

**PENGARUH BORAKS TERHADAP KERUSAKAN HATI
MENCIT (*Mus musculus*) JANTAN
GALUR SWISS WEBSTER
(Studi Eksperimental Penilaian Kadar SGPT dan SGOT)**

Karya Tulis Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

Monda Ayu Astiningrum

01.203.4619

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2011

Karya Tulis Ilmiah

**PENGARUH BORAKS TERHADAP KERUSAKAN HATI
MENCIT (*Mus musculus*) JANTAN
GALUR SWISS WEBSTER
(Studi Eksperimental Penilaian Kadar SGPT dan SGOT)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Monda Ayu Astiningrum
01.203.4619**

telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 28 September 2011
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes.

Anggota Tim Penguji



Dra. Hj. Edijanti Gunarwo, Apt.

Pembimbing II

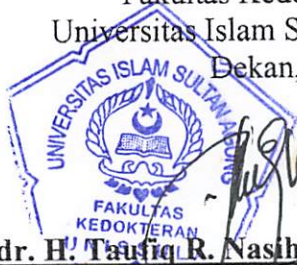


Dra. Eni Widayati, M.Si.



dr. H. M. Agus Supriyono, M.Kes

Semarang, Oktober 2011
Fakultas Kedokteran
Universitas Islam Sultan Agung
Dekan,



Dr. dr. H. Taufiq R. Nasihun, M.Kes, Sp. And.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Monda Ayu Astiningrum

NIM : 01.203.4619

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul:

PENGARUH BORAKS TERHADAP KERUSAKAN HATI MENCIT (*Mus musculus*) JANTAN GALUR SWISS WEBSTER (Studi Eksperimental Penilaian Kadar SGPT dan SGOT)

Adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, Oktober 2011



Monda Ayu Astiningrum

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah (KTI) ini.

KTI berjudul **“PENGARUH BORAKS TERHADAP KERUSAKAN HATI MENCIT (*Mus musculus*) JANTAN GALUR SWISS WEBSTER (Studi Eksperimental Penilaian Kadar SGPT dan SGOT)”** ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai gelar sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Selesainya penyusunan KTI ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. DR. dr. H. Taufiq R. Nasihun, M. Kes, Sp. And, selaku dekan fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mengijinkan penyusunan karya tulis ilmiah ini.
2. Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes. dan Dra. Eni Widayati, M.Si, selaku pembimbing yang telah membimbing dengan segenap ilmu, waktu dan tenaga dalam penyusunan KTI ini.
3. Dra. Hj. Edijanti Gunarwo, Apt. dan dr. H. M. Agus Suprijono, M.Kes., selaku penguji yang telah memberikan arahan guna perbaikan KTI ini.

4. Kedua orang tua, suami dan buah hatiku, yang telah memberikan dukungan materiil maupun doa.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas dukungan dan motivasinya.

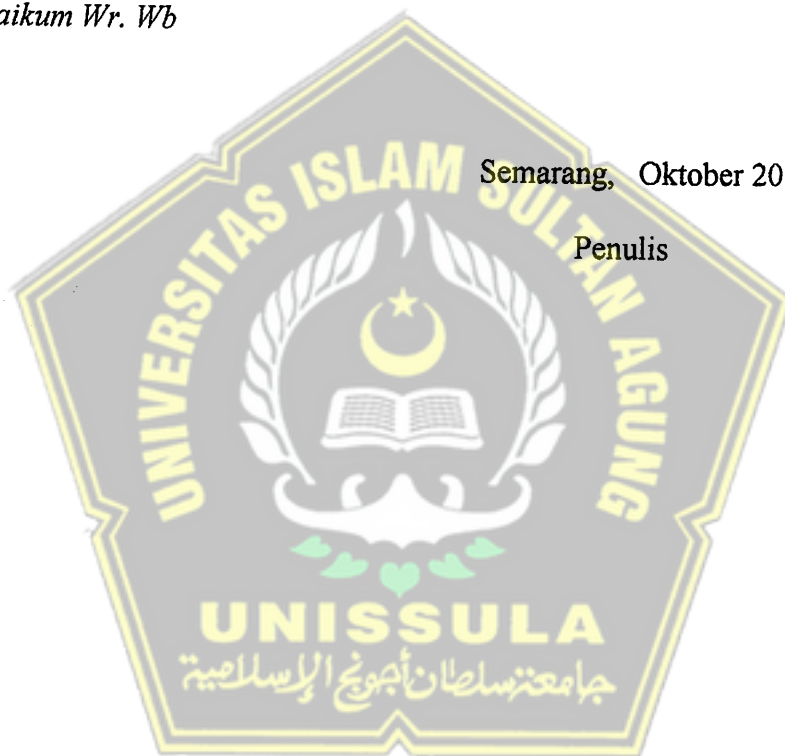
Semoga amal baik yang diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT.

Akhirnya dengan segala kekurangan yang ada, penulis berharap KTI ini dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan

Wassalamu`alaikum Wr. Wb

Semarang, Oktober 2011

Penulis



DAFTAR ISI

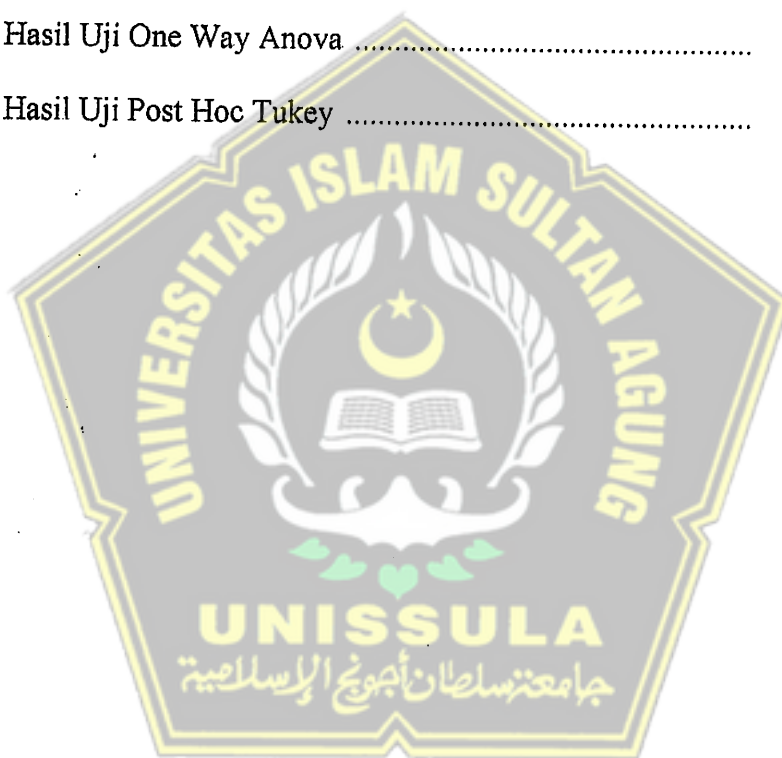
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.3.1. Tujuan Umum	3
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.4.1. Teoritis	4
1.4.2. Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Hati	5
2.1.1. Anatomi	5

2.1.2. Fisiologi Hati	7
2.2. Parameter Biokimia Hati	10
2.3. Boraks	12
2.3.1. Pengertian.....	12
2.3.2. Sifat-sifat Kimia	12
2.3.3. Fungsi Boraks	13
2.3.4. Indikasi Boraks	13
2.3.4. Penyalahgunaan Boraks	14
2.3.5. Toksisitas Boraks	15
2.4. Pengaruh Pemberian Boraks terhadap Kerusakan Hati ..	16
2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerusakan Hati	18
2.6. Biologi Mencit (<i>Mus musculus</i>).....	19
2.7. Kerangka Teori	21
2.8. Kerangka Konsep	22
2.9. Hipotesis	22
BAB III METODE DAN PENELITIAN	23
3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian	23
3.2. Variabel dan Definisi Operasional	23
3.2.1. Variabel	23
3.2.2. Definisi Operasional	23
3.3. Populasi dan Sampel	24
3.3.1. Populasi	24
3.3.2. Sampel	24

3.4.	Instrumen dan Bahan Penelitian	25
3.4.1.	Instrumen	25
3.4.2.	Bahan	25
3.5.	Cara Kerja Penelitian	26
3.6.	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.6.1.	Tempat Penelitian	28
3.6.2.	Waktu Penelitian	28
3.7.	Analisis Data	28
3.8.	Alur Kerja Penelitian	29
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
5.1.	Hasil Penelitian	30
4.1.1.	Hasil Uji Statistik Deskriptif	30
4.1.2.	Hasil Uji Beda Pengaruh Boraks Terhadap Kerusakan Hati	32
5.2.	Pembahasan	34
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1.	Simpulan	40
5.2.	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Rata-rata Kadar SGPT dan SGOT Antar Kelompok Perlakuan	29
Tabel 4.2. Hasil Uji <i>Shapiro Wilk</i>	31
Tabel 4.3. Hasil Uji Homogenitas Varian	31
Tabel 4.4. Hasil Uji One Way Anova	31
Tabel 4.5. Hasil Uji Post Hoc Tukey	32



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kerangka Teori	21
Gambar 2.2. Kerangka Konsep	22
Gambar 4.1. Grafik Rata-rata Kadar SGPT dan SGOT Antar Kelompok	30



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data
- Lampiran 2. Uji Statistik Deskriptif
- Lampiran 3. Uji Normalitas Data
- Lampiran 4. Uji Homogenitas Varian
- Lampiran 5. Uji One Way Anova
- Lampiran 6. Foto-foto Penelitian



INTISARI

Boraks sampai saat ini masih banyak digunakan sebagai tambahan makanan hal ini melanggar Permenkes No: 722/MenKes/Per/IX/88. Masuknya boraks yang terus-menerus, akan menyebabkan rusaknya membran sel hepar, kemudian diikuti kerusakan pada sel parenkim hepar. Hal ini terjadi karena gugus aktif boraks B – O – B (B=O) akan mengikat protein dan lipid tak jenuh sehingga menyebabkan peroksidasi lipid. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemakaian boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) terhadap kerusakan hati mencit jantan galur Swiss Webster.

