

**PENGARUH PAPARAN BERULANG IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
BERFORMALIN 0,2 ppm SELAMA SATU BULAN TERHADAP PERUBAHAN
FISIOLOGIS MENCIT BETINA (*Mus Musculus*) TURUNAN (F1) DARI INDUK
YANG TERPAPAR SELAMA SATU BULAN**

**SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

**Oleh:
RESKIATI
0510832010**



**FAKULTAS PERIKANAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2007

**PENGARUH PAPARAN BERULANG IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
BERFORMALIN 0.2 ppm SELAMA 1 BULAN TERHADAP PERUBAHAN
FISIOLOGIS MENCIT BETINA (*Mus musculus*) TURUNAN(F1) DARI INDUK
YANG TERPAPAR 1 BULAN**

Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Fakultas Perikanan

Oleh:

RESKIATI

0510832010

Dosen Penguji I

Ir. Happy Nursyam, Ms
Tanggal :

Dosen Penguji II

Ir. Bambang Budi S. Ms
Tanggal :

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

Ir. Kartini Zaelanie, Ms
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Ir. Hartati Kartikaningsih, MS
Tanggal :

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

Ir. Maheno Sri Widodo, Ms
Tanggal :

RINGKASAN

RESKIATI. Skripsi Tentang Pengaruh Paparan Berulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) 0,2 ppm Berformalin Selama Satu Bulan Terhadap Perubahan Fisiologi Mencit (*Mus musculus*) Betina Turunan (F1) Dari Induk Yang Terpapar Selama 1 Bulan (dibawah bimbingan **Ir.Kartini Zaelanie,Ms dan Ir. Hartati Kartikaningsih, Ms**)

Penelitian Pengaruh Paparan Berulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Berformalin Secara Oral Selama Satu Bulan Terhadap Perubahan Fisiologi Mencit (*Mus musculus*) betina turunan (F1) dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang pada bulan Desember sampai Januari 2007. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan berulang ikan berformalin 0,2 ppm secara oral selama satu bulan terhadap perubahan fisiologi mencit beina turunan (F1).

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan dengan menggunakan metode rancangan Analisis Uji Paired T-Tes dengan aplikasi teracak sempurna dengan 2 perlakuan dan 6 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol nol dengan hanya diberi pakan pellet dan 0,2 ppm ikan berformalin masing-masing perlakuan terdiri dari 18 mencit dan diambil secara acak 6 untuk dianalisa,. Parameter ujinya meliputi berat organ, pengamatan observasi meliputi gejala klinis mencit dan kelainan secara makroskopis organ mencit yang mati, kimia darah yang meliputi kadar SOGT, SGPT, albumin dan globulin, kadar kreatinin kadar formaldehid dalam darah. Pengolahan data statistik hasil penelitian menggunakan program bantu Minitab 13.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa Paparan berulang 0,2 ppm ikan nila berformalin selama satu bulan berpengaruh terhadap perubahan fisiologi mencit betina turunan (F1). Hasil pengamatan observasi menunjukkan gejala klinis rambut berdiri 5.55 % dan gerak memutar 5.55%, kematian 5.55% dan kerusakan organ hati 5.55%. Hasil analisa kuantitatif menunjukkan pengaruh berbeda yang nyata ($P<0.05$) terhadap SGPT dan kadar formaldeid, namun tidak berpengaruh yang nyata ($P>0.05$) terhadap kadar SGOT,kreatinin,albumin,globulin.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dilihat bahwa paparan formalin yang secara terus menerus atau berulang akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kerusakan fisiologis yang akan merusak fungsi organ-organ didalam tubuh, yang diduga disebabkan karena adanya mutasi gen. Disarankan formalin tidak digunakan dalam pengaolahan ikan serta perlunya penelitian lebih lanjut tentang efek paparan ikan berformalin terhadap histopatologi organ mencit.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmad dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Paparan Berulang Ikan Nila Berformalin Selama Satu Bulan Terhadap Perubahan Fisiologi Mencit (*Mus musculus*) Betina Turunan (F1) Dari Induk Yang Telah Terpapar Selama Satu Bulan” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, motivasi serta dukungan baik moril maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Kartini Zaelanie, Ms, selaku dosen pembimbing pertama
2. Ibu Ir. Hartati Kartikaningsih, MS selaku dosen pembimbing kedua
3. Ayah Bundaku tercinta yang telah mendidik, membimbing, membesarkan aku dengan penuh kasih sayang, yang serasa tak mungkin untuk membalasnya
4. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan kerendahan hati, semoga segala bimbingan, bantuan, motivasi serta dukungan yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal. Amin. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi kepada semua pihak yang membutuhkan.

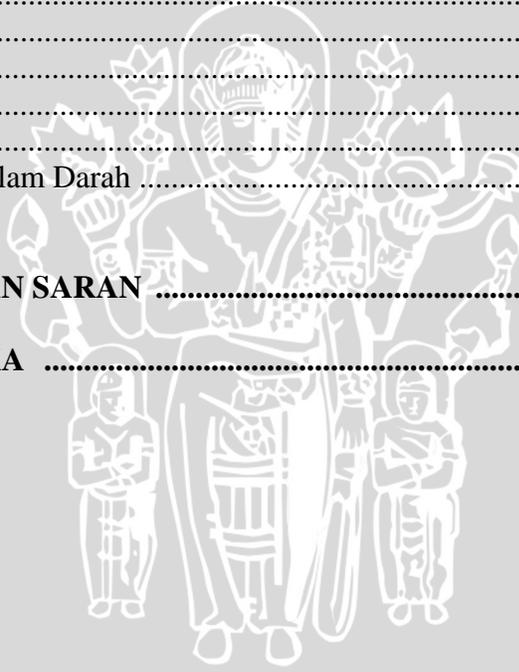
Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesis	5
1.6. Tempat dan Waktu.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	6
2.2 Formaldehid (Formalin)	7
2.2.1 Pengertian Formalin	7
2.2.2 Penggunaan Formalin	9
2.2.3 Metabolisme formalin Dalam Tubuh.....	10
2.2.4 Reaksi Formalin dengan Protein	11
2.2.5 Efek Paparan Formalin Bagi Kesehatan	13
2.2.6 Efek Paparan Formalin Pada Turunan (F1)	14
2.3 Mencit (<i>Mus musculus</i>) Sebagai Hewan Coba	16
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Bahan Penelitian.....	19
3.1.2 Alat Penelitian	19
3.2 Metode Penelitian	19
3.2.1 Variabel	20
3.2.2 Rancangan Percobaan	20
3.3 Prosedur Penelitian	21
3.3.1 Persiapan Bahan Percobaan	21
3.3.2 Penyediaan ikan berformalin 0,2 ppm	21
3.3.3 Perlakuan induksi oral pada mencit.....	23
3.3.4 Preparasi Serum Mencit	25
3.4 Parameter Uji	25
3.4.1 Analisa Berat Mencit	25
3.4.2 Analisa/observasi klinis.....	25

3.4.3 Analisa/observasi Organ mencit	25
3.4.4 Analisa Berat Organ Mencit.....	26
3.4.5 Analisa Kimia Darah Mencit	26
3.4.6 Analisa Formalin/Formaldehid dalam Darah.....	26
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Observasi	27
4.1.1 Observasi klinis Mencit	27
4.1.2 Kematian Mencit	28
4.1.3 Observasi Makroskopis Organ Mencit	30
4.2 Berat Organ	32
4.2.1 Lambung	32
4.2.2 Usus	33
4.2.3 Hati	34
4.2.4 Ginjal	35
4.3 Kimia Darah	36
4.3.1. SGOT	37
4.3.2. SGPT	37
4.3.3. Albumin	39
4.3.4. Globulin	40
4.4 Kreatinin	41
4.5 Formaldehid dalam Darah	42
5. KESIMPULAN DAN SARAN	44
6. DAFTAR PUSTAKA	45

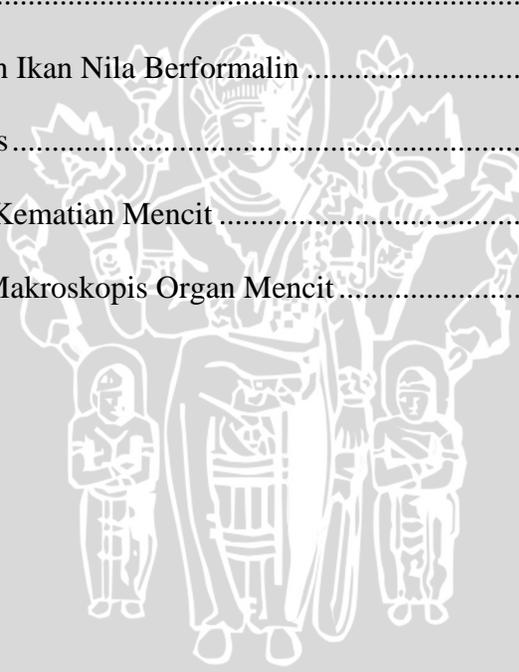


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia ikan nila	7
2. Sifat-sifat fisik dan kimia formaldehid	9
3. Data biologi mencit	17
4. Data hematologi mencit	18
5. Rancangan percobaan.....	20
6. Volume cekok berdasarkan berat mencit	26
7. Prosentase observasi klinis mencit.....	27
8. Prosentase kematian mencit	28
9. Prosentase observasi makroskopis mencit	30
10. Rerata berat organ	32
11. Rerata berat lambung	32
12. Rerata berat usus	33
13. Rerata berat hati	34
14. Rerata berat ginjal	35
15. Rerata kimia darah	36
16. Rerata SGOT	37
17. Rerata SGPT	37
18. Rerata albumin	39
19. Rerata globulin	40
20. Rerata kreatinin	41
21. Rerata formaldehid dalam darah	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Reaksi Formalin dengan DNA dan Protein.....	11
2. Reaksi yang terlibat dalam pengikatan oleh formaldehyde (A) Penambahan molekul formaldehid pada sebuah protein. (B) Reaksi Formaldehid dengan molekul protein lain membentuk sebuah ikatan silang metilen. (C) Gambaran lebih detail ikatan silang sisi rantai lisin pada sebuah atom nitrogen gugus peptida (Kiernan, 2000).	12
3. Diagram Pembuatan Ikan Nila Berformalin	27
4 Grafik Gejala klinis.....	28
5 Grafik Prosentase Kematian Mencit.....	29
6 Grafik Observasi Makroskopis Organ Mencit.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Penelitian	48
2. Hasil Observasi Klinis Mencit	49
3. Hasil Observasi Kematian Mencit	49
4. Hasil Observasi Organ Mencit	49
5. Analisa Data Berat Organ Lambung	50
6. Analisa Data Berat Organ Usus	51
7. Analisa Data Berat Organ Hati	52
8. Analisa Data Berat Organ Ginjal	52
9. Analisa Data SGOT	53
10. Analisa Data SGPT	53
11. Analisa Data Abumin	54
12. Analisa Data Globulin	54
13. Analisa Data Kreatinin	55
14. Analisa Data formaldehid dalam darah	56

**PENGARUH PAPARAN BERULANG IKAN
BERFORMALIN/ORAL/1 BULAN TERHADAP FISILOGIS
MENCIT (Mus Musculus) BETINA TURUNAN (F1)**

Laporan Skripsi

Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya

Oleh:
RESKIATI
0510832010

Menyetujui,

Dosen Penguji I,

Dosen Pembimbing I,

(Ir. Happy Nursyam. Ms)
Tanggal :

(Ir.Kartini Zaelanie)
Tanggal :

Dosen Penguji II,

Dosen Pembimbing II,

(Ir. Bambang Budi.S. Ms)
Tanggal :

(Ir.Hartati Kartikaningsih,MS.)
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP,

(Ir. Maheno Sri Widodo.)
Tanggal :



**PENGARUH PAPAN BERULANG
IKAN BERFORMALIN /ORAL /1 BULAN TERHADAP
FISIOLOGIS MENCIT (Mus musculus)**

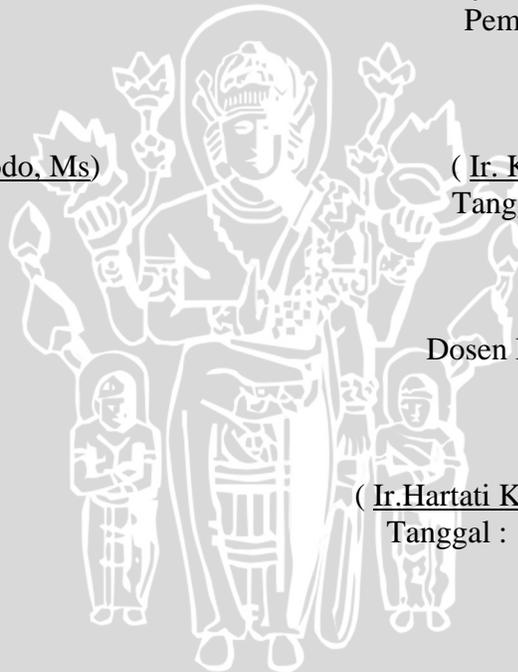
Oleh :
Reskiati
NIM.0510832010

Menyetujui,
Ketua Jurusan

(Ir.Maheno Sri Widodo, Ms)
Tanggal : _____

Menyetujui, Dosen
Pembimbing I

(Ir. Kartini Zaelanie,Ms)
Tanggal : _____



Dosen Pembimbing II

(Ir.Hartati Kartikaningsih,MS)
Tanggal : _____

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- Paparan berulang ikan nila berformalin 0.2 ppm selama satu bulan berpengaruh terhadap perubahan gejala klinis yaitu : rambut berdiri (5.55%) dan gejala gerak memutar (5.55%) , berat badan menurun yaitu (11.11%), dan observasi makroskopis kelainan organ yaitu: usus menggelembung (11.11%), lambung menggelembung (5,55%). hati pucat bercak putih menghitam (11.11%) dan ginjal pucat (5,55%).
- Perlakuan ikan nila berformalin menunjukkan pengaruh berbeda yang nyata ($P < 0.05$) terhadap SGPT dan kadar formaldehid, namun tidak berpengaruh yang nyata ($P > 0.05$) terhadap kadar SGOT, kreatinin, albumin, globulin.

