



TUGAS AKHIR - RE091324

**UJI TOKSISITAS AKUT INSEKTISIDA DIAZINON
DAN KLORPIRIFOS TERHADAP BIOTA UJI
IKAN GUPPY (*Poecilia stratiotes*) DAN
TUMBUHAN KAYU APU (*pistia stratiotes*)**

**NI NYOMAN YUDHI LESTARI
NRP. 3310 100 025**

**Dosen Pembimbing
Bieby Voijant Tangahu ST, MT, Ph.D.**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT - RE091324

**ACUTE TOXICITY TEST OF INSECTICIDE
DIAZINON AND CHLORPYRIFOS BY
GUPPY FISH (*Poecilia reticulata*) AND
SHELLFLOWER (*Pistia stratiotes*)**

**NI NYOMAN YUDHI LESTARI
NRP. 3310 100 025**

**Supervisor
Bieby Vojant Tangahu ST, MT, Ph.D.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014**

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Ni Nyoman Yudhi Lestari
NRP : 3310100025
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D.

Penggunaan pestisida di bidang pertanian dalam pengendalian dan pemberantasan organisme pengganggu tanaman telah dilakukan secara meluas oleh masyarakat. Insektisida berbahan aktif diazinon 600 g/L dan klorpirifos 200 g/L merupakan insektisida golongan organofosfat yang banyak digunakan dalam bidang pertanian dan berpotensi sebagai zat pencemar perairan. Penelitian ini akan mengkaji nilai kematian biota uji ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) akibat pemajanan insektisida diazinon dan klorpirifos selama 96 jam (4 hari). Variasi konsentrasi masing-masing insektisida yang dipaparkan pada tahap range finding test terhadap ikan guppy sebesar 0 (kontrol) ; 0,01 mg/L ; 0,1 mg/L ; 1 mg/L ; 10 mg/L dan 100 mg/L. Hasil dari tahap ini dipersempit lagi untuk digunakan pada tahap acute toxicity test. Penentuan nilai LC-50 didapat dari pengolahan data menggunakan metode Lichfield Wilcoxon.

Hasil yang diperoleh berdasarkan penelitian, untuk biota uji ikan guppy dengan toksikan diazinon diperoleh nilai LC-50 96 jam ikan Guppy 1,72 mg/L. Untuk insektisida jenis klorpirifos diperoleh LC-50 96 jam 0,74 mg/L. Pada tumbuhan kayu apu dengan insektisida diazinon sebesar 5,54 mg/L, dan tumbuhan kayu apu insektisida klorpirifos sebesar 4,24 mg/L.

Kata Kunci : *Poecilia reticulata*, *Pistia stratiotes*, Diazinon, Klorpirifos, Lethal Concentration-50

ABSTRACT

Student Name : Ni Nyoman Yudhi Lestari
NRP : 3310100025
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D.

The use of pesticides in agriculture in the control and eradication of plant pest organisms has been performed widely by the public. Active-based insecticide diazinon 600 g/L and 200 g/L chlorpyrifos is an insecticide of organofosfat that is widely used in the fields of agriculture and potentially as the astringent waters of pollutants. This research will examine the value death life test of guppy (*Poecilia reticulata*) and plant *Pistia* (*Pistia stratiotes*) due to exposure to insecticides diazinon and chlorpyrifos for 96 hours (4 days). Variation of the concentration of each of the insecticides that are displayed in the range finding test to the guppy fish of 0 (control); 0.01 mg/L; 0.1 mg/L; 1 mg/L; 10 mg/L and 100 mg/l. results from this stage narrowed again for use in the acute toxicity test. The determination of the value of LC-50 gained from data processing method using Wilcoxon Lichfield.

The results, based on research derived yag for biota guppy fish with toksikan test diazinon retrieved the value of LC 50 96 hours-Guppy fish 1,72 mg/l. To insecticides chlorpyrifos obtained types of LC 50 96 hours 0,74 mg/l. in plants with insecticides diazinon *Pistia* of 5,54 mg/L, and the insecticides chlorpyrifos *Pistia* plants of 4,24 mg/L.

Keywords : *Poecilia reticulata*, *Pistia stratiotes*, Diazinon, Chlorpyrifos, *Lethal Concentration-50*

LEMBAR PENGESAHAN

**UJI TOKSISITAS AKUT INSEKTISIDA
DIAZINON DAN KLORPIRIFOS TERHADAP
BIOTA UJI IKAN GUPPY (*Poecilia Reticulata*) DAN
TUMBUHAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*)**


TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**NI NYOMAN YUDHI LESTARI
NRP. 3310 100 025**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Bieby Voijsant Tangahu, ST, MT, PhD

NIP. 197108181997320011



SURABAYA, JULI 2014

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan ke Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya, tugas ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tugas Akhir dengan judul :

“Uji Toksisitas Akut Insektisida Diazinon dan Klorpirifos Terhadap Biota Uji ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)”

Tugas akhir ini dibuat sebagai persyaratan kelulusan studi S-1 pada Jurusan Teknik Lingkungan. Pada penyusunan tugas akhir ini, penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST., MT, PhD. selaku dosen pembimbing yang sudah banyak memberikan arahan dan saran mengenai penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES, Ibu Alia Damayanti, ST., MT., PhD, Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., PhD dan Bapak Alfan Purnomo, ST., MT. selaku dosen penguji tugas akhir atas segala arahan, saran, dan bimbingan yang telah diberikan.
3. Bapak Dr. Ali Masduqi. ST., MT. selaku dosen wali atas arahan, saran, dan bimbingan yang telah diberikan.
4. Papa, Mama, Mba Sri, Made, Mbok luh atas semangat, dukungan, perhatian, doa dan nasihatnya selama ini.
5. Krishna Iswara dan miki atas semangat, perhatian, waktu dan nggak pernah capek buat nemenin itha.
6. Dosen-dosen di Teknik Lingkungan atas ilmu pengetahuan yang diberikan selama ini.
7. *Partner* kerja saya, Dika Nurrachmi yang selalu berjuang bersama-sama selama 4 tahun, senang bareng, susah bareng, nangis bareng, apa-apa slalu bareng, dan akhirnya kita lulus bareng. love you cenk.
8. Ratih dan Novita yang selalu menyemangati, menemani, menghibur di kontrakan oren. love you.

9. Wanita-wanita gila Dika, Anin, Nita, Fina, Hilda yang selalu menghibur dengan kegilaannya. love you. bye!
10. Iphe yang selalu menemani waktu senggang di telfon. wuff you.
11. REBEL 2010 yang selalu memberi semangat dan dukungan selama 4 tahun perkuliahan.
12. Kepompong Hana, Yuda, Dede, Menk, Dwiva terimakasih udah menemani, menghibur waktu kita masih unyu-unyu. Kangen kalian.
13. TPKH 2010 makasih atas kebersamaan selama 4 tahun yang nggak bisa disebutin satu persatu. Love you all pokoknya.
14. Dosen-dosen di Teknik Lingkungan atas ilmu pengetahuan yang diberikan selama ini.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan.

Surabaya, Juli 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pestisida.....	5
2.1.1 Insektisida.....	6
2.1.2 Insektisida Organofosfat.....	6
2.1.3 Diazinon.....	7
2.1.4 Klorpirifos.....	7
2.2 Pestisida di Lingkungan Akuatik.....	8
2.3 Toksikologi.....	9
2.3.1 Toksikan.....	9
2.3.2 Toksisitas.....	10
2.3.3 Uji Toksisitas.....	10
2.3.4 Konsentrasi dan Efek.....	11
2.3.5 Metode Perhitungan LC_{50}	11
2.4 Biota Uji.....	12
2.4.1 Ikan guppy (<i>Poecilia Reticulata</i>).....	12
2.4.1.1 Mekanisme Masuknya Insektisida Pada Ikan.....	13
2.4.2 Tumbuhan Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>).....	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Tahap Penelitian.....	16
3.1.1 Ide Penelitian.....	16
3.1.2 Studi Literatur.....	16

3.1.3 Tahap Penelitian	16
3.1.4 Analisa Pendahuluan	17
3.2 Tahap Aklimatisasi	18
3.4 Uji Hayati	18
3.4.1 <i>Range Finding Test</i>	19
3.3.2 <i>Acute Toxicity Test</i>	21
3.4 Perhitungan LC ₅₀ Hasil Uji Toksisitas	22
3.5 Teknik Analisis Parameter Penelitian	23
3.6 Analisis dan Pembahasan	23
3.7 Kesimpulan dan Saran	23
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Analisa Pendahuluan.....	25
4.2 Tahap Aklimatisasi.....	25
4.3 <i>Range Finding Test</i>	27
4.3.1 Hasil Analisis dan Pembahasan.....	31
4.3.1.1 Ikan Guppy.....	31
4.3.1.2 Tumbuhan kayu apu	32
4.4 <i>Acute Toxicity Test</i>	33
4.4.1 Hasil Analisis dan Pembahasan.....	34
4.4.1.1 Ikan Guppy.....	34
4.4.1.2 Tumbuhan Kayu Apu.....	36
4.5 Perhitungan LC-50 Ikan Guppy.....	37
4.5.1 Insektisida Diazinon	37
4.5.2 Insektisida Klorpirifos.....	42
4.6 Perhitungan LC-50 Tumbuhan Kayu Apu.....	47
4.6.1 Insektisida Diazinon.....	47
4.6.2 Insektisida Klorpirifos.....	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil analisa air pengencer.....	25
Tabel 4.2 Variasi pengenceran tiap konsentrasi toksikan....	30
Tabel 4.3 Variasi konsentrasi toksikan pada <i>acute toxicity test</i>	34
Tabel 4.4 Perhitungan proporsi kematian ikan guppy akibat pajanan insektisida diazinon.....	37
Tabel 4.5 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi^2 ikan Guppy (diazinon).....	39
Tabel 4.6 Chi^2 untuk batas kepercayaan 95%.....	40
Tabel 4.7 Perhitungan proporsi kematian ikan guppy akibat pajanan insektisida klorpirifos.....	43
Tabel 4.8 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi^2 ikan guppy (klorpirifos).....	44
Tabel 4.9 Perhitungan proporsi kematian tumbuhan akibat pajanan insektisida diazinon.....	47
Tabel 4.10 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi^2 tumbuhan kayu apu (diazinon).....	49
Tabel 4.11 Perhitungan proporsi kematian tumbuhan akibat pajanan insektisida klorpirifos...	52
Tabel 4.12 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi^2 tumbuhan kayu apu (klorpirifos)	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rumus Umum Diazinon.....	7
Gambar 2.2	Rumus Umum Klorpirifos.....	8
Gambar 2.3	Ikan Guppy (<i>Poecilia Reticulata</i>).....	13
Gambar 2.4	Tumbuhan Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>)	14
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian.....	15
Gambar 3.2	Reaktor Uji.....	19
Gambar 3.3	Skema Peralatan Pada Uji <i>Range Finding Test</i>	20
Gambar 3.4	Skema Peralatan Pada Uji <i>Acute Toxicity Test</i>	21
Gambar 4.1	Grafik Log-log Proporsi Harapan pada Ikan Guppy dengan Pajanan Insektisida Diazinon... ..	38
Gambar 4.2	Grafik Log-log Proporsi Harapan pada Ikan Guppy dengan Pajanan Insektisida Klorpirifos....	43
Gambar 4.3	Grafik Log-log Proporsi Harapan pada Tumbuhan Kayu Apu dengan Pajanan Insektisida Diazinon.....	48
Gambar 4.4	Grafik Log-log Proporsi Harapan pada Tumbuhan Kayu Apu dengan Pajanan Insektisida Klorpirifos.....	52



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan pestisida di bidang pertanian hingga saat ini masih sangat diperlukan manfaatnya dalam meningkatkan produksi. Pestisida dapat membunuh organisme penyebab penyakit tanaman dan mengendalikan serangga, gulma, dan hama lainnya. Sesuai dengan sifatnya, pestisida memiliki potensi untuk mencemari lingkungan perairan dan memberikan dampak buruk bagi manusia, hewan, atau lingkungannya (USEPA, 2014).

Salah satu jenis pestisida yang sering digunakan dalam bidang pertanian adalah jenis insektisida golongan organofosfat. Klorpirifos merupakan salah satu dari beberapa senyawa organofosfat yang diaplikasikan dengan penyemprotan. Masuknya insektisida kedalam badan air dapat terjadi akibat terbawa oleh air hujan atau aliran permukaan yang berasal dari proses penyemprotan. Insektisida yang terlarut dalam air akan diserap oleh lumpur, plankton, algae, hewan-hewan avertabrata akuatik, tanaman akuatik, ikan, dan lain-lain (Hermawanto, 2006). Penggunaan insektisida yang semakin meningkat dari waktu ke waktu dapat menimbulkan efek negatif dan pencemaran pada lingkungan perairan.

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa kota di Indonesia terdeteksi residu organofosfat jenis klorpirifos pada intake instalasi pengolahan air minum. Di Surabaya pada intake Kali Surabaya terdeteksi sebesar 3,15 ppm, pada intake Cikapundung Bandung sebesar 0,73 ppm, dan intake Cisadane Tangerang sebesar 0,36 ppm (Oginawati, 2000 dalam Soemirat, 2003). Air pada intake instalasi pengolahan air minum ini nantinya akan di distribusikan kepada masyarakat setelah proses pengolahan. Hal yang ditakutkan adalah apabila pada proses pengolahan, insektisida tidak dapat terdegradasi dan membahayakan

masyarakat yang mengkonsumsi sebagai air minum (Soemirat, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa insektisida organofosfat jenis klorpirifos dapat memberikan dampak buruk terhadap kehidupan lingkungan khususnya perairan. Pencemaran di lingkungan akuatik ini dapat menjadi penyebab kematian populasi ikan dan tumbuhan yang ada didalamnya. Salah satu hasil penelitian pajanan insektisida organofosfat jenis diazinon terhadap ikan mas menghasilkan nilai LC_{50} sebesar 13,02 mg/L (Kusriani, 2012) dan insektisida jenis klorpirifos terhadap ikan mujair menghasilkan nilai LC_{50} sebesar $(0,29 \pm 0,015)$ mg/L yang termasuk toksisitas tinggi dan pada ikan tawes sebesar $(2,42 \pm 0,180)$ mg/L yang termasuk dalam kategori toksisitas sedang (Hermawanto, 2006).