Penelitian eksperimental dengan rancangan *post test only control group design* menggunakan sampel 25 ekor mencit (*Mus musculus*) jantan galur webster umur 2-3 bulan dengan berat 20-40 gram, dibagi dalam lima kelompok: satu kelompok kontrol (K) dan empat kelompok perlakuan (KP1, KP2, KP3 dan KP4) yang diberi larutan boraks secara peroral dengan dosis 150 mg, 300 mg, 450 mg dan 600 mg dengan lama pemberian 27 hari. Pengambilan darah dilakukan melalui pembuluh darah retroorbita, sebanyak 2 cc dan diterminasi. Darah tersebut kemudian diolah mengikuti metode baku pemeriksaan kolorimetrik dengan menggunakan pereaksi larutan DNPH, larutan NaOH 0,4 N, standar Pyruvat 2mM (mili Molar atau setara dengan 18 mg/dl), substrat GPT dan substrat GOT. Ada tidaknya pengaruh boraks terhadap kerusakan hati diuji dengan uji *one way anova* dan *post hoc LSD* yang sebelumnya dilakukan uji *Shapiro Wilk* dan *Levene Test*.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar SGPT K, KP1, KP2, KP3, KP4 adalah 73,72; 66,76; 74,44; 103,00 dan 113,30 U/l, sedangkan kadar SGOT adalah 193,90; 252,48; 201,48; 283,48 dan 357,46. Uji *one way anova* diperoleh p-value = 0,04 untuk SGPT dan 0,05 untuk SGOT. Hasil uji *post hoc Tukey* menunjukkan dari keempat kelompok perlakuan, dosis 600 mg/KgBB adalah yang paling bermakna menyebabkan kerusakan hati baik dilihat dari kadar SGPT maupun kadar SGOT.

Kesimpulan: boraks berpengaruh terhadap kerusakan hati mencit (*Mus musculus*) jantan galur swiss webster.

Kata kunci: boraks, kerusakan hati

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penambahan zat boraks dalam makanan sebenarnya sudah dilarang dalam Peraturan Menteri Kesehatan No: 722/MenKes/Per/IX/88. Namun pada kenyataannya menurut laporan Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) hingga periode tahun 2011 dimungkinkan zat boraks masih banyak digunakan beredar berbagai jenis makanan, seperti: karak/lèmpèng (kerupuk beras), sebagai komponen pembantu pembuatan gendar (adonan calon kerupuk), mi, lontong, sebagai pengeras, ketupat, bakso, dan kecap (Sparingga, 2010). Boraks yang dijadikan campuran pada bahan makanan dan langsung masuk ke tubuh, bisa mengakibatkan kerusakan pada organ tubuh, seperti pada saluran pencernaan, lambung, ginjal hingga otak. Makanan yang menggunakan boraks sebagai zat pengawet, efek kerusakan pada jaringan dan organ tubuh akan terasa jika zat tersebut sudah terakumulasi (Nurhaedah, 2011).

Boraks sampai saat ini masih banyak digunakan sebagai tambahan makanan, hal ini terlihat dari sekitar 86,49% sampel mi basah yang diambil di Yogyakarta, Semarang, dan Surabaya mengandung asam borat (boraks) dan 76,9% mi basah mengandung boraks juga formalin. Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) juga melaporkan kandungan boraks pada berbagai jajanan di Jakarta Selatan. Hasil pemeriksaan laboratorium Badan POM Denpasar terhadap bakso menunjukkan 54,29% bakso yang digunakan sebagai sampel mengandung boraks. Jumlah kandungan boraks yang

ditemukan dalam bakso bervariasi antara 0,63 ppm sampai 132,142 ppm (Sugiyatmi, 2006). Dinas Kesehatan (Dinkes) Kabupaten Pasuruan menemukan kandungan boraks sebesar 0,6-1,3 persen pada makanan *cireng*, *pentol* dan *batagor* di beberapa sekolah di wilayah Purwosari (Radar Bromo, 2010).

Dosis lethal boraks adalah 5 gram pada bayi dan 15-20 gram pada manusia dewasa. Penelitian Silvia (2004) untuk mengamati efek toksik subkronis yang disebabkan oleh boraks terhadap tingkat kerusakan hati dan ginjal dengan hewan uji mencit (*Mus musculus L.*) galur Swiss Webster, selama 54 hari perlakuan diperoleh hasil berat organ hati dan berat organ ginjal turun pada dosis 300 mg/kg bb; dan terdapat perubahan sel-sel pada jaringan hati dan ginjal pada dosis 300 mg/kg bb; kadar NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) sebesar 95,9 mg/kg bb (10,88 mg B/kg bb). Masuknya boraks yang terus-menerus, akan menyebabkan rusaknya membran sel hepar, kemudian diikuti kerusakan pada sel parenkim hepar. Hal ini terjadi karena gugus aktif boraks B – O – B (B=O) akan mengikat protein dan lipid tak jenuh sehingga menyebabkan peroksidasi lipid (Cotton dan Wilkinson, 2002). Pada waktu sel-sel hepar rusak akan menyebabkan induksi enzim yang berada di dalam sel hepar (enzim intraseluler) sehingga enzim tersebut akan dilepaskan ke dalam darah dan terjadi peningkatan enzim hepar dalam darah (Sacher dan McPherson, 2004).

Aminotransferase (transaminase) merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan pertanda fungsi hati dari golongan enzim. Aspartat

aminotransferase (AST) atau SGOT (*serum glutamic oxaloacetic transaminase*) dan alanin aminotrasferase (ALT) atau SGPT (*serum glutamic pyruvic transaminase*) merupakan indikator yang sensitif terhadap adanya kerusakan sel hati dan sangat membantu dalam mengenali adanya penyakit pada hati yang bersifat akut. Peningkatan kadar enzim-enzim ini mencerminkan adanya kerusakan sel-sel hati (Sari dkk, 2008). Bertitik tolak dari uraian ini perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh boraks dalam berbagai konsentrasi terhadap kerusakan hati yang diidentifikasi melalui kadar enzim SGOT dan SGPT. Penelitian ini menggunakan dosis 150, 300, 450 dan 600 mg/kg bb dengan lama penelitian yang lebih singkat yaitu setengah dari periode pengamatan sebelumnya (27 hari). Apabila ditemukan zat boraks dapat meningkatkan kadar SGPT dan SGOT maka penelitian ini dapat memberikan informasi bahwa penggunaan dalam waktu yang lebih singkat dengan kadar boraks yang lebih tinggi, zat boraks sudah dapat menunjukkan adanya kerusakan hati.

1.2. Rumusan Masalah

“Adakah pengaruh boraks terhadap kerusakan hati mencit (*Mus musculus*) jantan galur Swiss Webster?”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan umum

Untuk mengetahui pengaruh boraks terhadap kerusakan hati mencit jantan galur Swiss Webster.

1.3.2. Tujuan khusus

1.3.2.1. Mengetahui perbedaan kadar SGPT mencit jantan galur Swiss Webster pada dosis pemberian boraks dengan dosis 600; 450; 300 dan 150 mg/kg bb.

1.3.2.2. Mengetahui perbedaan kadar SGOT mencit jantan galur Swiss Webster pada dosis pemberian boraks dengan dosis 600; 450; 300 dan 150 mg/kg bb.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut pada manusia yang sifatnya observasional analitik.

1.4.2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat mengenai pengaruh toksisitas boraks terhadap hati.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hati

2.1.1. Anatomi

Hati merupakan kelenjar yang terbesar dalam tubuh manusia. Hati pada manusia terletak pada bagian atas cavum abdominis, di bawah diafragma, di kedua sisi kuadran atas, yang sebagian besar terdapat pada sebelah kanan. Beratnya 1200 – 1600 gram. Permukaan atas terletak bersentuhan di bawah diafragma, permukaan bawah terletak bersentuhan di atas organ-organ abdomen. Hati difiksasi secara erat oleh tekanan intraabdominal dan dibungkus oleh peritoneum kecuali di daerah posterior-superior yang berdekatan dengan v.cava inferior dan mengadakan kontak langsung dengan diafragma. Bagian yang tidak diliputi oleh peritoneum disebut bare area. Terdapat refleksi peritoneum dari dinding abdomen anterior, diafragma dan organ-organ abdomen ke hati berupa ligamen (Pearce, 2009).

Secara anatomis, organ hati terletak di hipochondrium kanan dan epigastrium, dan melebar ke hipokondrium kiri. Hati dikelilingi oleh cavum toraks dan bahkan pada orang normal tidak dapat dipalpasi (bila teraba berarti ada pembesaran hati). Permukaan lobus kanan dapat mencapai sela iga 4/5 tepat di bawah aerola mammae. Lig

falciformis membagi hati secara *topografis* bukan secara anatomis yaitu lobus kanan yang besar dan lobus kiri (Pearce, 2009).

Secara mikroskopis, hati dibungkus oleh simpai yang tebal, terdiri dari serabut kolagen dan jaringan elastis yang disebut Kapsul Glisson. Simpai ini akan masuk ke dalam parenchym hati mengikuti pembuluh darah getah bening dan duktus biliaris. Massa dari hati seperti spons yang terdiri dari sel-sel yang disusun di dalam lempengan-lempengan/plate dimana akan masuk ke dalamnya sistem pembuluh kapiler yang disebut sinusoid. Sinusoid-sinusoid tersebut berbeda dengan kapiler-kapiler di bagian tubuh yang lain, oleh karena lapisan endotel yang meliputinya terdiri dari sel-sel fagosit yang disebut sel kupfer. Sel kupfer lebih permeabel yang artinya mudah dilalui oleh sel-sel makro dibandingkan kapiler-kapiler yang lain. Lempengan sel-sel hati tersebut tebalnya 1 sel dan punya hubungan erat dengan sinusoid. Pada pemantauan selanjutnya nampak parenkim tersusun dalam lobuli-lobuli Di tengah-tengah lobuli terdapat 1 vena sentralis yang merupakan cabang dari vena-vena hepatica (vena yang menyalurkan darah keluar dari hati). Di bagian tepi di antara lobuli-lobuli terhadap tumpukan jaringan ikat yang disebut traktus portalis/ TRIAD yaitu traktus portalis yang mengandung cabang-cabang v.porta, A.hepatika, ductus biliaris.Cabang dari vena porta dan A.hepatika akan mengeluarkan isinya langsung ke dalam sinusoid setelah banyak percabangan Sistem bilier dimulai dari canaliculi

biliaris yang halus yang terletak di antara sel-sel hati dan bahkan turut membentuk dinding sel. Canaliculi akan mengeluarkan isinya ke dalam intralobularis, dibawa ke dalam empedu yang lebih besar, air keluar dari saluran empedu menuju kandung empedu (Pearce, 2009).