5.2. Saran

- Tidak menggunakan formalin sebagai bahan pengawet.
- Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap pengaruh paparan ikan berformalin terhadap histopatologi organ mencit.

I. PENDAHULUAN

II. LATAR BELAKANG

Formalin adalah larutan formaldehida dalam air, dengan kadar antara 10%-40%. Secara kimiawi, formalin tersusun dari 37-40% formaldehid, 6-13% methanol dan selebihnya air. Larutan ini sering digunakan sebagai disinfektan, insektisida, serta bahan baku pabrik-pabrik resin plastik dan bahan peledak. Senyawa kimia formaldehida, merupakan aldehida, bentuknya gas, yang rumus kimianya H_2CO (Anonymous 2007^a). Berdasarkan berbagai penelitian bahwa formalin tergolong sebagai karsinogenik, yaitu senyawa yang dapat menyebabkan timbulnya kanker (Widianarko, *et al* 2000)

Akhir-akhir ini penggunaan formalin sebagai pengawet pada ikan semakin banyak digunakan untuk mempertahankan kesegaran ikan. karena ikan merupakan bahan pangan yang mudah busuk (*perishable food*). Penanganan yang baik akan mempertahankan ikan agar tetap segar. Penggunaan bahan pengawet yang tepat juga diperlukan karena akan menentukan mutu produk. Berbagai usaha pengawetan ikan dilakukan untuk memperpanjang masa simpannya. Pemakaian bahan pengawet yang tidak aman bagi kesehatan sering dilakukan karena didasarkan pada faktor ekonomis.

Efek negatif formalin yang digunakan dalam pangan bersifat menahun, apabila tercemar dalam jumlah banyak. Pemakaian formalin dalam makanan dapat menyebabkan keracunan pada organ fungsional. Formaldehid yang masuk ke dalam tubuh dapat mengganggu fungsi sel, bahkan dapat pula mengakibatkan kematian sel. Dalam jangka pendek, hal ini bisa mengakibatkan gejala berupa muntah, diare, dan kencing bercampur darah dan kematian yang disebabkan adanya kegagalan peredaran darah. Didalam tubuh formaldehida bisa menimbulkan terikatnya DNA

oleh Protein, sehingga mengganggu ekspresi genetik yang normal (Anonymous 2006^a)

Formaldehida yang telah terikat didalam tubuh akan terabsorbi dan akan menyebabkan karsinogenik. Jika formalin bebas masuk ke organ tubuh dan bereaksi dengan protein tubuh , maka membran sel tulang rawan akan mengeras, enzim dan hormon akan berubah atau tidak berfungsi. Sifat permeabilitas dari sel akan hilang, akibatnya proses absorpsi distribusi, metabolisme dan ekskresi tubuh akan terganggu. (Harmita,2006).

Formaldehid bebas yang tidak mengalami metabolisme akan terikat secara stabil dengan makromolekul seluler protein DNA yang dapat berupa ikatan silang (*Cross linked*). Ikatan silang formaldehid dengan DNA dan protein ini diduga bertanggung jawab atas terjadinya kekacauan informasi genetik dan konsekuensi lebih lanjut seperti terjadi mutasi genetik dan sel kanker (Anonymous, 2007^b).

Efek masuknya formalin kedalam tubuh belum diketahui langsung secara kasat mata. Hal inilah yang menyebabkan kurangnya respon dari masyarakat mengenai bahaya menggunakan formalin sebagai bahan pengawet makanan yang sampai saat ini masih kontroversi mengenai pro dan kontra penggunaan formalin, terutama pada pengawetan ikan. Formaldehid pada formalin yang ada di ikan menjadi suatu masalah kesehatan.

Efek toksik ikan berformalin terhadap fungsi tubuh belum diketahui secara pasti karena informasi mengenai efek terhadap fungsi tubuh sangat terbatas. Dari hasil penelitian Redi (2007) diketahui bahwa efek paparan berulang ikan nila berformalin 0,2 ppm berpengaruh terhadap perubahan fisiologis mencit betina selama 1 bulan serta berpengaruh dan pada observasi gejala klinis yang paling tinggi adalah gejala klinis rambut berdiri yaitu 6,29% dengan mortalitas kematian yaitu

4,17% dan kerusakan organ hati 2,08%. Hasil analisa kuantitatif menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap SGOT, SGPT, Albumin, Globulin, Kreatinin dan Formaldehid dalam darah. Dan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap ($P > 0.05$) terhadap berat lambung, usus, hati dan ginjal. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai efek paparan berulang ikan berformalin 0,2 ppm pada mencit betina turunan (F1) selama satu bulan dengan ikan nila berformalin sebagai suatu pendekatan untuk menggambarkan kerusakan fisiologis mencit.

I.2 Identifikasi Masalah

Penggunaan formalin sebagai bahan pengawet pada ikan akan menimbulkan dampak negatif bagi tubuh. Formaldehid merupakan zat pereduksi kuat. Saat formalin dipakai mengawetkan ikan, gugus aldehid spontan bereaksi dengan protein-protein dalam ikan. Ikan berformalin akan beracun jika di dalamnya mengandung sisa formaldehid bebas. Sisa formaldehid bebas (yang tidak bereaksi) hampir selalu ada dan sulit dikendalikan

Jika kandungan dalam tubuh tinggi akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel, sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan kerusakan pada organ tubuh. Formalin merupakan zat yang bersifat karsinogenik atau bisa menyebabkan kanker. Bila formalin masuk ke tubuh melebihi ambang batas, maka dapat mengakibatkan gangguan pada organ dan system tubuh manusia. Akibat yang ditimbulkan tersebut dapat terjadi dalam waktu singkat atau jangka pendek dan dalam jangka panjang, dimana ambang batas kadar formalin yang dapat ditolerir oleh tubuh adalah 0,2 miligram per kilogram berat badan (Wikipedia 2007).

Dampak toksisitas ikan berformalin perlu diuji pada hewan mencit. Menurut Lu (1995), hewan ini digunakan karena mudah didapat, ukurannya kecil, mudah ditangani, dan data toksikologinya relatif lebih banyak.

Paparan ikan nila berformalin 0,2 ppm secara oral selama satu bulan dalam penelitian Redi (2007) telah diketahui pengaruhnya terhadap mencit yang terpapar selama satu bulan yaitu : 6.29% rambut berdiri, 0 % badan tidak seimbang, dan 2.08% gerak memutar. Paparan ikan nila berformalin 0,2 ppm secara sub kronis pada turunan (F1) belum diketahui secara pasti pengaruhnya. Berdasarkan uraian tersebut timbul suatu permasalahan apakah ikan nila berformalin 0,2 ppm yang diberikan secara oral berpengaruh terhadap perubahan fisiologis mencit (*Mus Musculus*) betina dari induk yang telah terpapar selama satu bulan.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan berulang selama satu bulan ikan berformalin 0,2 ppm secara oral terhadap kerusakan fisiologis mencit betina turunan (F1) dari induk yang terpapar selama satu bulan.

I.4 Manfaat Penelitian

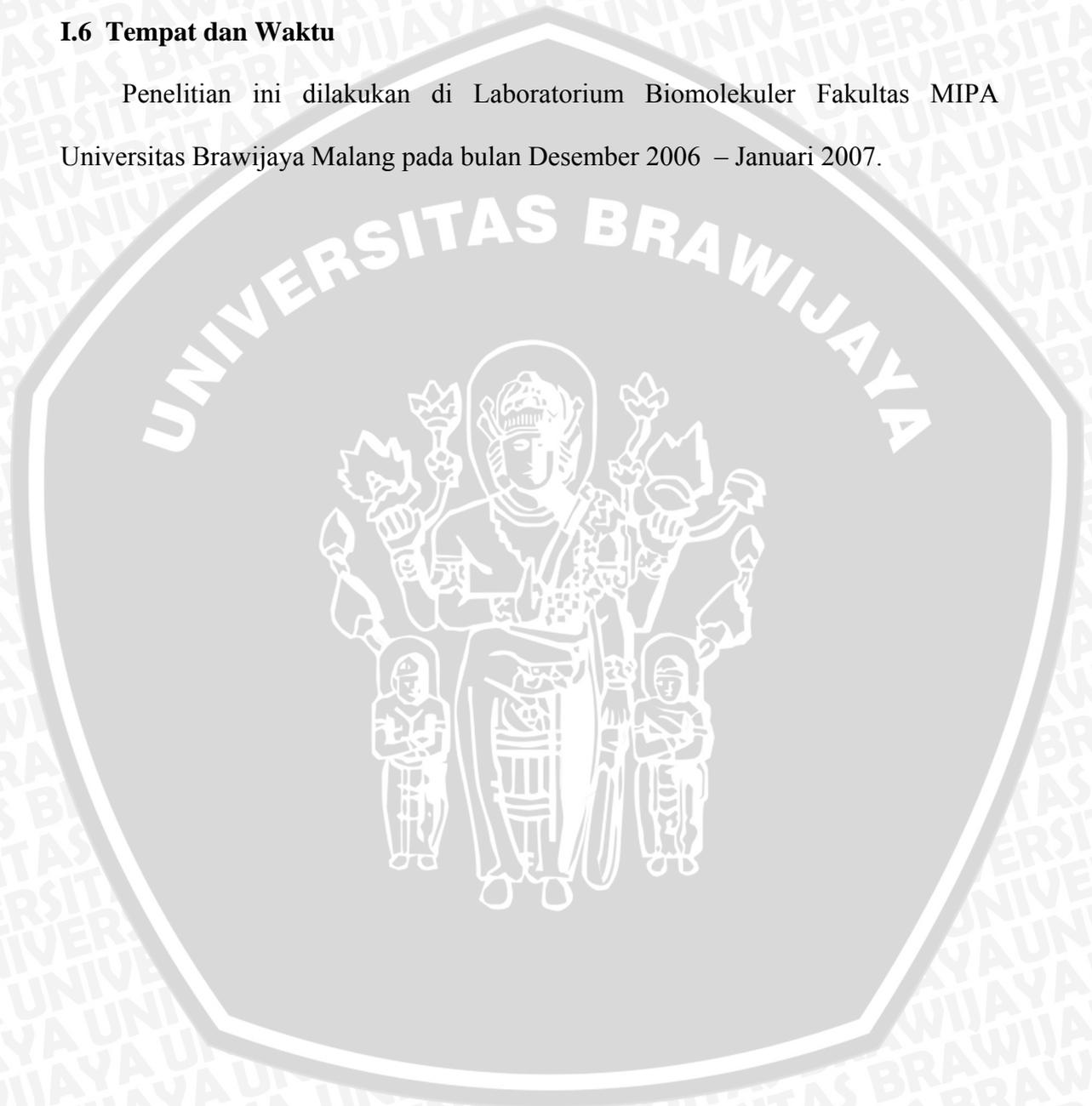
Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pemerintah pusat atau daerah, lembaga penelitian, lembaga perlindungan konsumen dan konsumen guna mengetahui apa itu formalin dan apa dampaknya bagi fisiologis mencit (*Mus musculus*).

I.5 Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini adalah paparan berulang ikan nila berformalin 0,2 ppm secara oral berpengaruh terhadap perubahan fisiologis mencit betina dari induk yang telah terpapar selama 1 bulan.

I.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang pada bulan Desember 2006 – Januari 2007.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila merupakan ikan air tawar yang memiliki bentuk tubuh agak memanjang dan pipih ke samping, warnanya putih kehitam-hitaman, dan makin ke bagian perut makin terang. Pada bagian perut terdapat sepuluh buah garis vertikal berwarna hijau kebiru-biruan sedangkan pada sirip ekor terdapat delapan buah garis melintang yang ujungnya berwarna kemerah-merahan. Mata ikan nila tampak menonjol agak besar dan dipinggirnya berwarna kebiru-biruan. Mulut terminal, linea lateralis terputus menjadi dua bagian dan bentuk sirip stenoit. Dari kebiasaan makannya, ikan nila termasuk ikan omnivora yaitu pemakan segala (Murtidjo, 2001).

Klasiifikasi ikan Nila sebagai berikut :

Kelas	:Osteichthyes
Sub-kelas	:Acanthopterygii
Crdo	:Percomorphi
Sub-ordo	:Percoidea
Famili	:Cichlidae
Genus	:Oreochromis
Spesies	:Oreochromis niloticus

Selain di sungai ikan nila juga suka hidup di rawa-rawa dan danau yang jernih airnya. Pada umumnya ikan nila dapat dipelihara dengan baik di daerah-daerah dengan ketinggian 150-1000 meter dari permukaan laut. Daerah yang paling bagus adalah 800 meter dengan suhu air optimum antara 18-28°C (Asmawi, 1986).

Nila adalah nama khas Indonesia yang diberikan oleh Pemerintah melalui Direktur Jenderal Perikanan Ikan nila mencapai dewasa kelamin pada umur 5-6 bulan dengan berat badan mencapai 400 - 600 gram. Ikan Nila jantan bisa dibedakan

dari jenis betina berdasarkan sifat kelamin sekunder, yang mulai terbentuk setelah ikan berumur 28 hari. Ikan nila jantan mempunyai sisik berwarna merah gelap di bawah dagu dan perut, sedangkan jenis betina berwarna merah pucat di bagian sisik yang sama. Hidung dan rahang nila jantan melebar kebalikan dari Nila betina yang lebih meruncing (Anonymous, 2000).

Ikan nila adalah salah satu komoditas budidaya yang memiliki prospek pasar yang cukup tinggi. Selain mempunyai spesifik rasa, padat dagingnya, mudah disajikan dalam berbagai menu, juga harganya relatif murah sehingga terjangkau oleh masyarakat luas. Terlebih kini fillet nila merupakan komoditas ekspor yang mulai diminati oleh negara-negara importir khususnya Arnerika Serikat, sebagai alternatif sumber protein non-kelesterol (Anonymous, 2005^a). Komposisi kimia ikan nila menurut Dolaria (2003) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Nila

Komposisi Kimia	Jumlah
Protein	20,10 %
Lemak	2,20 %
Abu	1,00 %
Air	76,80 %

Sumber: Dolaria (2003)

2.2. Formalin

2.2.1. Pengertian Formalin

Formalin adalah larutan formaldehida dalam air yang tidak berwarna dan baunya sangat menusuk, merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Didalam formalin terkandung sekitar 37% formladehid dalam air. Biasanya ditambahkan metanol 15% sebagai pengawet (Amiruddin,2006). Jika kandungannya dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat didalam sel sehingga menekan fungsi sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh.