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka dipandang perlu dilakukan uji toksisitas akibat pajanan insektisida diazinon dan insektisida klorpirifos. Uji toksisitas ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) yang dianggap cukup mewakili biota perairan di Indonesia. Dengan adanya uji toksisitas ini diharapkan dapat melihat bagaimana tingkat bahaya pajanan insektisida klorpirifos dan diazinon baik pada ekosistem air maupun biotanya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai LC_{50} dari paparan insektisida diazinon dan klorpirifos terhadap biota uji ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*)?
2. Insektisida yang lebih bersifat toksik diantara diazinon dan klorpirifos terhadap biota uji ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan nilai LC_{50} dari paparan insektisida diazinon dan klorpirifos terhadap biota uji ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pista stratiotes*)
2. Menentukan insektisida yang lebih bersifat toksik diantara diazinon dan klorpirifos terhadap biota uji ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pista stratiotes*)

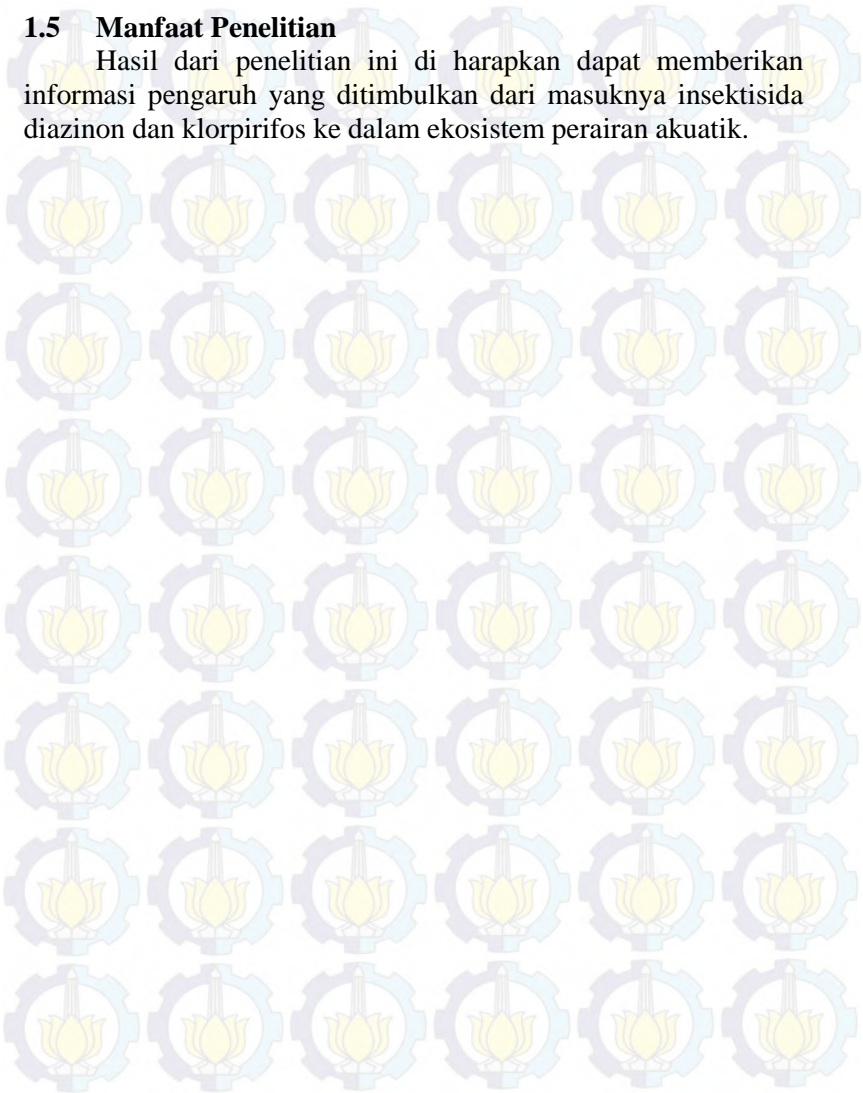
1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
2. Metode penelitian menggunakan prinsip *Median Lethal Concentration* (LC_{50}), dimana 50% biota uji mengalami kematian akibat pemajanan pestisida
3. Pestisida yang digunakan dalam penelitian ini adalah insektisida golongan organofosfat jenis Diazinon dengan konsentrasi bahan aktif 600 g/L dan Klorpirifos dengan konsentrasi bahan aktif 200 g/L
4. Biota uji dalam penelitian ini menggunakan biota akuatik yaitu Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dan Tumbuhan Kayu Apu (*Pista stratiotes*)
5. Variabel uji
 - a. Jenis variable biota uji yang digunakan yaitu ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pista stratiotes*)
 - b. Pestisida yang dipajankan jenis insektisida diazinon dan klorpirifos dengan variasi konsentrasi 0 (kontrol) ; 0,01 ; 0,1 ; 1 ;10 ; dan 100 mg/L
6. Parameter Uji pada penelitian ini adalah Temperatur, pH, dan DO
7. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor kaca berbentuk persegi panjang dengan ukuran 30 cm x 25 cm x 30 cm sebanyak 24 reaktor.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini di harapkan dapat memberikan informasi pengaruh yang ditimbulkan dari masuknya insektisida diazinon dan klorpirifos ke dalam ekosistem perairan akuatik.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pestisida

Istilah pestisida berasal dari bahasa latin *pestis* dan *Cadeo* yang berarti racun untuk mengendalikan jasad pengganggu. Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 258/MENKES/PER/III/1992 Pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit-penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian.

Pestisida dikenal dengan banyak macam sesuai sifat-sifat fisik, kimia dan daya kerja yang berbeda. Berdasarkan sasaran yang akan dikendalikan yaitu (Wudianto, 2007) :

1. Insektisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk membunuh semua jenis serangga
2. Fungisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk memberantas dan mencegah fungi/cendawan
3. Bakterisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk membunuh bakteri
4. Nematisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk mengendalikan cacing
5. Akarisida atau sering disebut mitisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk membunuh tungau, caplak, dan laba-laba
6. Herbisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk untuk membunuh tumbuhan pengganggu atau gulma
7. Moluskisida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk membunuh siput atau bekicot
8. Algasida adalah bahan yang mengandung zat kimia beracun untuk membunuh alga

2.1.1 Insektisida

Pestisida khususnya jenis insektisida merupakan kelompok pestisida yang paling banyak digunakan. Umumnya insektisida merupakan bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang dapat membunuh serangga. Beberapa golongan insektisida yang berasal dari bahan sintetik yaitu golongan organofosfat, organoklorin, karbamat, dan sintetik piretroid.

2.1.2 Insektisida Organofosfat

Insektisida organofosfat pada umumnya digunakan sebagai racun pembasmi serangga karena sifatnya yang paling toksik secara akut terhadap binatang bertulang belakang seperti ikan, burung, cicak, dan mamalia. Tingkat toksisitas insektisida organofosfat terhadap mamalia relatif rendah tetapi tinggi terhadap serangga.

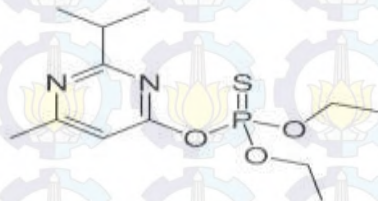
Organofosfat merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur fosfat atau turunan fosfat yang termasuk dalam senyawa organik. Insektisida organofosfat bekerja dengan mempengaruhi sistem saraf dengan mengganggu enzim yang mengatur kerja saraf, yaitu enzim kholinesterase. Apabila enzim terikat, maka enzim tidak dapat melaksanakan tugasnya terutama untuk meneruskan perintah pada otot yang berakibat otot-otot bergerak tanpa dapat dikendalikan (Lasut *et al*, 2002). Pestisida ini memiliki daya racun tinggi terhadap serangga baik sebagai racun kontak, racun perut, maupun racun pernafasan. Pada umumnya pestisida organofosfat mudah larut dalam air dan tidak memiliki persistensi yang tinggi (Rasmi, 2006).

Pada tahun 1998, Badan pesticides Safety Directorate (PSD) menemukan 24 senyawa organofosfat yang digunakan sebagai bahan aktif insektisida. Diantaranya azamethipus, chlorpyrifos, diazinon, malathion, chlorfenvinphos, dichlorvos, malathion, trichlorfon, dan sebagainya.

2.1.3 Diazinon

Diazinon merupakan insektisida organofosfat yang digunakan untuk mengendalikan hama perusak daun dan ulat yang menyerang tanaman seperti tanaman tomat, jagung, cabai, kentang, dan kacang tanah. Insektisida diazinon biasa dijual dipasaran dengan nama dagang Diazinon, Spectracide dan Basudin. Insektisida diazinon bekerja sebagai racun kontak yang berarti memiliki daya bunuh setelah tubuh terkontaminasi dengan zat tersebut (NPIC, 2009).

Insektisida diazinon memiliki rumus umum senyawa kimia [O,O-diethyl-O-(2-isopropyl-6-methyl-4-pyrimidinyl)phosphorothioate]. Berikut gambar rumus umum diazinon :



Gambar 2.1 Rumus Umum Diazinon

Sumber: NPIC (*National Pesticide Information Center*), 2009

Rumus Empiris : $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$

Berat Molekul : 304,3 g/mol

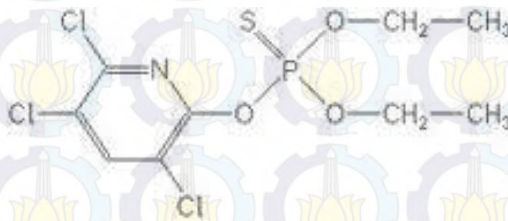
Kelarutan (air) : 0,04 g/L pada suhu $20^{\circ} - 30^{\circ}C$

2.1.4 Klorpirifos

Klorpirifos yang terdaftar pertama kali pada tahun 1965 (USEPA, 2006) merupakan insektisida golongan organofosfat yang digunakan sebagai pembasmi serangga pada tanaman bawang merah, cabai, jagung, kacang hijau, kacang tanah, kedelai, wortel, dan lain sebagainya yang dilakukan dengan cara penyemprotan. Pada umumnya insektisida klorpirifos yang

bekerja dengan sistem kontak ini memiliki nama dagang Dursban, Lorsban dan Dowcow.

Klorpirifos yang merupakan insektisida non-sistemik yang bekerja dengan sistem kontak. Insektisida ini bersifat stabil pada larutan netral dan asam, meskipun stabilitas akan berkurang dengan meningkatnya pH (Hermawanto, 2006). Dalam NPIC (*National Pesticide Information Center*) Klorpirifos memiliki struktur senyawa kimia [O,O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-pyridinil)-phosphorothioate], untuk lebih jelasnya sebagai berikut :



Gambar 2.2 Rumus Umum Klorpirifos

Rumus Empiris : $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$

Berat Molekul : 350,6 g/mol

Kelarutan (air) : 0,0014 g/L pada suhu 25° – 30°C

2.2 Pestisida Di Lingkungan Akuatik

Penggunaan pestisida dengan cara penyemprotan dapat berpindah kelingkungan perairan melalui angin, hujan, proses evaporasi, dan perantara lainnya. Pencemaran terhadap lingkungan perairan berawal dari pestisida yang disemprotkan dan berada di atmosfer berpindah kedalam tanah melalui hujan, dan mengalami adsorpsi dari akar tanaman kedalam tanah. Pada kegiatan irigasi, air yang mengalir ke badan air kemudian terserap oleh sedimen. Di dalam badan air, residu pestisida yang tinggi akan membunuh organisme akuatik.

Residu yang terkandung dalam air tidak seluruhnya diserap oleh sedimen, melainkan residu dapat tersimpan sementara dalam suatu zat dalam air kemudian disirkulasikan oleh

air sehingga berpindah ke zat lain. Residu insektisida dalam air diserap oleh organisme akuatik, terbioakumulasi dalam rantai makanan dan terendap lama dalam sedimen dan bangkai (Rasmi, 2006).

2.3 Toksikologi

Toksikologi merupakan ilmu-ilmu yang mempelajari efek negatif dari bahan-bahan kimia terhadap organisme. Toksikologi juga mempelajari kemampuan bahan-bahan kimia yang bersifat toksik itu sendiri terhadap biota uji. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi biota uji meliputi jenis toksikan, konsentrasi toksikan, komposisi toksikan, dan lama pemaparan (USEPA, 2002).

2.3.1 Toksikan

Toksikan merupakan zat (berdiri sendiri atau dalam campuran zat, limbah, radiasi, sinar, temperatur, dan lain-lain) yang dapat menghasilkan efek negatif bagi semua atau sebagian dari tingkat organisasi biologis (komunitas, populasi, individu, organ, jaringan, sel, biomolekul) dalam bentuk merusak struktur maupun fungsi biologis (Mangkoedihardjo, 1999). Efek negatif toksikan ini dapat merusak dan merubah struktur maupun fungsi dari biota itu sendiri, baik dalam waktu jangka pendek (efek akut) maupun waktu jangka panjang (efek kronis).

Menurut Mangkoedihardjo dan Samudro (2009), sumber toksikan dapat berupa :

- Sumber tersebar (*Nonpoint Source*) berupa limpasan air pertanian, air tanah terkontaminasi, buangan udara dari transportasi, dan lainnya.
- Sumber menetap (*Point Source*) berupa pembuangan efluen limbah pemukiman, limbah industry, tempat pembuangan sampah, instalasi pengolahan air limbah, dan lainnya termasuk aktivitas industrial dan komersial.

2.3.2 Toksisitas

Toksisitas merupakan kemampuan limbah beracun untuk menghasilkan efek negatif atau kerusakan apabila dimasukkan ke dalam tubuh maupun lingkungan (EPA,2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi toksisitas (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2009) adalah :

1. Faktor yang berkaitan dengan toksikan itu sendiri, meliputi komposisi zat kimia toksikan tersebut.
2. Berkaitan dengan pemaparan toksikan, faktor-faktor yang mempengaruhi pemaparan toksikan meliputi jenis toksikan, durasi pemaparan, frekuensi pemaparan, dan konsentrasi toksikan.
3. Berkaitan dengan lingkungan, meliputi DO, pH, temperatur dan zat padat terlarut.
4. Faktor yang berkaitan dengan biota, yang meliputi faktor-faktor genetik, umur dan status kesehatan.

2.3.3 Uji Toksisitas

Uji toksisitas adalah uji yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai toksisitas dari toksikan terhadap biota uji. Menurut USEPA (2002), Uji toksisitas digunakan untuk mengukur tingkat respon yang dihasilkan oleh paparan konsentrasi toksikan dibandingkan dengan kontrol yang tidak terkena pemaparan. Uji toksisitas dapat dibedakan menjadi dua yaitu uji toksisitas akut (jangka pendek) dan uji toksisitas kronis (jangka panjang).

Waktu pemaparan terhadap biota uji menjadi dasar perbedaan kedua uji toksisitas tersebut. Waktu pemaparan dalam uji toksisitas akut relatif lebih singkat yaitu berkisar 96 jam sampai 14 hari. Sedangkan waktu pemaparan uji toksisitas kronis dapat dibedakan menjadi uji sub kronis dengan waktu pemaparan kurang dari tiga bulan dan uji kronis dengan waktu pemaparan lebih dari tiga bulan.

2.3.4 Konsentrasi dan Efek

Setiap individu organisme merespon konsentrasi toksikan dalam bentuk yang berbeda. Perbedaan respon disebabkan variasi dari setiap biologi, yaitu jenis spesies biota, jenis kelamin, dan unsure kesehatan. Dalam USEPA pada umumnya korelasi dasar antara konsentrasi dan efek dipaparkan dalam bentuk grafik berbentuk S, dimana apabila konsentrasi tinggi biota akan memberikan respon tinggi, dan sebaliknya respon biota tidak terlihat saat konsentrasi rendah.

2.3.5 Metode Perhitungan LC_{50}

Menurut Peltier (1978) dalam Mangkoedihardjo (1999), metode yang dapat digunakan untuk menghitung LC_{50} adalah :

1. *Straight-line Graphical Interpolation* (Metode Kalkulus Grafis)

Metode ini memberikan gambaran secara cepat distribusi data konsentrasi efek, guna dilihat adanya korelasi positif antara konsentrasi toksikan dan efek akut. Kelemahannya adalah tidak memperhitungkan batas-batas kepercayaan LC_{50} .

2. *Moving Average Interpolation* (Metode Rata-Rata Sudut Bergerak)

Metode ini digunakan apabila tidak ada akut parsial dalam pengujian, sedikitnya terdapat 2 data konsentrasi toksikan yang lebih besar dari LC_{50} , memperhitungkan batas-batas kepercayaan 95% dari LC_{50} .

3. Lithfield-Wilcoxon Abbreviated Method

Metode ini dipakai apabila harus ada efek akut parsial dalam pengujian, memperhitungkan batas-batas kepercayaan 95% dari hasil LC_{50} . Prosedur perhitungan ini adalah :

- a. Memasukkan data konsentrasi toksikan dan proporsi respon pada grafik Log-log serta menentukan garis korelasinya dengan persamaanya. Garis korelasi tersebut merupakan garis proporsi respon harapan

- b. Mengidentifikasi proporsi respon harapan (RH) pada tiap konsentrasi dengan memasukkan nilai konsentrasi toksikan pada persamaan garis kolerasi
- c. Menghitung perbedaan mutlak antara respon uji terkoreksi (R) dan respon harapan (RH) untuk setiap konsentrasi
- d. Menghitung Chi^2 tiap konsentrasi dengan bantuan nomograf Chi^2
- e. Menghitung tingkat kebebasan (N) dengan table Chi^2 untuk batasan kepercayaan 95%
- f. Menghitung LC_{50} 96 jam berikut batas-batas kepercayaan 95% berdasar garis korelasi proporsi respon harapan yang telah diterima.

2.4 Biota Uji

Biota uji yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*).

2.4.1 Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)

Ikan Guppy merupakan salah satu spesies ikan hias air tawar yang tersebar luas di dunia. Ikan guppy yang memiliki panjang tubuh 4cm – 7,6cm ini hidup di lingkungan perairan yang tenang dan mengandung cukup oksigen. Kondisi optimum pada pH 5,0 – 8,0, suhu 8 – 30°C, dan DO >4 ppm (Sarida, 2010).

