebih lama untuk limfosit.

Terdapat enam jenis sel darah putih dalam darah yaitu neutrofil polimorfonuklear, eosinofil polimorfonuklear, basofil polimorfonuklear, monosit, limfosit, dan sel plasma. Limfosit dan monosit (agranulosit) dibentuk di jaringan limfatik dan limfonodus, tonsil, limpa, timus, dan mukosa usus sedangkan jenis sel polimorfonuklear yang memiliki penampilan granular (Granulosit) dibentuk di sumsum tulang merah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat di skema dibawah ini :



Gambar 4 Skema Sel Darah Putih



Jumlah jenis sel darah putih tertentu dapat meningkat (*leukositosis*) oleh beberapa sebab seperti pada infeksi bacterial. Pada saat infeksi bacterial jumlah leukosit khususnya neutrofil meningkat tajam, sebaliknya pada infeksi viral jumlah neutrofil menurun tajam (*leukopenia*). Penurunan jumlah neutrofil (*leukopenia*) dapat juga ditemui bersama dengan endotoksin bakteri, septicemia dan toxemia. Sedangkan pada kasus tumor (*neoplasma*) yang melibatkan sistem limpatik, jumlah limfosit dalam aliran darah meningkat dengan perubahan rasio dari eritrosit dengan leukosit.

Leukosit mempunyai peranan dalam pertahanan seluler dan humoral organisme terhadap zat-zat asing. Leukosit dapat melakukan gerakan amuboid dan melalui proses diapedesis leukosit dapat meninggalkan kapiler dengan menerobos antara sel-sel endotel dan menembus kedalam jaringan penyambung.

2.1. Leukosit bergranula

a. Neutrofil

Neutrofil merupakan jenis leukosit dengan jumlah terbanyak yaitu 55% dari jumlah total leukosit. Neutrofil dibentuk di sumsum tulang dari *neutrophilic myelocytes* ekstravaskular. Inti/nukleus dari neutrofil yang telah matang terbagi ke dalam lobus atau segmen yang saling berhubungan melalui filament dan lobus bervariasi tergantung dengan umur neutrofil.

Granul pada neutrofil ada dua yaitu granul Azurofilik mengandung lisosom dan peroksidase yang berfungsi mensuplai enzim untuk mencerna materi yang masuk seperti bakteri, virus dan sisa-sisa selular serta granul spesistik yang mengandung fosfatase alkali dan zat bakterisidal (protein kationik) yang dinamakan Fagositin. Neutrofil ada yang mengandung sedikit mitokondria, sedikit granula glikogen, retikulum endoplasma granuler dan apparatus golgi rudimenter.

Neutrofil mempunyai aktivitas amuboid dan aktif dalam proses fagositosis untuk melindungi tubuh dari infeksi atau benda asing seperti bakteri, virus dan partikel kecil lainnya. Neutrofil muncul dalam jumlah yang besar pada saat inflamasi. Jika pada saat “onset” infeksi, neutrosil memproduksi *pyrogen* yang mengakibatkan pusat regulasi suhu di otak menaikkan suhu tubuh (demam). Kenaikan suhu ini membantu sel darah putih melawan infeksi dan memperlambat reproduksi bakteri dan virus.

b. Eosinofil

Eosinofil berukuran besar dan mengandung sejumlah granul sitoplasmik yang terwarnai dengan pewarna asam. Pada keadaan normal eosinofil berjumlah 2-5% dari jumlah total leukosit. Eosinofil memiliki Inti yang berlobus dua, apparatus golgi yang kurang berkembang, retikulum endoplasma, mitokondria dan granula ovoid dengan eosin asidofkik. Granula ovoid adalah lisosom yang mengandung fosfatase asam, katepsin, ribonuklease tapi tidak mengandung losozim.

Eosinofil muncul dalam jumlah yang banyak bila keadaan alergi, shock anafilaktik dan parasitisme tertentu seperti *Trichinosis sp.* Eosinofil mempunyai pergerakan amoeboid dan melakukan fagositosis, walaupun lebih lambat akan tetapi lebih selektif dibandingkan neutrofil. Eosinofil memiliki kecenderungan mengumpul di daerah reaksi antigen-antibodi dalam jaringan karena mencerna kompleks antigen-antibodi setelah proses kekebalan selesai. Selain itu, eosinofil turut berperan dalam detoksifikasi protein, khususnya yang disebabkan oleh parasit.

c. Basofil

Basofil dalam darah berjumlah 1% dan memiliki granul sitoplasmik yang larut dalam air dan terwarnai dengan pewarna alkalin. Basofil diproduksi di sumsum tulang dan memiliki hubungan erat dengan sel mast jaringan. Secara histologi penampakan basofil menyerupai sel mast. Basofil maupun sel mast memproduksi heparin, histamine bradykinin, serotonin dan enzim-enzim lysosomal yang merupakan zat kimia anti penggumpalan.

Basofil sedikit memiliki kekuatan fagositik atau bahkan tidak punya sama sekali. Basofil dan sel mast memiliki reseptor untuk immunoglobulin E (IgE) yang diproduksi jika terkena alergi. Pada saat terstimulasi, basofil akan mensintesis dan melepaskan mediator yang berupa leukotriens dan mungkin *platelet-activating factor*. Mediator-mediator tersebut mengaktifasi trombosit, mengundang datangnya eosinofil, mengakibatkan kontraksi otot halus, menginisiasi pembentukan oedema dan dapat menyebabkan koagulasi.

2.2 Leukosit Agranulosit

a. Limfosit

Limfosit merupakan sel yang sferis dengan garis tengah 6-8 μ m dan berjumlah 20-30% di leukosit darah. Nukleus/inti pada limfosit berbentuk bulat dan mempunyai sedikit sitoplasma pada



selnya serta mengandung granula azurofilik. Limfosit diproduksi selama masa fetal di sum-sum tulang dan dipengaruhi oleh kelenjar thymus untuk limfosit T maupun "*bursal equivalent*" untuk limfosit B. Pada akhir masa fetal dan postnatal kebanyakan limfosit diproduksi di limpa, limfonodus dan usus yang berhubungan dengan jaringan limfoid.

Interferon adalah senyawa antiviral yang diproduksi oleh limfosit. Ketika sel tubuh berkontak dengan virus, interferon diproduksi untuk menghambat reproduksi virus. Replikasi DNA dan RNA virus dihambat sehingga penyebaran dan keganasan virus menjadi berkurang dalam tubuh. Selama virus menimbulkan respon limfosit, interferon diproduksi dan bersirkulasi ke seluruh tubuh untuk melindungi sel tubuh yang lain dari serangan virus.

b. Monosit

Monosit berasal dari sel reticuloendotelial yang terdapat di limpa dan sum-sum tulang. Monosit berukuran relatif besar dengan satu inti, ukuran diameter 9-10 μ m dan memiliki sitoplasma granular yang berlimpah serta jumlah monosit 3-8% dari jumlah leukosit normal selain itu monosit bersifat motil dan fagositik. Monosit mengandung lisosom dan mitokondria sehingga memberikan gambaran seolah-olah sitoplasma mengandung kantong berisi granula.

Monosit muda mempunyai kemampuan sangat kecil untuk melawan infeksi, tetapi setelah monosit memasuki jaringan, ukuran diameter mereka mulai membesar dan meningkat hingga lima kali lipat sampai berukuran 80 mikron. Monosit yang telah matang dikenal dengan istilah makrofag. Makrofag memiliki peranan penting dalam inflamasi karena makrofag mengandung dan mensekresi banyak substansi aktif biologis, termasuk enzim proteolitik, interferon, interleukin-1, komponen-komplemen, prostaglandin, dan protein carrier. Makrofag bertanggung jawab dalam pemrosesan dan pembuangan *senescent cell* dan debris serta filtrasi bakteri dan racun dari darah portal.