Sifat dari formalin adalah merupakan bahan yang mudah menguap, pada temperatur kamar (bau merangsang yang tidak enak), dapat larut didalam air. Zat ini dapat dioksidasi, direduksi, mengadisi dan dapat membentuk alkohol sekunder. Pada pengawetan jenazah dia bersifat mengubah protein menjadi zat yang kenyal dan padat (Tarigan, 2004).

Formaldehid, merupakan aldehida, bentuknya gas, yang rumus kimianya H_2CO . Formaldehid awalnya disintesa oleh kimiawan Rusia Aleksander Butlerov tahun 1859, tapi diidentifikasi oleh Hoffman tahun 1867. Meskipun formaldehid menampilkan sifat kimiawi seperti pada umumnya aldehyd, senyawa ini lebih reaktif daripada aldehida lainnya. Formaldehid merupakan elektrofil, bisa dipakai dalam reaksi substitusi aromatik elektrofilik dan sanyawa aromatik serta bisa mengalami reaksi adisi elektrofilik dan alkena. Karena keadaannya katalis basa, formaldehid bisa mengalami reaksi Cannizaro menghasilkan asam format dan metanol.

Formaldehid bisa dioksidasi oleh oksigen atmosfer menjadi asam format, karena itu larutan formaldehid harus ditutup serta diisolasi supaya tidak kemasukan udara. Dalam udara bebas formaldehid berada dalam wujud gas, tapi bisa larut dalam air. Dalam air formaldehid mengalami polimerisasi, sedikit sekali yang ada dalam bentuk monomer H_2CO (Anonymous, 2006^a).

Formaldehid murni (kadar 100%) sangat langka di pasar. Karena ia berwujud gas tak berwarna dan berbau sangat tajam, dengan titik didih dan titik leleh -21 dan -92 derajat celsius (Nurachman, 2005). Sifat-sifat fisik dan kimia Formaldehid dapat dilihat dalam Tabel 2.

Table 2. Sifat-sifat Fisik dan Kimia Formaldehid

Sifat Fisik dan Kimia	Jumlah
Berat molekul	30,03
density gas	1,04
Melting point	-118 ° C
Boiling point	-19,2 DC (bentuk gas) 96 0 C (bentuk cair) a
Exlosivity range dengan udara	7 -73 (vol%) 87-910 (g/m 3)
Konstanta Henry, (H)	0,02 Pa m 3/mol
Tekanan uap	101,3 kPa pada -19 °c 52,6 kPa pad a -33 °c 0,815
Specific gravity (SG)	
Faktor Konversi :	1,2 mg/m3 pada 25 0C, 1066 mbar
1 ppm F ormadehyde	0,83 ppm
1 mg Formaldehyde/m3	

Sumber: Naria (2004)

2.2.2 Penggunaan Formalin

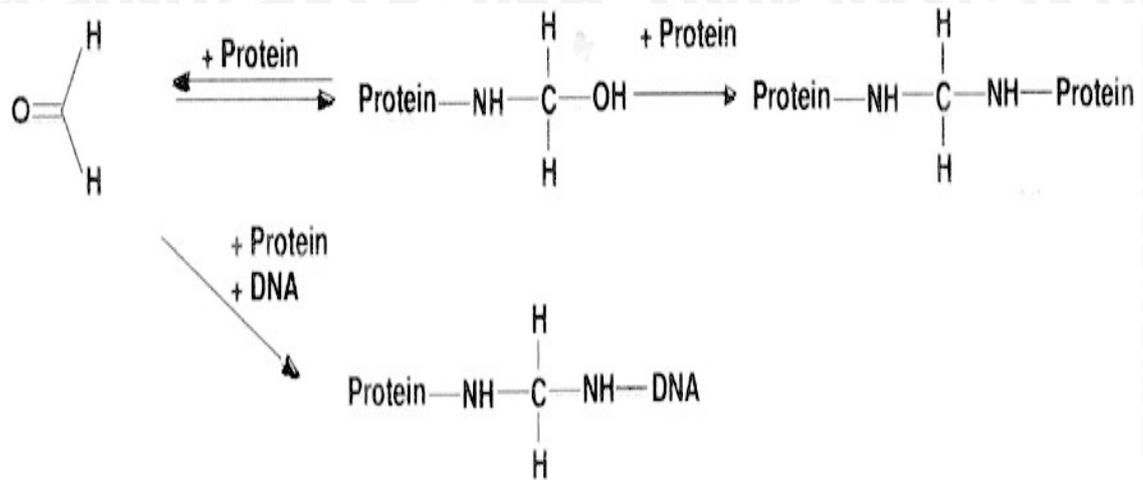
Formalin sudah sangat umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Formalin bersifat desinfektan, kuat terhadap bakteri pembusuk dan jamur. Di industri perikanan, formalin digunakan untuk menghilangkan bakteri yang biasa terdapat pada sisik ikan (Anonymous, 2006^a). Di bidang industri, formalin dipakai oleh pedagang tekstil supaya tidak rusak oleh jamur atau ngengat (Judarwanto, 2006). Selain itu formalin juga dapat mengeraskan jaringan sehingga dipakai sebagai bahan pengawet mayat dan digunakan pada proses pemeriksaan bahan biologi maupun patologi (Anonymous, 2006^b).

Formalin juga digunakan sebagai bahan pengawet untuk berbagai barang konsumen seperti pembersih rumah tangga, cairan, pencuci piring, pelembut, perawat sepatu, sampho mobil, lilin dan pembersih karpet. Formalin juga digunakan dalam industri plastik, busa dan resin untuk kertas, karpet, tekstil, cat dan furniture menggunakan formalin. Zat ini sangat iritatif, bisa menimbulkan luka bahan bakar bahkan mematikan (Anonymous, 2005^a).

2.2.3 Metabolisme Formalin Dalam Tubuh

Imunitas tubuh sangat berperan dalam berdampak tidaknya formalin di dalam tubuh. Jika imunitas tubuh rendah atau mekanisme pertahanan tubuh rendah, sangat mungkin formalin dengan kadar rendah pun bisa berdampak buruk terhadap kesehatan. Secara mekanik integritas mukosa (permukaan) usus dan peristaltik (gerakan usus) merupakan pelindung masuknya zat asing masuk ke dalam tubuh. Secara kimiawi asam lambung dan enzim pencernaan menyebabkan denaturasi zat berbahaya tersebut. Secara imunologik sIgA (sekretori Imunoglobulin A) pada permukaan mukosa dan limfosit pada lamina propia dapat menangkal zat asing masuk ke dalam tubuh. (Judarwanto, 2006).

Didalam tubuh formaldehida bisa menimbulkan terikatnya DNA oleh Protein, sehingga mengganggu ekspresi genetik yang normal. Formalin mempunyai $B_m = 30$ dengan $R_M = CH_0$. karena kecilnya molekul formalin memudahkan absorpsi dan distribusi ke dalam tubuh (Anonim, The Complete Drug References, 2005). Gugus karbonil yang dimilikinya sangat aktif dapat bereaksi dengan gugus-NH₂ dari protein yang ada pada tubuh membentuk senyawa yang mengendap (Anonim, he marck Index 12 th 1996). Enzim, hormon, atau reseptor adalah protein tertier/kwarter yang jika bereaksi dengan karbonil dari formaldehid dapat menyebabkan hilangnya sifat spesifiknya. Metabolit yang terdapat pada RNA dan DNA pun akan dapat berkiatan dengan gugus karbonil formaldehid yang mengakibatkan cacatnya gen akibat jangka panjangnya adalah terjadinya kanker (Anonim 2005, dalam Cahyadi 2006).



Gambar 1: Reaksi Formalin Dengan DNA Dan Protein (Bolt, 1987 dalam ATSDR, 2006).

2.2.4 Reaksi Formalin Dengan Protein

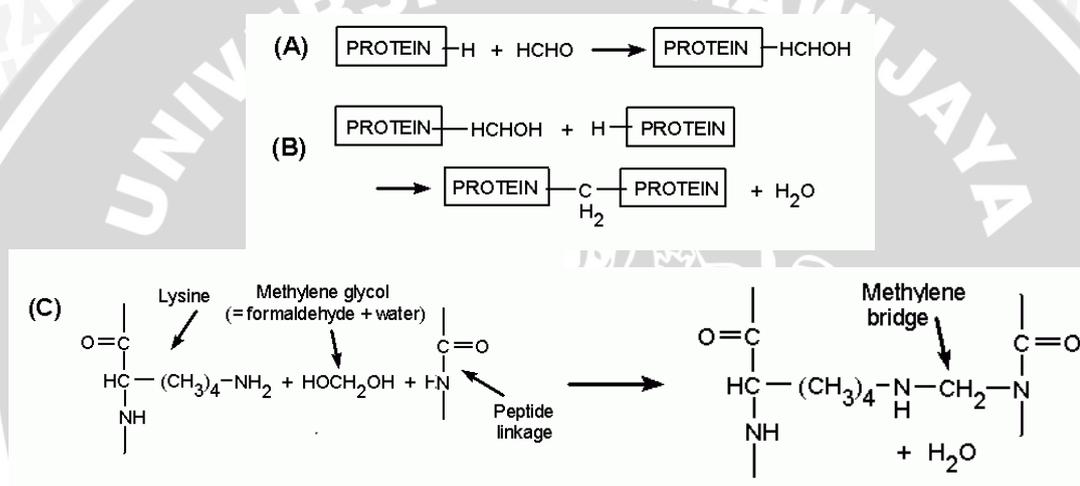
Larutan formaldehid adalah disinfektan yang efektif melawan bakteri vegetatif, jamur, atau virus tetapi kurang efektif melawan spora bakteri. Formaldehid bereaksi dengan protein dan hal tersebut mengurangi aktivitas mikroorganisme. Efek sporosidnya akan meningkat tajam dengan kenaikan suhu. Larutan formaldehid 0,5% dalam waktu 6-12 jam dapat membunuh bakteri dan dalam 2-4 hari dapat membunuh spora, sedangkan larutan formaldehid 8% dapat membunuh spora dalam waktu 18 jam (Angka, 1992 dalam Cahyadi 2006).

Sifat antimikrobia dari formaldehid merupakan hasil dari kemampuannya menginaktivasi protein dengan cara mengondensasi dengan asam amino bebas dalam protein menjadi campuran lain. Kemampuan dari formaldehid meningkat seiring dengan peningkatan suhu (Lund, 1994 dalam Cahyadi, 2006).

Mekanisme formalin sebagai pengawet adalah jika formaldehid bereaksi dengan protein sehingga membentuk rangkaian-rangkaian antara protein yang berdekatan akibat dari reaksi tersebut, protein mengeras dan tidak dapat larut (Standen, 1966 dalam Cahyadi, 2006). Formaldehid mungkin berkombinasi dengan asam amino

bebas dari protein pada sel protoplasma, merusak nukleus dan mengkoagulasi protein (Fazier and Westhoff, 1988 dalam Cahyadi, 2006).

Menurut Kiernan (2000), kelompok aldehid dapat berikatan dengan nitrogen dan atom protein, atau dengan dua atom jika keduanya menutup bersama, pembentukan ikatan silang $-CH_2-$ disebut jembatan metilen (*methylene bridge*). Studi persamaan kimia menunjukkan bahwa seringkali tipe ikatan silang terbentuk dari formaldehid dalam kolagen diantara atom nitrogen pada akhir rantai sisi lisin dan atom nitrogen pada ikatan peptida (Gambar 2).



Gambar 2. Reaksi yang terlibat dalam pengikatan oleh formaldehid. (A) Penambahan molekul formaldehid pada sebuah protein. (B) Reaksi Formaldehid dengan molekul protein lain membentuk sebuah ikatan silang metilen. (C) Gambaran lebih detail ikatan silang sisi rantai lisin pada sebuah atom nitrogen gugus peptida (Kiernan, 2000).

Sebagian besar ikatan silang sering dibentuk oleh susunan formaldehid dalam atom nitrogen yang terakhir dari lisin, atom nitrogen dari ikatan peptida. Susunan tersebut membuat lapisan luar keras sebanding dengan kerasnya jaringan akibat dari fiksasi formaldehid mungkin akan bereaksi dengan protein. Awal formalin mengikat sebagian besar protein akan sempurna dalam waktu 24 jam tetapi proses ikatan jembatan methylene berjalan lambat. Zat seperti karbohidrat, lemak, dan asam nukleat adalah dijebak dalam ikatan silang protein tetapi secara kimia tidak berubah

oleh formaldehid kecuali melalui proses fiksasi dan itupun dalam waktu yang lama yaitu beberapa minggu.

Pada reaksi formaldehid dengan protein yang pertama kali diserang adalah gugus amina pada posisi dari lisin di antara gugus-gugus polar dari peptidanya. formaldehid selain menyerang gugus e-NH₂ dari lisin juga menyerang residu tirosin dan histidin. Pengikatan formaldehid pada gugus dari lisin berjalan lambat merupakan reaksi yang searah, sedangkan ikatannya dengan I gugus amino bebas berjalan cepat dan merupakan reaksi bolak-balik.

Formaldehid akan bereaksi dengan DNA atau RNA sehingga data informasi genetik menjadi kacau. Akibatnya, penyakit-penyakit genetik baru mungkin akan muncul. Bila gen-gen rusak itu diwariskan, maka akan terlahir generasi dengan cacat gen. Tambahan lagi, bila sisi aktif dari protein-protein vital dalam tubuh dimatikan oleh formaldehid, maka molekul-molekul itu akan kehilangan fungsi dalam metabolisme. Akibatnya, kegiatan sel akan terhenti. Sifat merusak ini terletak pada gugus CO atau aldehid. Gugus ini bereaksi dengan gugus amina, pada protein (Nurachman, 2005).