Perbedaan guppy jantan dan betina dapat dibedakan dari ukuran tubuh dan warnanya. Guppy jantan memiliki warna lebih cerah, badannya yang relative kecil, dan sirip ekornya lebih berwarna dibanding guppy betina. Ikan guppy merupakan tipe ikan hias yang mudah di pelihara. (Tarwiyah, 2001)



Gambar 2.3 Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)

Ikan guppy memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Phylum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Famili	: Poeciliidae
Genus	: Poecilia
Spesies	: <i>Poecilia reticulata</i>

Ikan guppy digunakan sebagai biota uji pada uji toksisitas karena ikan ini gampang ditemukan dan sensitif terhadap lingkungan. Penelitian terdahulu pada uji toksisitas insektisida fenitrothion pada ikan guppy menghasilkan nilai LC_{50} 3,28 mg/L (Sarikaya *et al.*, 2007).

2.4.1.1 Mekanisme Masuknya Insektisida Pada Ikan

Masuknya insektisida pada ikan awalnya melalui insang yang merupakan alat pertukaran gas. Selanjutnya akan masuk ke saluran darah dan akan diedarkan ke ginjal dan seluruh tubuh. Klorpirifos yang berada didalam darah akan menghambat enzim asetilkolinesterase sehingga tidak terjadi hidrolisis asetilkolin menjadi kolin dan asetat. Hal ini mengakibatkan asetilkolin diproduksi secara berlebihan dan terjadi penghantaran rangsang secara terus menerus yang mengakibatkan kematian (Kurniasari, 2003).

2.4.2 Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Tumbuhan kayu apu merupakan salah satu tumbuhan air yang penyebarannya sangat luas di penjuru dunia terutama pada daerah yang bertemperatur hangat dan beriklim tropis. Tumbuhan kayu apu kaya akan nutrient dan hidup mengambang pada permukaan perairan air tawar ataupun payau (Skillicom *et al.*, 2005). Tumbuhan ini tidak memiliki batang melainkan berakar serabut berbentuk labirin-labirin lembut dan ringan yang panjangnya mencapai 90 mm. pada umumnya tumbuhan ini berwarna hijau dan berbentuk oval dengan lebar rata-rata 5 mm. Keunggulan penggunaan tumbuhan kayu apu antara lain tumbuhan kayu apu perkembangbiakannya dengan tunas vegetative lebih cepat, dan panjangnya bisa mencapai 60 cm serta pemeliharaannya relatif mudah .



Gambar 2.4 Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Tumbuhan kayu apu memiliki taksonomi sebagai berikut:

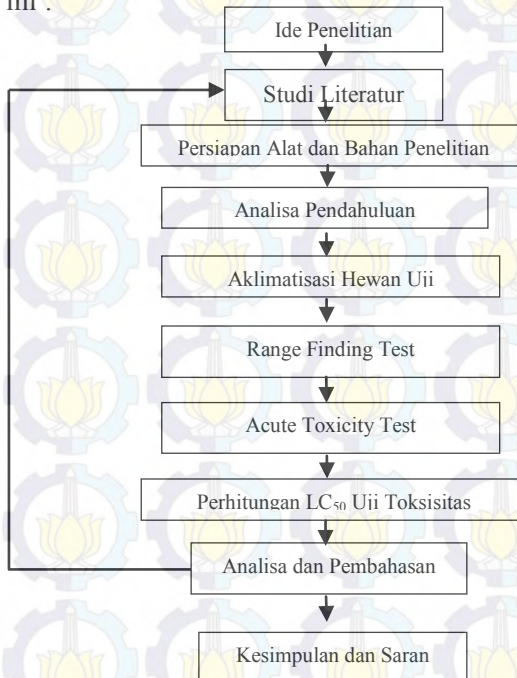
Kelas	: Liliopsida
Famili	: Araceae
Genus	: Pistia
Spesies	: Pistia stratiotes L.

Tumbuhan kayu apu memiliki kriteria air yang memiliki pH berkisar (6,5 – 7,5), suhu optimum berkisar (20° – 33° C), memiliki unsur hara yang tinggi dan mendapatkan sinar matahari yang cukup.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini menggunakan prinsip *Median Lethal Concentration* (LC_{50}), dimana biota uji akan mengalami kematian sebanyak 50% akibat pajanan zat toksik. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis biota uji dan variasi konsentrasi jenis bahan aktif. Penelitian dilakukan berskala laboratorium.

Melalui tahapan penelitian akan dijelaskan lebih lanjut mengenai metode serta alat dan bahan penelitian yang digunakan. Tahap langkah kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

3.1.1 Ide Penelitian

Ide penelitian ini berawal dari besarnya peranan positif penggunaan insektisida diazinon dan klorpirifos terhadap peningkatan kualitas hasil pertanian dan kesehatan tanaman. Hal ini mengakibatkan besarnya jumlah pemakaian insektisida tersebut dalam bidang pertanian dan kesehatan. Penggunaan insektisida diazinon dan klorpirifos di sisi lain dapat menyebabkan terjadinya pencemaran, khususnya pada daerah hilir. Pencemaran tersebut akan memberikan dampak terhadap biota akuatik pada lingkungan tersebut, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap biota yang dianggap representatif terhadap pencemaran. Oleh karena itu penelitian ini akan dilakukan uji toksisitas terhadap biota uji ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*).

3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur dalam penelitian ini dilakukan pada tahap penelitian sampai dengan penarikan kesimpulan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai macam sumber informasi, baik dari sumber tertulis maupun studi lapangan.

3.1.3 Tahapan Persiapan

A. Persiapan Tempat

Penelitian mengenai uji toksisitas ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS.

B. Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan antara lain

1. Wadah aklimatisasi
2. Perlengkapan aerasi seperti aerator, selang, dan kompresor.
3. pH meter
4. DO meter
5. Termometer

6. Reaktor kaca berukuran 30 cm x 25 cm x 30 cm

C. Persiapan Bahan

1. Pestisida

Jenis pestisida yang digunakan sebagai toksikan dalam penelitian ini adalah insektisida Diazinon dengan konsentrasi bahan aktif 600 g/l dan insektisida klorpirifos dengan konsentrasi bahan aktif 200 g/l.

2. Biota Uji

Biota uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan guppy (*Poecilia reticulata*) dengan panjang 3 cm dan berat 1 gr/L. Serta tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dengan lebar daun 2,5 cm dan berat basah 5 mg/L. Pemilihan biota uji yang digunakan dapat mewakili lingkungan aquatik tersebut untuk menafsir jumlah polutan yang masuk kedalam lingkungan tersebut sesuai dengan kriteria biota uji yang harus dipenuhi (Soemirat, 2003).

3. Air Pengencer

Air pengencer yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan air PDAM yang terdapat di Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Sebelumnya telah dilakukan terlebih dahulu pengukuran terhadap suhu, pH dan DO air pengencer ini agar layak digunakan dalam uji toksisitas.

3.1.4 Analisa Pendahuluan

Analisa pendahuluan dilakukan sebelum uji sebenarnya dimulai. Analisa ini dilakukan terhadap air pengencer yang digunakan. Air pengencer berasal dari sambungan PDAM yang terdapat di laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Adapun parameter kriteria air pengencer yang diperbolehkan sebagai air pengencer menurut OECD (2011) adalah :

- temperatur : 25°C – 30°C

- pH : 6,0 – 8,5
- DO : 6,0 - 8,5 mg/L

Tujuan dilakukannya analisa terhadap air pengencer ini adalah untuk menghindari adanya kematian hewan uji akibat kondisi dari air pengencer.

Zat toksikan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan insektisida golongan organofosfat yaitu diazinon dan klorpirifos. Dilakukan analisa pendahuluan terhadap zat toksik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya kandungan zat kimia yang bersifat toksik pada zat toksik yang digunakan.

3.2 Tahap Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi yang dilakukan selama 7 hari bertujuan agar biota uji dapat menyesuaikan diri dengan air pengencer yang digunakan. Kriteria air pengencer yang digunakan sebagai berikut (OECD, 2004) :

- a. Air pengencer tidak dapat digunakan pada uji toksisitas apabila populasi biota uji yang mati lebih dari 10%.
- b. Air pengencer layak digunakan apabila jumlah biota uji yang mati kurang dari 5% dari total populitas ikan yang ada.
- c. Waktu aklimatisasi diperpanjang selama 14 hari apabila jumlah biota yang mati berkisar antara 5% sampai 10%.

Pada tahap aklimatisasi pemberian makan terhadap biota uji ikan guppy dilakukan setiap hari dan dihentikan satu hari sebelum dilakukan pengujian untuk menghindari pencemaran yang terjadi akibat feses ikan (APHA, 1998). Pengukuran dan pengamatan terhadap parameter suhu, pH dan DO dilakukan setiap hari.

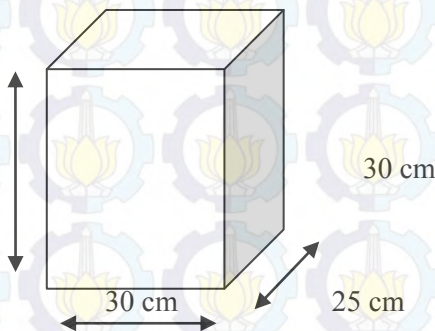
3.3 Uji Hayati

Tahap uji hayati terdiri atas dua macam pengujian, yaitu *range finding test*, dan *acute toxicity test*. Dalam melakukan kedua uji ini digunakan reaktor kaca sebagai wadah uji. Setiap reaktor yang berisi 10 L air dimasukan biota uji dalam hal ini adalah ikan guppy sebanyak 10 ekor ikan dengan berat rata-rata 1

gr/ekor. Hal ini dikarenakan bahwa dalam pengujian kebutuhan air yang diperlukan untuk setiap 1 gr/ekor ikan sebanyak 1 liter. Variasi konsentrasi yang digunakan sebanyak lima variasi dan satu kontrol.

Pada uji hayati di lakukan proses aerasi menggunakan aerator yang bertujuan untuk menjaga agar nilai DO pengujian mencapai kondisi optimum yang di harapkan, yaitu sebesar 6 - 8,5 mg/L (OECD, 2004)

Diameter reaktor adalah 30 cm x 25 cm x 30 cm. Bentuk reaktor bak dijelaskan pada Gambar 3.2 dibawah ini :

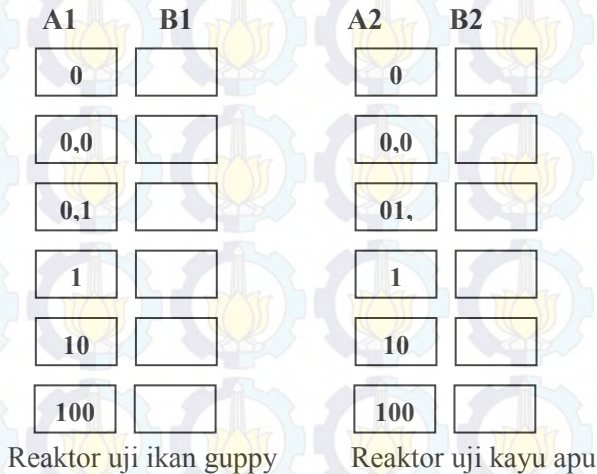


Gambar 3.2 Reaktor Uji

3.3.1 *Range Finding Test*

Tahap ini merupakan tahap awal melakukan penelitian. *Range Finding Test* dilakukan untuk mencari nilai kematian yang mendekati 50% dengan memilih seri konsentrasi yang berbeda secara geometris antara konsentrasi tertinggi yang tidak mematikan atau hanya mematikan sebagian kecil dari seluruh organisme uji, dan konsentrasi terendah yang mematikan sebagian besar atau seluruh organisme uji (kematian 100%). Metode uji hayati yang digunakan bersifat statis dimana media pengujian tidak diganti selama pengujian berlangsung dan larutan tidak diganti selama 96 jam.

Di gunakan rentang konsentrasi toksikan yang lebar, dalam hal ini 0 (kontrol) 0,01 ; 0,1 ; 1 ; 10 ; dan 100 mg/L (APHA, 1975 dalam Kurniasari, 2003). Dilakukan pengenceran toksikan dengan air pengencer sesuai dengan konsentrasi yang sudah kita tentukan pada awal tahap ini. Selama tahap *Range Finding Test* ikan tidak diberi makan untuk menghindari kematian ikan akibat makanan atau feses. Pengamatan dan pengambilan terhadap kematian ikan dilakukan setiap hari untuk menghindari pencemaran akibat kematian ikan dan dilakukan pengukuran harian terhadap parameter suhu, DO, pH, dan jumlah kematian ikan.



Gambar 3.3 Skema peralatan pada uji *Range Finding Test*

Keterangan:

- Reaktor A1 merupakan insektisida diazinon dengan biota ikan guppy
- Reaktor B1 merupakan insektisida klorpirifos dengan biota ikan guppy
- Reaktor A2 merupakan insektisida diazinon dengan biota tumbuhan kayu apu

- Reaktor B2 merupakan insektisida klorpirifos dengan biota tumbuhan kayu apu

3.3.2 *Acute Toxicity Test*

Acute Toxicity Test dilakukan selama 96 jam (4 hari), dengan pemberian 5 jenis variable konsentrasi dan satu kontrol. Variasi konsentrasi toksikan didapat dari hasil *Range Finding Test* yang range nya telah di persempit. Tahap ini dilakukan untuk menentukan batas konsentrasi toksikan yang menimbulkan efek akut pada biota pada kisaran 50%.

Selama tahap *Acute Toxicity Test* ikan tidak diberi untuk menghindari kematian ikan akibat makanan atau feses. Pengamatan dan pengambilan terhadap kematian ikan dilakukan setiap hari untuk menghindari pencemaran akibat kematian ikan, dan dilakukan analisis terhadap parameter suhu, DO, pH, dan kematian ikan. Pada uji ini dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali (*duplo*) untuk tiap konsentrasinya. Untuk skema peralatan pada uji *Acute Toxicity Test* dapat dilihat pada Gambar 3.4

A1	B1	A2	B2
0	0	0	0
0,9	2,0	0,2	2,0
1,2	3,0	0,4	3,0
1,5	5,0	0,6	5,0
1,8	7,0	0,8	7,0
2,0	9,0	0,9	9,0

Reaktor uji ikan guppy

Reaktor uji kayu apu

Gambar 3.4 Skema peralatan pada uji *Acute Toxicity Test*

Keterangan:

- Reaktor A1 merupakan insektisida diazinon dengan biota ikan guppy
- Reaktor B1 merupakan insektisida klorpirifos dengan biota ikan guppy
- Reaktor A2 merupakan insektisida diazinon dengan biota tumbuhan kayu apu
- Reaktor B2 merupakan insektisida klorpirifos dengan biota tumbuhan kayu apu

3.4 Perhitungan LC_{50} Hasil Uji Toksisitas

Nilai LC_{50} merupakan nilai dimana pada konsentrasi tersebut terdapat 50% biota uji dalam penelitian mati. Nilai LC_{50} ini diperlukan dalam menganalisa dan pembahasan dari penelitian ini. Metode yang digunakan dalam menentukan nilai LC_{50} ini menggunakan metode Lithfield-Wilcoxon, dikarenakan metode ini memperhitungkan batas-batas kepercayaan 95% dari hasil LC_{50} .

Langkah-langkah dalam perhitungan ini adalah (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2009) :

- a. Memasukkan data konsentrasi toksikan dan proporsi respon pada grafik Log-Log serta menentukan garis korelasinya dengan persamaannya. Garis korelasi tersebut merupakan garis proporsi respon harapan.
- b. Mengidentifikasi proporsi respon harapan (RH) pada tiap konsentrasi dengan memasukkan nilai konsentrasi toksikan pada persamaan garis korelasi.
- c. Menghitung perbedaan mutlak antara respon uji terkoreksi (R) dengan respon harapan (RH) untuk setiap konsentrasi.
- d. Menghitung CHI^2 tiap konsentrasi dengan bantuan nomograf CHI^2 .
- e. Menghitung tingkat kebebasan (N) dengan tabel CHI^2 untuk batasan kepercayaan 95%.