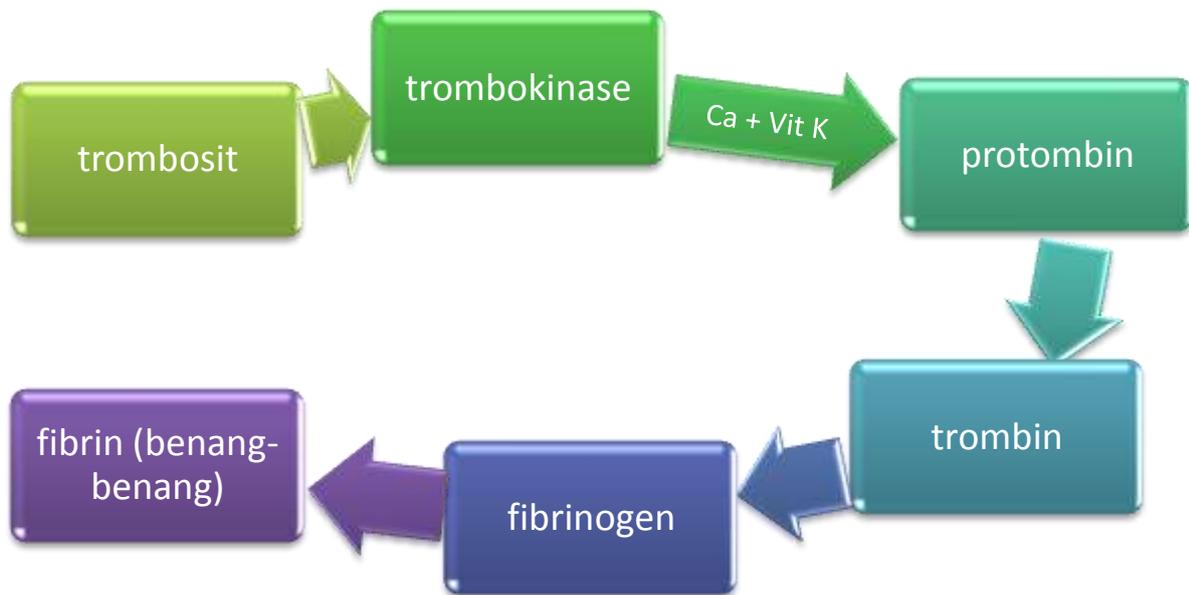


Gambar 5 Macam-macam Sel Darah Putih
(<http://www.google.com/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com>)

3 Keping Darah (*Trombosit/Platelet*)

Trombosit merupakan komponen sel darah yang tidak berinti dengan ukuran sel paling kecil diantara komponen darah yang lain. Trombosit terdiri dari granul padat, agranul, lisosom, peroksisom dan mitokondria. Trombosit berbentuk bulat ataupun lonjong dengan ukuran diameter 2-3 μ m dan diproduksi oleh fragmentasi dari megakaryosit di sum-sum tulang merah yang terdapat pada tulang pipih dan tulang pendek. Tiap megakaryosit dapat memproduksi sekitar 2000 trombosit dengan mengambil sebagian kecil dari sitoplasmanya. Setiap 1mm³ darah terdapat 200.000-300.000 butir keeping darah, jangka hidup trombosit relatif pendek yaitu 8-11 hari dalam darah. Jika trombosit lebih dari 300.000 disebut *trombositosis*, sedangkan bila kurang dari 200.000 disebut *trombositopenia*.

Trombosit berperan penting dalam proses pembekuan darah. Trombosit dengan cepat menjadi hancur dan membebaskan tromboplastin, yang merupakan faktor penting dalam koagulasi darah. Trombosit dengan mudah melekat pada kolagen yang terbuka di tempat luka dan bersamaan dengan itu sel endotel trombosit jadi rusak sehingga mengeluarkan tromboplastin . Trombosit mengubah protrombin plasma menjadi trombin, yang selanjutnya mengubah fibrinogen menjadi fibrin. Fibrin kemudian berpolimerasi menjadi matriks fiber yang menangkap trombosit-trombosit dan sel-sel darah menjadi thrombus, skema pembekuan darah dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 6 Skema Pembekuan Darah

B.4 PENYAKIT PADA DARAH

Penyakit hematologi darah adalah penyakit-penyakit yang berhubungan dengan produksi darah. Jika organ sum-sum tulang, kelenjar tymus, limpa, kelenjar getah bening dan ginjal bermasalah maka berbagai persoalan hematologi dapat terjadi. Penurunan fungsi organ-organ dapat terjadi karena faktor makanan dan minuman, paparan terhadap bahan-bahan kimia, racun dan logam berat seperti merkuri atau air raksa, pengobatan penyakit, radiasi dan kemotrapi bagi penderita kanker dan faktor genetika atau bawaan.

Banyak penyakit serta kelainan yang disebabkan oleh sistem peredaran darah manusia. Di bawah ini adalah beberapa penyakit ataupun kelainan yang disebabkan oleh sel-sel darah :

a) Anemia

Anemia menyebabkan berkurangnya jumlah sel darah merah atau jumlah hemoglobin sel darah merah hingga di bawah normal sehingga darah tidak dapat mengangkut oksigen dalam jumlah yang diperlukan tubuh. Penyakit tersebut dapat disebabkan dari pendarahan hebat, seperti akibat kecelakaan, berkurangnya pembentukan sel darah merah, dan meningkatnya penghancuran sel darah merah.



Anemia biasanya banyak diderita oleh kaum perempuan. Hal ini disebabkan karena setiap satu bulan sekali perempuan mengalami pendarahan yang lumayan banyak yaitu saat menstruasi. Anemia dapat menyebabkan kelelahan, kelemahan, kurang tenaga, dan kepala terasa melayang. Pengobatan yang diberikan pada pasien anemia berupa tranfusi darah. Salah satu tindakan pencegahan anemia adalah dengan rajin mengonsumsi makanan yang banyak mengandung zat besi, misalnya bayam atau bisa dengan mengonsumsi suplemen penambah darah. Anemia dapat diklasifikasikan menurut 1) morfologi dan 2) etiologi.

Klasifikasi anemia menurut morfologi yaitu berdasarkan mikro dan makro ukuran sel darah merah sedangkan kromik menunjukkan warnanya dikenal dalam 4 klasifikasi besar yaitu :

a.1 Kategori pertama : anemia normositik normokrom

Ukuran dan bentuk sel-sel darah merah normal serta mengandung Hb dalam jumlah yang normal tetapi individu menderita anemia, penyebabnya kehilangan darah akut, hemolisis, penyakit kronik termasuk infeksi, gangguan endokrin, gangguan ginjal, kegagalan sum-sum dan penyakit infiltrative metastatic pada sum-sum tulang.

a.2 Kategori kedua : anemia makrositik normokrom

Makrositik berarti ukuran sel-sel darah merah lebih besar dari normal tetapi normokrom karena konsentrasi hemoglobinnya normal. Hal ini diakibatkan oleh gangguan atau terhentinya sintesis asam nukleat DNA seperti yang ditemukan pada defisiensi B12 dan atau asam folat. Ini dapat juga terjadi pada kemoterapi kanker, sebab agen-agen yang digunakan mengganggu metabolisme sel.

a.3 Kategori ketiga : anemia mikrositik hipokrom

Mikrositik berarti ukuran sel darah merah lebih kecil. Hipokrom yang berarti bahwa hemoglobin kurang dari normal. Hal ini umumnya menggambarkan insufisiensi sintesis heme (besi), seperti pada anemia defisiensi besi, keadaan sideroblastik dan kehilangan darah kronik, atau gangguan sintesis globin seperti pada talasemia (penyakit hemoglobin abnormal kongenital).

a.4 Kategori keempat : anemia *mikrositik normokromik*

Pada keadaan ini ditemukan sel darah merah berukuran kecil tetapi kadar hemoglobinnya normal. Klasifikasi anemia menurut etiologinya (penyebab) adalah kehilangan darah baik akut maupun kronik yang disebabkan oleh destruksi eritrosit yang berlebihan.

b) Leukemia

Leukemia adalah kanker sel-sel darah. Penyakit tersebut disebabkan oleh pertumbuhan sel-sel darah putih yang tak terkendali. Leukemia terjadi jika proses pematangan dari stem sel menjadi sel darah putih dalam sumsum tulang menghasilkan perubahan ke arah keganasan. Pengobatan yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan kemoterapi. Kemoterapi berguna untuk menghambat pertumbuhan sel-sel kanker. Selain kemoterapi, penderita leukemia bisa juga melakukan transplantasi sumsum tulang, namun transplantasi sumsum tulang adalah proses yang cukup rumit karena memerlukan pendonor sumsum tulang dengan tingkat kecocokan yang cukup tinggi.