2.2.5 Efek Paparan Formalin Bagi Kesehatan

Formalin jika dikonsumsi dalam makanan dapat menimbulkan keracunan kerusakan berbagai organ tubuh, kanker dan bahkan kematian. Apabila dalam jumlah sedikit, formalin akan larut dalam air, serta akan dibuang ke luar bersama cairan tubuh. Sehingga formalin sulit dideteksi keberadaannya di dalam darah. Selain itu, kandungan formalin yang tinggi dalam tubuh menyebabkan iritasi lambung, alergi, bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker) dan bersifat mutagen (menyebabkan perubahan fungsi sel/jaringan) serta orang yang mengkonsumsinya

akan muntah, diare bercampur darah, dan kematian yang disebabkan oleh adanya kegagalan peredaran darah.(Anonymous 2007^d).

Formaldehid yang masuk ke dalam tubuh dapat mengganggu fungsi sel, bahkan dapat pula mengakibatkan kematian sel. Dalam jangka pendek, hal ini bisa mengakibatkan gejala berupa muntah, diare, dan kencing bercampur darah dan kematian yang disebabkan adanya kegagalan peredaran darah. Formalin bila menguap di udara, berupa gas yang tidak berwarna, dengan bau yang tajam menyakkan, sehingga merangsang hidung, tenggorokan, dan mata. Sementara untuk jangka panjang, akumulasi formaldehid yang berlebih dapat mengakibatkan iritasi lambung, gangguan fungsi otak dan sumsum tulang belakang. Bahkan, fatalnya dapat mengakibatkan kanker (karsinogenik). Jika kandungannya dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh. Sifat karsinogenik menyebabkan kanker dan bersifat mutagen menyebabkan perubahan fungsi sel/jaringan. Selain itu juga bias memicu kerusakan hati, jantung, otak, limpa, sistem susunan saraf pusat dan ginjal (Widjaja, 2006).

2.2.6 Efek Paparan Formalin Pada Turunan (F1)

Saat formalin dipakai mengawetkan makanan, gugus aldehid spontan bereaksi dengan protein-protein dalam makanan. Jika semua formaldehid bebas bereaksi sifat racun formalin akan hilang. Namun dalam makanan berformalin hampir selalu ada sisa formalin bebas, sisa formalin bebas inilah yang sangat beracun (Anonymous 2005^c). Sifat merusak dari formaldehid ini terletak pada gugus CO atau aldehid. Gugus ini bereaksi dengan gugus amina, pada protein menghasilkan metenamin atau heksametilentetramin. Formaldehid akan bereaksi dengan DNA atau RNA sehingga

data informasi genetik baru mungkin akan muncul. Bila gen-gen rusak itu diwariskan, maka akan terlahir generasi dengan cacat gen.

Bila sisi aktif dari protein-protein vital dalam tubuh dimatikan oleh formaldehid, maka molekul-molekul itu akan kehilangan fungsi dalam metabolisme akibatnya, kegiatan sel akan terhenti. Tapi formaldehid dalam formalin tidak sereaktif formaldehid murni. Meski larutan yang stabil dengan titik didih 96 derajat celsius ini tetap merupakan pereduksi sangat kuat. Ia juga dapat meracuni tubuh, baik menyusup lewat pernapasan, pencernaan, maupun kulit (Nurachman, 2005)

Formaldehid bebas yang tidak mengalami metabolisme akan terikat secara stabil dengan makromolekul seluler protein DNA yang dapat berupa ikatan silang (*Cross linked*). Ikatan silang formaldehid dengan DNA dan potein ini diduga bertanggung jawab atas terjadinya kekacauan informasi genetik dan konsekuensi lebih lanjut seperti terjadi mutasi genetik dan sel kanker. Bila gen-gen itu diwariskan, maka akan terlahir generasi dengan cacat gen (Anonymous, 2007^c)

Formaldehid sangat beracun dan menyebabkan iritasi selaput lendir, pada pernapasan atas, mata, juga kulit. Formalin juga dapat mengakibatkan reaksi alergi, kerusakan ginjal, kerusakan gen dan mutasi yang dapat diwariskan (Zeily, 2006). Pada dosis rendah formalin dapat mengakibatkan sakit perut akut disertai muntah-muntah, menimbulkan depresi susunan syaraf serta kegagalan peredaran darah. Dalam dosis tinggi formalin dapat menyebabkan kejang-kejang, kencing darah, tidak bisa kencing, dan muntah darah hingga akhirnya menyebabkan kematian (Anonymous, 2006^k). Dalam jangka waktu yang lama dan berulang dapat menyebabkan gangguan pada pencernaan, hati ginjal, pankreas, sistem syaraf pusat, serta dapat menyebabkan kanker (Anonymous, 2005^b).

2.3 Mencit (*Mus musculus*) Sebagai Hewan Coba

Mencit termasuk dalam *genus Mus*, *subfamily Murinae*, *family Muridae*, *ordo Rodentia*. Mencit yang sudah dipelihara di laboratorium sebenarnya masih satu famili dengan mencit liar. Sedangkan mencit yang paling sering dipakai untuk penelitian biomedis adalah *Mus musculus*. Berbeda dengan hewan-hewan lainnya, mencit tidak memiliki kelenjar keringat. Pada umur empat minggu berat badannya mencapai 18-20 gram. Jantung terdiri dari empat ruang dengan dinding atrium yang tipis dan dinding ventrikel yang lebih tebal. Peningkatan temperatur tubuh tidak mempengaruhi tekanan darah, sedangkan frekuensi jantung, *cardiac output* berkaitan dengan ukuran tubuhnya. Hewan ini memiliki karakter yang lebih aktif pada malam hari dari pada siang hari. Traktus respiratorus terdiri dari tiga bagian yaitu: *anterior* (*nostril, cavum canalis, nasopharynx*), *intermediate* (*larynx, trachea, bronchi*), *posterior* (paru-paru kiri dan kanan, paru kiri terdiri dari satu lobus dan paru kanan terdiri dari empat lobus).

Mencit (*Mus musculus*) telah digunakan secara ekstensif sebagai hewan percobaan untuk penelitian biomedik dan imunologi. Hewan ini banyak digunakan karena sifat-sifatnya mempunyai angka fertilitas tinggi, masa menyusui/gestasi yang pendek, kemudahan penanganan, memiliki daya tahan/susceptibility terhadap penyakit genetik atau non infeksi yang dapat menyerang manusia. Penentuan kecukupan nutrisi bagi mencit merupakan masalah yang cukup menantang karena luasnya variasi genetiknya dalam spesies serta perbedaan kriteria dalam penyusunan diet (Anonymous, 1995). Adapun data biologi mencit terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Biologi Mencit

Keterangan	Jumlah
Berat badab (g) :	
Jantan	20-40
Betina	18-35
Lama Hidup (Tahun)	1-3
Temperatur tubuh (oC)	36,5
Kebutuhan air	ad libitum
Kebutuhan makanan (g/hari)	4-5
Pubertas (hari)	28-49
Lama kebuntingan (hari)	17-21
Mata membuka (hari)	12-13
Tekanan darah :	
Sistolik (mmHg)	133-160
Diastolik (mmHg)	102-110
Frekuensi respirasi (per menit)	163
Tidal volume (ml)	18 (0,09-0,38)

Sumber: Fox (1984) dalam Kusumawati (2004)

Diantara spesies-spesies hewan lainnya, mencitlah yang paling banyak digunakan untuk tujuan penelitian medis (60-80%) karena murah dan mudah berkembang biak (Kusumawati, 2004). Sedangkan menurut Lu (1995), hewan ini digunakan karena mudah didapat, ukurannya kecil, mudah ditangani, dan data toksikologinya relatif lebih banyak. Selain itu penetapan toksisitas pada hati sering merupakan penelitian jangka pendek dan jangka panjang yang biasanya dilakukan pada mencit. Adapun data hematologi mencit terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hematologi Mencit

Keterangan	Jumlah
Eritrosit (RBC) x (106/mm ³)	6,86-11,7
Hemoglobin (g/dl)	10,7-11,5
MCV (μ m ³)	47,0-52,0
MCH (μ g)	11,1-12,7
MCHC (%)	22,3-31,2
Hematokrit (PCV) (%)	33,1-49,9
Leukosit (WBC) (x 10 ³ /mm ³)	12,1-15,9
Neutrofil (x 10 ³ /mm ³)	1,87-2,46
Eosinofil (x 10 ³ /mm ³)	0,29-0,41
Basofil (x 10 ³ /mm ³)	0,06-0,01
Limfosit (x 10 ³ /mm ³)	8,70-12,4
Monosit (x 10 ³ /mm ³)	0,30-0,55
Glukose (mg/dl)	62,8-176
BUN (mg/dl)	13,9-28,3
Kreatinine (mg/dl)	0,30-1,00
Bilirubin (mg/dl)	0,10-0,90
Kolesterol (mg/dl)	26,0-82,4
Total protein (g/dl)	4,00-8,62
Albumin (g/dl)	2,52-4,84
SGOT (IU/l)	23,2-48,4
SGPT (IU/l)	2,10-23,8
Alkaline fosfatase(IU/l)	10,5-27,6
Laktik dehidrogenase (IU/l)	75-185

Sumber : Mitruka (1981) dan Loeb (1989) dalam Kusumawati (2004)

3 METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila, formalin, aquadest, hewan percobaan mencit (*Mus musculus*) betina umur 2 bulan (8 minggu) diperoleh dari turunan (F1) dari induk mencit betina satu bulan. Pemeliharaan dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Pakan standar dan air minum berupa air ledeng diberikan secara *ad libitum*.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pemeliharaan adalah kandang pemeliharaan, botol minum mencit, dan penampung urin. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisa adalah timbangan digital, pinset, gunting, jarum sonde, vortex, endorf, autoklaf, oven, sentrifuse dingin, tabung reaksi, gelas ukur, beaker glass, mikropipet, bluetip, yellowtip, dan botol film.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah melakukan kegiatan percobaan untuk melihat hasil yang menegaskan hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki (Suryasubrata,1989). Tujuan dari penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada kelompok eksperimen (Nazir,1988). Menurut Singarimbun dan Effendi (1983), penelitian eksperimental lebih mudah dilakukan di laboratorium karena alat-alat yang khusus dan lengkap dapat tersedia dimana pengaruh luar dapat dengan mudah dicegah selama eksperimen. Penelitian dapat dilakukan tanpa atau dengan

kelompok pembanding. Selain itu, pengamatan observasi juga dilakukan sebagai data pendukung.

3.2.1 Variabel

Variabel merupakan segala sesuatu yang akan menjadi obyek penelitian. Variabel dibedakan menjadi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang dipilih sebagai variabel yang sengaja dipelajari pengaruhnya terhadap variabel terikat, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang menjadi pusat persoalan (Suryasubrata, 1989).

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi 0.2 ppm ikan nila berformalin. Sedangkan variabel terikatnya adalah berat organ, kimia darah yang meliputi kadar SOGT, SGPT, albumin dan globulin (tes fungsi hati), kadar kreatinin (tes fungsi ginjal), kadar formaldehid dalam darah, dan pengamatan observasi meliputi gejala klinis mencit dan kelainan secara makroskopis organ mencit turunan (F1).

3.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan aplikasi teracak sempurna dengan 2 perlakuan dan 6 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol nol dengan hanya diberi pakan pellet dan 0,2 ikan berformalin masing-masing perlakuan terdiri dari 18 mencit dan diambil secara acak 6 untuk dianalisa. Tabel rancangan percobaan yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5 . Rancangan Percobaan Paparan Ikan Nila Berformalin 1 Bulan :

Perlakuan	Ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
Kontrol							
0,2 IF							

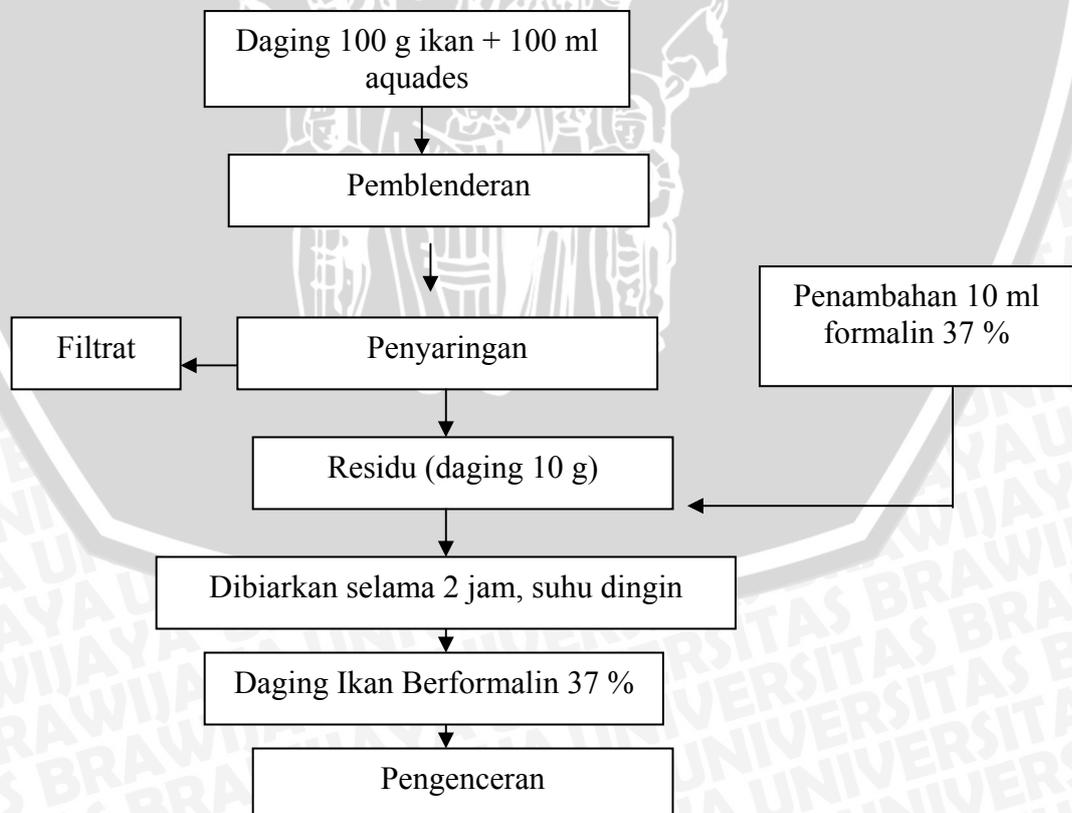
3.3 Prosedur Penelitian

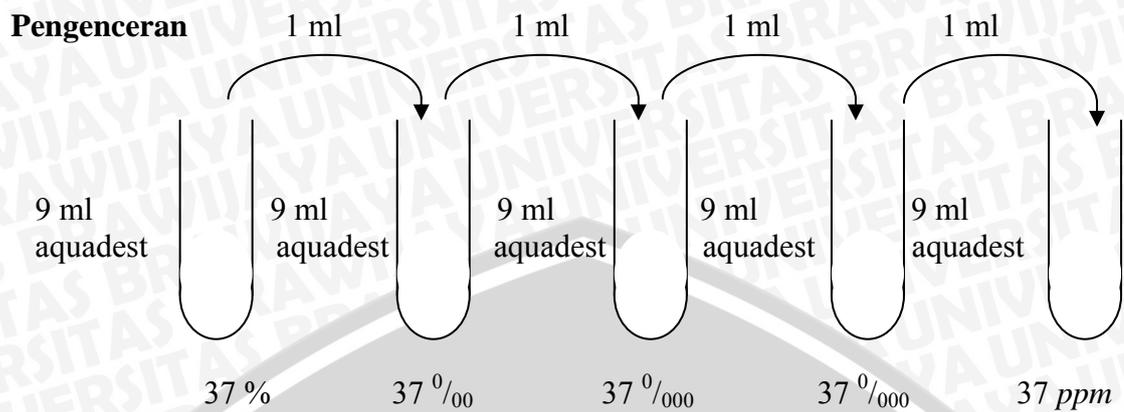
3.3.1 Persiapan Bahan Percobaan

Mencit yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit betina dari induk yang telah terpapar selama satu bulan. Sebelum percobaan, mencit dipastikan dalam kondisi sehat. Selanjutnya mencit diadaptasikan (aklimatisasi) selama 1 minggu dan diberi pakan secara rutin.