- f. Menghitung LC_{50} 96 jam berikut batas-batas kepercayaan 95% berdasar garis korelasi proporsi respon harapan yang telah diterima.

3.5 Teknik Analisis Parameter Penelitian

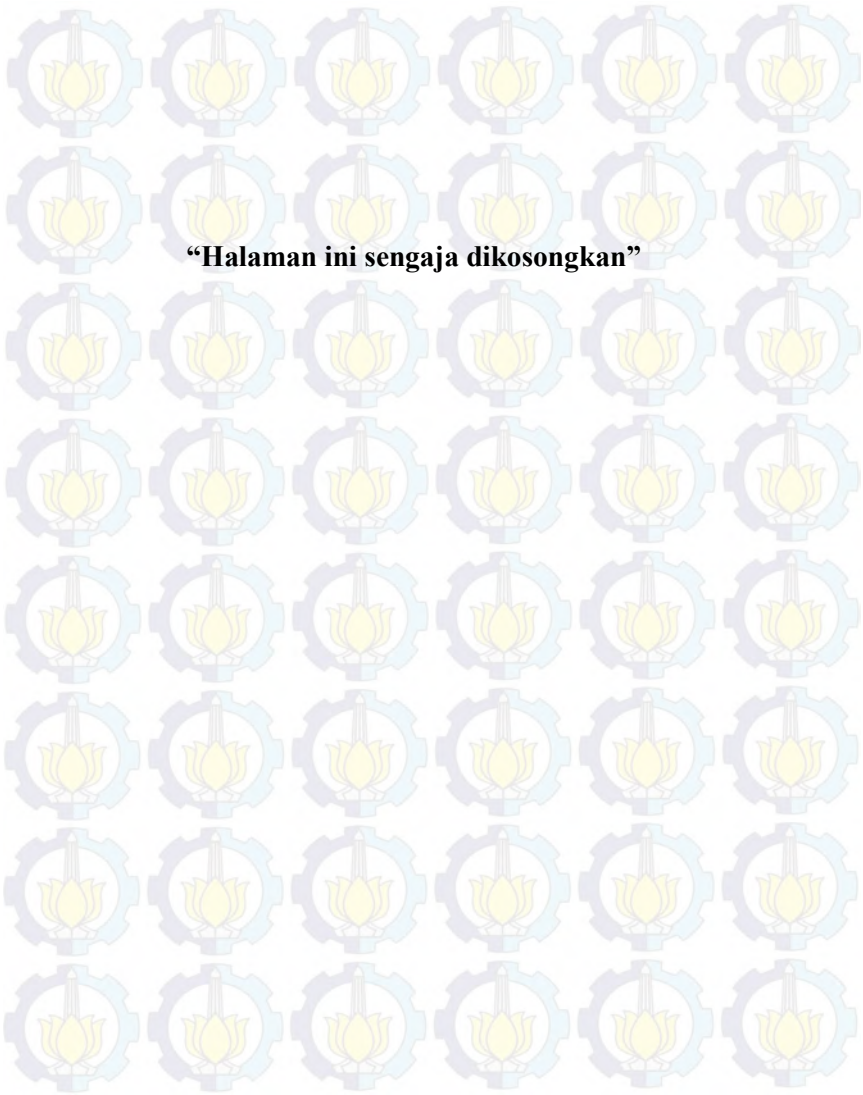
Parameter yang dianalisis pada uji toksisitas ini adalah suhu, DO, dan pH. Sampel yang dianalisa meliputi air pengencer, air saat proses aklimatisasi, dan air saat uji toksisitas.

3.6 Analisis dan Pembahasan

Hasil dari penelitian yang diperoleh diolah menjadi bentuk tabel, hitungan dan grafik sehingga lebih mudah untuk dianalisis. Semua hasil dari penelitian dan analisis di bahas sehingga tujuan penelitian dapat tercapai.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil dari analisis pengolahan data dan pembahasan terhadap data-data yang diperoleh dalam penelitian laboratorium.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pendahuluan

Dalam penelitian ini air pengencer yang digunakan berasal dari sambungan PDAM pada laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Dilakukan analisis terlebih dahulu terhadap kualitas air PDAM yang akan digunakan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah air pengencer yang digunakan memenuhi dengan standar kriteria air pengencer. Tujuan lain dilakukannya analisa ini untuk menghindari adanya kematian biota uji akibat kondisi dari air pengencer yang digunakan. Hasil analisa air pengencer dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Analisa Air Pengencer

Parameter	Kriteria Air Pengencer (*)	Air Pengencer (**)
Temperatur	25°C – 30°C	29°C
pH	6,0 – 8,5	7,5
DO	4,0 - 7,0 mg/L	5.7 mg/L

Sumber : () OECD (2011) ; (**) Hasil analisa laboratorium*

Dari hasil analisa yang diperoleh, dapat diketahui bahwa air PDAM pada laboratorium Teknik Lingkungan ITS layak digunakan sebagai air pengencer. Hal ini dapat dilihat dari nilai kriteria yang didapatkan masih dalam kisaran yang ditetapkan.

4.2 Tahap Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi merupakan tahap awal sebelum dilakukannya tahap uji toksisitas. Tahapan ini bertujuan agar biota uji dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru, sehingga kematian tidak disebabkan biota uji tidak mampu

beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Tahap aklimatisasi dilakukan selama 7 hari untuk memastikan biota uji terhindar dari penyakit dan stres. Pada 2 hari pertama dilakukan pengamatan terhadap tingkat kematian biota uji. Dimana tingkat kematian biota uji $\leq 10\%$ dari jumlah total biota dan tidak ada indikasi kematian akibat stres.

Selama tahap aklimatisasi dilakukan pengukuran terhadap parameter suhu, pH, dan DO. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa lingkungan biota uji telah sesuai dengan kondisi optimum kehidupannya. Parameter suhu, pH, dan DO optimum untuk kehidupan ikan guppy pada suhu 8-30°C, pH 5,0- 8,0, dan DO >4 ppm. Sedangkan untuk kehidupan tumbuhan kayu apu pada suhu 20°C–33°C, dan pH 6,5-7.5. Selama tahap aklimatisasi ikan diberi makan setiap hari dan diberhentikan 1 hari sebelum uji toksisitas dilakukan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi akumulasi feses. Biota uji yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan guppy dan tumbuhan kayu apu. Jumlah total biota uji yang digunakan untuk setiap jenisnya sebesar 150.

Berdasarkan hasil penelitian selama tahap aklimatisasi, parameter suhu, pH dan DO telah memenuhi kriteria pemeliharaan biota uji. Dimana pada dua hari pertama kematian terhadap ikan guppy sebesar 0.7% dan tumbuhan kayu apu tidak mengalami kematian dari jumlah total masing-masing biota uji. Pada hari ketujuh kematian ikan sebesar 2%, dan tumbuhan tidak terjadi kematian. Sehingga air pengencer layak digunakan untuk uji toksisitas, karena biota uji mampu hidup dilingkungannya. Hasil rata-rata untuk parameter suhu, pH dan DO pengukuran selama tujuh hari pada ikan guppy diperoleh suhu 29°C ; pH 7,53 ; dan DO 5,7 mg/l, sedangkan pada tumbuhan kayu apu diperoleh suhu 29°C dan pH 7,55.

Untuk data aklimatisasi selengkapnya dapat dilihat pada LampiranA.

4.3 Range Finding Test

Tahapan ini merupakan tahap awal dilakukannya uji toksisitas, yang bertujuan untuk mencari nilai konsentrasi kematian biota uji yang mendekati 50%. Konsentrasi pemaparan toksikan yang digunakan adalah 0 (kontrol) ; 0,01 mg/l ; 0,1 mg/l ; 1 mg/l ; 10 mg/l ; dan 100 mg/l. Variasi konsentrasi toksikan dibuat dengan cara pengenceran. Toksikan yang digunakan pada penelitian ini adalah insektisida berbahan aktif diazinon dengan merek dagang Diazinon 60EC dengan konsentrasi 600g/l dan insektisida berbahan aktif klorpirifos dengan merek dagang Dursban 20EC dengan konsentrasi 200g/l. Toksikan ini akan di encerkan menggunakan air pengencer yang berasal dari sambungan PDAM dengan volume 10L sesuai dengan variasi konsentrasi yang dibutuhkan. Tahap awal dari proses pengenceran ini adalah pembuatan larutan standar. Konsentrasi pengenceran dapat dilihat pada perhitungan berikut :

Tahap 1 Pembuatan konsentrasi 100mg/L dalam 1 L air

Insektisida Diazinon

$$M_{\text{Diazinon}} = 600 \text{ g/L} = 600.000 \text{ mg/L}$$

- Pembuatan Konsentrasi Diazinon 1000 mg/L dalam 1 L air

$$\begin{aligned} M_1 \cdot V_1 &= M_2 \cdot V_2 \\ 600.000 \text{ mg/L} \cdot V_1 &= 1000 \text{ mg/L} \cdot 1\text{L} \\ V_1 &= 0,002 \text{ L} \\ &= 2 \text{ mL} \end{aligned}$$

Insektisida Klorpirifos

$$M_{\text{Klorpirifos}} = 200 \text{ g/L} = 200.000 \text{ mg/L}$$

- Pembuatan Konsentrasi Klorpirifos 1000 mg/L dalam 1 L air,

$$\begin{aligned} M_1 \cdot V_1 &= M_2 \cdot V_2 \\ 200.000 \text{ mg/L} \cdot V_1 &= 1000 \text{ mg/L} \cdot 1\text{L} \\ V_1 &= 0,005 \text{ L} \end{aligned}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

Selanjutnya tahap pembuatan variasi konsentrasi yang diambil dari larutan standar yang telah dibuat sebelumnya. dengan perhitungan :

Tahap 2 Pembuatan Konsentrasi 0,01 mg/L dalam 10 L air

$$\begin{aligned} M1 \cdot V1 &= M2 \cdot V2 \\ 1.000 \text{ mg/L} \cdot V1 &= 0,01 \text{ mg/L} \cdot 10L \\ V1 &= 0,0001 L \\ &= 0,1 \text{ mL} \end{aligned}$$

Berdasarkan cara diatas variasi konsentrasi dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 4.2 .

Tabel 4.2 Variasi pengenceran tiap konsentrasi toksikan

Variasi Toksikan (mg/L)	Volume Air Total (liter)	Volume Toksikan yang Ditambahkan (mL)	Volume Air Pengencer yang Ditambahkan (mL)
0	10	0	10000
0,01	10	0.1	9999.9
0,1	10	1	9999
1	10	10	9990
10	10	100	9900
100	10	1000	9000

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada tahapan ini biota uji ikan dan tumbuhan yang digunakan masing-masing sebanyak 10 pada tiap konsentrasi

toksikan. Biota uji dimasukkan setelah dilakukan proses pengenceran terhadap variasi toksikan. Hal ini dilakukan agar toksikan telah tercampur rata. Dilakukan analisa terlebih dahulu terhadap parameter suhu, pH dan DO dari tiap konsentrasi toksikan. Biota uji dipaparkan zat toksikan selama 4 hari (96 jam) dan dilakukan pengamatan harian terhadap suhu, pH, DO dan kematian biota uji. Dilakukan pencatatan terhadap kematian ikan dan tumbuhan dan segera diambil agar tidak terjadi pencemaran. Pada biota uji ikan, digunakan aerator untuk menjaga kondisi DO tetap optimum. Selama tahap *range finding test* berlangsung biota uji ikan guppy tidak diberi makan untuk menghindari kematian akibat akumulasi feses. Respon biota uji yang terkena toksikan akan menghasilkan respon yang berbeda. Untuk ikan guppy, setelah terpapar zat toksik ikan berenang terbalik dan mengalami kematian. Sedangkan untuk tumbuhan kayu apu, warna daun menguning dan rapuh.

4.3.1 Hasil Analisis dan Pembahasan

Pengamatan yang dilakukan selama tahap pengujian adalah respon yang ditimbulkan biota uji terhadap lingkungan barunya dengan beberapa parameter analisis yang diamati seperti suhu, pH dan DO.

4.3.1.1 Ikan Guppy

Hasil analisis terhadap parameter suhu, pH, DO dan akumulasi kematian ikan akibat pajanan masing-masing toksikan dengan waktu pemaparan selama 4 hari (96 jam) . Untuk biota uji ikan guppy, setiap reaktor diberi aerator untuk menjaga DO dalam kondisi normal dan biota uji ikan tidak diberi makan, dengan tujuan tidak terjadi kematian akibat pencemaran feses. Akumulasi kematian ikan guppy lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel B.1 dalam Lampiran B1.

Berdasarkan data yang tersebut, dapat dilihat hasil kematian ikan guppy sesuai dengan variasi konsentrasi yang di pajankan. Pada waktu pemajanan 96 jam (4 hari) insektisida diazinon telah mematikan 4 ekor ikan pada konsentrasi 1 mg/L.

Sedangkan insektisida klorpirifos, pada konsentrasi 0,1 mg/L telah mematikan 3 ekor ikan.

Dari hasil pengamatan yang di dapatkan, insektisida klorpirifos lebih bersifat toksik dibanding insektisida diazinon. Karena dalam waktu 96 jam pada konsentrasi 0,1 mg/L insektisida klorpirifos telah mematikan biota uji ikan lebih banyak. Hal ini dikarenakan klorpirifos mengandung senyawa klor yang lebih bersifat toksik. Untuk hasil analisa pengukuran harian suhu, DO dan pH terdapat pada Lampiran B1.

Ikan guppy memiliki kondisi kehidupan optimum pada suhu 8°C-30°C, pH 5,0-8,0 dan DO >4 ppm. Dari hasil analisa pengamatan, pada insektisida jenis diazinon maupun klorpirifos parameter suhu, pH dan DO masih dalam kondisi optimum untuk kehidupan ikan guppy. Faktor suhu, pH dan DO memiliki hubungan dalam perubahan parameter tersebut. Dimana apabila suhu turun, pH dan DO mengalami kenaikan. Adapun suhu selama pengujian berkisar 28,7 – 29,8 °C ; pH 6,35 – 7,43; dan DO 6,1 – 6,8 untuk insektisida diazinon. Pada insektisida klorpirifos berkisar pada suhu 28,7 – 30 °C ; pH 6,35 – 7,83; dan DO 5,6 – 6,7. Oleh karena itu kematian ikan terjadi tidak disebabkan faktor lingkungan. Melainkan disebabkan oleh efek dari pemaparan zat toksik tersebut.

Melihat besarnya tingkat kematian pada tahap *range finding test*, maka di peroleh kisaran konsentrasi yang akan digunakan pada tahap *acute toxicity test*. Untuk insektisida diazinon berkisar 0,9 mg/L – 2 mg/L dan pada insektisida klorpirifos berkisar 0,2 mg/L – 0,9 mg/L.

4.3.1.2 Tumbuhan Kayu Apu

Untuk tumbuhnya kayu apu, akumulasi kematian tumbuhan dapat dilihat pada Tabel B.5 dalam lampiran B2.

Dapat dilihat hasil kematian tumbuhan kayu apu dengan variasi konsentrasi yang di pajankan. Pada insektisida diazinon, setelah pemajanan toksikan selama 96 jam pada konsentrasi 1 mg/L telah mematikan sebanyak 1 biji tumbuhan dan konsentrasi

10 mg/l telah mematikan tumbuhan sebanyak 10 biji. Sedangkan pada insektisida klorpirifos, setelah pemajanan selama 96 jam pada konsentrasi 1 mg/L telah mematikan 2 biji dan pada konsentrasi 10 mg/L mematikan 10 tanaman.

Tumbuhan yang mati terlihat menguning dan rapuh. Untuk lebih jelasnya akumulasi jumlah kematian, hasil analisa pengukuran harian suhu dan pH lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran B.2

Tumbuhan kayu apu dapat hidup pada kondisi pH 6,5-7,5, dan suhu 20°C-33°C. Perubahan terhadap suhu dapat terjadi akibat perubahan faktor lingkungan seperti pemanasan cahaya matahari. Dari hasil analisa pengamatan, pada insektisida jenis diazinon maupun klorpirifos parameter suhu dan pH masih dalam kondisi optimum untuk kehidupan tumbuhan kayu apu. Adapun suhu selama pengujian berkisar 29,1 – 30,2 °C dan pH 6,9 – 7,44. Untuk insektisida diazinon. Pada insektisida klorpirifos berkisar pada suhu 29,1 – 29,8 °C dan pH 6,6 – 7,48 . Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa kematian tumbuhan tidak disebabkan karena perubahan suhu dan pH yang terjadi.