c) Hemofilia

Hemofilia adalah penyakit yang bersifat menurun (genetik), sehingga dapat diturunkan pada keturunannya. Penderita penyakit ini tidak dapat menghentikan pendarahan akibat luka karena darahnya sukar membeku. Untuk pengobatan penderita hemofilia sepertinya agak sulit dilakukan, karena penyakit ini adalah penyakit keturunan. Pada pendarahan yang cukup serius, misalnya saja mengalami kecelakaan, maka penderita hemofilia bisa saja mengalami kematian karena darahnya sukar membeku. Sebaiknya para penderita hemofilia berhati-hati dengan benda-benda tajam ataupun sesuatu yang bisa menyebabkan mereka mengeluarkan darah. Hemofilia hanya diderita oleh kaum laki-laki, tetapi gen ini dibawa oleh perempuan (kaum ibu).

d) Idiopatik trombositopenik purpura

Trombositopeni adalah jumlah trombosit dalam darah berada dibawah normal. Purpura adalah memar kebiruan disebabkan oleh pendarahan dibawah kulit. Memar menunjukkan bahwa telah terjadi pendarahan di pembuluh darah kecil dibawah kulit. Sehingga Idiopatik trombositopeni purpura adalah suatu gangguan autoimun yang ditandai dengan trombositopenia yang menetap (angka trombosit darah perifer kurang dari $15.000/\mu\text{L}$) akibat autoantibodi yang mengikat antigen trombosit mengalami destruksi prematur dalam sistem retikuloendotel terutama di limpa. Atau dapat diartikan bahwa idiopatik trombositopeni purpura adalah kondisi perdarahan dimana darah tidak keluar dengan semestinya. Hal ini terjadi karena jumlah platelet atau trombosit rendah sehingga tidak terjadi penggumpalan saat pendarahan.

e) Talasemia

Talasemia adalah penyakit genetic/keturunan yang menyebabkan usia sel-sel darah menjadi lebih pendek. Gen yang rusak adalah gen yang bertugas mengkodekan hemoglobin, yaitu suatu komponen penting dalam sel darah merah yang berfungsi mengangkut oksigen. Sel darah merah menjadi mudah pecah atau umurnya lebih pendek dari sel darah normal (120 hari) dan kemampuannya dalam mengangkut oksigen menjadi menurun drastis. Penyakit ini pada awalnya menyerang pada anak-anak sejak usia 3 sampai 18 bulan dengan menunjukkan gejala seperti anemia, pucat, sukar tidur, lemas dan tidak punya nafsu makan

Talasemia terdiri atas beberapa tipe berdasarkan kelainan pada satu atau lebih gen pembentuk rantai polipeptida α , β dan γ . Apabila gen pembentuk rantai α terganggu atau hilang disebut α talasemia (alpha talasemia). Bila gen pembentuk rantai β terganggu atau hilang disebut β talasemia (beta talasemia). Bila gen yang terganggu berupa homozigot disebut talasemia mayor, sedangkan bila gen yang terganggu berupa heterozigot disebut talasemia minor.

Talasemia diturunkan oleh orang tua yang carier kepada anaknya. Sebagai contoh, jika ayah dan ibu memiliki gen pembawa sifat Talasemia (*thalassemia trait*), maka kemungkinan anaknya untuk menjadi pembawa sifat Talasemia adalah sebesar 50%, kemungkinan menjadi penderita Talasemia mayor 25% dan kemungkinan menjadi anak normal yang bebas Talasemia hanya 25%.

B.5 UJI HEMATOLOGI

Darah dapat menentukan tingkat kesehatan seseorang sehingga perlu adanya pemeriksaan darah atau pemeriksaan hematologi. Pemeriksaan hematologi adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui keadaan darah dan komponen-komponennya. Sampel darah yang diambil untuk uji hematologi dapat menggumpal atau lisis dalam waktu singkat sehingga perlu adanya antikoagulan.

Antikoagulan digunakan untuk memperoleh sampel darah yang bebas dari gumpalan dan dapat digunakan untuk analisis darah. Salah satu contoh antikoagulan adalah heparin, polisakarida terkonjugasi yang merupakan antikoagulan alami yang diproduksi oleh basofil dalam darah dan sel mast di seluruh tubuh. Dari jaringan ini, heparin dilepaskan dan lewat ke dalam kapiler darah.

Antikoagulan lain yang dapat digunakan adalah sodium, potassium, garam ammonium dari oxalat dan fluoride serta suatu senyawa seperti ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA). Fungsi antikoagulan Heparin dan EDTA untuk menjaga ukuran eritrosit tetap stabil. Garam amonium untuk memperbesar ukuran sel dan garam potassium untuk memperkecil ukuran sel.

Pemeriksaan hematologi meliputi tes hematologi rutin dan tes kimia darah. Tujuan dilakukannya pemeriksaan Hematologi yaitu :

- a. Mendeteksi kelainan hematologi (anemia dan leukemia) bila timbul dugaan adanya kelainan jumlah dan fungsi dari sel darah.
- b. Kelainan sistemik (hati dan ginjal) yang dapat mempengaruhi sel darah baik bentuk maupun fungsinya.
- c. Membantu diagnosis penyakit infeksi dengan melihat kenaikan atau penurunan jumlah leukosit serta hitung jenisnya.
- d. Mendeteksi beberapa penyakit perdarahan yang berkaitan dengan kuantitas dan kualitas trombosit seperti demam berdarah dan ITP

1. Pemeriksaan Hematologi Rutin (Lengkap)

Komponen darah yang diperiksa pada pemeriksaan Hematologi Rutin atau lengkap berupa pemeriksaan darah lengkap dan hitung jenis yang dapat menunjang diagnostic suatu penyakit. Hitung darah lengkap (HDL) atau darah perifer lengkap (*complete blood count/full blood count/blood panel*) adalah jenis pemeriksian yang memberikan informasi tentang sel-sel darah pasien. HDL merupakan tes laboratorium yang paling umum dilakukan. HDL digunakan sebagai tes skrining yang luas untuk memeriksa gangguan seperti seperti anemia, infeksi, dan banyak penyakit lainnya. HDL memeriksa jenis sel dalam darah, termasuk sel darah merah, sel darah putih dan trombosit (platelet).

Spesimen darah sebaiknya diambil pada waktu dan kondisi yang relatif sama untuk meminimalisasi perubahan pada sirkulasi darah, misalnya lokasi pengambilan, waktu pengambilan, serta kondisi pasien (puasa, makan). Cara pengambilan specimen juga perlu diperhatikan, misalnya tidak menekan lokasi pengambilan darah kapiler, tidak mengambil



darah kapiler tetesan pertama, serta penggunaan antikoagulan (EDTA, sitrat) untuk mencegah terbentuknya *clot*. Pemeriksaan darah lengkap (HDL) yang sering dilakukan meliputi:

a. Jumlah sel darah putih (*Leukosit*)

Pemeriksaan leukosit dilakukan untuk mengetahui kelainan sel darah putih yang bertanggungjawab terhadap imunitas tubuh, evaluasi infeksi bakteri dan virus, proses metabolik toksik dan keganasan sel darah putih. Hitung leukosit adalah menghitung jumlah leukosit per milimeterkubik atau mikroliter darah. Leukosit merupakan bagian penting dari sistem pertahanan tubuh, terhadap benda asing, mikroorganisme atau jaringan asing, sehingga hitung jumlah leukosit merupakan indikator yang baik untuk mengetahui respon tubuh terhadap infeksi. Jumlah leukosit dipengaruhi oleh umur, penyimpangan dari keadaan basal dan lain-lain. Terdapat dua metode yang digunakan dalam pemeriksaan hitung leukosit, yaitu dengan cara otomatis menggunakan mesin penghitung sel darah (*hematology analyzer*) dan cara manual dengan menggunakan pipet leukosit, kamar hitung dan mikroskop. Cara otomatis lebih unggul dari cara pertama karena tekniknya lebih mudah, waktu yang diperlukan lebih singkat dan kesalahannya lebih kecil yaitu $\pm 2\%$, sedang pada cara manual kesalahannya sampai $\pm 10\%$. Keburukan cara otomatis adalah harga alat mahal dan sulit untuk memperoleh reagen karena belum banyak laboratorium di Indonesia yang memakai alat ini.