2.1.2. Fisiologi Hati

Hati merupakan pusat dari metabolisme seluruh tubuh, merupakan sumber energi tubuh sebanyak 20% serta menggunakan 20 – 25% oksigen darah. Ada beberapa fungsi hati yaitu (Pearce, 2009):

1. Fungsi hati sebagai metabolisme karbohidrat

Pembentukan, perubahan dan pemecahan KH, lemak dan protein saling berkaitan 1 sama lain. Hati mengubah pentosa dan heksosa yang diserap dari usus halus menjadi glikogen, mekanisme ini disebut glikogenesis. Glikogen lalu ditimbun di dalam hati kemudian hati akan memecahkan glikogen menjadi glukosa. Proses pemecahan glikogen menjadi glukosa disebut glikogenolisis. Karena proses-proses ini, hati merupakan sumber utama glukosa dalam tubuh, selanjutnya hati mengubah glukosa melalui heksosa monophosphat shunt dan terbentuklah pentosa. Pembentukan pentosa mempunyai beberapa tujuan: Menghasilkan energi, biosintesis dari nukleotida, nucleic acid dan ATP, dan membentuk biosintesis senyawa 3 karbon (3C) yaitu *piruvic acid* (asam piruvat diperlukan dalam siklus krebs) (Pearce, 2009).

2. Fungsi hati sebagai metabolisme lemak

Hati tidak hanya membentuk/ mensintesis lemak tapi sekaligus mengadakan katabolisis asam lemak. Asam lemak dipecah menjadi beberapa komponen (Pearce, 2009):

1. Senyawa 4 karbon – keton bodies
2. Senyawa 2 karbon – *Active Acetate* (dipecah menjadi asam lemak dan gliserol)
3. Pembentukan kolesterol
4. Pembentukan dan pemecahan fosfolipid

Hati merupakan pembentukan utama, sintesis, esterifikasi dan ekskresi kolesterol. Dimana serum Kolesterol menjadi standar pemeriksaan metabolisme lipid

3. Fungsi hati sebagai metabolisme protein

Hati mensintesis banyak macam protein dari asam amino. dengan proses deaminasi, hati juga mensintesis gula dari asam lemak dan asam amino. Dengan proses transaminasi, hati memproduksi asam amino dari bahan-bahan non nitrogen. Hati merupakan satu-satunya organ yang membentuk plasma albumin dan δ - globulin dan organ utama bagi produksi urea. Urea merupakan end product metabolisme protein. δ - globulin selain dibentuk di dalam hati, juga dibentuk di limpa dan sumsum tulang β - globulin hanya dibentuk di dalam hati. albumin mengandung \pm 584 asam amino dengan BM 66.000 (Pearce, 2009).

4. Fungsi hati sehubungan dengan pembekuan darah

Hati merupakan organ penting bagi sintesis protein-protein yang berkaitan dengan koagulasi darah, misalnya: membentuk fibrinogen, protrombin, faktor V, VII, IX, X. Benda asing masuk ke pembuluh darah – yang beraksi adalah faktor ekstrinsi, bila ada hubungan dengan katup jantung – yang beraksi adalah faktor intrinsik. Fibrin harus isomer biar kuat pembekuannya dan ditambah dengan faktor XIII, sedangkan Vit K dibutuhkan untuk pembentukan protrombin dan beberapa faktor koagulasi (Pearce, 2009).

5. Fungsi hati sebagai metabolisme vitamin

Semua vitamin disimpan di dalam hati khususnya vitamin A, D, E, K (Pearce, 2009).

6. Fungsi hati sebagai detoksikasi

Hati adalah pusat detoksikasi tubuh, Proses detoksikasi terjadi pada proses oksidasi, reduksi, metilasi, esterifikasi dan konjugasi terhadap berbagai macam bahan seperti zat racun, obat over dosis (Pearce, 2009).

7. Fungsi hati sebagai fagositosis dan imunitas

Sel kupfer merupakan saringan penting bakteri, pigmen dan berbagai bahan melalui proses fagositosis. Selain itu sel kupfer juga ikut memproduksi δ - globulin sebagai *imun livers mechanism* (Pearce, 2009).

8. Fungsi hemodinamik

Hati menerima $\pm 25\%$ dari cardiac output, aliran darah hati yang normal ± 1500 cc/ menit atau $1000 - 1800$ cc/ menit. Darah yang mengalir di dalam a.hepatica $\pm 25\%$ dan di dalam v.porta 75% dari seluruh aliran darah ke hati. Aliran darah ke hati dipengaruhi oleh faktor mekanis, pengaruh persarafan dan hormonal, aliran ini berubah cepat pada waktu *exercise*, terik matahari, *shock*. Hati merupakan organ penting untuk mempertahankan aliran darah hati (Pearce, 2009)

2.2. Parameter Biokimia Hati

Beberapa parameter biokimia hati yang dapat dijadikan pertanda fungsi hati, antara lain sebagai berikut (Sari dkk, 2008):

2.2.1. Aminotransferase (transaminase)

Parameter yang termasuk golongan enzim ini adalah aspartat aminotransferase (AST/SGOT) dan alanin aminotrasferase (ALT/SGPT). Enzim-enzim ini merupakan indikator yang sensitif terhadap adanya kerusakan sel hati dan sangat membantu dalam mengenali adanya penyakit pada hati yang bersifat akut seperti hepatitis. Peningkatan kadar enzim-enzim ini mencerminkan adanya kerusakan sel-sel hati. ALT merupakan enzim yang lebih dipercaya dalam menentukan adanya kerusakan sel hati dibandingkan AST (Sari dkk, 2008).

2.2.2. Alkalin fosfatase (ALP)

Enzim ini ditemukan pada sel-sel hati yang berada di dekat saluran empedu. Peningkatan kadar ALP merupakan salah satu petunjuk adanya sumbatan atau hambatan pada saluran empedu. Peningkatan ALP dapat disertai dengan gejala warna kuning pada kulit, kuku, atau bagian putih bola mata (Sari dkk, 2008).

2.2.3. Serum protein

Serum protein yang dihasilkan hati antara albumin, globulin, dan faktor pembekuan darah. Pemeriksaan serum protein-protein tersebut dilakukan untuk mengetahui fungsi biosintesis hati (Sari dkk, 2008).

2.2.4. Bilirubin

Bilirubin merupakan pigmen kuning yang dihasilkan dari pemecahan hemoglobin (Hb) di hati. Bilirubin dikeluarkan lewat empedu dan dibuang melalui feses (Sari dkk, 2008).

Bilirubin ditemukan di darah dalam dua bentuk, yaitu bilirubin direk dan bilirubin indirek. Peningkatan bilirubin indirek jarang terjadi pada penyakit hati. Sebaliknya bilirubin direk yang meningkat hampir selalu menunjukkan adanya penyakit pada hati dan atau saluran empedu (Sari dkk, 2008).

2.3. Boraks

2.3.1. Pengertian

Boraks yang memiliki rumus kimia $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ merupakan senyawa bor yang juga dikenal dengan nama asam borat. Boraks umumnya digunakan/ditambahkan ke dalam pangan/bahan pangan sebagai pengental ataupun sebagai pengawet. Komposisi dan bentuk boraks mengandung 99,0% H_3BO_3 . Mempunyai bobot molekul 61,83 dengan B = 17,50%; H = 4,88%; O = 77,62% berbentuk serbuk hablur kristal transparan atau granul putih tak berwarna dan tak berbau serta agak manis (Cahyadi, 2008).

Menurut Kamus Kedokteran Dorland (2000) boraks digunakan sebagai bahan pembasa preparat farmasi. Bahan ini juga digunakan untuk sifatnya sebagai antibakteri lemah dan astringen ringan dalam losion, obat kumur, dan pembersih mulut. Disebut juga sodium pyroborate, dan sodium tetraborate.

2.3.2. Sifat-sifat kimia

Senyawa boraks ini mempunyai sifat-sifat kimia sebagai berikut: titik lebur sekitar 171°C . Larut dalam 18 bagian air dingin, 4 bagian air mendidih, 5 bagian gliserol 85%, dan tak larut dalam eter. Kelarutan dalam air bertambah dengan penambahan asam klorida, asam sitrat, atau asam tartrat. Mudah menguap dengan pemanasan dan kehilangan satu molekul airnya pada suhu 100°C yang secara perlahan berubah menjadi asam metaborat (HBO_2). Boraks merupakan asam

lemah dan garam alkalinnya bersifat basa. Satu gram boraks larut sempurna dalam 30 bagian air, menghasilkan larutan yang jernih dan tak berwarna. Boraks tak tercampur dengan alkali karbonat dan hidoksida (Cahyadi, 2008).

2.3.3. Fungsi boraks

Boraks yang disebut juga natrium tetra borax atau sodium borat sebenarnya merupakan pembersih, fungisida, herbisida dan insektisida yang bersifat toksik atau meracuni untuk manusia. Dalam kondisi toksik yang kronis (karena mengalami kontak dalam jumlah sedikit demi sedikit namun dalam jangka waktu yang panjang) akan mengakibatkan tanda-tanda merah pada kulit, seizure, dan gagal ginjal. Boraks dapat juga mengakibatkan iritasi pada kulit, mata atau saluran respirasi, mengganggu kesuburan dan janin. Dosis letal (dosis yang mengakibatkan kematian) pada dewasa 20 gram (Yuliarti, 2007). Sedangkan pada anak-anak 5-10 gram dan pada binatang kurang dari 5 gram (BPOM, 2004).