Berdasarkan tingkat kematian pada tahap *range finding test*, maka di peroleh kisaran konsentrasi yang akan digunakan pada tahap *acute toxicity test* . Untuk insektisida diazinon berkisar 2 mg/L – 9 mg/L dan pada insektisida klorpirifos berkisar 2 mg/L – 8 mg/L.

4.4 Acute Toxicity Test

Setelah mendapatkan kisaran konsentrasi toksikan dari tahap *range finding test*, dilanjutkan dengan tahap *acute toxicity test*. Tahap ini dilakukan dengan tujuan mencari nilai kematian biota pada kisaran 50 % . Dimana konsentrasi yang digunakan didapat dengan mempersempit range konsentrasi toksikan. Konsentrasi yang digunakan pada tahap ini adalah :

Tabel 4.3 Variasi konsentrasi toksikan pada *acute toxicity test*

Jenis Toksikan	Konsentrasi Toksikan (mg/L)					
Ikan Guppy						
Insektisida Diazinon	0 (kontrol)	0.9	1,2	1,5	1,8	2.0
Insektisida Klorpirifos	0 (kontrol)	0.2	0.4	0,6	0,8	0,9
Tumbuhan kayu apu						
Insektisida Diazinon	0 (kontrol)	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0
Insektisida Klorpirifos	0 (kontrol)	2.0	3.0	5.0	7.0	8.0

Untuk mendapatkan konsntrasi yang telah ditentukan, prosedur pengenceran toksikan sama pada tahap *range finding test* sebelumnya.

4.4.1 Hasil Analisis dan Pembahasan

Tahap *acute toxicity test* ini dilakukan selama 96 jam dan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali (duplo). Dilakukan analisa dan pengamatan harian terhadap parameter dan jumlah kematian biota uji. Parameter yang di analisis pada tahapan ini adalah suhu, pH, DO dan jumlah kematian ikan. Untuk tumbuhan kayu apu, dilakukan analisa parameter suhu dan pH serta pengamatan terhadap kematian tumbuhan. Reaktor yang digunakan pada uji ini menggunakan reaktor kaca berukuran 30 cm x 25 cm x 30 cm. Setiap reaktor diisi air sebanyak 10 L.

4.4.1.1 Ikan Guppy

Analisis dan pengamatan terhadap suhu, pH, DO, dan kematian ikan dilakukan selama 96 jam. Selama pengujian *acute toxicity test*, ikan tidak diberi makan untuk menghindari timbulnya bibit penyakit yang diakibatkan oleh sisa makanan dan kotoran ikan (APHA, 1998). Akumulasi kematian ikan guppy lebih jelasnya terdapat pada lampiran C1 dan C2.

Berdasarkan hasil rata-rata jumlah kematian ikan guppy pada lampiran C1 dan C2, terlihat untuk masing-masing jenis

insektisida yang dipaparkan memberikan jumlah kematian yang berbeda. Untuk insektisida diazinon, pada konsentrasi 1,8 mg/L telah memberikan nilai kematian biota uji pada 50% yaitu sebanyak 5 ekor. Sedangkan pada insektisida klorpirifos terjadi kematian biota ujia ikan guppy sebesar 50% pada konsentrasi 0,8 mg/L yaitu sebanyak 5 ekor.

ikan guppy membutuhkan lingkungan yang nyaman untuk tempat hidupnya. Karakteristik fisik dan kimia seperti suhu, pH, dan DO sangat mempengaruhi kehidupan ikan guppy. Ikan Guppy mampu hidup pada suhu optimum 8°C-30°C. Suhu rata-rata selama pengujian berkisar antara 28,2 °C – 29,5 °C. Kondisi ini menandakan kematian tidak dipengaruhi oleh faktor suhu, karena ikan masih hidup pada kondisi optimum tempat tinggalnya.

Parameter pH selama pengujian mengalami perubahan. Insektisida diazinon dan klorpirifos relatif bersifat asam . Adanya proses aerasi akan menyebabkan karbondioksida (dalam bentuk gas yang bersifat asam) terurai dan akan meningkatkan nilai pH air (sawyer, 1994 dalam Adiguno, 2004). Proses metabolisme ikan dapat mnyebabkan penurunan nilai pH, yang awalnya bersifat basa menjadi mendekati asam..Ikan Guppy mampu hidup pada pH 5 – 8 . pH selama pengujian berkisar antara 6,94 – 7,46. hal ini berarti ikan guppy tidak mengalami kematian yang di akibatkan oleh pengaruh pH.

Ikan guppy juga membutuhkan oksigen yang cukup untuk kebutuhan hidupnya yaitu sebagai pertukaran gas yang dilakukan didalam insang. Kadar oksigen yang rendah akan mengganggu kehidupan ikan. Penurunan DO dapat terjadi karena insektisida diazinon dan klorpirifos memiliki kandungan senyawa organik yang akan membentuk ikatan dengan oksiken yang menyebabkan kadar DO berkurang. DO optimum yang untuk kehidupan ikan guppy berkisar pada >4 mg/L. DO yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 5-6 mg/l yang berarti tidak berbahaya bagi kehidupan ikan guppy. Oleh karena itu kematian biota uji ikan guppy tidak disebabkan faktor lingkungan, melainkan disebabkan

efek dari pemaparan zat toksik tersebut yang terakumulasi didalam tubuh ikan.

4.4.1.2 Tumbuhan Kayu Apu

Hasil analisis dilakukan terhadap parameter suhu, pH dan jumlah kematian tumbuhan kayu apu akibat pajanan masing-masing toksikan yang dilakukan selama 4 hari (96 jam) . Kematian tumbuhan kayu apu terlihat dari perubahan warna menjadi kekuningan dan rapuh. Akumulasi kematian tumbuhan kayu apu lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran C2.

Berdasarkan hasil rata-rata jumlah kematian tumbuhan kayu apu, terlihat untuk masing-masing jenis insektisida yang dipaparkan memberikan jumlah kematian yang berbeda. Pada hari ke 4 (96 jam) untuk insektisida diazinon, pada konsentrasi 5,0 mg/L telah memberikan nilai kematian biota uji pada kisaran 50% yaitu sebanyak 4 batang. Sedangkan pada insektisida klorpirifos terjadi kematian biota uji tumbuhan kayu apu sebesar 50% pada konsentrasi 3,0 mg/L yaitu sebanyak 3 batang.

Tumbuhan kayu apu membutuhkan lingkungan yang nyaman untuk tempat hidupnya. Karakteristik fisik dan kimia seperti suhu dan pH sangat mempengaruhi kehidupan tumbuhan kayu apu. Tumbuhan kayu apu mampu hidup pada suhu optimum 20°C-33°C. Suhu rata-rata selama pengujian berkisar antara 28,2 °C – 29,5 °C. Kondisi ini menandakan kematian tidak dipengaruhi oleh faktor suhu, karena tumbuhan masih hidup pada kondisi optimum tempat tinggalnya.

Parameter pH selama pengujian mengalami perubahan. Insektisida diazinon dan klorpirifos relatif bersifat asam . Adanya proses aerasi akan menyebabkan karbondioksida (dalam bentuk gas yang bersifat asam) terurai dan akan meningkatkan nilai pH air (Sawyer, 1994 dalam Adiguno, 2004). Tumbuhan kayu apu mampu hidup pada pH 6.5 – 7.5. pH selama pengujian berkisar antara 6,94 – 7,46. hal ini berarti tumbuhan kayu apu tidak mengalami kematian yang di akibatkan oleh pengaruh pH.

4.5 Perhitungan LC-50 Pada Ikan Guppy

4.5.1 Insektisida Diazinon

Langkah perhitungan LC-50, 96 jam pada ikan guppy yang terkena paparan insektisida diazinon adalah sebagai berikut :

1. Memasukan data hasil *acute toxicity test* dan menghitung prosentase proporsi kematian dengan rumus :

$$R = \frac{\sum \text{mortalitas}}{\sum \text{biota}} \times 100 \%$$

contoh :

konsentrasi 0,9 mg/L

\sum mortalitas = 3 ekor

\sum biota = 10 ekor

maka : $R = \frac{3}{10} \times 100 \% = 30 \%$

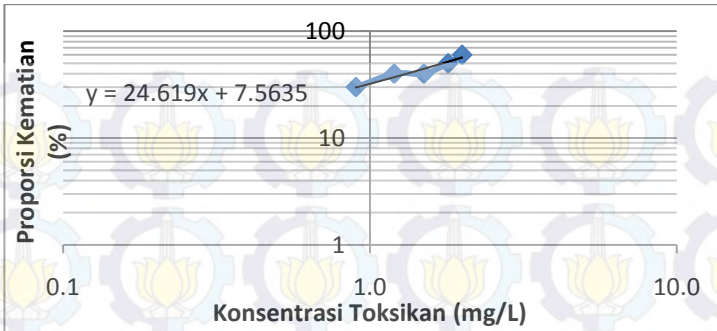
Perhitungan prosentase proporsi kematian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Perhitungan proporsi kematian ikan guppy akibat paparan insektisida diazinon

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	\sum Ikan Uji	Mortalitas ikan	Proporsi Kematian (R)
0.0	10	0	0
0.9	10	3	30
1.2	10	4	40
1.5	10	4	40
1.8	10	5	50
2.0	10	6	60

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Memasukan data konsentrasi toksikan dan proporsi kematian biota pada grafik log-log serta mencari garis korelasi dan persamaannya. Garis korelasi tersebut merupakan garis harapan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik log-log proporsi harapan pada ikan Guppy dengan pajanan insektisida Diazinon

Sumber : Hasil Perhitungan

- 3 Mengidentifikasi proporsi respon harapan (RH) tiap konsentrasi zat dengan cara memasukan data konsentrasi toksikan (sebagai x) ke dalam persamaan $RH = 24.619x + 7.5635$ (Sebagai y)

Contoh Perhitungan :

Konsentrasi = 0,9 mg/L, maka :

$$\begin{aligned} y &= 24.619x + 7.5635 \\ &= 24.619 (0,9) + 7.5635 \\ y &= 29 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

- 4 Menghitung nilai perbedaan mutlak antara respon uji (R) dan respon harapan (RH) untuk setiap konsentrasi toksikan.

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.5

- 5 Menghitung Chi^2 tiap konsentrasi dengan bantuan Nomograf Chi^2 (Lampiran D)

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi² ikan Guppy (diazinon)

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	∑ Ikan Uji	Mortalitas ikan	Proporsi Kematian (R)	Proporsi Respon Harapan (RH)	R- RH	chi2
0.0	10	0	0	8		
0.9	10	3	30	29	1	0.002
1.2	10	4	40	37	3	0.004
1.5	10	4	40	44	4	0.008
1.8	10	5	50	51	1	0.001
2.0	10	6	60	56	4	0.008
∑variasi =5	50			128	total	0.023

Sumber : Hasil Perhitungan

6 Menghitung Chi² perhitungan yang mengacu pada Tabel 4.13 menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Chi}^2 \text{ perhitungan} &= (\sum \text{Chi}^2) \times \left(\frac{\sum \text{biota}}{\sum \text{toksikan}} \right) \\ &= 0,023 \times \left(\frac{50}{5} \right) \end{aligned}$$

$$\text{Chi}^2 \text{ perhitungan} = 0,23$$

7 Menghitung tingkat kebebasan (N) untuk memperoleh Chi² (95%) yang akan dibandingkan dengan nilai Chi² perhitungan. Tingkat kebebasan didapat dengan rumus :

$$\begin{aligned} N &= K - 2, \text{ (K adalah jumlah variasi toksikan)} \\ &= 5 - 2 \end{aligned}$$

$$N = 3$$

Selanjutnya nilai tingkat kebebasan (N) digunakan dalam memperoleh Chi² (95%) yang dipaparkan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Chi² untuk batas kepercayaan 95%

Tingkat Kebebasan (N)	Chi ² (95%)
1	8,34
2	5,99
3	7,82
4	9,49
5	11,1
6	12,6
7	14,1
8	15,5
9	16,9
10	18,8

Sumber : Mangkoediharjo, 1999

Berdasarkan Tabel 4.6 maka nilai N = 3 diperoleh nilai Chi² (95%) sebesar 7,82.

Keterangan :

- a. Jika Chi² perhitungan < chi² (95%) maka garis korelasi konsentrasi efek harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.
- b. Jika tidak demikian, maka dicoba kembali hingga memenuhi Jika Chi² perhitungan < chi² (95%).
- c. Jika dengan banyak perulangan Chi² perhitungan < chi² (95%) belum terpenuhi, maka uji toksisitas harus diulang.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai Chi^2 perhitungan $(0,27) < \text{chi}^2$ (95%) (7,82), sehingga garis korelasi konsentrasi respon harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.

8 Menghitung LC-50 berikut batas-batas kepercayaan 95% berdasarkan garis korelasi proporsi respon harapan yang telah didapat.

- Berdasarkan garis korelasi maka ditetapkan batas-batas kepercayaan 95% dari nilai LC-50. Hal ini dmengacu pada persamaan garis proporsi respon harapan dengan memasukan nilai LC (sebagai y).

Contoh perhitungan LC-50 :

$$y = 24.619(x) + 7.5635$$

$$50 = 24.619(x) + 7.5635$$

$$x = 1,72$$

Nilai batas-batas adalah sebagai berikut :

$$\text{LC-45} = 1,52$$

$$\text{LC-50} = 1,72$$

$$\text{LC-55} = 1,93$$

- Menghitung kemiringan garis korelasi konsentrasi efek harapan.

$$S = \left(\frac{\text{LC55}}{\text{LC50}} + \frac{\text{LC50}}{\text{LC45}} \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= \left(\frac{1,93}{1,72} + \frac{1,72}{1,52} \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 1,13$$

- Menghitung Faktor LC-50

$$F(\text{LC-50}) = S \left[\frac{2,77}{N0,5} \right]$$

$$= 1,13 \left[\frac{2,77}{20 \ 0,5} \right]$$

$$= 1,07$$

- Menenghitung batas-batas kepercayaan 95% LC-50

- Batas atas = LC-50 x f
= 1,72 x 1,07
= 1,85
- Batas Bawah = LC-50 : f
= 1,72 : 1,07
= 1,61

**LC-50, 96 jam ikan Guppy insektisida diazinon
1,72 mg/l**

4.5.2 Insektisida Klorpirifos

Langkah perhitungan LC-50, 96 jam pada ikan guppy yang terkena paparan insektisida klorpirifos adalah sebagai berikut :

1. Memasukan data hasil *acute toxicity test* dan menghitung prosentase proporsi kematian dengan rumus :

$$R = \frac{\sum \text{mortalitas}}{\sum \text{biota}} \times 100 \%$$

contoh :

konsentrasi 0,9 mg/L

\sum mortalitas = 3 ekor

\sum biota = 10 ekor

maka : $R = \frac{3}{10} \times 100 \% = 30 \%$

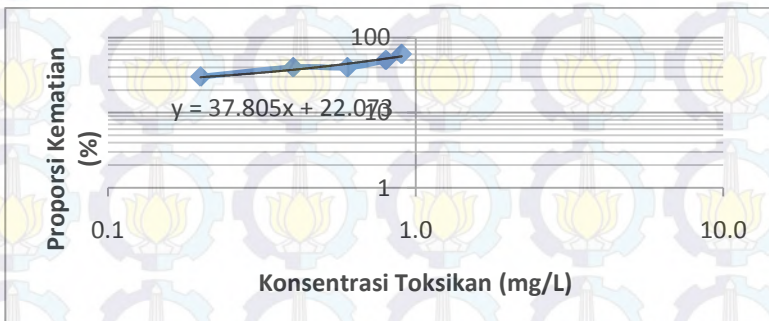
Perhitungan prosentase proporsi kematian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini :

Tabel 4.7 Perhitungan proporsi kematian ikan guppy akibat paparan insektisida klorpirifos

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	Σ Ikan Uji	Mortalitas ikan	Proporsi Kematian (R)
0.0	10	0	0
0.2	10	3	30
0.4	10	4	40
0.6	10	4	40
0.8	10	5	50
0.9	10	6	60