Bila jumlah leukosit lebih dari nilai rujukan, maka keadaan tersebut disebut **leukositosis**. Leukositosis dapat terjadi secara fisiologik maupun patologik. Leukositosis yang fisiologik dijumpai pada kerja fisik yang berat, gangguan emosi, kejang, takhikardi paroksismal, partus dan haid. Peningkatan leukosit juga bisa disebabkan oleh obat-obatan, misalnya: aspirin, prokainmid, alopurinol, kalium yodida, sulfonamide, haparin, digitalis, epinefrin, litium, dan antibiotika terutama ampicillin, eritromisin, kanamisin, metisilin, tetracycline, vankomisin, dan streptomycin. Peningkatan leukosit dapat menunjukkan adanya



proses infeksi atau radang akut, misalnya pneumonia, meningitis, apendisitis, tuberkolosis, tonsilitis, miokard infark, sirosis hepatitis, luka bakar, kanker, leukemia, penyakit kolagen, anemia hemolitik, anemia sel sabit, penyakit parasit, dan stress karena pembedahan ataupun gangguan emosi.

Leukopenia adalah keadaan dimana jumlah leukosit kurang dari $5000/\mu\text{L}$ darah. Karena pada hitung jenis leukosit, netrofil adalah sel yang paling tinggi persentasinya. Leukopenia umumnya disebabkan oleh netropenia. Penurunan jumlah leukosit dapat terjadi pada penderita infeksi virus misalnya malaria, alkoholik, SLE, *reumaotid arthritis*, dan penyakit hemopoetik (anemia aplastik, anemia perisiosa). Leukopenia dapat disebabkan penggunaan obat terutama saetaminofen, sulfonamide, PTU, barbiturate, kemoterapi kanker, diazepam, diuretika, antidiabetika oral, indometasin, metildopa, rimpamfin, fenotiazin, dan antibiotika (penicilin, cefalosporin, dan kloramfenikol).

Pemeriksaan Hitung Jenis merupakan pemeriksaan yang digunakan untuk mengetahui jumlah berbagai leukosit. Sehingga membantu diagnosis dan memantau penyakit terutama penyakit infeksi dan keganasan. Terdapat lima jenis leukosit, yaitu neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil yang berfungsi dalam melawan patogen. Hasil hitung jenis leukosit memberikan informasi yang lebih spesifik mengenai infeksi dan proses penyakit. Hitung jenis leukosit hanya menunjukkan jumlah relatif dari masing-masing jenis sel. Untuk mendapatkan jumlah absolut dari masing-masing jenis sel maka nilai relatif (%) dikalikan jumlah leukosit total ($\text{sel}/\mu\text{l}$).

Untuk melakukan hitung jenis leukosit, pertama membuat sediaan apus darah yang diwarnai dengan pewarna Giemsa, Wright atau May Grunwald. Kemudian diamati di bawah mikroskop dan hitung jenis leukosit hingga didapatkan 100 sel. Tiap jenis sel darah putih dinyatakan dalam persen (%). Jumlah absolut dihitung dengan mengalikan persentase jumlah dengan hitung leukosit, hasilnya dinyatakan dalam $\text{sel}/\mu\text{L}$. Pemeriksaan hitung jenis terdiri dari:

Tabel 4 : Hitung Jenis Leukosit

Jenis	Nilai normal	Melebihi nilai normal	Kurang dari nilai normal
Basofil Basofil berperan dalam proses alergi dan inflamasi	0,4-1% 40-100/ μ L	inflamasi, leukemia, tahap penyembuhan infeksi atau inflamasi	stress, reaksi hipersensitivitas, kehamilan, hipertiroidisme
Eosinofil Eosinofil berperan dalam reaksi alergi, reaksi obat dan infeksi parasit	1-3% 100-300/ μ L	Umumnya pada keadaan atopi/ alergi dan infeksi parasit	stress, luka bakar, syok, hiperfungsi adrenokortikal.
Neutrofil Neutrofil berperan dalam melindungi tubuh melawan infeksi	55-70% (2500-7000/ μ L) Bayi Baru Lahir 61% Umur 1 tahun 2% Segmen 50-65% (2500-6500/ μ L) Batang 0-5% (0-500/ μ L)	Inflamasi, kerusakan jaringan, peyakit Hodgkin, leukemia mielositik, hemolytic disease of newborn, kolesistitis akut, apendisitis, pancreatitis akut, pengaruh obat	Infeksi virus, autoimun/idiopatik, pengaruh obat-obatan
Limfosit Limfosit berperan untuk memproduksi antibodi dalam melawan infeksi	20-40% 1700-3500/ μ L BBL 34% 1 th 60% 6 th 42% 12 th 38%	infeksi kronis dan virus	kanker, leukemia, gagal ginjal, SLE, pemberian steroid yang berlebihan
Monosit Berperan dalam sistem imun	2-8% 200-600/ μ L Anak 4-9%	Infeksi virus, parasit, anemia hemolitik, SLE < RA	Leukemia limfositik, anemia aplastik

b. Jumlah sel darah merah (*Eritrosit*)

Hitung eritrosit adalah jumlah eritrosit per milimeterkubik atau mikroliter darah. Seperti hitung leukosit, untuk menghitung jumlah sel-sel eritrosit ada dua metode, yaitu manual dan elektronik (otomatik). Metode manual hampir sama dengan hitung leukosit, yaitu menggunakan bilik hitung. Namun, hitung eritrosit lebih sukar daripada hitung leukosit. Prinsip hitung eritrosit manual adalah darah diencerkan dalam larutan isotonis untuk memudahkan menghitung eritrosit dan mencegah hemolisis. Larutan Pengencer yang digunakan adalah:

- a. Larutan Hayem : Natrium sulfat 2.5 g, Natrium klorid 0.5 g, Merkuri klorid 0.25 g, aquadest 100 ml. Pada keadaan hiperglobulinemia, larutan ini tidak dapat dipergunakan karena dapat menyebabkan precipitasi protein, rouleaux, aglutinasi.
- b. Larutan Gower : Natrium sulfat 12.5 g, Asam asetat glasial 33.3 ml, aquadest 200 ml. Larutan ini mencegah aglutinasi dan rouleaux.
- c. Natrium klorid 0.85 %

Penurunan eritrosit menyebabkan kehilangan darah (perdarahan), anemia, leukemia, infeksi kronis, mieloma multipel, cairan per intra vena berlebih, gagal ginjal kronis, kehamilan, hidrasi berlebihan. **Peningkatan eritrosit** dapat menyebabkan polisitemia vera, hemokonsentrasi/dehidrasi, darah tinggi, penyakit kardiovaskuler. Bahan pemeriksaan eritrosit yang dipergunakan adalah darah kapiler, darah EDTA, darah heparin, atau darah amonium-kalium oksalat.

c. Indeks Eritrosit

Pemeriksaan indeks eritrosit bertujuan untuk mengetahui ukuran serta kandungan hemoglobin dalam sel darah merah dengan parameter yaitu:

1. *Mean cell / corpuscular volume* (MCV) atau volume eritrosit rata-rata (VER)

Merupakan Pemeriksaan untuk mengetahui rata-rata volume eritrosit.

$$\text{MCV} = \text{Hematokrit (l/l)} / \text{Jumlah eritrosit (10}^6/\mu\text{L)}$$

Normal 80-96 fl

2. *Mean Cell Hemoglobin Content* (MCH) atau hemoglobin eritrosit rata-rata (HER)

Merupakan Pemeriksaan untuk mengetahui rata-rata hemoglobin dalam eritrosit.