2.3.4. Indikasi boraks

Boraks biasanya digunakan juga dalam industri gelas, pelican porselin, alat pembersih, dan antiseptik. Kegunaan boraks sebenarnya ialah sebagai zat antiseptik, obat pencuci mata (*barie acid 30%*), salep (*boorsalp*) untuk menyembuhkan penyakit kulit, salep untuk

mengobati bibir (borak gliserin), dan pembasmi semut (barie acid boraks) (BPOM, 2004).

Efek farmakologi dan toksisitas senyawa boron atau asam borat merupakan bakterisida lemah. Larutan jenuhnya tidak membunuh *Staphylococcus aureus*. Pemakaian berulang atau absorpsi berlebihan dapat mengakibatkan toksik (keracunan). Gejala dapat berupa mual, muntah, diare, suhu tubuh menurun, lemah, sakit kepala, rash erythematous, anoreksia, berat badan menurun, ruam kulit, anemia, dan konvulsi dan bahkan bisa menimbulkan *shock*. Dan bila dikonsumsi terus menerus bisa menyebabkan gangguan pada gerak pencernaan usus, kelainan pada susunan saraf, depresi, dan kekacaun mental. Dalam jumlah serta dosis tertentu borak bisa menyebabkan degradasi mental, serta rusaknya saluran pencernaan, ginjal, hati, dan kulit karena boraks cepat terabsorpsi oleh saluran pernapasan dan pencernaan, kulit luka, atau membrane mukosa (BPOM, 2004).

2.3.5. Penyalahgunaan boraks

Boraks merupakan salah satu bahan tambahan pangan yang dilarang penggunaannya oleh pemerintah. Namun banyak produsen makanan yang menggunakan boraks sebagai bahan pengawet, khususnya pada bakso, kerupuk, pempek, pisang molen, pangsit, tahu, dan bakmi. Hal ini bisa terjadi karena minimnya pengetahuan, lemahnya pengawasan dari lembaga pemerintah, dan alasan ekonomi. Tujuan penambahan boraks pada proses pengolahan makanan adalah

untuk meningkatkan kekenyalan, kerenyahan, serta memberikan rasa gurih dan kepadatan terutama pada jenis makanan yang mengandung pati (Saparinto dan Hidayati, 2006).

Boraks merupakan racun bagi semua sel. Pengaruhnya terhadap organ tubuh tergantung konsentrasi yang dicapai dalam organ tubuh. Karena kadar tertinggi tercapai pada waktu diekskresi maka ginjal merupakan organ yang paling terpengaruh dibandingkan dengan organ yang lain. Dosis fatal boraks antara 0,1-0,5g/Kg berat badan (Saparinto dan Hidayati, 2006).

2.3.6. Toksisitas boraks

Boraks dan sejenisnya merupakan pestisida turunan elemen boron. Boron jarang sekali digunakan secara tunggal, jenis-jenisnya ditemukan dengan bentuk kombinasi dengan elemen-elemen lain; umumnya dikombinasikan dengan asam borat atau boraks. Tidak seperti beberapa pestisida dengan beberapa komponen sintetik, Boraks dan beberapa pestisida secara alami merupakan campuran (Cox, 2004).

Boraks memiliki beberapa keuntungan sebagai pestisida, memiliki toksisitas yang rendah terhadap manusia daripada pestisida lainnya, dan lebih sedikit serangga yang resisten karenanya. Namun demikian boraks dan zat-zat kimia yang berhubungan dapat menyebabkan keracunan. Boraks dapat membunuh beberapa jenis

organisme dengan cara yang berbeda. Serangga terbunuh oleh boraks karena boraks ini berperan sebagai racun perut dan juga sebagai zat abrasiv pada permukaan luar serangga (Cox, 2004).

Penelitian Silvia (2004) pada mencit jantan galur Swiss Webster menemukan berat badan cenderung naik, berat organ hati dan berat organ ginjal turun pada pemberian boraks dosis 300 mg/kg bb; serta terdapat perubahan sel-sel pada jaringan hati dan ginjal pada dosis 300 mg/kg bb, dan kadar NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) sebesar 95,9 mg/kg bb (10,88 mg B/kg bb).

2.4. Pengaruh Pemberian Boraks Terhadap Kerusakan Hati

Mengonsumsi makanan yang mengandung boraks memang tidak serta berakibat buruk terhadap kesehatan, tetapi boraks akan menumpuk sedikit demi sedikit karena diserap dalam tubuh secara kumulatif. Seringnya mengonsumsi makanan yang mengandung boraks, salah satunya akan menyebabkan gangguan hati (Canahar dan Suhanda, 2006).

Masuknya boraks yang terus-menerus, akan menyebabkan rusaknya membran sel hepar, kemudian diikuti kerusakan pada sel parenkim hepar. Hal ini terjadi karena gugus aktif boraks B – O – B (B=O) akan mengikat protein dan lipid tak jenuh sehingga menyebabkan peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid dapat merusak permeabilitas sel karena membran sel kaya akan lipid, sebagai akibatnya semua zat dapat keluar masuk ke dalam sel (Cotton dan Wilkinson, 2002).

Pada waktu sel-sel hepar rusak akan menyebabkan induksi enzim yang berada di dalam sel hepar (enzim intraseluler) sehingga enzim tersebut akan dilepaskan ke dalam darah. Enzim hepar tersebut antara lain Glutamat Piruvat Transaminase atau GPT dan Glutamat Oxaloacetic Transaminase (GOT). Peningkatan kadar SGPT dan SGOT dalam darah dapat dijadikan indikator biologis tidak langsung untuk keracunan boraks. Salah satu jenis pemeriksaan yang sering dilakukan untuk mengetahui adanya kerusakan pada hati adalah pemeriksaan enzimatik tersebut (Sacher dan McPherson, 2004).

Enzim adalah protein dan senyawa organik yang dihasilkan oleh sel hidup dan umumnya terdapat di dalam sel. Dalam keadaan normal terdapat keseimbangan antara pembentukan enzim dengan penghancurannya. Apabila terjadi kerusakan sel atau peningkatan permeabilitas membran sel, enzim akan banyak keluar ke ruang ekstra sel dan dapat digunakan sebagai sarana untuk membantu diagnostik dengan mengetahui kadar enzim tersebut di dalam darah (Sumardjo, 2008).

Pemeriksaan aminotransferase dapat dilakukan secara optimal jika serum bebas dari hemolisis, untuk menghindari interferensi oleh hemoglobin pada pengukuran absorbance optis dan untuk menghindari peningkatan artefaktual AST akibat enzim yang berasal dari eritrosit. Sampel dapat didinginkan atau dibekukan apabila tidak segera diperiksa (Sarcher dan McPherson, 2004).

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi temuan laboratorium biokimia hati, antara lain (Kee, 2007):

1. Pengambilan darah pada area yang terpasang jalur intra-vena dapat menurunkan kadar
2. Trauma pada proses pengambilan sampel akibat tidak sekali tusuk kena dapat meningkatkan kadar enzim hati.
3. Hemolisis sampel
4. Obat-obatan yang dapat meningkatkan kadar enzim hati: antibiotik (klindamisin, karbenisilin, eritromisin, gentamisin, linkomisin, mitramisin, spektinomisin, tetrasiklin), narkotika (meperidin/demerol, morfin, kodein), antihipertensi (metildopa, guanetidin), preparat digitalis, indometasin (Indosin), salisilat, rifampin, flurazepam (Dalmane), propranolol (Inderal), kontrasepsi oral (progestin-estrogen), lead, heparin, sedangkan aspirin dapat meningkatkan atau menurunkan kadar enzim hati tersebut.

2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerusakan Hati

Kerusakan hati yang parah dapat dikenali dengan perubahan warna bola mata dan kulit menjadi kuning dan juga membuat air seni atau kencing menjadi gelap. Hati yang telah rusak akan berdampak pada kemampuan tubuh dalam memecah protein. Faktor penyebab kerusakan organ hati manusia diantaranya (Organisasi.org, 2010):

1. Penyalahgunaan obat
2. Merokok
3. Serangan virus hepatitis
4. Terlalu banyak makan dan minum yang mengandung kolesterol tinggi

Hati merupakan organ penting untuk menjaga kesehatan. Dalam menjalankan fungsi tersebut hati akan dipengaruhi oleh berbagai faktor baik dari dalam tubuh maupun dari lingkungan. Kehidupan aktivitas fisik yang berat dapat menimbulkan perubahan metabolisme dalam tubuh yang akan menghasilkan radikal bebas (*oxidants*) yang dapat merusak sel-sel tubuh termasuk sel-sel hati. Latihan fisik yang berat dapat menimbulkan *oxidative damage* akibat dari peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS) (Chevion 2003). Latihan fisik berat seperti lari 80 km misalnya dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara *prooxidant* dan *antioxidant* intraseluler yang dapat menimbulkan kerusakan sel hati sehingga terjadi peningkatan plasma aspartat transaminase (AST/SGOT) 4 kali lipat dan peningkatan kadar bilirubin yang merupakan tanda dari gangguan fungsi hati (Droge, 2002).