3.3.2 Penyediaan 0,2 ppm Ikan Berformalin

Ikan nila dicuci bersih dan filet. Daging ikan nila diambil sebanyak 100 g ditambah dengan 100 ml aquades dan kemudian diblender sampai halus. Daging yang telah halus disaring dan filtratnya dibuang. Residu ditambahkan formalin 37 % dilakukan pengenceran bertingkat sampai menjadi larutan ikan berformalin 37 ppm. Selanjutnya ikan berformalin diencerkan lagi untuk mendapatkan konsentrasi 0.2 ppm. Adapun prosedur pembuatan larutan ikan nila berformalin sebagai berikut :





Gambar 3. Diagram Pembuatan Ikan Nila Berformalin

Adapun perhitungan ikan berformalin 0,2 ppm yang dibutuhkan sebagai berikut:

- 0,2 ppm Ikan Berformalin

$$V_1 \times K_1 = V_2 \times K_2$$

$$V_1 \times 37 \text{ ppm} = 200 \text{ ml} \times 0,2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{200 \text{ ml} \times 0,2 \text{ ppm}}{37 \text{ ppm}}$$

$$37 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1,08 \text{ ml}$$

3.3.3 Perlakuan Induksi Oral Ikan Berformalin Pada Mencit

Induksi toksikan dilakukan dengan pemberian peroral setiap hari pada pagi hari selama 1 bulan. Bahan toksik diinduksikan langsung ke lambung dengan metode sonde. Besarnya volume cekok yang diberikan berdasarkan berat mencit setiap harinya. Adapun penentuan volume cekok yang diberikan sebagai berikut:

- Dari hasil penelitian Rahmawati (2006) ikan mengandung 100 ppm formalin, sedangkan konsumsi ikan 100 g/hr dan berat badan manusia 50 kg, maka penentuan dosis 0,2 ppm dapat diperoleh dari:

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis ikan berformalin} &= \frac{\text{konsentrasi} \times \text{berat ikan}}{\text{berat badan}} \\
 &= \frac{100}{1000000} \times 100 \text{ g} \\
 &= 50 \text{ kg} \\
 &= 0,0002 \text{ g / kg} \\
 &= \frac{0,0002 \times 1000 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} \\
 &= 0,2 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

- Volume cekok yang diberikan untuk berat mencit 20 g

$$\begin{aligned}
 &= \frac{20 \text{ g} \times 0,0002 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \\
 &= 0,000004 \text{ g} \\
 &= 0,004 \text{ mg} \\
 &= 0,004 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

Jika berat jenis Formaldehid ekuivalen dengan berat jenis air, maka 1 ml formalin=1mg. Sehingga volume 0.2 ppm formalin sebanyak 0.004 ml = 0.02 ppm dalam air 0.04 ml

- Volume cekok yang diberikan untuk berat mencit yang lain menggunakan rumus

$$= \frac{\text{berat badan mencit}}{\text{berat rata-rata mencit (20 g)}} \times 0,04 \text{ ml}$$

Tabel 6. Volume Cekok Berdasarkan berat Mencit

Berat Mencit (g)	Volume Cekok (ml)
15	0.030
16	0.032
17	0.034
18	0.036
19	0.038
20	0.040
21	0.042
22	0.044
23	0.046
24	0.048
25	0.050
26	0.052
27	0.054
28	0.056
29	0.058
30	0.060
31	0.062
32	0.064
33	0.066
34	0.068
35	0.070

3.3.4 Preparasi Serum Mencit

Serum diambil setelah 1 bulan setelah pemberian toksikan. Mencit dimasukkan kedalam perangkap kemudian ekor mencit dipotong dengan cara menyamping kemudian kita mengambil eppendorf steril kemudian mengurut ekor mencit secara perlahan-lahan dari atas kebawah. Tetesan darah pertama dibuang kemudian tetesan berikutnya dimasukkan kedalam eppendorf steril. Selanjutnya darah disentrifuse selama 20 menit pada kecepatan 10000 rpm dan suhu 4°C untuk memisahkan serumnya. Serum diambil dengan menggunakan mikropipet dan dimasukkan dalam eppendorf steril sebagai sampel yang siap untuk dianalisa selanjutnya.

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Analisa Berat Mencit

Prosedur analisa berat adalah dengan menimbang berat mencit menggunakan timbangan digital yang dilakukan setiap hari pada pagi hari selama satu bulan. Data berat badan mencit ini digunakan untuk menghitung volume cekok yang akan diberikan.

3.4.2 Analisa/observasi klinis

Observasi klinis digunakan untuk mengetahui efek pemberian toksikan terhadap hewan uji secara visual. Observasi klinis dilakukan setiap hari. Adapun data observasi klinis dapat dilihat pada Lampiran 2

3.4.3 Analisa/observasi Organ Mencit

Observasi organ digunakan untuk mengetahui efek pemberian toksikan terhadap organ hewan uji secara visual. Observasi organ dilakukan setiap terjadi kematian mencit dan setelah perlakuan paparan selama 1 bulan.

3.4.4 Analisa Berat Organ Mencit

Prosedur analisa berat organ adalah dengan menimbang berat organ mencit yang meliputi lambung, usus, hati, dan ginjal menggunakan timbangan digital yang dilakukan setelah perlakuan paparan selama satu bulan.

3.4.5 Analisa Kimia Darah Mencit

Analisa kimia darah mencit meliputi SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*), SGPT (*Serum Glutamic Piruvat Transaminase*), albumin, globulin dan kreatinin. Alat yang digunakan untuk analisa kimia darah adalah Automatic Analyzer Hitachi 902 dari *Merck*

3.4.6 Analisa Formalin/Formaldehid dalam Darah

Kadar formaldehid dalam darah dan urin dianalisa dengan metode spektrofotometri. Alat yang digunakan untuk analisa kadar formaldehid dalam darah dan urin mencil adalah *Shimatsu Spectronic SPD 6A* dari *Merck*.



4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Observasi

4.1.1 Observasi Klinis Mencit

Hasil observasi klinis pada perlakuan mencit betina turunan (F1) yang terpapar selama satu bulan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 7. Tabel Observasi Klinis Mencit Turunan (F1)

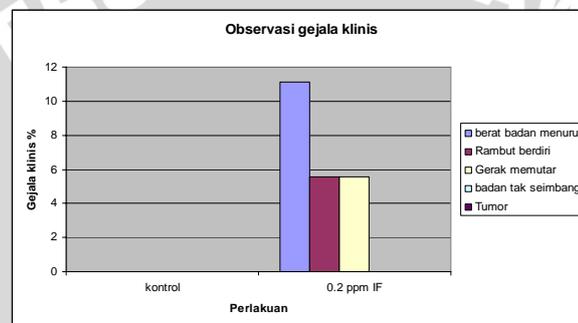
Perlakuan	Berat badan menurun (%)	Rambut berdiri (%)	Gerak memutar (%)	Badan tak seimbang (%)	Tumor (%)
Kontrol	0	0	0	0	0
0.2ppm IF	11.11	5.55	5.55	0	0

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa pada berat badan menurun sebanyak 11.11% dan rambut berdiri hanya 5.55 % dan gerak memutar 5.55% sedangkan gejala badan tak seimbang dan tumor tidak ada atau 0% . Data mencit yang mengalami gejala klinis dapat dilihat pada lampiran 3.

Rambut berdiri merupakan kejadian yang terjadi sebagai akibat pemberian formaldehid. Sel-sel kulit memiliki kemampuan untuk berubah menjadi sel tipe lain yang dapat membentuk folikel rambut, kelenjar keringat, gigi dan kuku. Sel-sel mana saja yang diubah menjadi folikel rambut ini ditentukan oleh tiga protein yang dihasilkan oleh gen-gen mencit. Sel-sel untuk menumbuhkan rambut yang diperintah oleh 'kode' protein. Hal inilah yang diduga ada suatu kesalahan pengkodean dalam protein sebagai akibat formaldehid yang telah merubah struktur protein.

Susunan saraf pusat (SSP) dan susunan saraf perifer .SSP terdiri dari atas otak dan sumsum tulang belakang, dan Susunan saraf perifer terdiri mencakup saraf tengkorak dan saraf spinal, yang berupa saraf motorik dan sensorik. Aksi suatu zat

kimia atas suatu sel terjadi dengan cara bereaksi dengan suatu komponen yang spesifik dan diperlukan untuk berlangsungnya fungsi sel tersebut. Apabila produk reaksinya tidak mampu mengganti peran komponen asli dari sel yang dimaksud maka fungsi sel tersebut akan rusak (Loomis,1978). Hal inilah yang diduga penyebab gerak memutar yang dialami oleh mencit yang mendapat perlakuan mencit perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin karena formaldehid dapat mempengaruhi badan sel neuron secara langsung sehingga sel akan mengalami depresi (Lu,1995). Adapun grafik observasi klinis mencit turunan (F1) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4. Grafik Gejala Klinis.

4.1.2 Kematian Mencit

Prosentase kematian mencit merupakan suatu petunjuk tingkat toksisitas suatu toksikan. Data yang didapatkan pada pengamatan mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan yaitu :

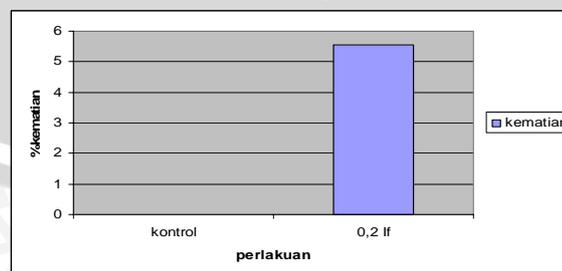
Tabel 8. Persentase kematian mencit betina Turunan (F1)

Perlakuan	Kematian (%)
Kontrol	0
0.2 ppm Ikan Berformalin	5.55

Berdasarkan tabel hasil pengamatan dapat dilihat bahwa pada perlakuan kontrol tidak terjadi kematian sedangkan pada perlakuan 0,2 ikan nila berformalin persentasi kematian mencapai 5.55 %. Pemberian 0,2 ppm ikan nila berformalin diduga dapat

menyebabkan keracunan pada tubuh mencit yang akan menyebabkan kematian. Menurut Wandira (2006) formaldehid yang terabsorpsi dan masuk aliran sistematis akan dimetabolisme menjadi asam format yang akan menyebabkan kadar keasaman darah meningkat, terus nafas pendek dan cepat, depresi susunan saraf pusat dan koma gagal ginjal dan pernafasan berhenti. Data jumlah mencit yang mati dapat dilihat pada lampiran 4.

Bila suatu makhluk hidup mengalami cacat genetika, kekurangan jumlah atau kekurangan sempurnan molekul enzim yang terlibat dalam metabolisme racun tersebut, maka metabolit tak toksik yang terbentuk dalam makhluk hidup ini, akan jauh lebih sedikit daripada yang terbentuk pada individu normal. Akibatnya, makhluk hidup yang cacat genetika itu akan lebih rentan terhadap ketoksikan racun yang pola metabolismenya seperti itu. Dalam hal ini, cacat genetika memberikan dampak yang negatif. Sebaliknya, apabila metabolit racun yang terbentuk bersifat toksik, maka makhluk hidup tersebut justru akan terhindar dari ketoksikan racun tersebut. Karena jumlah metabolit toksik yang terbentuk akan jauh lebih sedikit daripada yang terbentuk pada individu normal, dalam hal ini, cacat genetika memberikan dampak yang positif (Donatus 2005). Grafik jumlah kematian mencit turunan (F1) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 5. Grafik Mortalitas Kematian Mencit.