$$\text{MCH (pg)} = \text{Hemoglobin (g/l)} / \text{Jumlah eritrosit (10}^6/\mu\text{L)}$$

Normal 27-33 pg

3. *Mean Cellular Hemoglobin Concentration* (MCHC) atau konsentrasi hemoglobin eritrosit rata-rata (KHER)

Merupakan Pemeriksaan untuk menentukan keadaan anemia.

$$\text{MCHC (g/dL)} = \text{konsentrasi hemoglobin (g/dL)} / \text{hematokrit (l/l)}$$

Normal 33-36 g/dL

4. *Red Blood Cell Distribution Width* (RDW)

RDW adalah perbedaan/variasi ukuran (luas) eritrosit. Nilai RDW berguna memperkirakan terjadinya anemia dini, sebelum nilai MCV berubah dan sebelum terjadi gejala. Peningkatan nilai RDW dapat dijumpai pada anemia defisiensi (zat besi, asam folat, vit B12), anemia hemolitik, anemia sel sabit. Ukuran eritrosit biasanya 6-8 μm , semakin tinggi variasi ukuran sel mengindikasikan adanya kelainan.

$$\text{RDW} = \frac{\text{standar deviasi MCV}}{\text{rata-rata MCV}} \times 100$$

Nilai normal rujukan 11-15%

d. Haemoglobin

Pemeriksaan haemoglobin ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi Hb dan juga kualitas darah ditentukan oleh kadar haemoglobin. Struktur Hb dinyatakan dengan menyebut jumlah dan jenis rantai globin yang ada. Terdapat 141 molekul asam amino pada rantai alfa, dan 146 mol asam amino pada rantai beta, gama dan delta.

Terdapat berbagai cara untuk menetapkan kadar hemoglobin tetapi yang sering dikerjakan di laboratorium adalah kolorimeterik visual cara Sahli dan fotoelektrik cara sianmethemoglobin atau hemiglobinsianida. Cara Sahli kurang baik, karena tidak semua macam hemoglobin diubah menjadi hematin asam misalnya karboksihemoglobin, methemoglobin dan sulfhemoglobin. Selain itu alat untuk pemeriksaan hemoglobin cara Sahli tidak dapat distandarkan, sehingga ketelitian yang dapat dicapai hanya $\pm 10\%$. Cara sianmethemoglobin adalah cara yang dianjurkan untuk penetapan kadar hemoglobin di laboratorium karena larutan standar sianmethemoglobin sifatnya stabil, mudah diperoleh dan pada cara ini hampir semua hemoglobin terukur kecuali sulfhemoglobin serta ketelitian yang dapat dicapai $\pm 2\%$. Kadar hemoglobin dapat dipengaruhi oleh tersedianya oksigen pada tempat tinggal, misalnya Hb meningkat pada orang yang tinggal di tempat yang tinggi dari permukaan laut. Selain itu, Hb juga dipengaruhi oleh posisi pasien (berdiri, berbaring), variasi diurnal (tertinggi pagi hari).

Penurunan Hb terdapat pada penderita: Anemia, kanker, penyakit ginjal, pemberian cairan intravena berlebih, dan hodgkin. Penurunan Hb disebabkan oleh obat seperti: Antibiotik, aspirin, antineoplastik (obat kanker), indometasin, sulfonamida, primaquin, rifampin, dan trimetadion.

Peningkatan Hb terdapat pada pasien dehidrasi, polisitemia, PPOK, gagal jantung kongesti, dan luka bakar hebat. Obat yang dapat meningkatkan Hb adalah metildopa dan gentamicin.

e. Hematokrit

Hematokrit atau volume eritrosit (*packed cell volume, PCV*) adalah persentase volume eritrosit dalam darah. Hematokrit merupakan perbandingan antara sel darah merah, sel darah putih dan trombosit dengan plasma darah. Nilai hematokrit atau PCV dapat ditetapkan secara otomatis menggunakan *hematology analyzer* atau secara manual. Metode pengukuran hematokrit secara manual dikenal ada 2, yaitu metode makrohematokrit dan mikrohematokrit/kapiler. **Penurunan HMT** dapat terjadi pada penderita yang mengalami kehilangan darah akut, anemia, leukemia, penyakit hodgkins, *limfosarcoma, mieloma multiple*, gagal ginjal kronik, *sirosis hepatitis*, malnutrisi, defisiensi vit B dan C, kehamilan, *SLE, arthritis reumatoid, dan ulkus peptikum*. **Peningkatan HMT**, terjadi pada hipovolemia, dehidrasi, *polisitemia vera*, diare berat, *asidosis diabetikum*, emfisema paru, iskemik serebral, eklamsia, efek pembedahan, dan luka bakar.

f. Jumlah dan Volume Trombosit

Trombosit adalah komponen sel darah yang dihasilkan oleh jaringan hemopoetik, dan fungsi utamanya dalam proses pembekuan darah. Penurunan trombosit sampai dibawah 100.000/ μL berpotensi terjadinya perdarahan dan hambatan pembekuan darah. Pemeriksaan trombosit dilakukan untuk mengevaluasi gangguan pembekuan darah.

2. Pemeriksaan Hematologi Kimia Darah

Pemeriksaan hematologi bisa dilakukan dengan menggunakan uji kimia darah. Uji kimia darah berdasarkan pada reaksi kimia yang terdapat di darah, urin atau cairan tubuh lain. Pemeriksaan jenis ini bertujuan mengukur kadar parameter kimiawi dalam darah kita, parameter yang diperiksa bisa digolongkan dalam beberapa kategori sesuai dengan diagnosa penyakit yang diderita. Organ tubuh seperti jantung, hati, ginjal dll senantiasa memerlukan/mengeluarkan zat-zat kimiawi dalam jumlah tertentu, jika suatu ketika kadar zat-zat kimiawi meningkat atau menurun diluar batas normal maka hal ini menandakan bahwa organ tubuh tersebut sedang mengalami masalah. Pembagian parameter pemeriksaan kimia darah berdasarkan fungsi organ tubuh, antara lain:

a. Uji Fungsi Hati

Meliputi pemeriksaan kadar protein total & albumin, bilirubin total & bilirubin direk, *serum glutamic oxaloacetate transaminase* (SGOT/AST) & *serum glutamic pyruvate transaminase* (SGPT/ALT), *gamma glutamyl transferase* (γ -GT), *alkaline phosphatase* (ALP) dan *cholinesterase* (CHE). Pemeriksaan protein total dan albumin harus dilengkapi dengan pemeriksaan fraksi protein serum dengan teknik elektroforesis. Pemeriksaan elektroforesis protein serum dapat mengetahui perubahan fraksi protein di dalam serum. Selain itu pemeriksaan elektroforesis protein serum dapat juga menunjukkan perubahan fraksi protein lebih teliti dari hanya memeriksa kadar protein total dan albumin serum.

b. Uji Fungsi Jantung

Dapat dipakai pemeriksaan *creatin kinase* (CK), isoenzim *creatin kinase* yaitu CKMB, *N-terminal pro brain natriuretic peptide* (NT pro-BNP) dan *Troponin-T*. Kerusakan dari otot jantung dapat diketahui dengan memeriksa aktifitas CKMB, NT pro-BNP, *Troponin-T* dan hsCRP. Pemeriksaan LDH tidak spesifik untuk kelainan otot jantung, karena hasil yang meningkat dapat dijumpai pada beberapa kerusakan jaringan tubuh seperti hati, pankreas, keganasan terutama dengan metastasis, anemia hemolitik dan leukemia.

c. Uji Fungsi Ginjal

Uji fungsi ginjal adalah pemeriksaan ureum dan kreatinin. Ureum adalah produk akhir dari metabolisme protein di dalam tubuh yang diproduksi oleh hati dan dikeluarkan lewat urin. Pada gangguan ekskresi ginjal, pengeluaran ureum ke dalam urin terhambat sehingga kadar ureum akan meningkat di dalam darah. Kreatinin merupakan zat yang dihasilkan oleh otot dan dikeluarkan dari tubuh melalui urin. Oleh karena itu kadar kreatinin dalam serum dipengaruhi oleh besar otot, jenis kelamin dan fungsi ginjal.