2.6. Biologi Mencit (*Mus musculus*)

Mus musculus merupakan model organisme dalam ilmu biologi dan kedokteran. Hewan ini mudah didapat, mudah dikembangbiakkan, siklus spermatogenesis pendek, metabolisme mudah *reversible* dan harga relatif murah. Selain itu ukurannya kecil sehingga mudah ditangani. Klasifikasi mencit adalah: (Kusumawati, 2004)

Kingdom : *Animalia*

Phylum : *Chodata*

Class : *Mammalia*

Ordo : *Rodentia*

Family : *Muridae*

Subfamily : *Murinae*

Genus : *Mus*

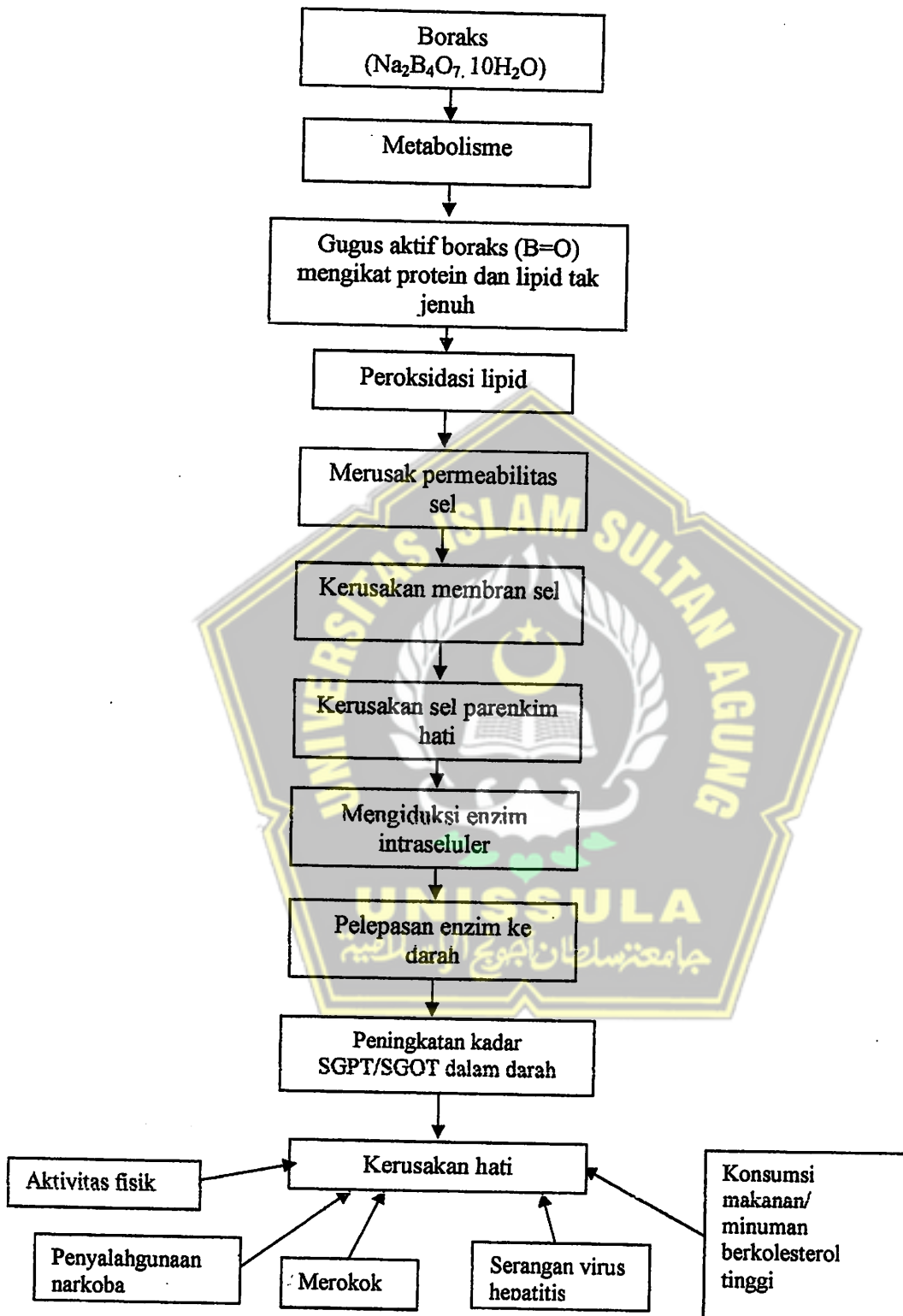
Species : *Mus musculus*

Karakteristik mencit jantan galur Swiss webster (Yuwono dkk, 2010):

- Dewasa berat badan: 25 – 40 g (betina); 20-40 g (pria)
- Life span: 1.5 – 3 tahun
- Pernapasan rate: 94-163 napas / menit
- Denyut jantung: 325-780 denyut / menit
- dubur rata-rata suhu normal: 99,5 ° F
- Temperatur ruangan untuk pemeliharaan mencit berkisar antara 20-25° C.
- Mencit dapat dipelihara dengan baik pada temperatur 70- 80° F.
- Kelembaban ruang berkisar 45-55%.

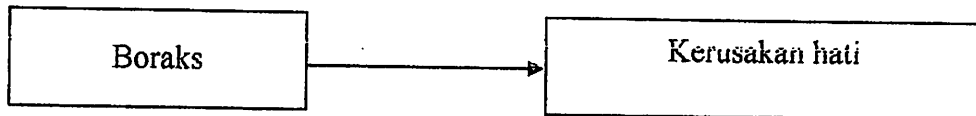


2.7. Kerangka Teori



Gambar 2.1. Kerangka Teori

2.8. Kerangka Konsep



Gambar 2.2. Kerangka Konsep

2.9. Hipotesis

Ada pengaruh boraks terhadap kerusakan hati mencit (*Mus musculus*) jantan galur Swiss Webster.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian eksperimental laboratorik dengan rancangan *post test only control group design*.

3.2. Variabel dan Definisi Operasional

3.2.1. Variabel

3.2.1.1. Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah kerusakan hati mencit.

3.2.1.2. Variabel Bebas

Variabel bebas penelitian ini adalah boraks.

3.2.2. Definisi operasional

3.2.2.1. Kerusakan hati

Kerusakan hati pada penelitian ini diidentifikasi melalui pengukuran kadar kadar SGOT dan SGPT secara kolorimetri di Laboratorium Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Skala: rasio

3.2.2.2. Boraks

Boraks pada penelitian ini yaitu natrium tetraborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) berupa larutan boraks yang diperoleh

secara (pure analysis/analisis murni) dari pelarutan serbuk boraks dosis 600, 450, 300 dan 150 mg/kg bb.

Skala: rasio

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi

Populasi penelitian adalah mencit jantan galur swiss webster yang ada di laboratorium Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3.3.2. Sampel

Sampel penelitian mencit jantan galur swiss webster yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

Kriteria inklusi:

- Mencit jantan galur swiss webster umur 2-3 bulan
- Berat badan sekitar 20-40 gram
- Induksi suhu 20-25° C

Kriteria eksklusi:

- Tikus dalam keadaan sakit (tidak bergerak aktif)
- Tikus mati saat penelitian

Hewan coba yang digunakan 25 ekor mencit jantan yang dibagi dalam 5 kelompok. Masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor mencit yang diambil secara random. Menurut WHO, batas minimal hewan coba yang digunakan dalam penelitian eksperimental

adalah 5 ekor per kelompok penelitian (WHO, 1993; Kusumawati, 2004).

3.4. Instrumentasi dan Bahan Penelitian

3.4.1. Instrumen

- Instrumen untuk membuat larutan uji: timbangan analitik, gelas ukur, pipet ukur, botol, tissue dan kertas label.
- Timbangan Ohaus dan *disposable syringe* ukuran 1,0 mL yang ujungnya diberi kanul untuk pelaksanaan pemberian perlakuan.
- Peralatan bedah terdiri dari bak parafin, gunting, scalpel, pinset, jarum, kapas.
- Mikroskop cahaya serta buku kerja digunakan untuk pengambilan data.
- Kolorimeter

3.4.2. Bahan

- 25 ekor mencit jantan galur swiss webster
- Boraks dalam bentuk serbuk sebanyak 88,2 gram.
- Makanan hewan percobaan (pellet)
- Air atau aquades sebanyak 2 ml.
- Larutan DNPH
- Larutan NaOH 0,4 N

- Standar piruvat 2mM (mili Molar) atau setara dengan piruvat 18 mg/dl.
- Substrat GPT dan Substrat GOT

3.5. Cara Kerja Penelitian

3.5.1. Mengacu pada hasil penelitian Silvia (2004), pelaksanaan perlakuan berupa pemberian boraks yang diberikan selama 27 hari (1/2 periode dari penelitian Silvia, 2004). Dosis boraks yang digunakan disesuaikan dengan dosis boraks dalam penelitian Silvia (2004) yaitu: 600, 450, 300 dan 150 mg/kg bb.

3.5.2 Cara membuat larutan boraks

- Pembuatan larutan boraks 600 mg/kg bb:

$$\frac{600\text{mg}}{1000\text{g bb}} = \frac{X\text{ mg}}{20\text{g bb}} \rightarrow X = 12\text{ mg}$$

Berarti pada mencit dengan bobot 20 gr diberikan boraks 12 mg.

- Pembuatan larutan boraks 450 mg/kg bb:

$$\frac{450\text{mg}}{1000\text{g bb}} = \frac{X\text{ mg}}{20\text{g bb}} \rightarrow X = 9\text{ mg}$$

Berarti pada mencit dengan bobot 20 gr diberikan boraks 9 mg.

- Pembuatan larutan boraks 300 mg/kg bb:

$$\frac{300\text{mg}}{1000\text{g bb}} = \frac{X\text{ mg}}{20\text{g bb}} \rightarrow X = 6\text{ mg}$$

Berarti pada mencit dengan bobot 20 gr diberikan boraks 6 mg.

- Pembuatan larutan boraks 150 mg/kg bb:

$$\frac{150\text{mg}}{1000\text{g bb}} = \frac{X\text{ mg}}{20\text{g bb}} \rightarrow X = 3\text{ mg}$$

Berarti pada mencit dengan bobot 20 gr diberikan boraks 3 mg.

- Masing-masing serbuk boraks yang diberikan dilarutkan dalam 2 ml aquadest.

3.5.3. Membagi 25 ekor mencit jantan galur swiss webster menjadi 5 kelompok, masing-masing kelompok terdiri atas 5 ekor mencit jantan galur swiss webster yang dipilih secara *random*.

- 1) K sebagai kelompok kontrol dengan perlakuan diet standar (pellet dan air/aquadest).
- 2) KP₁ sebagai kelompok perlakuan I dengan pemberian perlakuan diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis I intragastrik (150 mg/kg bb) sebanyak 2 cc.
- 3) KP₂ sebagai kelompok perlakuan II dengan pemberian perlakuan diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis II intragastrik (300 mg/kg bb) sebanyak 2 cc.
- 4) KP₃ sebagai kelompok perlakuan III dengan pemberian perlakuan diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis III intragastrik (450 mg/kg bb) sebanyak 2 cc.
- 5) KP₄ sebagai kelompok perlakuan IV dengan pemberian perlakuan diet standar (pellet dan air/aquadest) dan boraks dosis IV intragastrik (600 mg/kg bb) sebanyak 2 cc.