Sumber : Hasil Perhitungan

- Memasukan data konsentrasi toksikan dan proporsi kematian biota pada grafik log-log serta mencari garis korelasi dan persamaannya. Garis korelasi tersebut merupakan garis harapan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik log-log proporsi harapan pada ikan Guppy dengan paparan insektisida Klorpirifos

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Mengidentifikasi proporsi respon harapan (RH) tiap konsentrasi zat dengan cara memasukan data konsentrasi toksikan (sebagai x) ke dalam persamaan $RH = 24.619x + 7.5635$ (Sebagai y)

Contoh Perhitungan :

Konsentrasi = 0.2 mg/L, maka :

$$y = 37,805x + 22,073$$

$$= 37,805 (0,9) + 22,073$$

$$y = 29$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

4. Menghitung nilai perbedaan mutlak antara respon uji (R) dan respon harapan (RH) untuk setiap konsentrasi toksikan.

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.8

5. Menghitung Chi^2 tiap konsentrasi dengan bantuan Nomograf Chi^2 (Lampiran D)

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi^2 ikan Guppy (klorpirifos)

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	Σ Ikan Uji	Mortalitas ikan	Proporsi Kematian (R)	Proporsi Respom Harapan (RH)	R- RH	chi2
0.0	10	0	0	22		
0.2	10	3	30	30	0	0
0.4	10	4	40	37	3	0.004
0.6	10	4	40	45	5	0.01
0.8	10	5	50	52	2	0.002
0.9	10	6	60	56	4	0.01
	50			128	total	0.026

Sumber : Hasil Perhitungan

6. Menghitung χ^2 perhitungan yang mengacu pada Tabel 4.8 menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\chi^2 \text{ perhitungan} &= (\sum \chi^2) \times \left(\frac{\sum \text{biota}}{\sum \text{toksikan}} \right) \\ &= 0,026 \times \left(\frac{50}{5} \right)\end{aligned}$$

$$\chi^2 \text{ perhitungan} = 0,26$$

7. Menghitung tingkat kebebasan (N) untuk memperoleh χ^2 (95%) yang akan dibandingkan dengan nilai χ^2 perhitungan. Tingkat kebebasan didapat dengan rumus :

$$N = K - 2, \text{ (K adalh jumlah variasi toksikan)}$$

$$= 5 - 2$$

$$N = 3$$

Selanjutnya nilai tingkat kebebasan (N) digunakan dalam memperoleh χ^2 (95%) yang dipaparkan pada Tabel 4.13

Berdasarkan Tabel 4.6 maka nilai $N = 3$ diperoleh nilai χ^2 (95%) sebesar 7,82.

Keterangan :

- Jika χ^2 perhitungan $<$ χ^2 (95%) maka garis korelasi konsentrasi efek harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.
- Jika tidak demikian, maka dicoba kembali hingga memenuhi Jika χ^2 perhitungan $<$ χ^2 (95%).
- Jika dengan banyak perulangan χ^2 perhitungan $<$ χ^2 (95%) belum terpenuhi, maka uji toksisitas harus diulang.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai χ^2 perhitungan (0,27) $<$ χ^2 (95%) (7,82), sehingga garis korelasi konsentrasi respon harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.

8. Menghitung LC-50 berikut batas-batas kepercayaan 95% berdasarkan garis korelasi proporsi respon harapan yang telah didapat.

- Berdasarkan garis korelasi maka ditetapkan batas-batas kepercayaan 95% dari nilai LC-50. Hal ini mengacu pada persamaan garis proporsi respon harapan dengan memasukan nilai LC (sebagai y).

Contoh perhitungan LC-50 :

$$y = 37,805x + 22,073$$

$$50 = 37,805x + 22,073$$

$$x = 0,74$$

Nilai batas-batas adalah sebagai berikut :

$$LC-45 = 0,61$$

$$LC-50 = 0,74$$

$$LC-55 = 0,87$$

- Menghitung kemiringan garis korelasi konsentrasi efek harapan.

$$\begin{aligned} S &= \left(\frac{LC55}{LC50} + \frac{LC50}{LC45} \right) \times \frac{1}{2} \\ &= \left(\frac{0,87}{0,74} + \frac{0,74}{0,87} \right) \times \frac{1}{2} \\ &= 1,20 \end{aligned}$$

- Menghitung Faktor LC-50

$$\begin{aligned} F(LC-50) &= S \left[\frac{2,77}{N_{0,5}} \right] \\ &= 1,20 \left[\frac{2,77}{20 \ 0,5} \right] \\ &= 1,12 \end{aligned}$$

- Menenghitung batas-batas kepercayaan 95% LC-50

- Batas atas = LC-50 x f
= 0,74 x 1,12
= 0,82
- Batas Bawah = LC-50 : f

$$= 0,74 : 1,12$$

$$= 0,66$$

LC-50, 96 jam ikan Guppy insektisida klorpirifos 0,74 mg/L

4.6 Perhitungan LC-50 Tumbuhan Kayu Apu

4.6.1 Insektisida Diazinon

Langkah perhitungan LC-50, 96 jam pada tumbuhan kayu apu yang terkena paparan insektisida diazinon adalah sebagai berikut :

1. Memasukan data hasil *acute toxicity test* dan menghitung prosentase proporsi kematian dengan rumus :

$$R = \frac{\sum \text{mortalitas}}{\sum \text{biota}} \times 100 \%$$

contoh :

konsentrasi 2,0 mg/L

\sum mortalitas = 1 ekor

\sum biota = 10 ekor

maka : $R = \frac{1}{10} \times 100 \% = 10 \%$

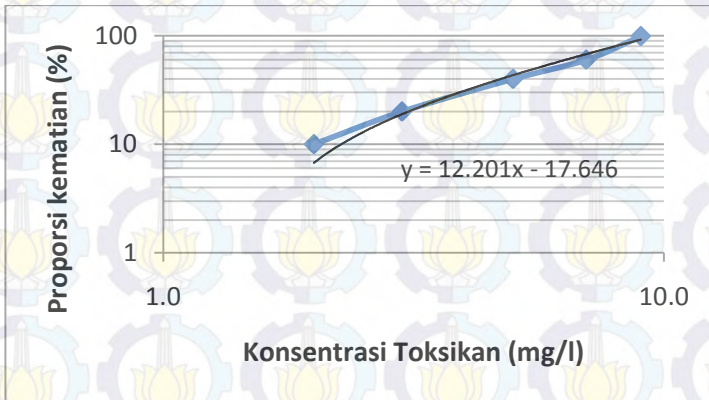
Perhitungan prosentase proporsi kematian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini :

Tabel 4.9 Perhitungan proporsi kematian tumbuhan akibat paparan insektisida diazinon

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	\sum biota Uji	Mortalitastu mbuhan	Proporsi Kematian (R)
0.0	10	0	0
2.0	10	1	10
3.0	10	2	20
5.0	10	4	40
7.0	10	6	60
9.0	10	10	100

Sumber : Hasil Perhitungan

- Memasukan data konsentrasi toksikan dan proporsi kematian biota pada grafik log-log serta mencari garis korelasi dan persamaannya. Garis korelasi tersebut merupakan garis harapan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik log-log proporsi harapan pada tumbuhan kayu apu dengan pajanan insektisida diazinon

Sumber : Hasil Perhitungan

- Mengidentifikasi proporsi respon harapan (RH) tiap konsentrasi zat dengan cara memasukan data konsentrasi toksikan (sebagai x) ke dalam persamaan $RH = 12.201x - 17.646$ (Sebagai y)

Contoh Perhitungan :

Konsentrasi = 2,0 mg/L, maka :

$$y = 12.201x - 17.646$$

$$= 12.201(2) - 17.646$$

$$y = 7$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

- Menghitung nilai perbedaan mutlak antara respon uji (R) dan respon harapan (RH) untuk setiap konsentrasi toksikan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

5. Menghitung χ^2 tiap konsentrasi dengan bantuan Nomograf χ^2 (Lampiran D).
Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan χ^2 tumbuhan kayu apu (diazinon)

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	Σ biota Uji	Mortalitas ikan	Proporsi Kematian (R)	Proporsi Respon Harapan (RH)	R-RH	chi2
2.0	10	1	10	7	1	0.0015
3.0	10	2	20	19	1	0.001
5.0	10	4	40	43	7	0.2
7.0	10	6	60	68	2	0.002
9.0	10	10	99	92	7	0.5
Σ variasi =5	50				total	0.70

Sumber : Hasil Perhitungan

6. Menghitung χ^2 perhitungan yang mengacu pada Tabel 4.10 menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\chi^2 \text{ perhitungan} &= (\Sigma \chi^2) \times \left(\frac{\Sigma \text{biota}}{\Sigma \text{toksikan}} \right) \\ &= 0,704 \times \left(\frac{50}{5} \right)\end{aligned}$$

$$\chi^2 \text{ perhitungan} = 7,04$$

7. Menghitung tingkat kebebasan (N) untuk memperoleh χ^2 (95%) yang akan dibandingkan dengan nilai χ^2 perhitungan. Tingkat kebebasan didapat dengan rumus :

$$N = K - 2, \text{ (K adalah jumlah variasi toksikan)}$$

$$= 5 - 2$$

$$N = 3$$

Selanjutnya nilai tingkat kebebasan (N) digunakan dalam memperoleh χ^2 (95%) yang dipaparkan pada Tabel 4.6.

Berdasarkan Tabel 4.6 maka nilai N = 3 diperoleh nilai χ^2 (95%) sebesar 7,82.

Keterangan :

- a. Jika χ^2 perhitungan $<$ χ^2 (95%) maka garis korelasi konsentrasi efek harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.
- b. Jika tidak demikian, maka dicoba kembali hingga memenuhi Jika χ^2 perhitungan $<$ χ^2 (95%).
- c. Jika dengan banyak perulangan χ^2 perhitungan $<$ χ^2 (95%) belum terpenuhi, maka uji toksisitas harus diulang.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai χ^2 perhitungan (7,04) $<$ χ^2 (95%) (7,82), sehingga garis korelasi konsentrasi respon harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.

8. Menghitung LC-50 berikut batas-batas kepercayaan 95% berdasarkan garis korelasi proporsi respon harapan yang telah didapat.

- Berdasarkan garis korelasi maka ditetapkan batas-batas kepercayaan 95% dari nilai LC-50. Hal ini mengacu pada persamaan garis proporsi respon harapan dengan memasukan nilai LC (sebagai y).

Contoh perhitungan LC-50 :

$$y = 12.201x - 17.646$$

$$50 = 12.201x - 17.646$$

$$x = 5,54$$

Nilai batas-batas adalah sebagai berikut :

$$\text{LC-45} = 5,13$$

$$\text{LC-50} = 5,54$$

$$\text{LC-55} = 5,95$$

- Menghitung kemiringan garis korelasi konsentrasi efek harapan.

$$S = \left(\frac{LC55}{LC50} + \frac{LC50}{LC45} \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= \left(\frac{5,95}{5,54} + \frac{5,54}{5,13} \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 1,08$$

- Menghitung Faktor LC-50

$$F (LC-50) = S \left[\frac{2,77}{N0,5} \right]$$

$$= 1,08 \left[\frac{2,77}{20 \ 0,5} \right]$$

$$= 1,05$$

- Menghitung batas-batas kepercayaan 95% LC-50

- Batas atas = LC-50 x f
= 5,54 x 1,05
= 5,80
- Batas Bawah = LC-50 : f
= 5,54 : 1,05
= 5,30

LC-50, 96 jam tumbuhan kayu apu 5,54 mg/L

4.6.2 Insektisida Klorpirifos

Langkah perhitungan LC-50, 96 jam pada tumbuhan kayu apu yang terkena paparan insektisida diazinon adalah sebagai berikut :

1. Memasukan data hasil *acute toxicity test* dan menghitung prosentase proporsi kematian dengan rumus :

$$R = \frac{\sum \text{mortalitas}}{\sum \text{biota}} \times 100 \%$$

contoh :

konsentrasi 2,0 mg/L

\sum mortalitas = 2 ekor

\sum biota = 10 ekor

maka : $R = \frac{1}{10} \times 100 \% = 20 \%$

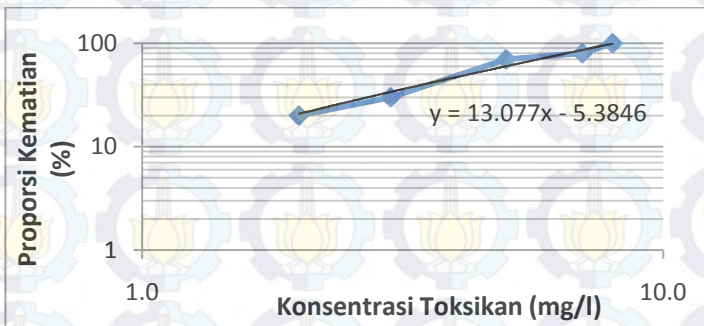
Perhitungan prosentase proporsi kematian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini :

Tabel 4.11 Perhitungan proporsi kematian tumbuhan akibat pajanan insektisida klorpirifos

Konsentrasi Toksikant (mg/L)	Σ biota Uji	Mortalitas tumbuhan	Proporsi Kematian (R)
0.0	10	0	0
2.0	10	2	20
3.0	10	3	30
5.0	10	7	70
7.0	10	8	80
8.0	10	10	100

Sumber : Hasil Perhitungan

- Memasukan data konsentrasi toksikan dan proporsi kematian biota pada grafik log-log serta mencari garis korelasi dan persamaannya. Garis korelasi tersebut merupakan garis harapan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik log-log proporsi harapan pada tumbuhan kayu apu dengan pajanan insektisida klorpirifos

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Mengidentifikasi proporsi respon harapan (RH) tiap konsentrasi zat dengan cara memasukan data konsentrasi toksikan (sebagai x) ke dalam persamaan $RH = 13.077x - 5.3846$ (Sebagai y)

Contoh Perhitungan :

Konsentrasi = 2,0 mg/L, maka :

$$y = 13.077x - 5.3846$$

$$= 13.077x - 5.3846$$

$$y = 21$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

4. Menghitung nilai perbedaan mutlak antara respon uji (R) dan respon harapan (RH) untuk setiap konsentrasi toksikan.

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.12

5. Menghitung Chi^2 tiap konsentrasi dengan bantuan Nomograf Chi^2 (Lampiran D).

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Proporsi respon harapan, selisih mutlak, dan Chi^2 tumbuhan kayu apu (klorpirifos)

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	Σ biota Uji	Mortalitas tumbuhan	Proporsi Kematian (R)	Proporsi Respom Harapan (RH)	R-RH	chi2
2.0	10	2	20	21	1	0.001
3.0	10	3	30	34	3	0.004
5.0	10	7	70	60	8	0.2
7.0	10	8	80	86	2	0.0035
8.0	10	10	99	99	0	0
Σ variasi =5	50					0.208

Sumber : Hasil Perhitungan

6. Menghitung Chi^2 perhitungan yang mengacu pada Tabel 4.12 menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Chi}^2 \text{ perhitungan} &= (\sum \text{Chi}^2) \times \left(\frac{\sum \text{biota}}{\sum \text{toksikan}} \right) \\ &= 0,208 \times \left(\frac{50}{5} \right)\end{aligned}$$

$$\text{Chi}^2 \text{ perhitungan} = 2,08$$

7. Menghitung tingkat kebebasan (N) untuk memperoleh Chi^2 (95%) yang akan dibandingkan dengan nilai Chi^2 perhitungan. Tingkat kebebasan didapat dengan rumus :

$$N = K - 2, \text{ (K adalah jumlah variasi toksikan)}$$

$$= 5 - 2$$

$$N = 3$$

Selanjutnya nilai tingkat kebebasan (N) digunakan dalam memperoleh Chi^2 (95%) yang dipaparkan pada Tabel 4.6.

Berdasarkan Tabel 4.6 maka nilai $N = 3$ diperoleh nilai Chi^2 (95%) sebesar 7,82.