Beratnya kelainan ginjal diketahui dengan mengukur uji bersihan kreatinin (*creatinine clearance test/CCT*). *Creatinine clearance test/CCT* memerlukan urin kumpulan 24 jam, sehingga bila pengumpulan urin tidak berlangsung dengan baik hasil pengukuran akan mempengaruhi nilai CCT. Akhir-akhir ini, penilaian fungsi ginjal dilakukan dengan pemeriksaan cystatin-C dalam darah yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan dalam pengumpulan urin. Cystatin adalah zat dengan berat molekul rendah, dihasilkan oleh semua sel berinti di dalam tubuh yang tidak dipengaruhi oleh proses

radang atau kerusakan jaringan. Zat tersebut akan dikeluarkan melalui ginjal. Oleh karena itu kadar Cystatin dipakai sebagai indikator yang sensitif untuk mengetahui kemunduran fungsi ginjal.

d. Pemeriksaan Lemak Darah

Pemeriksaan lemak darah meliputi pemeriksaan kadar kolesterol total, trigliserida, HDL dan LDL kolesterol. Pemeriksaan tersebut terutama dilakukan pada pasien yang memiliki kelainan pada pembuluh darah seperti pasien dengan kelainan pembuluh darah otak, penyumbatan pembuluh darah jantung, pasien dengan diabetes melitus (DM) dan hipertensi serta pasien dengan keluarga yang menunjukkan peningkatan kadar lemak darah. Untuk pemeriksaan lemak darah ini, sebaiknya berpuasa selama 12 - 14 jam. Bila pada pemeriksaan kimia darah, serum yang diperoleh sangat keruh karena peningkatan kadar trigliserida sebaiknya pemeriksaan diulang setelah berpuasa > 14 jam untuk mengurangi kekeruhan yang ada. Untuk pemeriksaan kolesterol total, kolesterol HDL dan kolesterol LDL tidak perlu berpuasa.

e. Pemeriksaan Kadar Gula Darah

Pemeriksaan kadar gula darah dipakai untuk mengetahui adanya peningkatan atau penurunan kadar gula darah. Peningkatan kadar gula darah biasanya disebabkan oleh Diabetes Melitus atau kelainan hormonal di dalam tubuh. Kadar gula yang tinggi akan dikeluarkan lewat urin yang disebut glukosuria. Terdapat beberapa macam pemeriksaan untuk menilai kadar gula darah yaitu pemeriksaan gula darah sewaktu, kadar gula puasa, kadar gula darah 2 jam setelah makan, test toleransi glukosa oral, HbA_{1c}, insulin dan C-peptide. Kadar gula darah sewaktu adalah pemeriksaan kadar gula pada waktu yang tidak ditentukan. Kadar gula darah puasa bila pemeriksaan dilakukan setelah pasien berpuasa 10 - 12 jam sebelum pengambilan darah atau sesudah makan 2 jam yang dikenal dengan gula darah 2 jam *post-prandial*. Pemeriksaan kadar gula darah puasa dipakai untuk menyaring adanya DM, memonitor penderita DM yang menggunakan obat anti-diabetes; sedangkan glukosa 2 jam *post-prandial* berguna untuk mengetahui respon pasien terhadap makanan setelah 2 jam makan pagi atau 2 jam setelah makan siang. Selain itu dikenal pemeriksaan kurva harian glukosa darah yaitu gula darah yang diperiksa pada jam 7 pagi, 11 siang dan 4 sore, yang bertujuan untuk mengetahui kontrol gula darah selama 1 hari dengan diet dan obat yang dipakai. Pada pasien dengan



kadar gula darah yang meragukan, dilakukan uji toleransi glukosa oral (TTGO). Pada keadaan ini pemeriksaan harus memenuhi persyaratan:

1. Tiga hari sebelum pemeriksaan pasien harus makan karbohidrat yang cukup.
2. Tidak boleh minum alkohol.
3. Pasien harus puasa 10 – 12 jam tanpa minum obat, merokok dan olahraga sebelum pemeriksaan dilakukan.
4. Di laboratorium pasien diberikan gula 75 g glukosa dilarutkan dalam 1 gelas air yang harus dihabiskan dalam waktu 10 – 15 menit atau 1.75 g per kg berat badan untuk anak.
5. Gula darah diambil pada saat puasa dan 2 jam setelah minum glukosa.

LATIHAN

1. Apa yang dimaksud dengan anemia?
2. Sebutkan bahan-bahan pembentuk darah ?
3. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari protein dalam plasma ?
4. Mengapa perlu adanya antikoagulan saat pengambilan sampel darah ?
5. Apakah yang dimaksud dengan Hematopoiesis ?

C. PENGAYAAN

Merkuri (Hg) atau air raksa termasuk kedalam logam beracun terutama dalam senyawa organik yaitu metil dan etil merkuri. Senyawa Hg bersifat toksik atau racun bagi makhluk hidup terutama manusia dalam jumlah yang cukup dan kurun waktu yang lama. Kasus toksisitas senyawa Hg terjadi karena Hg akan tersimpan dan terakumulasi dalam tubuh terutama di organ hati. Hati manusia akan mengalami kerusakan sehingga fungsi hati sebagai detoksifikasi racun berkurang. Kerusakan hati ditandai dengan fungsi detoksifikasi menurun, fungsi ekskresi berkurang, sintesa berkurang dan adanya tanda-tanda kerusakan sel. Kerusakan hati juga ditandai adanya pengurangan aliran darah ke sel hati (hepatosit) karena hepatosit telah rusak atau jumlahnya sangat sedikit, sekalipun hepatosit sehat hasil produksinya tidak dapat diekskresi karena kerusakan bilier. Upaya memperbaiki fungsi hati sebagai detoksifikasi menggunakan cara dan bahan yang ekonomis sangat diperlukan masyarakat. Bahan dan cara yang paling ekonomis dalam proses penyembuhan kerusakan hati yaitu menggunakan bahan alam sebagai obat atau sebagai pemulih kerja hati.

Bahan alam yang dapat dimanfaatkan untuk pemulih kerja hati yaitu Honje atau kecombrang (*Etilingera hemisphaerica*).



Gambar 7 Tanaman Honje

Honje adalah tanaman yang termasuk ke dalam suku Zingiberaceae. Di Indonesia tanaman ini dikenal dengan nama daerah combrang, hoje, kecombrang, tepus kampung, petikalae, sedangkan di Malaysia dikenal dengan istilah bunga kantan, bunga siantan dan ubud udat. Kandungan kimia tanaman onje, honje, ketimbang, acem situ, puar kinjung, rombeh, anti mego atau salah hawa yaitu

berupa minyak atsiri serta umbinya mengandung zat pewarna. Daun honje mengandung senyawa flavonoid yang dapat memulihkan kerusakan hati.

Untuk mengetahui pengaruh honje terhadap perbaikan kerusakan hati dapat dilakukan eksperimen sebagai berikut:

1. Siapkan alat dan bahan yang terdiri dari satu set alat gavage, gunting, cawan petri, pipet tetes, satu set haemositometer, mikroskop binokuler, timbangan, alcohol 70%, larutan turk, ekstrak daun honje, 3 ekor mencit jantan (*Mus musculus*), gelas ukur, aquadest, lup, tabung EDTA dan larutan bouin.
2. Langkah kerja menghitung jumlah leukosit dan eritrosit pada mencit
 - a. Mengisi pipet leukosit dan eritrosit
 - a) Siapkan 3 ekor mencit. Mencit pertama sebagai control, mencit kedua digavage merkuri, dan mencit ketiga digavage merkuri dan ekstrak honje 0,26 mg/kg bb
Biarkan selama 24 jam
 - b) Potong bagian ekor mencit dengan menggunakan gunting
 - c) Hisap darah mencit dengan menggunakan pipet leukosit dan pipet eritrosit sampai garis tanda 0,5 dengan tepat
 - d) Masukkan ujung pipet leukosit pada larutan turk dan ujung pipet eritrosit pada larutan Hayem sambil menahan darah pada garis tanda tadi. Pipet dipegang dengan sudut 45° dan hisap perlahan-lahan sampai tanda 11 untuk pipet leukosit dan tanda 101 untuk pipet eritrosit. Jangan sampai ada gelembung udara
 - e) Angkatlah pipet dari cairan. Tutup ujung pipet dengan ujung jari lalu lepaskan karet penghisap
 - f) Kocoklah pipet selama 3 menit secara horizontal
 - b. Mengisi kamar hitung
 - a) Letakkan kamar hitung yang bersih dengan kaca penutup terpasang mendatar diatas meja
 - b) Buanglah 3-4 tetes pertama cairan yang ada di dalam pipet dan sentuhkan ujung pipet dengan sudut 30° pada permukaan kamar hitung dengan menyinggung

pinggir kaca penutup. Biarkan kamar hitung terisi secara perlahan-lahan dengan gaya kapilaritas sendiri