4.1.3 Observasi Makroskopis Organ

Data persentase observasi makroskopis organ mencit betina turunan (F1) diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini:

Tabel 9. Observasi Makroskopis Organ Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Kondisi Makroskopis			
	Lambung	Usus	Hati	Ginjal
kontrol	Normal	Normal	Normal	Normal
0.2 ppm Ikan Berformalin	menggelembung	menggelembung	pucat	pucat
			bercak putih	menghitam

Dari tabel diatas dapat kita lihat pada perlakuan 0,2 ppm ikan nila berformalin kondisi makroskopis pada lambung menunjukkan terjadi suatu kelainan yaitu lambung menggelembung yang diduga mengalami pembengkakan pada lambung. Hal ini diduga karena formaldehid dapat menyebabkan iritasi pada lambung (Anonymous 2006j), pada usus dapat kita lihat kelainan usus berupa pembesaran dan timbul gelembung-gelembung pada organ usus. Formaldehid menimbulkan iritasi dan dapat menghasilkan banyak gas dalam saluran cerna (Schulte, *et.all.*, 2006). Selain itu menurut price dan Wilson (1984), banyak gas yang dihasilkan oleh usus terdiri dari asam amino, CO₂, H₂, H₂S, dan CH₄. Sebagian dari zat-zat ini dikeluarkan dala feses, sedangkan yang lainnya diabsorpsi dan diangkut ke hati untuk diubah menjadi senyawa yang kurang toksik dan diekskresikan dalam urin. Selain itu, menurut (Loomis, 1978) paparan yang terus menerus dapat menimbulkan efek nekrosis pada sel mukosa saluran cerna sehingga menimbulkan kelainan.

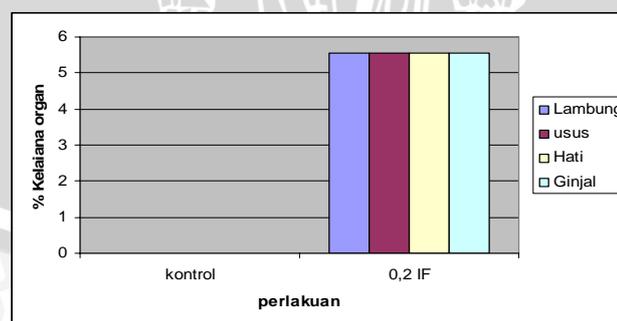
Hati memegang peranan yang sangat penting dalam fungsi fisiologis tubuh. Hati merupakan tempat pembentukan lipid, albumin, dan beberapa protein plasma. Selain itu juga merupakan organ penting dalam proses biotransformasi senyawa

endogen maupun senyawa eksogen, misalnya amonia, hormon steroid, dan obat. Metabolisme karbohidrat, protein, dan lipid juga terjadi di hati. sehingga dapat dikatakan hati mempunyai fungsi pertahanan dan perlindungan bagi tubuh (Linawati, dkk.,2006). Pada hasil pengamatan diatas dapat kita lihat kelainan pada hati dan ginjal, kelainan ini yaitu organ hati menghitam dan ada bercak-bercak putih sama halnya dengan kelainan pada ginjal yaitu kelainan berupa perubahan warna yaitu warna pucat. Menurut Lu (1995) Patologi makroskopis warna dan penampilan organ sering menunjukkan sifat toksisitas, seperti perlemakan hati atau sirosis. Persentase perubahan organ mencit turunan (F1) yang mati dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Perubahan Anatomi Organ Mencit (*Mus musculus*) Turunan yang Mati

Perlakuan	Σ induk awal	Lambung (%)	Usus (%)	Hati (%)	Ginjal (%)
Kontrol	18	0	0	0	0
0.2ppm IF	18	5.55	5.55	5.55	5.55

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa perubahan anatomi mencit terbesar pada hati dan usus yaitu 5.55% dan pada perubahan anatomi ginjal dan lambung hanya 5.55% sedangkan pada kontrol tidak terjadi perubahan anatomi organ mencit. Persentase perubahan anatomi mencit dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 6. Persentase Perubahan Anatomi Mencit Turunan (F1)

4.2 Berat Organ

Menurut Lu (1995), pemeriksaan berat organ merupakan salah satu pemeriksaan pascamati dan harus diukur karena merupakan indikator yang berguna untuk mengetahui toksisitas toksikan. Berat organ pada organ mencit betina turunan(F1) yang telah terpapar selama 1 bulan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 12. Rerata Berat Organ Mencit Betina Turunan (F1)

Parameter Uji	0,2 ppm Ikan Berformalin
Lambung (g/bb)	0.2333
Usus (g/bb)	0.1316
Hati (g/bb)	0.3833
Ginjal (g/bb)	0.0095

4.2.1 Lambung

Lambung merupakan organ pencernaan yang terletak melintasi abdomen bagian atas antara hati dan diafragma. Lapisan mukosa lambung tersusun dalam lipatan-lipatan longitudinal yang memungkinkan merenggang. Fungsi utama lambung adalah mencerna makanan menjadi partikel-partikel yang kecil dan menyampurnya dengan getah lambung melalui kontraksi otot yang meliputinya (Price dan Wilson, 1984).

Toksikan dapat masuk saluran cerna bersama makanan dan air minum atau secara sendiri sebagai zat kimia lain. Zat kimia yang amat merangsang mukosa sebagian besar toksikan tidak menimbulkan efek tosik kecuali kalau mereka diserap. Lambung merupakan tempat penyerapan yang penting, terutama untuk asam-asam lemah yang akan berada dalam bentuk non ion yang larut lipid dan mudah berdifusi (Lu, 1995). Kerusakan organ lambung dapat ditandai dengan perubahan secara makroskopis. Perubahan tersebut secara makroskopis dapat ditandai dengan adanya

perubahan berat organ. Rerata berat lambung pada mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan adalah dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 13. Rerata Berat Lambung Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (g/bb)
Kontrol	0.03 \pm 0.01033
0.2 ppm Ikan Berformalin	0.02 \pm 0.01506

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kisaran rerata lambung yaitu : nilai rerata lambung yaitu 0.03g/bb dan pada perlakuan kontrol nilai atau berat rerata lambung 0.02g/bb yang mana dari hasil analisa statistik menggunakan bantuan uji T-Tes menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat lambung (p-value=0,144). $p > 0.05$ data dapat dilihat pada lampiran 5. Walaupun perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat lambung kontrol dan 0,2 ppm ikan berformalin namun terjadi penurunan berat lambung akibat dari pemberian perlakuan ikan berformalin. Hal ini diduga zat kimia yang ada di dalam saluran cerna dapat menimbulkan efek pada permukaan sel mukosa yang melapisi saluran tersebut. Selain itu pada kadar yang memadai dapat menyebabkan terjadinya iritasi pada mukosa saluran cerna (Loomis, 1978).

4.2.2 Usus

Data hasil pengamatan rerata usus mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan dapat dilihat pada tabel 14 berikut ini:

Tabel 14. Rerata Berat Usus Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (g/bb)
Kontrol	0.12 \pm 0.0601
0.2 ppm Ikan Berformalin	0.13 \pm 0.0271

Berdasarkan tabel diatas berat usus terbesar ditunjukkan oleh perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin yaitu sebesar 0,13g/bb dan berat usus terkecil ditunjukkan oleh perlakuan Kontrol yaitu sebesar 0.12 g/bb pada perlakuan kontrol. Dari pengujian dengan bantuan uji T-Tes (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap usus dimana nilai ($P > 0,05$) yaitu $P = 0,772$. Hal ini Formaldehid menimbulkan iritasi dan dapat menghasilkan banyak gas dalam saluran cerna sehingga menimbulkan pembengkakan (Schulte, *et. al.*, 2006).

4.2.3 Hati

Hati adalah organ terbesar dan secara metabolit paling kompleks didalam tubuh (lu 1995). Lever atau hati merupakan organ vital yang memiliki peran besar dalam sistem pencernaan, biosintesis, metabolisme energi, pembersihan sampah tubuh, dan pengatur sistem kekebalan tubuh. (Susanto, 2005). Sedangkan pada mencit betina dari induk yang telah terpapar selama satu bulan rerata berat lambung dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 15. Rerata Berat Hati Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (g/bb)
Kontrol	0.07 \pm 0.01941
0.2 ppm Ikan Berformalin	0.03 \pm 0.01169

Berdasarkan tabel diatas rerata berat hati mencit setelah perlakuan berkisar antara 0.03 g/bb sampai 0.07 g/bb. Hasil analisa statistik dengan menggunakan bantuan uji T-tes dapat dilihat (lampiran 7) menunjukkan bahwa perlakuan selama satu bulan terhadap mencit memberikan pengaruh ($P=0.016$) terhadap perubahan berat hati. Hati mempunyai banyak sistem pengikatan. Kadar enzim yang memetabolisme xenobiotik dalam hati juga tinggi. Hal ini membuat sebagian besar

toksikan menjadi kurang toksik dan lebih mudah larut air dan karenanya lebih mudah diekskresikan (Lu, 1995).

Hati memiliki fungsi utama yaitu sebagai Filter Darah. Darah yang beredar di tubuh kita akan dibersihkan dan disaring dari bahan-bahan beracun yang masuk ke tubuh melalui makanan atau pernafasan. Hati sering menjadi organ sasaran karena disebabkan oleh beberapa hal. Sebagian besar toksikan memasuki tubuh melalui sistem gastrointestinal, dan setelah diserap, toksikan dibawa oleh vena porta hati ke hati (Donatus 2005).

Untuk mengetahui luasnya radang sel hati dilakukan pemeriksaan *serum glutamic-pyruvic transaminase* atau *serum glutamic-oxalacetic transaminase* (SGPT/SGOT). Enzim *alanine aminotransferase* dalam SGPT dan *aspartate aminotransferase* dalam SGOT adalah enzim yang diproduksi hepatosit, sel utama hati. Kadar enzim-enzim itu akan meningkat bila terdapat kerusakan atau kematian hepatosit. Karena sel rusak, enzim akan masuk ke dalam aliran darah. Kadar SGPT/SGOT akan meningkat pada semua jenis hepatitis yang mengakibatkan kerusakan sel, atau pada kematian sel hati akibat trauma atau keracunan obat. (Anonymous 2007).

4.2.4 Ginjal

Hati dan ginjal merupakan gudang penyimpanan racun yang potensial, karena keduanya memiliki kapasitas yang tinggi untuk mengikat zat kimia. Yang disebabkan karena hati dan ginjal merupakan tempat terpenting bagi eliminasi. (Donatus, 2005)

Ginjal mempunyai volume aliran darah yang tinggi, mengkonsentrasi toksikan pada filtrat, membawa toksikan melalui sel tubulus, dan menonaktifkan toksikan tertentu. Karenanya, ginjal adalah organ sasaran utama dari efek toksik (Lu, 1995).

Berdasarkan hasil penelitian rerata berat ginjal menciit dapat dilihat pada Tabel 15. sebagai berikut:

Tabel 16. Rerata Berat Ginjal Menciit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata
Kontrol	0.01
0.2 ppm Ikan Berformalin	0.09

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa rerata berat ginjal kontrol 0,01 g/bb sedangkan berat ginjal perlakuan 0.09 g/bb dimana berat ginjal 0,2 ppm ikan berformalin lebih tinggi dibandingkan dengan berat ginjal kontrol. Dari hasil analisa statistik menggunakan bantuan Uji T-Tes dapat dilihat (lampiran 8) bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat ginjal menciit dimana nilai $P > 0,05$ yaitu $P = 0,369$.

4.3 Kimia Darah

Dari hasil penelitian dari menciit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 17. Rerata Kimia Darah Menciit Betina Turunan (F1)

Uji	Parameter	Kontrol	0,2 ppm Ikan berformalin
Tes Fungsi Hati			
SGOT (U/I)		178.3	148
SGPT (U/I)		74.3	48.6
Albumin (g/dl)		2.74	2.75
Globulin (g/dl)		2.06	1.97
Tes Fungsi Ginjal			
Kreatinin (mg/dl)		0.31	0.28

4.3.1 SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*)

SGOT merupakan salah satu uji kimia darah terhadap sel jaringan rusak (Loomis, 1978). Pemakaian utama dari pemeriksaan kadar transaminase serum adalah untuk mengetahui adanya nekrosis dari sel hati. Kenaikan kadar transaminase serum merupakan petunjuk yang paling peka dari nekrosis sel-sel hati (Soemoharjo,*dkk.*,1983). Hasil penelitian dari mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 18. Rerata Kadar SGOT Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (U/l)	Notasi
Kontrol	178.3 \pm 19.34	a
0.2 ppm Ikan Berformalin	148 \pm 20.34	b

Dari tabel disamping dapat dilihat bahwa kadar SGOT kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin dimana kadar SGOT kontrol yaitu 178.3 U/I dan pada perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin hanya 148 U/I. Hasil analisa statistik menggunakan bantuan uji T-Tes (Lampiran 9) menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar SGOT dimana nilai $P > 0.05$ yaitu nilai $P = 0.113$.

4.3.2 SGPT (*Serum Glutamic Piruvat Transaminase*)

SGPT merupakan salah satu uji kimia darah yang menggambarkan fungsi hati (Loomis, 1978). Rerata kadar SGPT serum mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 19. Rerata Kadar SGPT Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (U/I)	Notasi
Kontrol	74.3 \pm 13.26	a
0.2 ppm Ikan Berformalin	48.6 \pm 4.18	b

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa kadar SGPT kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan kadar SGPT perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin, dimana nilai kadar SGPT kontrol adalah 74.3 U/I sedangkan nilai SGPT perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin adalah 48.6U/I. Hasil analisa statistik menggunakan bantuan uji T-Tes (lampiran 10) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar SGPT dimana nilai $P < 0.05$ yaitu $P = 0.007$. SGPT adalah lebih spesifik untuk kerusakan hati. SGPT adalah enzim yang dibuat dalam sel hati (hepatosit), peningkatan SGOT terjadi bila ada kerusakan pada selaput sel hati. Setiap jenis peradangan hati dapat menyebabkan peningkatan pada SGPT.

Racun yang masuk ke dalam tubuh akan berhadapan terutama dengan hati, karena hati merupakan organ detoksifikasi. Clarke dan Clarke dalam Kendaran (2001), menyatakan bahwa walaupun racun dapat dieliminasi oleh tubuh, akan tetapi kecepatan eliminasi tidak akan melampaui kecepatan absorpsi. Terakumulasinya suatu zat didalam tubuh akan memprtinggi resiko kerusakan organ tempat zat itu berada. Enzim transaminase (SGPT) merupakan salah satu enzim fungsional di dalam hati dan penentuan kadarnya digunakan untuk mengetahui kelainan fungsi hati. Dengan demikian dari hasil penelitian dengan peningkatan kadar SGPT diduga diakibatkan karena pemberian perlakuan formalin yang dapat mengakibatkan kerusakan dan mengganggu permeabilitas sel hati.