Keterangan :

- Jika Chi^2 perhitungan $<$ chi^2 (95%) maka garis korelasi konsentrasi efek harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.
- Jika tidak demikian, maka dicoba kembali hingga memenuhi Jika Chi^2 perhitungan $<$ chi^2 (95%).
- Jika dengan banyak perulangan Chi^2 perhitungan $<$ chi^2 (95%) belum terpenuhi, maka uji toksisitas harus diulang.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai Chi^2 perhitungan (2,08) $<$ chi^2 (95%) (7,82), sehingga garis korelasi konsentrasi respon harapan dapat diterima untuk perhitungan lanjut.

8. Menghitung LC-50 berikut batas-batas kepercayaan 95% berdasarkan garis korelasi proporsi respon harapan yang telah didapat.

- Berdasarkan garis korelasi maka ditetapkan batas-batas kepercayaan 95% dari nilai LC-50. Hal ini mengacu pada persamaan garis proporsi respon harapan dengan memasukan nilai LC (sebagai y).

Contoh perhitungan LC-50 :

$$y = 13.077x - 5.3846$$

$$50 = 13.077x - 5.3846$$

$$x = 4,24$$

Nilai batas-batas adalah sebagai berikut :

$$LC-45 = 3,85$$

$$LC-50 = 4,24$$

$$LC-55 = 4,62$$

- Menghitung kemiringan garis korelasi konsentrasi efek harapan.

$$S = \left(\frac{LC55}{LC50} + \frac{LC50}{LC45} \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= \left(\frac{4,62}{4,24} + \frac{4,24}{3,85} \right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 1,09$$

- Menghitung Faktor LC-50

$$F (LC-50) = S \left[\frac{2,77}{N0,5} \right]$$

$$= 1,09 \left[\frac{2,77}{20 \ 0,5} \right]$$

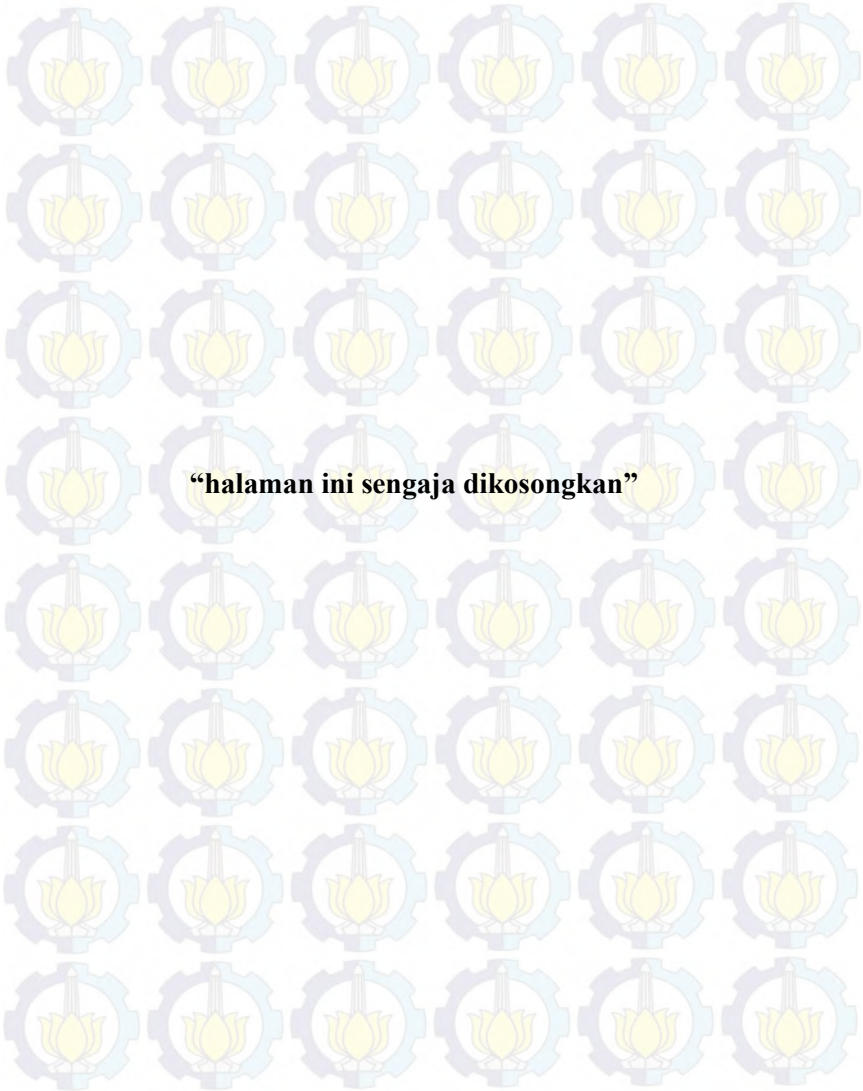
$$= 1,06$$

- Menenghitung batas-batas kepercayaan 95% LC-50

- Batas atas = LC-50 x f
= 4,24 x 1,06
= 4,48

- Batas Bawah = LC-50 : f
= 4,24 : 1,06
= 4

LC-50, 96 jam tumbuhan kayu apu 4,24 mg/L



“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dihasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Uji Toksisitas akut insektisida Diazinon dan Klorpirifos terhadap biota uji ikan guppy dan tumbuhan kayu apu :
 - Nilai *Lethal Concentration-50* insektisida diazinon terhadap biota uji ikan guppy sebesar 1,72 mg/L
 - Nilai *Lethal Concentration-50* insektisida diazinon terhadap biota uji tumbuhan kayu apu sebesar 5,54 mg/L
 - Nilai *Lethal Concentration-50* insektisida klorpirifos terhadap biota uji ikan guppy sebesar 0,74 mg/L
 - Nilai *Lethal Concentration-50* insektisida klorpirifos terhadap biota uji tumbuhan kayu apu sebesar 4,24 mg/L
2. Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa klorpirifos lebih bersifat toksik terhadap ikan maupun tumbuhan dibanding an insektisida diazinon.

5.2 SARAN

1. Melakukan uji toksisitas akut terhadap biota uji lainnya.
2. Melakukan uji toksisitas akut menggunakan insektisida golongan lainnya.
3. Melakukan uji toksisitas terhadap histology dan organ tubuh ikan lainnya.



“Halaman Ini Sengaja Dikосongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Christensen,K, Harper,B, Luukinen,B, Buhl,K, Stone,D. (2009). *Chlorpyrifos Technical Fact Sheet*. National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Service. <http://npic.orst.edu/factsheets/chlorptech.pdf>.
- Hermawanto, T. (2006). *Uji Toksisitas Akut Insektisida Klorpirifos Terhadap Ikan Mujair (Tilapia mossambicus) dan Ikan Tawes (Puntius javanicus, Blkr)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya
- Kurniasari, E. (2003). *Uji Toksisitas Senyawa Orgaofosfat Profenofos Terhadap Ikan Mujair (Oreochromis mossambica)*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- Kusriani, P, Widjanarko, N, Rohmawati. (2012). *Uji Pengaruh Sublethal Pestisida Diazinon 60 EC Terhadap Rasio Konversi Pakan (FCR) dan Pertumbuhan Ikan Mas (Cyprinus carpio L.)*. Jurnal Penelitian Perikanan. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lasut, M, T, Sumilat, D, A, Arbie, D, A. (2002). *Pengaruh Konsentrasi Sublethal Diazinon 60 EC Terhadap Perkembangan Awal Embrio Bulu Babi *Echionomertra Mathaei**. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup & Sumberdaya Alam. Lembaga Penelitian. Universitas Sam Ratulangi. Manado. Indonesia.
- Mangkoediharjo, S. (1999). *Ekotoksikologi dan Keteknikan*. Jurusan Teknik Lingkungan. Surabaya.
- Mangkoedihardjo, S, Samudro, G. (2009). *Ekotoksikologi Teknosfer*. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- NPIC. (2009). *Chlopyrifos Technical Fact Sheet*. 1.800.858.7378

- NPIC. (2009). *Diazinon Technical Fact Sheet*. 1.800.858.7378
- OECD. (1984). *Proceedings of The International Workshop on Biological Testing of Effluents; Biomonitoring*. Canada.
- OECD. (2004). *Detailed Review Paper on Fish Screening Assays for the Detection of Endocrine Active Substances*, No.47. ENV/JM/MONO(2004). pp:18-170.
- Rasmi, W, S. (2006). *Uji Toksisitas Akut Insektisida Klorpirifos dan Profenefos Terhadap Alga Hijau (Chlorella sp)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya
- Sarida M, Tarsim dan Barades E. (2010). *Penggunaan Madu Dalam Produksi Ikan Guppy Jantan (Poecilia reticulata)*. Universitas Lampung
- Sarikaya R, Selvi M, Kocak O, Erkok F. (2007). *Investigation Of Acute Toxicity Of Fenitrothion On Guppies Poecilia Reticulata*. *J Appl Toxicol*. 27 (4) : 318-21. PubMed PMID: 17216606
- Skillcorn Paul, *et. al*. (2005). *Duckweed aquaculture a new aquatic arming system for developing countries*. The International Bank. Washington, DC.
- Soemirat, Juli. (2003). *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Bandung
- Sutisna, HD dan Sutarmanto, R. (1996). *Pembenihan Ikan Air Tawar*. Surabaya.
- Suyanto, S.R. (2003). *Nila*. Edisi ke IX. PT Penebar Swadaya. Jakarta
- Tarwiyah. (2001). *Budi Daya Ikan Hias Live Bearer*. Kantor Deputy Menegistek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Jakarta
- USEPA. (2002). *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluent and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms*. 5th Edition, October 2002.

EPA-821-R-02-012.U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

USEPA. (2006). *Reregistration Eligibility Decision (RED) for Chlorpyrifos*. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substance, office of Pesticides Programs. U.S. Government Printing Office. Washington, DC.

USEPA. (2012). *Step 2 – Dose – Response Assessment*. Diakses pada tanggal 9 April 2014 dari www.epa.gov/risk_assessment/dose-response.htm

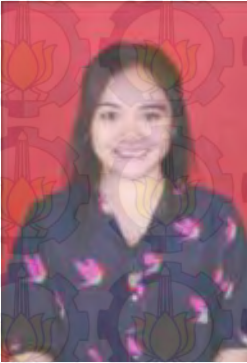
USEPA. (2014). *What is Pesticide ?*. Diakses pada tanggal 27 Maret 2014 dari www.epa.gov/pesticides/about/index.htm

Wudianto, R. (2007). *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta



“Halaman Ini Sengaja Dikосongkan”

BIODATA



Ni Nyoman Yudhi Lestari, lahir di Kota Jakarta, 06 Mei 1992. Anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Ir. I Wayan Puspa dan Ni Ketut Sujanawati. Penulis menempuh pendidikan formal dari TK sampai SMA di Kota Duri-Riau. Lulus dari SMAS Cendana Mandau (2007-2010) penulis mendapatkan kesempatan untuk melanjutkan pendidikan Strata 1 di Jurusan di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP. 3310100025. Penulis aktif di Tim Pembina Kerohanian Hindu ITS. Selama Perkuliahan penulis mendapat pengalaman kegiatan kerja praktek di PT. Chevron Pacific Indonesia (Duri, Riau). Saat memasuki semester delapan, penulis mengambil Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan pendidikan strata 1, dengan judul “Uji Toksisitas Akut Insektisida Diazinon dan Klorpirifos Terhadap Biota Uji Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)” dan berhasil diselesaikan dalam 1 semester.

Email : ninyomanyudhi@gmail.com

LAMPIRAN A
DATA AKLIMATISASI

A.1. AKLIMATISASI RANGE FINDING TEST 1

Tabel A.1. Aklimatisasi *Range Finding Test*

Jenis biota	Parameter	Satuan	Hari ke-						
			1	2	3	4	5	6	7
Ikan Guppy	Suhu	°C	28.6	29	30	30.3	29	29	29.7
	pH		7.43	7.52	7.53	7.6	7.48	7.51	7.49
	DO	mg/L	6.5	-	-	6.2	-	-	6.4
	Kumulatif Kematian Ikan	ekor	1	1	2	2	2	2	3
	% Kematian Ikan	%	0.7	0.7	1.3	1.3	1.3	1.3	2
Kayu Apu	Suhu	°C	29	28	28	30	29	28	29
	pH		7.57	7.44	7.47	7.73	7.61	7.46	7.58
	Kumulatif Kematian tumbuhan	Tumbuhan	0	0	0	0	0	0	0
	% Kematian tumbuhan	%	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel A.2 Aklimatisasi *Acute Toxicity Test* Tumbuhan Kayu Apu

Jenis biota	Parameter	Satuan	Hari ke-						
			1	2	3	4	5	6	7
Ikan Guppy	Suhu	°C	30.1	29	29	29	28	28	29.3
	pH		7.41	7.62	7.53	7.54	7.48	7.51	7.53
	DO	mg/L	6.6	-	-	6.3	-	-	6.7
	Kumulatif Kematian Ikan	ekor	1	1	2	2	2	2	3
	% Kematian Ikan	%	0.7	0.7	1.3	1.3	1.3	1.3	2
Kayu Apu	Suhu	°C	28.3	28	28	29.1	28	29	28.5
	pH		7.43	7.37	7.41	7.67	7.52	7.43	7.51
	Kumulatif Kematian tumbuhan	Tumbuhan	0	0	0	0	0	0	0
	% Kematian tumbuhan	%	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Penelitian

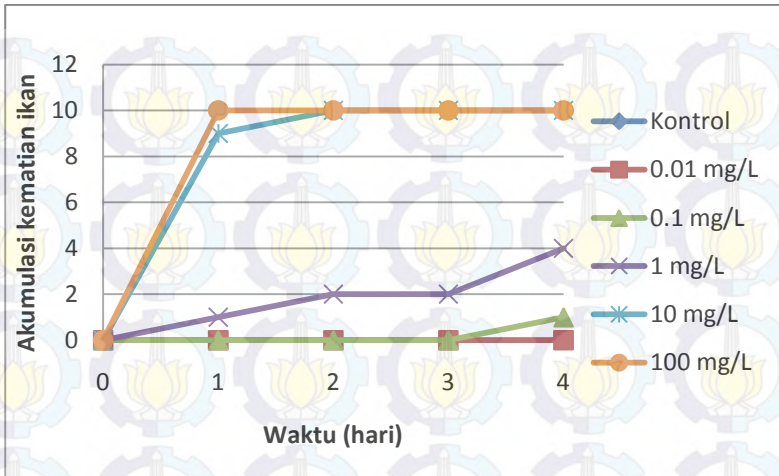
LAMPIRAN B
DATA RANGE FINDING TEST

B.1. Range Finding Test Ikan Guppy

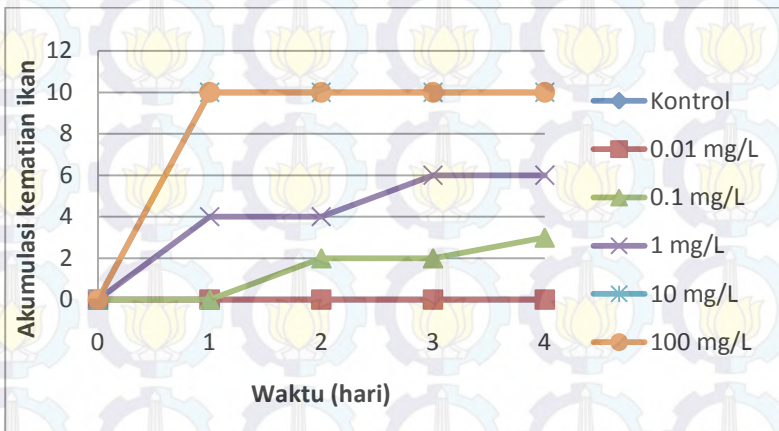
Tabel B.1. Akumulasi kematian ikan guppy

Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	Jumlah awal ikan uji (ekor)	Akumulasi jumlah Kematian Setelah Pemajanan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	10	0	0	0	0
	0.01	10	0	0	0	0
	0.1	10	0	0	0	1
	1	10	1	2	2	4
	10	10	9	10	10	10
	100	10	10	10	10	10
Klorpirifos	0	10	0	0	0	0
	0.01	10	0	0	0	0
	0.1	10	0	2	2	3
	1	10	4	4	6	6
	10	10	10	10	10	10
	100	10	10	10	10	10

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar B.1 Grafik akumulasi Kematian ikan akibat paparan insektisida diazinon