- c) Biarkan kamar hitung selama 2-3 menit supaya leukosit dan eritrosit benar-benar mengendap.
- c. Menghitung jumlah sel
 - a) Pakailah lensa objektif dari perbesaran yang paling kecil dan letakkan haemositometer di meja mikroskop
 - b) Amati kamar hitung hingga focus pada bidang bergaris
 - c) Hitung semua leukosit yang terdapat dalam keempat bidang besar pada sudut-sudut seluruh permukaan yang dibagi. Dimulai dari kiri atas, kiri bawah, kanan atas dan kanan bawah.
 - d) Hitung semua eritrosit yang terdapat dalam kelima bidang kecil pada sudut-sudut seluruh permukaan dan tengah
 - e) Sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri dan garis atas tetap dihitung, namun yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau bawah tidak boleh dihitung. Selanjutnya jumlah leukosit dan eritrosit dihitung dengan menggunakan rumus :

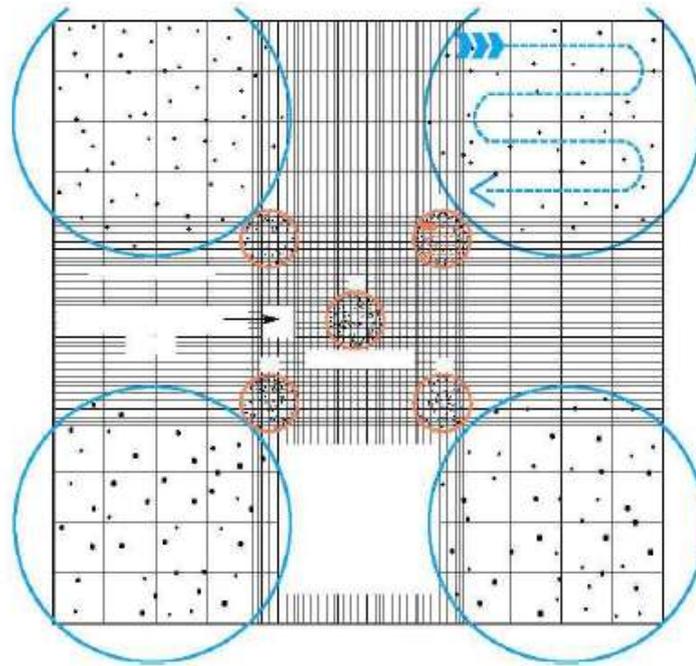
$$\text{Sel darah putih} = NeXP1X2$$

$$\text{Sel darah merah} = NeXP2X50$$

Keterangan Ne = jumlah sel darah yang diperoleh

P1 = Pengenceran sel darah putih (10)

P2 = Pengenceran sel darah merah (100)



*Penghitungan leukosit dan eritrosit
(lingkaran besar: daerah penghitungan leukosit, lingkaran kecil: daerah penghitungan eritrosit)*

3. Langkah Kerja Uji Kimia Darah dengan SGPT

- a) Bunuh mencit dengan cara dislokasi leher
- b) Bedah mencit dengan menggunakan alat bedah
- c) Potong pembuluh aorta jantung dan simpan darah dengan menggunakan Tabung EDTA
- d) Kemudian Tabung EDTA tersebut disimpan dalam es untuk mencegah lisis
- e) Tabung EDTA di Sentrifuge selama 5 menit dengan kecepatan 30 rpm



Proses Sentrifuge

- f) Ambil plasma darah sebanyak 50 μ lalu masukkan ke dalam cuvet
- g) Campurkan sampel dengan reagen 1 dan reagen 2 untuk uji SGPT



Reagen SGPT

- ◆ Reagen 1 (Reagen Enzim)
Tris Buffer pH 7,5 100 mmol/L
L-Alanin 500 mmol/L-. LDH 120
- ◆ Reagen 2 (Reagen Pemulai)
2-oxoketoglutarat 15 mmol/L-.
NADH_{0,18} mmol/

- h) Masukkan ke dalam alat spektrofotometer dan baca tingkat adsorbsinya



4. Data makroskopis hati

- a) Bunuh mencit dengan cara disloksai leher
- b) Bedah mencit dengan menggunakan alat bedah
- c) Ambil organ hati kemudian timbanglah, catat kondisi hati (warna, konsistensi dan permukaan) .
- d) Lalu isi gelas ukur dengan akuadest sampai 5ml kemudian masukan organ hati setelah itu catat berapa kenaikan volume aquadest.



Pipet sel darah putih



Pipet Sel darah merah



Volume Hati



Timbangan

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan tentang pengaruh honje terhadap perbaikan kerusakan hati yang terpapar merkuri diperoleh data sebagai berikut:

1. Pengaruh Pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*) terhadap berat badan mencit yang terpapar merkuri.

Tabel 5 Rata-rata pengukuran berat badan Mus musculus sebelum dan sesudah pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*)

Kelompok	Berat badan awal ± SD (Tidak beda nyata)	Berat badan akhir ± SD (beda nyata)
Po (Kontrol)	28,80 ± 2,588	33,40 ± 1,673 a
P1 (Merkuri 5 mg/g bb)	26,80 ± 4,550	29,40 ± 3,912 abc
P2 (Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb)	27,60 ± 3,782	25,00 ± 3,536 c
P3 (Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb)	29,60 ± 2,302	28,20 ± 4,266 bc
P4 (Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)	30,80 ± 1,304	31,80 ± 1,304 ab

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan kriteria sebagai berikut bila nilai signifikansi > 0,05 maka data dapat dikatakan berdistribusi normal dan sebaliknya bila nilai signifikansi < 0,05 maka data dapat dikatakan berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut data berdistribusi normal dan homogeny sehingga data diuji dengan Anova.

Berdasarkan hasil analisis varian (Anova satu faktor) rata-rata berat badan awal menunjukkan hasil yang tidak signifikan dimana F hitung sebesar 1,29 lebih kecil dari F tabel sebesar 2,87. Hasil analisis varian (Anova satu faktor) rata-rata berat badan akhir menunjukkan hasil yang signifikan dimana F hitung sebesar 5,251 lebih besar dari F tabel sebesar 2,87. Sehingga dilakukan uji lanjut yaitu Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD). Setelah dilakukan UJGD, diperoleh bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan P1 dan P4, tetapi P0 berbeda nyata dengan P2 dan P3.

2. Pengaruh Pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*) terhadap jumlah sel darah merah dan putih pada mencit yang terpapar merkuri.

Tabel 6 Rata-rata pengukuran sel darah merah dan putih Mus musculus dengan pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*)

Kelompok	Sel darah merah \pm SD	Sel dadarh putih \pm SD
Po (Kontrol)	2.135.000 \pm 262.940,107 a	5452 \pm 499,72 a
P1 (Merkuri 5 mg/g bb)	4.887.000 \pm 2.226.119,381 ab	8936 \pm 2770,502 b
P2 (Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb)	5.635.000 \pm 3.204.611,911 b	5328 \pm 3730,834 ab
P3(Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb)	1.844.000 \pm 422.054,499 ac	4456 \pm 3351,638 a
P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)	1.383.000 \pm 557.568,381 c	3140 \pm 1633,585 a

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan kriteria sebagai berikut bila nilai signifikasi $> 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi normal dan sebaliknya bila nilai signifikasi $< 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut data sel darah merah berdistribusi normal tetapi tidak homogeny sehingga data diuji dengan *Kruskal walls*.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *kruskal walls* rata-rata sel darah merah menunjukkan hasil yang signifikan dimana chi hitung sebesar 17,014 lebih besar dari chi tabel sebesar 9,49. Sehingga dilakukan uji lanjut yaitu *mann whitney*. Setelah dilakukan *mann whitney* diperoleh bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3, tetapi P0 berbeda nyata dengan P2 dan P4..