3.5.4. Pengamatan kerusakan hati

Hari ke-28 semua mencit dianestesi dengan ether. Pengambilan darah dari masing-masing kelompok melalui pembuluh darah retroorbita sebanyak 2 cc dan diterminasi. Sampel darah diolah mengikuti metode

baku pemeriksaan kolorimetri dengan menggunakan pereaksi larutan DNPH, larutan NaOH 0,4 N, standar Piruvat 2mM, substrat GPT (untuk pemeriksaan SGPT) dan substrat GOT (untuk pemeriksaan SGOT). Piruvat adalah bahan yang dibentuk pada pengolahan karbohidrat dan protein yang menghasilkan sumber energi untuk sel yang diukur dalam satuan mM (mili molar) atau yang setara dengan 9 mg/dl (Silvia, 2004).

3.6. Tempat dan Waktu Penelitian

3.6.1. Tempat Penelitian

Pemberian perlakuan pada hewan coba dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Islam Sultan Agung Semarang, sedangkan pemeriksaan SGOT dan SGPT dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Jl. Soekarno Hatta No. 185 Semarang.

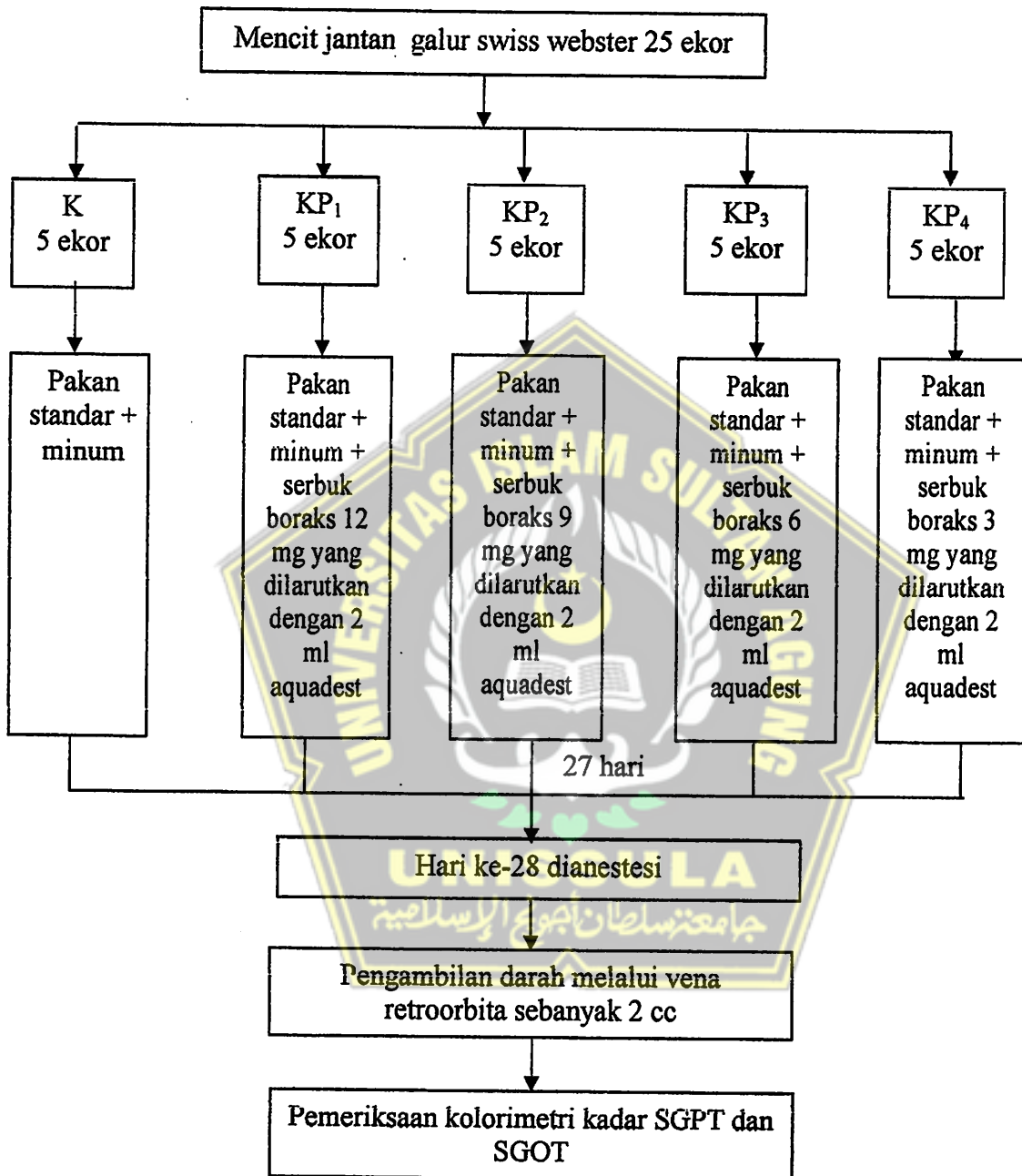
3.6.2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan 9 Mei sampai dengan 4 Juni 2011.

3.7. Analisis Data

Deskripsi data dianalisis dengan uji statistik deskriptif untuk kemudian dianalisis normalitasnya dengan uji *Shapiro Wilk* dan homogenitas variannya dengan *Levene Test*. Perbedaan kadar SGOT dan SGPT antar kelompok perlakuan diuji dengan *one way anova* dilanjutkan dengan *post hoc* LSD.

3.8. Alur Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil uji statistik deskriptif

Penelitian ini dilakukan pada 25 ekor mencit jantan galur swiss webster yang dibagi menjadi 5 kelompok, masing-masing terdiri dari 5 ekor mencit yang diambil secara random. Pelaksanaan penelitian dimulai tanggal 9 Mei sampai dengan 4 Juni 2011. Data hasil penelitian ini berupa data kadar SGPT dan SGOT yang dihitung setelah mencit mendapat perlakuan selama 27 hari. Hasil perhitungan rata-rata kadar SGPT dan SGOT disajikan pada Tabel 4.1. dan Gambar 4.1.

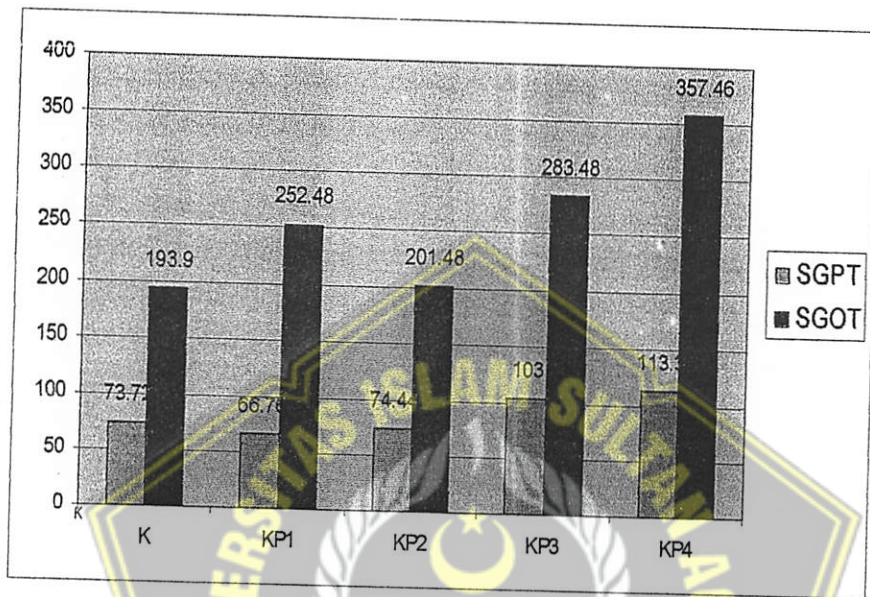
Tabel 4.1. Rata-rata Kadar SGPT dan SGOT Antar Kelompok Perlakuan

Kelompok	Indikator Kerusakan Hati	
	SGPT (U/l)	SGOT (U/l)
K	73,72	193,90
KP1	66,76	252,48
KP2	74,44	201,48
KP3	103,00	283,48
KP4	113,30	357,46

Keterangan: K: kontrol, KP1: boraks dosis 150 mg, KP2: 300 mg, KP3: 450 mg, KP4: 600 mg

Tabel 4.1. menunjukkan kadar SGPT berangsur meningkat pada pemberian boraks dosis 300 mg hingga 600 mg. Kadar SGPT pada kelompok pemberian boraks dosis 150 mg lebih rendah daripada kelompok kontrol, hal ini tidak sesuai dengan yang diinginkan karena

seharusnya mencit yang diberi boraks memiliki kadar SGPT lebih tinggi. Hal yang sama juga terjadi pada kelompok pemberian boraks dosis 150 mg dan 300 mg, kadar SGOT pada kelompok boraks dosis 300 mg lebih rendah daripada kadar SGOT pada kelompok boraks dosis 150 mg.



Gambar 4.1. Grafik Rata-rata Kadar SGPT dan SGOT Antar Kelompok

Berdasarkan Gambar 4.1. dapat dilihat bahwa rata-rata kadar SGPT dan SGOT mencit pada kelompok kontrol adalah lebih rendah daripada kadar SGPT dan SGOT kelompok-kelompok perlakuan. Kadar SGPT dan SGOT yang lebih tinggi pada kelompok-kelompok perlakuan daripada kelompok kontrol sesuai dengan logika yang diinginkan bahwa pemberian boraks dalam berbagai dosis kepada mencit dapat menyebabkan kerusakan hati. Kadar SGPT dan SGOT pada KP4 adalah yang tertinggi (113,3 U/l dan 357,46 U/l) dibandingkan kelompok-kelompok perlakuan lain, karena pada kelompok ini dosis boraks yang diberikan juga yang paling tinggi yaitu 600 mg/K.gBB.

4.1.2. Hasil Uji Beda Pengaruh Boraks Terhadap Kerusakan Hati

Pengaruh boraks terhadap kerusakan hati mencit jantan galur Swiss Webster dalam penelitian ini diuji dengan *One Way Anova*. Hal ini dilakukan karena distribusi data kadar SGPT dan SGOT adalah normal dan variannya homogen.