4.3.3 Albumin

Albumin adalah protein penting dalam darah. Protein ini mengatur keseimbangan air dalam sel, memberi gizi pada sel, serta mengeluarkan produk buangan (Spiritia, 2007). Menurut Mansyur (2002), zat-zat kimia asing yang terikat ke protein-protein plasma adalah diikat oleh albumin. Ikatan-ikatan itu melibatkan ikatan-ikatan yang reversible seperti ikatan-ikatan hydrogen, van der Waals dan ikatan-ikatan ion.

Protein darah (terutama albumin) dan jaringan diperlukan untuk mengikat racun, karena itu, bila ada gangguan terhadap sintesis protein, maka mungkin akan terjadi perubahan volume distribusi racun, sehingga fraksi racun yang tak terikat protein menjadi lebih tinggi. Akibatnya ketersediaan racun ditempat aksinya makin meningkat. Dengan demikian ketoksikan racun dapat meningkat, keadaan ini dapat terjadi karena penumpukan racun didalam tubuh akibat berkurangnya kapasitas metabolisme. Rerata kadar albumin dalam serum terdapat hasil pengamatan terhadap mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama satu bulan adalah sebagai berikut :

Tabel 20. Rerata Kadar Albumin Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (g/dl)	Notasi
Kontrol	2.74 \pm 0.209	a
0.2 ppm Ikan Berformalin	2.52 \pm 0.320	a

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa kadar albumin kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin dimana nilai kadar albumin kontrol 2.74 g/dl sedangkan kadar albumin perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin adalah 2.52 g/dl. Dari data tersebut didapatkan hasil analisa statistik

menggunakan bantuan uji T-Tes (Lampiran 11) menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai albumin yaitu dengan nilai ($p= 0,396$) dimana nilai $P > 0,05$. Dimana albumin merupakan protein dalam darah karena dibuat oleh hati dan dikeluarkan pada darah. Albumin juga merupakan suatu tanda yang peka dan petunjuk yang baik terhadap keparahan penyakit hati.

Tingkat albumin dalam darah menunjukkan bahwa hati tidak membuat albumin dan tidak berfungsi semestinya. Tingkat ini biasanya normal pada penyakit hati yang kronis, sementara meningkat bila ada sirosis atau kerusakan berat pada hati. Albumin di sintesis oleh sel hati yang kemudian di distribusikan kedalam sirkulasi darah. Untuk mensintesis albumin dibutuhkan asam amino yang berasal dari luar tubuh dan dari recycle protein tubuh (Taslim, 2007). Sintesa albumin terjadi di hati. Albumin dibentuk dari 8 asam amino esensial dan beberapa asam amino non esensial terutama histidin (Tandra *dkk*, 1988). Meskipun demikian, kadar albumin semua perlakuan masih pada taraf normal. Menurut Kusumawati (2004), kadar albumin mencit normal berkisar antara 2,52- 4,84 g/dl.

4.3.4 Globulin

Globulin merupakan protein yang sering mengikat zat asing selain albumin (Siswandono dan Soekardjo, 1995). Globulin merupakan salah satu protein serum yang dihasilkan di dalam hati. Menurut Soemohardjo, *et al* (1983), perubahan fraksi protein yang paling banyak terjadi pada penyakit hati adalah penurunan kadar albumin dan peningkatan kadar globulin. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai globulin kontrol lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan, nilai globulin kontrol yaitu 1.97 g/dl sedangkan nilai globulin perlakuan yaitu 2.06 g/dl erata nilai globuli pada mencit turunan (F1) adalah sebagai berikut.

Tabel 21. Rerata Kadar Globulin Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (g/dl)	Notasi
Kontrol	1.97 \pm 0.528	a
0.2 ppm Ikan Berformalin	2.06 \pm 0.166	a

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa terjadi peningkatan nilai globulin dari kontrol dan perlakuan sebagai akibat dari adanya perlakuan pemberian 0,2 ppm ikan formalin. Dari hasil analisa statistik dengan bantuan uji T-tes (Lampiran 12) didapatkan bahwa perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin tidak berpengaruh nyata terhadap kadar globulin mencit. Peningkatan kadar globulin ini diduga disebabkan adanya infeksi dalam tubuh yang memacu pembentukan sistem imun. Menurut Soemoharjo (1983), perubahan fraksi protein pada penyakit hati ditandai dengan peningkatan kadar globulin darah. Perubahan tersebut tergantung pada parah dan lamanya penyakit hati.

4.4 Kadar Kreatinin (Tes Fungsi Ginjal)

Hasil pengamatan pada mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama selama satu bulan adalah sebagai berikut :

Tabel 22. Rerata Kadar Kreatinin Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (mg/dl)	Notasi
Kontrol	0.31 \pm 0.01169	a
0.2 ppm Ikan Berformalin	0.28 \pm 0.02066	a

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada kontrol nilai rerata kadar kreatinin adalah 0,31 mg/dl sedangkan pada perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin kadar kreatinin adalah 0,28 mg/dl dimana kadar kreatinin kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0,2 ppm ikan berformalin.

Hasil analisa statistik menggunakan bantuan uji T-Tes (Lampiran 13) menunjukkan hasil bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap kadar kreatinin dimana nilai $p > 0,05$ yaitu $P = 0.104$. Fungsi ginjal dapat dievaluasi dengan berbagai uji laboratorium secara mudah. Berbagai informasi penting mengenai status fungsi ginjal dapat diperoleh dengan tes fungsi ginjal. Kadar kreatinin merupakan salah satu tes fungsi ginjal. Kreatinin secara eksklusif diekskresi melalui ginjal, terutama melalui proses filtrasi glomerulus dan sedikit sekali melalui sekresi tubulus. Umumnya kecepatan sintesis kreatinin tetap konstan dan kadar dalam serum mencerminkan kecepatan eliminasi ginjal. Setiap 1 gram daging yang dimakan akan menghasilkan 3.5 sampai 5.0 mg kreatin. Proses cooking merubah sekitar 65% kreatin menjadi kreatinin, yang akan diabsorpsi dari saluran cerna. Sebaliknya kadar kreatinin serum akan turun akibat malnutrisi (Noer, 2006).

4.5 Formaldehid dalam Darah

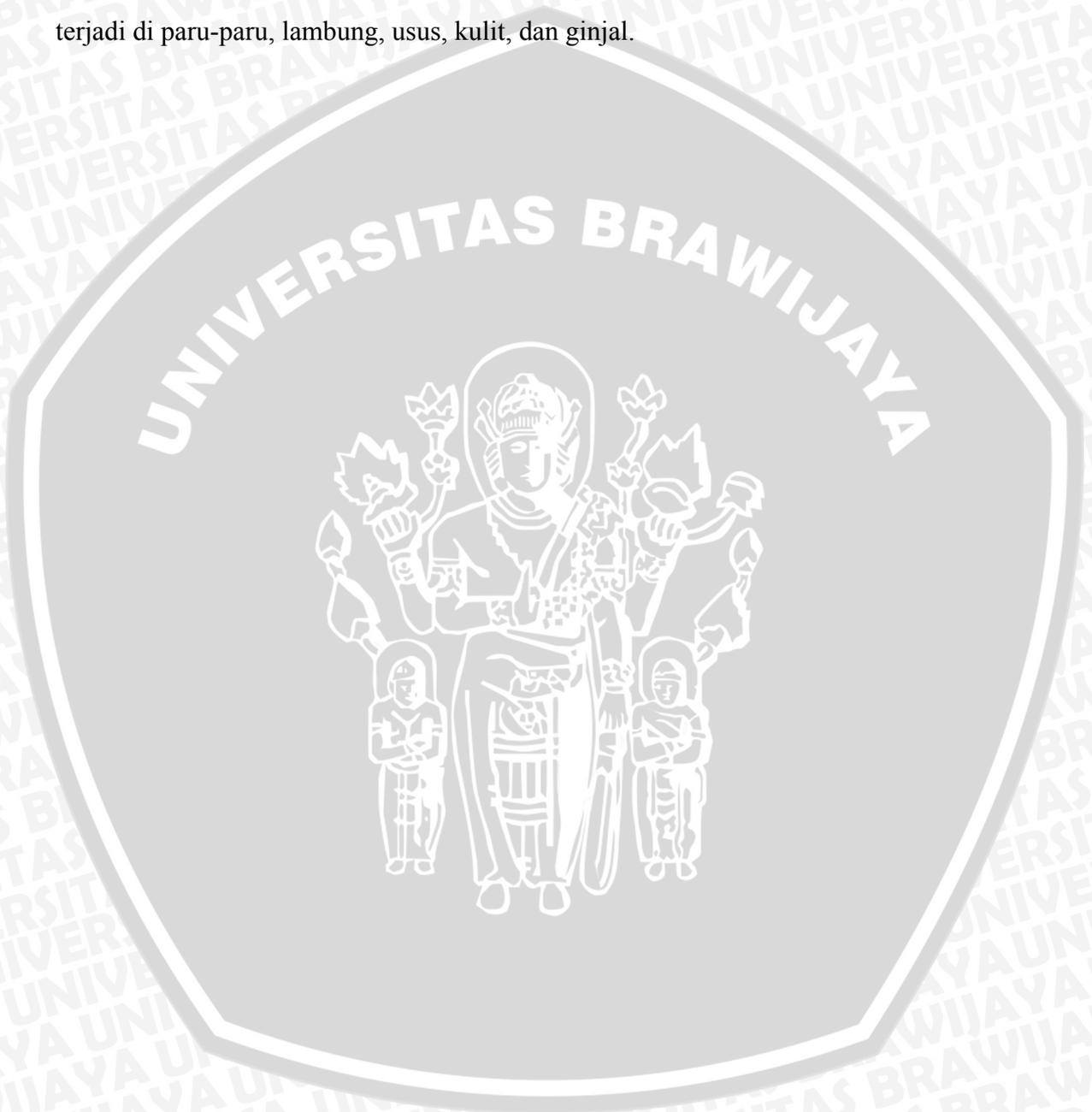
Data rerata kadar formaldehid mencit betina turunan (F1) yang telah terpapar selama selama satu bulan adalah sebagai berikut :

Tabel 23. Rerata Kadar Formaldhid Mencit Betina Turunan (F1)

Perlakuan	Rerata \pm SD (ppm)	Notasi
Kontrol	0.00000	a
0.2 ppm Ikan Berformalin	0.00018 \pm 0.000067	b

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa kadar formaldehid pada kontrol tidak ada sedangkan pada perlakuan 0.2 ppm ikan berformalin menunjukkan 0.00018. Dari hasil statistik pengujian menggunakan bantuan uji T-Tes (lampiran 14) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar formaldehid dimana $P < 0.005$ yaitu nilai ($p = 0.001$). Menurut Lu bahwa suatu toksikan dapat

diserap melalui berbagai jalur. Setelah diabsorpsi, toksikan terdistribusi ke berbagai organ tubuh, termasuk organ ekskresi, sehingga siap untuk dikeluarkan dari tubuh. Banyak zat kimia menjalani biotransformasi (transformasi metabolik) didalam tubuh, dimana tempat yang terpenting untuk proses ini adalah hati, proses ini juga terjadi di paru-paru, lambung, usus, kulit, dan ginjal.



DAFTAR PUSTAKA

- Adiwisastra, 1985. Keracunan : Sumber, Bahaya, Serta Penanggulannya. Angkasa. Bandung.
- Anonymous 2006a Bahaya Formalin <http://www.iptek.net.id/ind//?ch=infopop&PHPSESSID>
- _____, 2006b. <http://puterakembara.org/archives8/00000066.shtml>
- _____, 2006c. Formalin Bukan Untuk Dimakan <http://cybermed.cbm.net.id/>
- _____, 2006d. Formaldehida. Wikipedia edisi bahasa Indonesia. <http://id.wikipedia.org/wiki/Formalin>. Diakses 19 September 2006
- _____, 2006e. Dampak Penggunaan Formalin Terhadap Kesehatan <http://www.percikan-imani.com/mapi/index.php?option=content&task=view&id=228&itemid=7>
- _____, 2007a .Mengenal Formalin Dan Efek sampingnya
- Sampingnya. <http://cybermed.cbn.net.id/detil.asp?kategori=health&newso=346>
- _____, 2005b. Formalin, Zat Yang Bisa Mematikan. <http://www.pikiran-rakyat.com>. Jakarta
- _____, 2006. Penggunaan Formalin. <http://www.ikptkdk.com/arpan/content/view/111/89>
- _____, 2006. Penggunaan Formalin. <http://www.ikptkdk.com/arpan/content/view/111/89>
- Anonymous, 1995. Nutrient Requirement Of Laboratory Animals. Fourth Revised Edition. The National Academy of Sciences. www.nap.edu/openbook/0309051266/html/3.html
- _____, 2006g. Hati. Wikipedi edisi bahasa Indonesia. <http://id.wikipedia.org/wiki/Hati> Diakses 1 Desember 2006
- Asmawi, S. 1986. Pemeliharaan Ikan dalam Karamba. PT Gramedia. Jakarta. Hal 59

Budiono, B dan Zainul K. 2006. Gambaran Histologik Hepar dan Aktivitas SGPT serta SGOT Tikus Putih Setelah Diet Protein dan Pemberian *Chlorella*. [Http://www.digilibUGM.ac.id](http://www.digilibUGM.ac.id). Diakses 1 Desember 2006

Crowter,G. 2004. Methylotrops. Micro 412. Fundamentals of General Microbiology III. Crowter@u.washington.edu

Donatus 2005 Toksikologi dasar edisi 2. Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi bagian Farmakologi dan Farmasi klinik Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Dolaria, N. 2003. Komposisi Kimia Beberapa Jenis Ikan Segar dan Hasil Olahannya. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. <http://www.dkp.go.id>. Diakses tanggal 28 Novemnber 2006.