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan kriteria sebagai berikut bila nilai signifikansi $> 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi normal dan sebaliknya bila nilai signifikansi $< 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut data sel darah putih tidak berdistribusi normal tetapi homogeny sehingga data diuji dengan *Kruskal walls*.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *kruskal walls* rata-rata sel darah putih menunjukkan hasil yang signifikan dimana chi hitung sebesar 11,449 lebih besar dari chi tabel sebesar 9,49. Sehingga dilakukan uji lanjut yaitu *mann whitney*. Setelah dilakukan *mann whitney* diperoleh bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan P2, P3 dan P4, tetapi P0 berbeda nyata dengan P1.

3. Pengaruh Pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*) terhadap hati mencit yang terpapar merkuri.

Tabel 7 Rata-rata pengukuran berat dan volume hati Mus musculus dengan pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*)

Kelompok	Berat hati \pm SD (Tidak beda nyata)	Volume hati \pm SD
Po (Kontrol)	1,83 \pm 0,0610178	1,6 \pm 0,548 a
P1 (Merkuri 5 mg/g bb)	1,71 \pm 0,2024144	2.8 \pm 0,837 b
P2 (Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,13 mg/g bb)	1,46 \pm 0,43022	2.2 \pm 0,447 abc
P3(Merkuri 5 mg/g bb+crude ekstrak etanol honje 0,26 mg/g bb)	1,76 \pm 0,3152716	3 \pm 0,707 bcd
P4(Merkuri 5 mg/g bb +crude ekstrak etanol honje 0,39 mg/g bb)	1,81 \pm 0,1006437	3.5 \pm 0,5 bd

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan kriteria sebagai berikut bila nilai signifikansi $> 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi normal dan sebaliknya bila nilai signifikansi $< 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut data volume hati berdistribusi tidak normal tetapi homogeny sehingga data diuji dengan *Kruskal walls*.

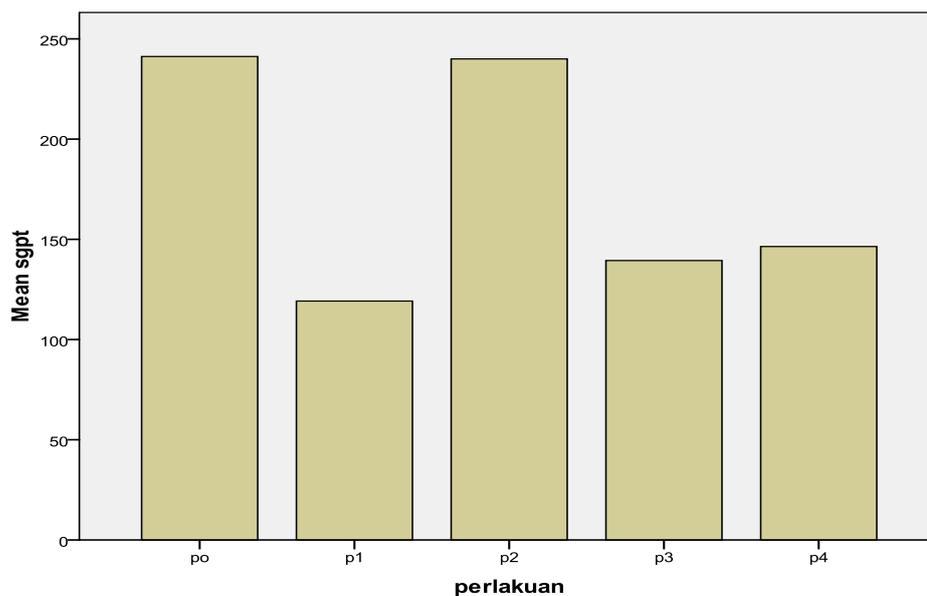
Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *kruskal walls* rata-rata volume hati menunjukkan hasil yang signifikan dimana chi hitung sebesar 17,014 lebih besar dari chi tabel sebesar 9,49. Sehingga dilakukan uji lanjut yaitu *mann whitney*. Setelah dilakukan *mann whitney*

diperoleh bahwa perlakuan P0 tidak berbeda nyata dengan P2, tetapi P0 berbeda nyata dengan P1, P3 dan P4.

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan kriteria sebagai berikut bila nilai signifikansi $> 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi normal dan sebaliknya bila nilai signifikansi $< 0,05$ maka data dapat dikatakan berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut data berat hati berdistribusi normal dan homogeny sehingga data diuji dengan *Anova*.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *anova* rata-rata berat hati mencit menunjukkan hasil yang tidak signifikan dimana F hitung sebesar 1,627 lebih kecil dari F tabel sebesar 2,87. Sehingga tidak dilakukan uji lanjut UJGD.

4. Pengaruh Pemberian crude ekstrak etanol honje (*E.hemisphaerica*) terhadap SGPT mencit yang terpapar merkuri.



Gambar 9 Grafik rata-rata SGPT *M.musculus*

Berdasarkan data yang terdapat pada Gambar 8, rata-rata SGPT pada perlakuan pemberian merkuri lebih rendah dari kontrol. Hal ini membuktikan bahwa merkuri dapat mempengaruhi kadar SGPT pada hati mencit. Sedangkan pada perlakuan pemberian crude ekstrak etanol honje mampu menaikkan kadar SGPT pada mencit yang terpapar merkuri. Pada penyakit hati atau hepar kadar enzim di dalam hepar menurun karena adanya sel hati yang rusak sehingga enzim mengalami

kebocoran sel dan masuk ke dalam plasma. Hal inilah menyebabkan terjadinya penurunan kadar SGPT pada perlakuan P1. Kondisi hati menciut yang terpapar merkuri terdapat bercak putih sedangkan pada kontrol tidak ada.



Bercak putih

Gambar hati yang rusak



Gambar hati yang sehat



GLOSARIUM

- Hematologi : Cabang ilmu kedokteran mengenai sel darah, organ pembentuk darah dan kelainan yang berhubungan dengan sel dan organ pembentuk darah.
- Serum : Cairan darah yang terpisah setelah darah membeku
- Antigen : Protein asing yang menggerakkan pembentukan antibodi
- Normositik : Sel yang ukurannya normal
- Normokromik : Sel dengan jumlah hemoglobin normal
- Mikrositik : Sel yang ukurannya terlalu kecil
- Makrositik : Sel yang ukurannya terlalu besar
- Hipokromik : Sel yang jumlah hemoglobinnya terlalu dikit
- Hiperkromik : Sel yang jumlah hemoglobinnya terlalu banyak
- Korpuskuler : Komponen darah yang padat

DAFTAR PUSTAKA

- Aris, Tarwoto & Wartonah. 2009. *Fisiologi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Kebidanan*.
Jakarta: Trans Info Media
- Corwin, E.J. 2009. *Buku Saku Patofisiologi*. Jakarta: EGC
- Handayani, W & Hariwibowo, A.S. 2008. *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Pada Klien Dengan Gangguan Sistem Hematologi*. Jakarta : Salemba Medika
- Irianto, K. 2008. *Struktur Dan Fungsi Tubuh Manusia Untuk Paramedic*.
Bandung : Yrama Widya
- Permadi, A. 2008. *Membuat Kebun Tanaman Obat*. Jakarta : Pustaka Bunda
- Waterburry, L. 1998. *Buku Saku Hematologi*. Jakarta : EGC
- Winarno, B. 2008. Kecombrang. Artikel Kesehatan.
[Http://kompas.com/2008/kecombrang.html](http://kompas.com/2008/kecombrang.html). akses tanggal 10 November 2012
- Winarto, W & Tim Karya Sari. 2005. *Memfaatkan Bumbu Dapur untuk Mengatasi Aneka Penyakit*. Jakarta : Agromedia Pustaka