Tabel 4.2. Hasil Uji *Shapiro Wilk*

Indikator Kerusakan Hati	Kelompok	<i>p-value</i>
SGPT	K	0,131
	KP1	0,798
	KP2	0,120
	KP3	0,150
	KP4	0,876
SGOT	K	0,849
	KP1	0,887
	KP2	0,416
	KP3	0,138
	KP4	0,304

Tabel 4.2 menunjukkan *p-value* untuk semua kelompok $> 0,05$ sehingga dikatakan kadar SGPT dan SGOT antar kelompok berdistribusi normal.

Tabel 4.3. Hasil Uji Homogenitas Varian

Indikator Kerusakan Hati	<i>p-value</i>
SGPT	0,667
SGOT	0,100

Tabel 4.3 menunjukkan varian kadar SGPT dan SGOT adalah homogen ($p > 0,05$).

Hasil uji *One Way Anova* untuk kadar SGPT dan SGOT dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4. Hasil Uji *One Way Anova*

	SGPT (U/l)	SGOT (U/l)
F	3,035	2,844
<i>p-value</i>	0,04	0,05

Berdasarkan Tabel 4.4. diperoleh *p-value* 0,04 untuk kadar SGPT; karena $p \leq 0,05$ maka H_0 ditolak, sehingga disimpulkan H_a diterima; artinya rata-rata kadar SGPT antar semua kelompok perlakuan berbeda bermakna. Demikian juga halnya dengan *p-value* 0,05 untuk kadar SGOT; karena $p \leq 0,05$ maka H_0 ditolak, sehingga disimpulkan H_a diterima; artinya rata-rata kadar SGOT antar semua kelompok perlakuan berbeda bermakna (Dahlan, 2004).

Tabel 4.5. Hasil Uji Post Hoc Tukey

(I) Kelompok	(J) Kelompok	<i>p-value</i>	
		SGPT	SGOT
K	KP1	0,681	0,309
K	KP2	0,966	0,894
K	KP3	0,094	0,126
K	KP4	0,028*	0,009*
KP1	KP2	0,650	0,374
KP1	KP3	0,042*	0,586
KP1	KP4	0,011*	0,076
KP2	KP3	0,102	0,159
KP2	KP4	0,030*	0,011*
KP3	KP4	0,544	0,202

Keterangan: * = perbedaan bermakna

Perbedaan antar dua kelompok perlakuan dapat diketahui dari hasil uji post hoc Tukey pada Tabel 4.5. Perbedaan rata-rata kadar SGPT yang bermakna terdapat pada kelompok kontrol dengan KP4; antara KP1 dengan KP3 dan KP4, juga antara KP2 dengan KP4. Perbedaan rata-rata kadar SGOT yang bermakna terdapat pada kelompok kontrol dengan KP4, dan antara KP2 dengan KP4, karena masing-masing memiliki $p < 0,05$. Perbedaan rata-rata kadar SGPT yang tidak bermakna terjadi antara K dengan KP1, KP2, dan KP3; antara KP1 dengan KP2; antara KP2 dengan KP3, dan antara KP3

dengan KP4. Perbedaan rata-rata kadar SGOT yang tidak bermakna terjadi antara K dengan KP1, KP2 dan KP3; antara KP2, KP3, dan KP4, juga antara KP3 dengan KP4.

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil uji statistik yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa penelitian tentang pengaruh boraks terhadap kerusakan hati mencit jantan galur Swiss Webster dapat dibuktikan. Hal ini ditunjukkan dari rata-rata kadar SGPT dan SGOT yang berbeda bermakna antar kelima kelompok. Rata-rata kadar SGPT dan SGOT kelompok perlakuan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol dan perbedaan tersebut bermakna.

Rata-rata kadar SGPT dan SGOT yang berbeda bermakna antara K dan KP4 menunjukkan dosis boraks 600 mg/KgBB secara signifikan mampu menyebabkan kerusakan hati yang diindikasikan melalui peningkatan kadar SGPT dan SGOT yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan SGPT dan SGOT kelompok kontrol. Perbedaan bermakna rata-rata SGPT antara KP1 dengan KP3 dan KP4 menunjukkan boraks dosis 450 mg/KgBB dan 600 mg/KgBB dapat menyebabkan peningkatan kadar SGPT lebih tinggi daripada pemberian boraks dosis 150 mg/kgBB. Perbedaan rata-rata kadar SGPT dan SGOT yang bermakna antara KP2 dengan KP4 menunjukkan dosis boraks 600 mg/kgBB memiliki pengaruh yang lebih buruk dalam menyebabkan kerusakan hati jika dibandingkan dengan dosis setengahnya yaitu 300 mg/kgBB. Hal ini menunjukkan bahwa dosis boraks yang lebih

tinggi menyebabkan kerusakan hati yang juga tinggi, terkait dengan daya ikat boraks yang semakin kuat terhadap riboflavin.

Rata-rata kadar SGPT dan SGOT antara K dengan KP1, KP2, dan KP3, tidak bermakna secara statistik. Hal ini menunjukkan pemberian boraks yang dimulai dari dosis 150 mg/KgBB, 300 mg/KgBB, hingga 450 mg/KgBB selama 27 hari belum dapat menyebabkan kerusakan hati, akumulasi boraks dalam hati selama 27 hari pemberian belum cukup bisa menyebabkan kerusakan hati. Hasil penelitian Silvia (2004) baru dapat menunjukkan efek kerusakan hati pada dosis 300 mg/kgBB selama 54 hari. Penelitian ini mencoba mereplikasi penelitian Silvia dengan menggandakan dosis pemberian dalam waktu yang lebih singkat.

Perbedaan rata-rata kadar SGPT antara KP1 dan KP2 yang juga tidak bermakna, menunjukkan bahwa SGPT kelompok pemberian boraks dosis 150 mg/KgBB relatif sama dengan kelompok pemberian boraks dosis 300 mg/KgBB. Hal ini juga berlaku antara KP2 dengan KP3; dan antara KP3 dengan KP4. Kerusakan hati yang disebabkan oleh pemberian boraks dosis 300 mg/kgBB relatif sama dengan kerusakan hati yang disebabkan oleh pemberian boraks dosis 450 mg/kgBB. Kerusakan hati yang disebabkan oleh pemberian boraks dosis 450 mg/kgBB juga relatif sama dengan kerusakan hati yang disebabkan oleh pemberian boraks dosis 600 mg/kgBB. Hal ini menunjukkan kerusakan hati yang disebabkan oleh penambahan boraks dosis satu tingkat diatas dosis sebelumnya tidak jauh berbeda atau relatif sama,

namun pada dosis boraks yang terpaut 2 tingkat (300 mg/KgBB) perbedaan kadar SGPT tersebut bermakna.

Kadar SGOT antara KP1 dengan KP2, KP3, dan KP4 yang tidak bermakna secara statistik menunjukkan kerusakan hati yang diindikasikan dengan kadar SGOT pada KP2, KP3 dan KP4, tidak terpaut jauh dengan kadar SGOT pada KP1. Rata-rata kadar SGOT antara KP2 dengan KP3; dan antara KP3 dengan KP4 juga tidak bermakna secara statistik. Hal ini menunjukkan kerusakan hati yang diindikasikan dengan SGOT akibat penambahan boraks dosis satu tingkat diatas dosis sebelumnya tidak jauh berbeda atau relatif sama. Hal ini menunjukkan kerusakan hati yang disebabkan oleh penambahan boraks dosis satu tingkat diatas dosis sebelumnya tidak jauh berbeda atau relatif sama, namun pada dosis boraks yang terpaut 300 mg/KgBB perbedaan kadar SGOT tersebut bermakna.

Berdasarkan data-data ini dapat dikatakan bahwa dosis pemberian boraks 600 mg/KgBB adalah dosis yang secara signifikan dapat menyebabkan kerusakan hati dilihat dari indikator kerusakan hati berupa peningkatan kadar SGPT dan SGOT yang signifikan. Tingginya kadar SGPT dan SGOT pada dosis pemberian boraks 600 mg/kgBB karena daya ikat boraks terhadap riboflavin juga semakin kuat.

Penelitian ini berhasil menunjukkan pengaruh boraks terhadap kerusakan hati yang diidentifikasi melalui indikator biokimia hati yaitu SGPT dan SGOT. Masuknya boraks yang terus-menerus, akan menyebabkan rusaknya membran sel hepar, kemudian diikuti kerusakan pada sel parenkim

hepar. Hal ini terjadi karena gugus aktif boraks B - O - B (B=O) akan mengikat protein dan lipid tak jenuh sehingga menyebabkan peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid dapat merusak permeabilitas sel karena membran sel kaya akan lipid, sebagai akibatnya semua zat dapat keluar masuk ke dalam sel (Cotton dan Wilkinson, 2002).

Pada waktu sel-sel hepar rusak akan menyebabkan induksi enzim yang berada di dalam sel hepar (enzim intraseluler) sehingga enzim tersebut akan dilepaskan ke dalam darah. Enzim hepar tersebut antara lain Glutamat Piruvat Transaminase atau GPT dan Glutamat Oxaloacetic Transaminase (GOT). Peningkatan kadar SGPT dan SGOT dalam darah dapat dijadikan indikator biologis tidak langsung untuk keracunan boraks. Salah satu jenis pemeriksaan yang sering dilakukan untuk mengetahui adanya kerusakan pada hati adalah pemeriksaan enzimatik tersebut (Sacher dan McPherson, 2004; Sari dkk, 2008).

Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian Silvia (2004) yaitu dengan perlakuan selama 54 hari, boraks terbukti berefek toksik subkronis terhadap hati dan ginjal yang diidentifikasi dengan hasil berat organ hati dan berat organ ginjal turun pada dosis 300 mg/kg bb; dan terdapat perubahan sel-sel pada jaringan hati dan ginjal pada dosis 300 mg/kg bb; kadar NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) sebesar 95,9 mg/kg bb (10,88 mg B/kg bb). Penelitian ini menunjukkan dosis boraks 600 mg/KgBB selama 27 hari telah terbukti dapat meningkatkan kadar SGPT dan SGOT mencit, sehingga dapat dikatakan dalam waktu yang lebih pendek dan dosis pemberian 2 kali

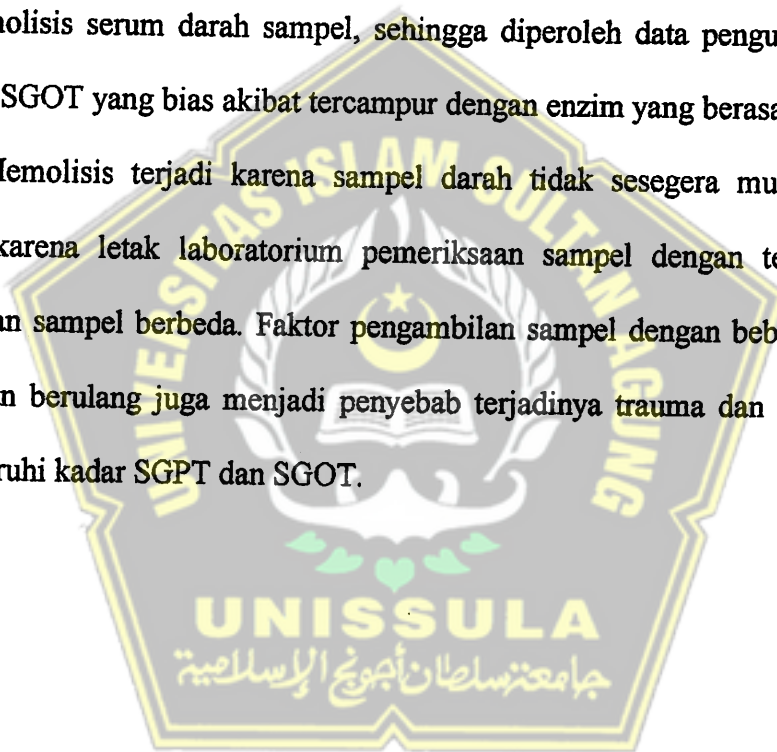
lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya diperoleh temuan penelitian yang cenderung sama bahwa konsumsi boraks secara kontinyu dapat menyebabkan kerusakan hati.

Kadar SGPT pada kelompok pemberian boraks dosis 150 mg lebih rendah daripada kelompok kontrol, hal ini tidak sesuai dengan yang diinginkan karena seharusnya mencit yang diberi boraks memiliki kadar SGPT lebih tinggi. Hal yang sama juga terjadi pada kelompok pemberian boraks dosis 150 mg dan 300 mg, kadar SGOT pada kelompok boraks dosis 300 mg lebih rendah daripada kadar SGOT pada kelompok boraks dosis 150 mg. Hal ini karena ada serum darah sampel yang mengalami hemolisis, sehingga interferensi hemoglobin pada pengukuran absorbance optis tidak dapat dihindari akibatnya terjadi penambahan jumlah AST atau ALT akibat enzim yang berasal dari eritrosit (Sarcher dan McPherson, 2004; Kee, 2007).

Kasus hemolisis dalam penelitian ini terjadi pada sampel No. 4 pada kelompok kontrol dengan kadar SGPT sebesar 129,8 U/l jauh lebih tinggi dari kadar SGPT keempat tikus lainnya pada kelompok kontrol. Hemolisis juga terjadi pada tikus keempat kelompok perlakuan boraks 150 mg/kgBB dengan kadar SGOT sebesar 311,4 U/l yang juga jauh lebih tinggi dari kadar SGOT empat tikus lainnya di kelompok ini. Hemolisis dalam kasus ini terjadi karena jarak antara tempat pemeriksaan sampel dan tempat pengambilan sampel berjauhan sehingga sampel darah tidak langsung dapat diperiksa sementara darah tidak dibekukan atau disimpan dalam pendingin terlebih dahulu. Selain hemolisis, peningkatan kadar SGPT atau SGOT pada

kedua tikus ini dapat terjadi karena trauma pada proses pengambilan sampel darah dengan beberapa kali tusukan (Kee, 2007).

Keterbatasan penelitian ini adalah identifikasi kerusakan hati hanya melalui pengukuran SGPT dan SGOT. Parameter biokimia kerusakan hati yang lain seperti Alkaline fosfatase (ALP), serum protein, dan kadar bilirubin juga dapat digunakan. Keterbatasan lain, peneliti tidak mempertimbangkan faktor hemolisis serum darah sampel, sehingga diperoleh data pengukuran SGPT dan SGOT yang bias akibat tercampur dengan enzim yang berasal dari eritrosit. Hemolisis terjadi karena sampel darah tidak sesegera mungkin diperiksa karena letak laboratorium pemeriksaan sampel dengan tempat pengambilan sampel berbeda. Faktor pengambilan sampel dengan beberapa kali tusukan berulang juga menjadi penyebab terjadinya trauma dan dapat mempengaruhi kadar SGPT dan SGOT.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

- 5.1.1. Boraks berpengaruh terhadap kerusakan hati mencit jantan galur Swiss Webster.
- 5.1.2. Kadar SGPT mencit jantan galur Swiss Webster yang berbeda bermakna terjadi antara kelompok pemberian boraks dosis 150 mg/kgBB dengan kelompok pemberian boraks dosis 450 mg/kgBB dan kelompok pemberian boraks dosis 600 mg/kgBB; juga antara kelompok pemberian boraks dosis 300 mg/kgBB dengan kelompok pemberian boraks dosis 600 mg/kgBB.
- 5.1.3. Kadar SGOT mencit jantan galur Swiss Webster yang berbeda bermakna terjadi antara kelompok pemberian boraks dosis 300 mg/kgBB dengan kelompok pemberian boraks dosis 600 mg/kgBB.

5.2. Saran

- 5.2.1. Melakukan penelitian sejenis dengan paramater biokimia kerusakan hati seperti Alkaline fosfatase (ALP), serum protein, dan kadar bilirubin.
- 5.2.2. Melakukan pemeriksaan serum darah sesegera mungkin, atau sampel dapat didinginkan atau dibekukan terlebih dahulu apabila tidak segera diperiksa.
- 5.2.3. Mengupayakan pengambilan sampel dalam sekali tusukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM), 2004, *Bahan Tambahan ilegal - Boraks, Formalin dan Rhodamin B*, Bekerja sama dengan Departemen Pertanian, Balai Besar Industri Agro dan 13 Baristan, Institut Pertanian Bogor, dan WHO, 1-4.
- Cahyadi, W., 2008, *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*, Edisi Kedua, Bumi Aksara, Jakarta, 253.
- Canahar, P., Suhandi, I., 2006, *Makan Sehat Hidup Sehat*, PT. Kompas Media Nusantara, Jakarta, 169
- Chevion S., et al., 2003, Plasma Antioxidant Status and Cell Injury after Severe Physical Exercise, *Proc.Nati.Acad.Sci.USA*, Vol 100, Issue 9, 5119-5123, dalam *Jurnal Kedokteran Yarsi 14(3)*: 204-207 (2006)
- Cotton, F.A., Wilkinson, G., 2002, *Kimia Tak Organik Lanjutan*, Edisi Kelima, John Wiley & Sons Inc, Universitas Teknologi Malaysia, 169
- Cox, C., 2004, Pesticide Factsheet, Boric Acid and Borates, *Journal of Pesticide Reform*, Vol. 24, No. 2, 10-15
- Dahlan, S., 2006, *Statistika untuk Kedokteran dan Kesehatan*, Uji Hipotesis dengan Menggunakan SPSS, PT. Arkans, Jakarta, 136-137.
- Dorland, W.A.N., 2000, *Kamus Kedokteran Dorland*, Edisi 29, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 2013.
- Droge W., 2002, Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function. *Physiological Reviews*, Vol 82 No. 1 January, 47-95 dalam *Jurnal Kedokteran Yarsi 14(3)*: 204-207 (2006).
- Kee, J.L.F., 2007, *Pedoman Pemeriksaan Laboratorium & Diagnostik*, EGC, Jakarta, 2007.
- Kusumawati, R., 2004, *Bersahabat dengan Hewan Coba*, Gramedia Pustaka, Jakarta, 73.
- Nurhaedah, 2011, Boraks Merusak Organ Tubuh, <http://www.radar-bogor.co.id/index.php?rbi=berita.detail&id=72577>, Jum'at, 15 April 2011, dikutip 8 Oktober 2011.

- Organisasi.org, 2010, Faktor & Dampak Penyakit yang Merusak Organ Hati Manusia serta Pencegahan Sirosis dan Hepatitis, <http://organisasi.org/faktor-dampak-penyakit-yang-merusak-organ-hati-manusia-serta-pencegahan-sirosis-dan-hepatitis>, dikutip 26 Mei 2011.
- Pearce, E.C., 2009, *Anatomi dan Fisiologis untuk Paramedis*, PT. Gramedia, Jakarta, 201
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 722/Menkes/PER/IX/1988 tentang *Bahan Makanan Tambahan*. <http://health.kompas.com/read/2010/12/01/0329400/Peredaran.Boraks.Harus.Diawasi.Ketat>.
- Sacher, R.A. dan McPherson, R.A., 2004, *Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium*, Cetakan I, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 352-353.
- Saparinto, C., Hidayati, D., 2006, *Bahan Tambahan Pangan*, Kanisius, Yogyakarta, 59-61.
- Sari W., Indrawati, L. Djing, O.G., 2008, *Care Your Self: Hepatitis*, Cetakan I, Penebar Plus, Jakarta, 27.
- Silvia, S., 2004, Uji Toksisitas Subkronis Boraks (Sodium Tetraborat) Pada Hati Dan Ginjal Mencit (*Mus Musculus L.*) Galur Swiss Webster, *Central Library Institute Technology Bandung*
- Sumardjo, D., 2008, *Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 389.
- Yuliarti, N., 2007, *Awas! Bahaya di Balik Lezatnya Makanan*, Andi, Yogyakarta, 49-50.
- Yuwono dkk, 2010, *Mencit strain CBR Swiss Derived*. Pusat Penelitian Penyakit Menular Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, *Departemen Kesehatan RI*, Jakarta.