Fatimah,N.2006.Ada Apa Dengan Formalin. <http://www.pikiran-rakyat.com>. Jakarta

Girindra, A., 1988. Biokimia Patologi Hewan. PAU. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Guyton,A.1993. Textbook of Medical Physiology. Edition 7. Department of Fisiology and Biophysics University of Missisipi School of medicine. USA. Hal 127

Gips, C. H dan J.H.P Wilson. 1989. Diagnosis dan Terapi Penyakit Hati dan Empedu. Alih bahasa dr. Ilyas Effendi. Hipokrates. Jakarta. Hal 30.

Heck H.D dan Casanova,M.1984. Toxicol Appl Pharmacol 89(1): 122-134. Library of Medicine's TOXNET System on August 18.2000.

IARC.2005. Formaldehyde. <http://www.cie.iarc.fr/htdocs/announcements/vol88.htm>

Judarwanto, W. 2006. Pengaruh Formalin Bagi Sistem Tubuh. Rumah Sakit Bunda Jakarta. www.Puterakembara.com. Diakses tanggal 19 September 2006.

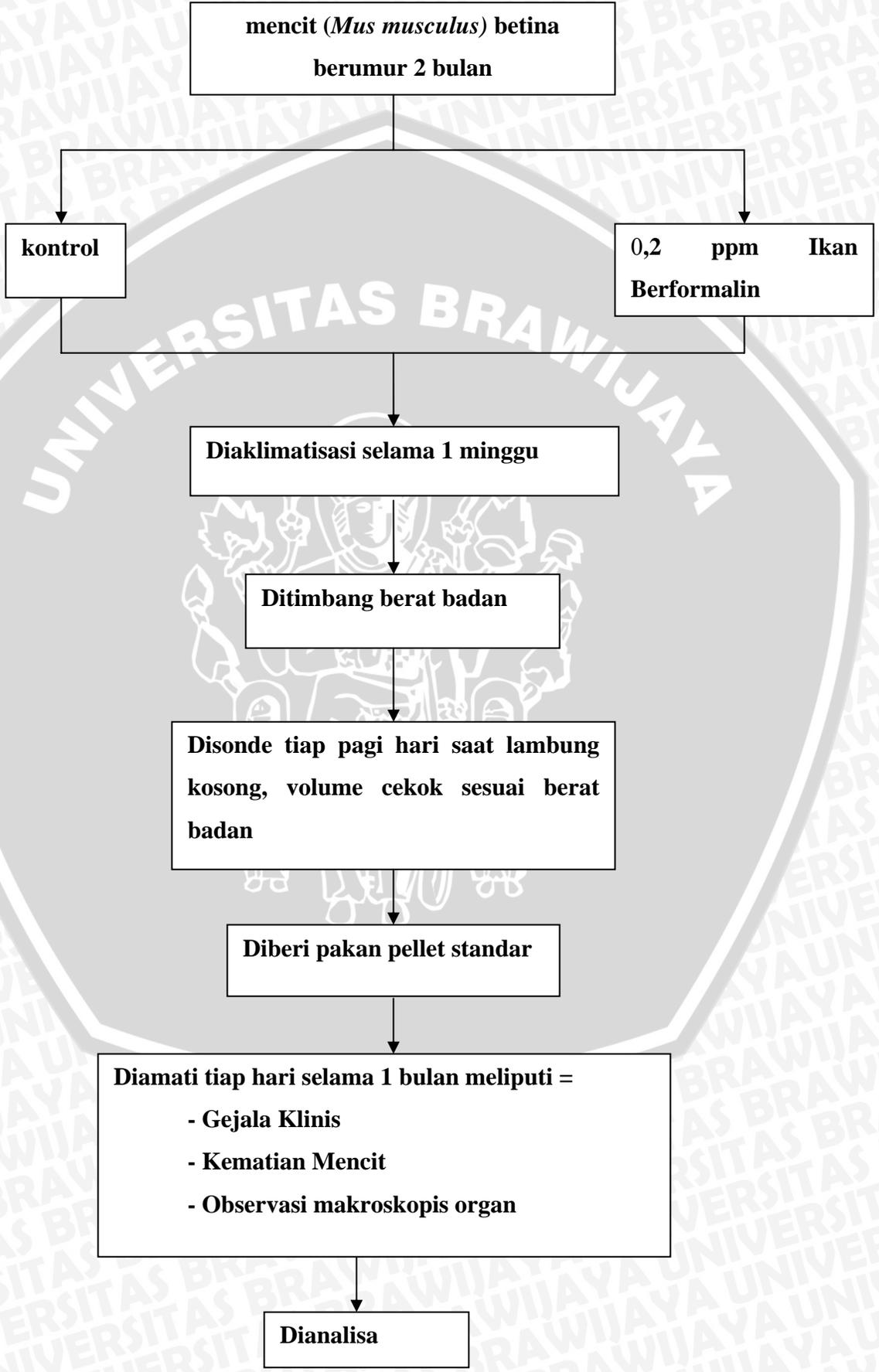
Kiernan,J.A .2000. Reaction of Formaldehyde with Proteins. Departement of Anatomy and Cell Biology. The University of Western Ontario. Canada. London.

Kusumawati, D. 2004. Bersahabat dengan Hewan Coba. Gadjamada University Press. Yogyakarta. Hal 5-6.64-70.

Lu, F.C. 1995. Toksikologi Dasar : Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Penerjemah Edi Nugroho, Zunilda S. B, dan Iwan Darmansyah. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal 106, 208-215.

- Murtidjo, B.A. 2001. Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Kanisius. Yogyakarta. Hal 67.
- Nurachman .Z. 2005. Formalin. zeily@chem.itb.ac.id. Diakses tanggal 28 oktober 2006
- Plaa, G.L.1991. Toxic Respons Of The Liver dalam Toxilogy, The basic Science of Poison. Fourth edition. Mary, O.A, John,D, Curtiss, D, K(eds). Pergamon Press. New York
- Redy Yuniarto. 2007. Pengaruh Paparan Ikan Nila (*Oreocromis Niloticus*) berformalin secara Oral Selama Satu Bulan Terhadap Perubahan Fisiologis Mencit (*Musculus*)
- Susanto, A. 2005. Tanaman Pengusir Sakit Hati. <http://www.seniornews.co.id>. Diakses tanggal 1 Desember 2005.
- Surachman, W. 1994. Pengantara Penelitian Ilmiah Dasar Metode Teknik. Penerbit Tarsito. Bandung
- Suryasubrata, S. 1989. Metodologi Penelitian. Rajawali. Jakarta
- Tarigan, Djakobus. 2004. Efek Toxicosis Formalin Terhadap Tenaga Kerja Pada Labolatorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. USU digital library. Diakses tanggal 19 September 2006.
- Wikipedia, 2007. Formaldehida. Wikepedia edisi Bahasa Indonesia. <http://id.Wikipedia.org/wiki/Formlain>. Diakses 19 juli 2007
- Widjaja, K.A. 2006. Mengenal Formalin dan Bahayanya. <http://www.wismamas.tk>. Diakses tanggal 19 September 2006.
- Widianarko, B., A. Rika Pratiwi, dan Ch. Retnaningsih. Jangan Gunakan Formalin untuk Pengawet. Seri Iptek Pangan Volume 1: Teknologi, Produk, Nutrisi & Keamanan Pangan, Jurusan Teknologi Pangan - Unika Soegijapranata, Semarang. <http://www.panganplus.com/artikel>. Diakses tanggal 19 September 2006.

Lampiran 1 Prosedur penelitian



Lampiran 2. Hasil Observasi Klinis Mencit

Perlakuan	Induk awal	Gejala Klinis				
		Berat badan menurun	Rambut berdiri	Gerak memutar	Badan tak seimbang	Tumor
Kontrol	18	-	-	-	-	-
0.2 ppm IF	18	2	1	1	0	0

Rumus persentase gejala klinis mencit :

$$\frac{\sum \text{mencit yang mengalami gejala klinis}}{\sum \text{mencit awal}} \times 100 \%$$

Lampiran 3. Data jumlah mencit yang mati dan perubahan organ mencit yang mati

Perlakuan	Σ Mencit awal	Σ Mencit mati
Kontrol	18	0
0.2 ppm IF	18	1

Rumus persentase jumlah kematian mencit :

$$\frac{\sum \text{Mencit yang mati}}{\sum \text{Mencit awal}} \times 100 \%$$

Perlakuan	Σ mencit awal	Organ mencit			
		Hati	Ginjal	Usus	Lambung
Kontrol	18	0	0	0	0
0.2ppm IF	18	2	1	1	0

Rumus perubahan anatomi organ menmicit yang mati :

$$\frac{\Sigma \text{kelainan organ mencit}}{\Sigma \text{Mencit awal}} \times 100 \%$$

Lampiran 4. Analisa data Berat Organ Lambung

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	0.02	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
0.2 if	0.019	0.04	0.01	0.04	0.03	0.01	0.02

Normal Prob Plot: lambung

Paired T-Test and CI: kontrol; 0,2 IF

Paired T for kontrol - 0,2 IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	0,03333	0,01033	0,00422
0,2 IF	6	0,02333	0,01506	0,00615
Difference	6	0,01000	0,01414	0,00577

95% CI for mean difference: (-0,00484; 0,02484)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1,73

P-Value = 0,144

Lampiran 5. Analisa data Berat Organ Usus

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	0.8	0.20	0.18	0.15	0.14	0.16	0.12
0.2 if	0.12	0.17	0.10	0.16	0.12	0.12	0.13

Normal Prob Plot: usus

Paired T-Test and CI: kontrol; 0.2 IF

Paired T for kontrol - 0.2 IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	0,1217	0,0601	0,0246
0.2 IF	6	0,1317	0,0271	0,0111
Difference	6	-0,0100	0,0800	0,0327

95% CI for mean difference: (-0,0940; 0,0740)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0,31

P-Value = 0,772

Lampiran 6. Analisa data Berat Organ Hati

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	0.05	0.06	0.10	0.08	0.09	0.09	0.07
0.2 if	0.04	0.05	0.03	0.05	0.04	0.02	0.03

Normal Prob Plot: hati/brat ba

Paired T-Test and CI: kontrol; 0.2 if

Paired T for kontrol - 0.2 if

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	0,07833	0,01941	0,00792

0.2 if	6	0,03833	0,01169	0,00477
Difference	6	0,0400	0,0276	0,0113

95% CI for mean difference: (0,0111; 0,0689)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 3,55

P-Value = 0,016

Lampiran 7. Analisa data Berat Organ Ginjal

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	0.007	0.014	0.016	0.007	0.014	0.051	0.018
0.2 if	0.01	0.01	0.009	0.01	0.01	0.008	0.009

Normal Prob Plot: ginjal

Results for: Worksheet 1

Mann-Whitney Test and CI: kontrol; 0,2 IF

kontrol N = 6 Median = 0,0150

0,2 IF N = 6 Median = 0,0100

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0060

95,5 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0030;0,5000)

W = 45,0

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,3785

The test is significant at 0,3691 (adjusted for ties)

Cannot reject at alpha = 0,05

Lampiran 8. Analisa Data SGOT

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	147	208	180	177	180	178	178.3
0.2 if	175	113	156	142	152	148	148

Normal Prob Plot: SGOT**Paired T-Test and CI: koontrol; 0,2 IF**

Paired T for koontrol - 0,2 IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
koontrol	6	178,33	19,34	7,89
0,2 IF	6	147,67	20,34	8,31
Difference	6	30,7	39,1	16,0

95% CI for mean difference: (-10,4; 71,7)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1,92

P-Value = 0,113

Lampiran 9. Analisa Data SGPT

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	67	97	59	82	74	70	74.3
0.2 if	43	50	53	44	52	50	48.6

Normal Prob Plot: SGPT**Paired T-Test and CI: kontrol; 0.2 IF**

Paired T for kontrol - 0.2 IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	74,83	13,26	5,41
0.2 IF	6	48,67	4,18	1,71
Difference	6	26,17	14,43	5,89

95% CI for mean difference: (11,02; 41,31)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 4,44

P-Value = 0,007

Lampiran. 10. Analisa Data Albumin

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	3.28	2.35	2.61	2.85	2.56	2.83	2.74
0.2 if	2.18	2.79	2.59	2.49	2.69	2.54	2.52

Normal Prob Plot: Albumin

Paired T-Test and CI: kontrol; 0.2 IF

Paired T for kontrol - 0.2 IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	2,747	0,320	0,131
0.2 IF	6	2,547	0,209	0,086
Difference	6	0,200	0,528	0,216

95% CI for mean difference: (-0,354; 0,754)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 0,93

P-Value = 0,396

Lampiran 11. Analisa Data Globulin

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	2.78	1.46	1.67	2.45	1.58	1.89	1.97
0.2 if	1.78	2.29	2.11	2.03	2.12	2.05	2.06

Normal Prob Plot: globulin

Paired T-Test and CI: kontrol; 0.2 IF

Paired T for kontrol - 0.2IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	1,972	0,528	0,216
0.2IF	6	2,063	0,166	0,068
Difference	6	-0,092	0,682	0,278

95% CI for mean difference: (-0,807; 0,624)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0,33

P-Value = 0,755

Lampiran 12. Analisa Data Kreatinin

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	0.33	0.31	0.30	0.32	0.30	0.31	0.31
0.2 if	0.26	0.31	0.29	0.27	0.31	0.28	0.28

Normal Prob Plot: kreatinin

Paired T-Test and CI: kontrol; 0,2 IF

Paired T for kontrol - 0,2 IF

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	0,31167	0,01169	0,00477
0,2 IF	6	0,28667	0,02066	0,00843
Difference	6	0,0250	0,0308	0,0126

95% CI for mean difference: (-0,0073; 0,0573)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1,99

P-Value = 0,104

Lampiran 13. Analisa Data Formaldehide

perlakuan	ulangan						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
kontrol	0.0000037	0.0000037	0.0000037	0.0000037	0.0000037	0.0000037	0.0000037
0.2 if	0.0001702	0.0000962	0.0002812	0.0001332	0.0001889	0.0002321	0,000183

Paired T-Test and CI: kontrol; 0.2 if

Paired T for kontrol - 0.2 if

	N	Mean	StDev	SE Mean
kontrol	6	0,000004	0,000000	0,000000
0.2 if	6	0,000184	0,000067	0,000027
Difference	6	-1,8E-04	0,000067	0,000027

95% CI for mean difference: (-0,000250; -0,000110)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -6,60

P-Value = 0,001