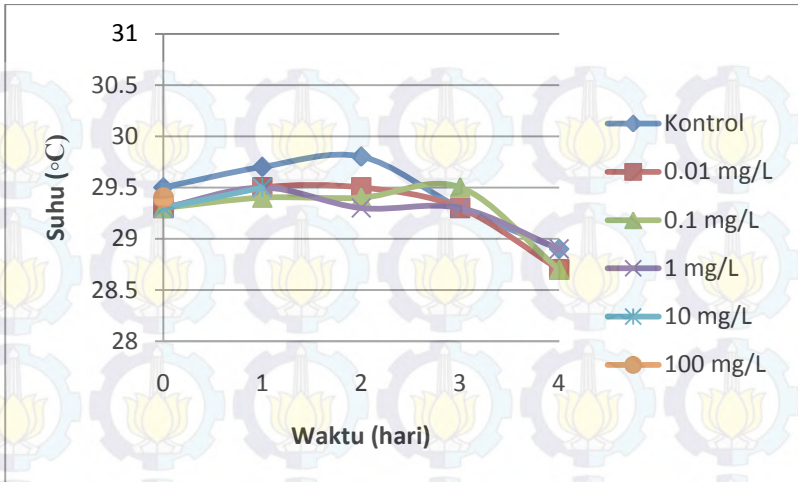
Gambar B.2 Grafik akumulasi Kematian ikan akibat paparan insektisida Klorpirifos

Tabel B.2. Data suhu ikan guppy pada range finding test

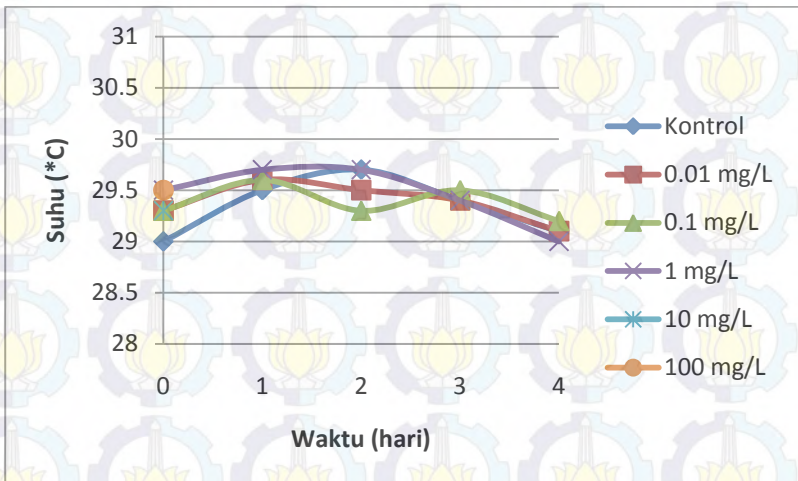
Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	Suhu Awal	Suhu setelah paparan (°C)			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	29.5	29.7	29.8	29.3	28.9
	0.01	29.3	29.5	29.5	29.3	28.7
	0.1	29.3	29.4	29.4	29.5	28.7
	1	29.3	29.5	29.3	29.3	28.9
	10	29.3	29.5	-	-	-
	100	29.4	-	-	-	-
Klorpirifos	0	29	29.5	29.7	29.4	29.1
	0.01	29.3	29.6	29.5	29.4	29.1
	0.1	29.3	29.6	29.3	29.5	29.2
	1	29.5	29.7	29.7	29.4	29
	10	29.3	-	-	-	-
	100	29.5	-	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua ikan sudah mati



Gambar B.3 Rata-rata perubahan suhu ikan akibat pajanan insektisida diazinon



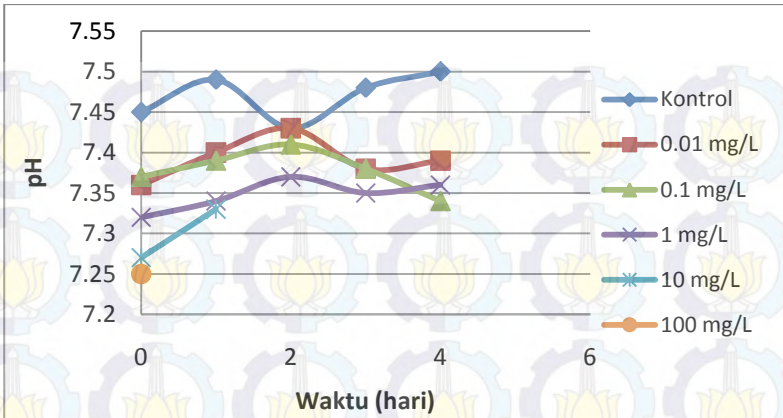
Gambar B.4 Rata-rata perubahan suhu ikan akibat pajanan insektisida klorpirifos

Tabel B.3. Data pH ikan guppy pada *range finding test*

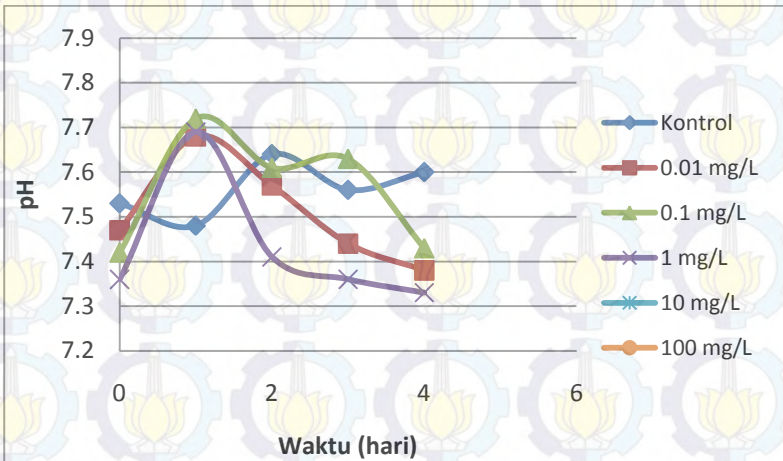
Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	pH Awal	pH Setelah Pemajanan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	7.45	7.49	7.43	7.48	7.50
	0.01	7.36	7.40	7.43	7.38	7.39
	0.1	7.37	7.39	7.41	7.38	7.34
	1	7.32	7.34	7.37	7.35	7.36
	10	7.27	7.33	-	-	-
	100	7.25	-	-	-	-
Klorpirifos	0	7.53	7.48	7.64	7.56	7.60
	0.01	7.47	7.68	7.57	7.44	7.38
	0.1	7.42	7.72	7.61	7.63	7.43
	1	7.36	7.69	7.41	7.36	7.33
	10	6.73	-	-	-	-
	100	6.35	-	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua ikan sudah mati



Gambar B.5 Rata-rata perubahan pH ikan akibat pajanan insektisida diazinon

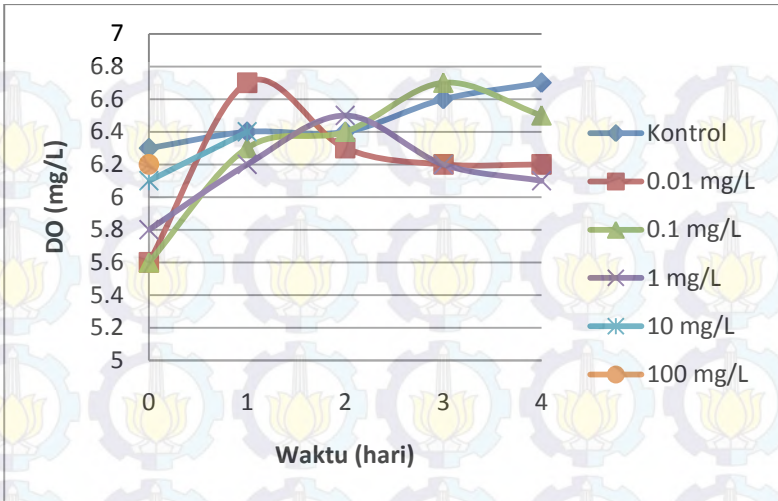


Gambar B.6 Rata-rata perubahan pH ikan akibat pajanan insektisida klorpirifos

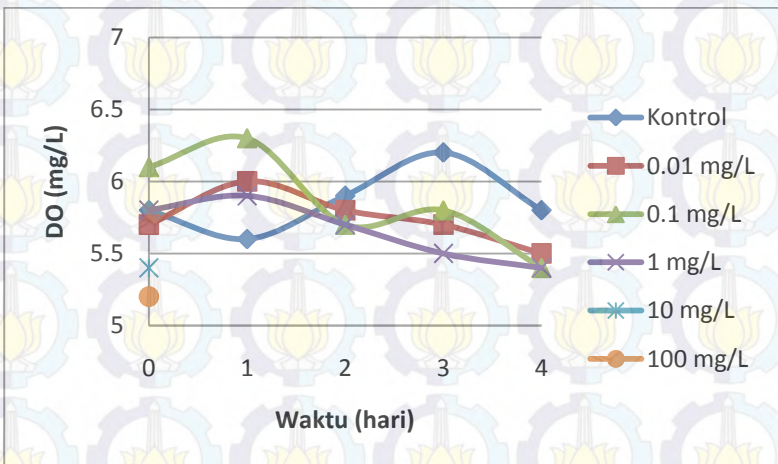
Tabel B.4. Data DO ikan guppy pada range finding test

Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	DO Awal	DO Setelah Pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	6.3	6.4	6.4	6.6	6.7
	0.01	5.6	6.7	6.3	6.2	6.2
	0.1	5.6	6.3	6.4	6.7	6.5
	1	5.8	6.2	6.5	6.2	6.1
	10	6.1	6.4	-	-	-
	100	6.2	-	-	-	-
Klorpirifos	0	5.8	5.6	5.9	6.2	5.8
	0.01	5.7	6	5.8	5.7	5.5
	0.1	6.1	6.3	5.7	5.8	5.4
	1	5.8	5.9	5.7	5.5	5.4
	10	5.4	-	-	-	-
	100	5.2	-	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar B.7 Rata-rata perubahan DO pada media ikan akibat pajanan insektisida diazinon



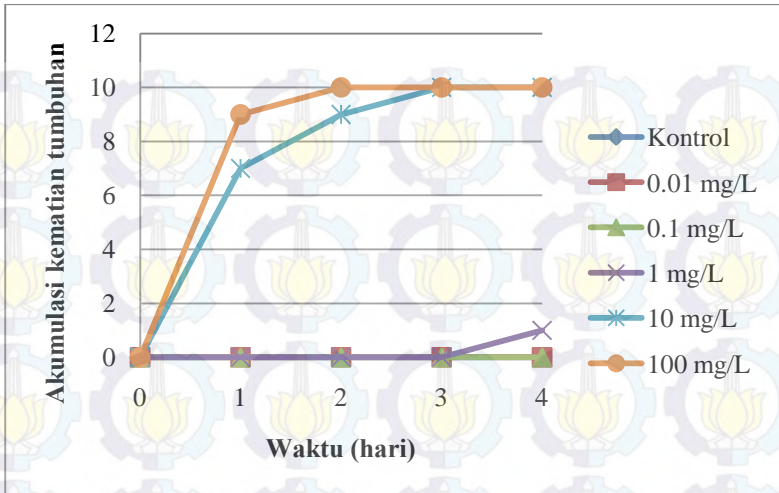
Gambar B.8 Rata-rata perubahan DO pada media ikan akibat pajanan insektisida klorpirifos

B.2. Range Finding Test Tumbuhan Kayu Apu

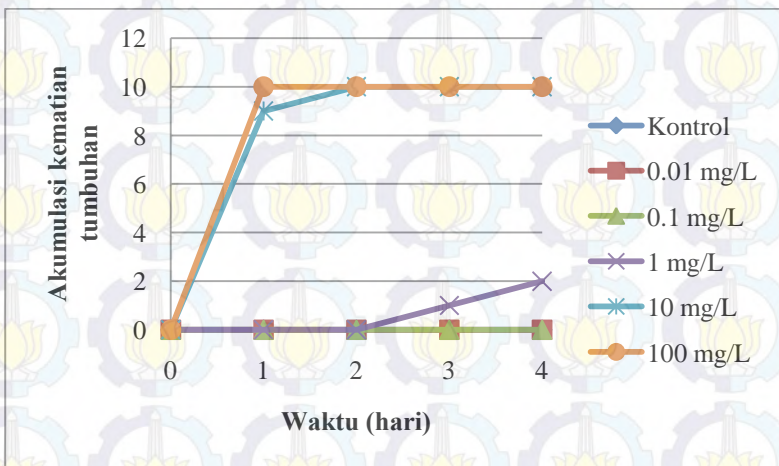
Tabel B.5. Akumulasi kematian tumbuhan kayu apu

Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	Jumlah awal tumbuhan uji (biji)	Akumulasi jumlah Kematian Setelah Pemajanan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	10	0	0	0	0
	0.01	10	0	0	0	0
	0.1	10	0	0	0	0
	1	10	0	0	0	1
	10	10	7	9	10	10
	100	10	9	10	10	10
Klorpirifos	0	10	0	0	0	0
	0.01	10	0	0	0	0
	0.1	10	0	0	0	0
	1	10	0	0	1	2
	10	10	9	10	10	10
	100	10	10	10	10	10

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar B.9 Grafik akumulasi Kematian tumbuhan kayu apu akibat pajanan insektisida diazinon



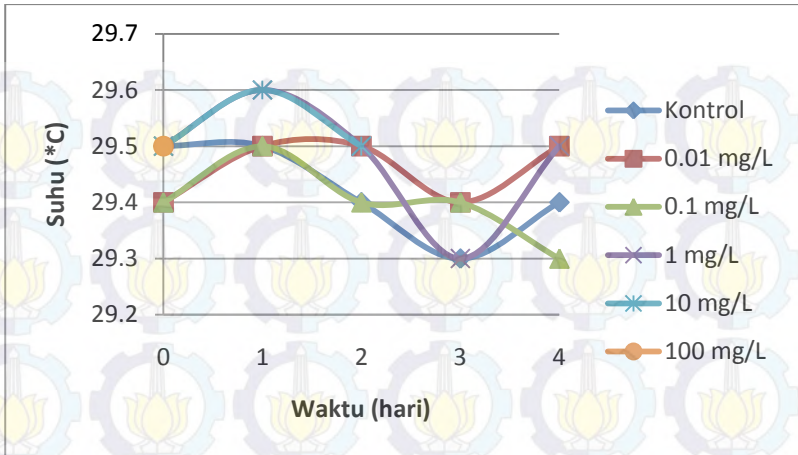
Gambar B.10 Grafik akumulasi Kematian tumbuhan kayu apu akibat pajanan insektisida Klorpirifos

Tabel B.6 Data suhu tumbuhan pada range finding test

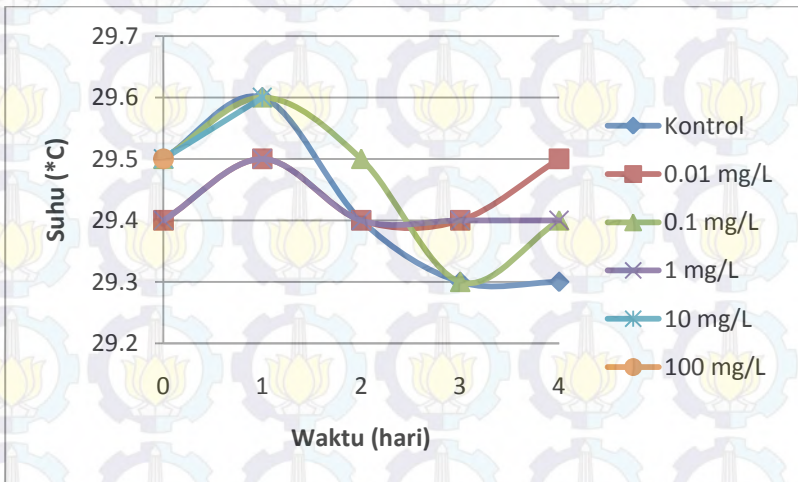
Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	Suhu Awal	Suhu Setelah Pemajanan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	29.5	29.5	29.4	29.3	29.4
	0.01	29.4	29.5	29.5	29.4	29.5
	0.1	29.4	29.5	29.4	29.4	29.3
	1	29.5	29.6	29.5	29.3	29.5
	10	29.5	29.6	29.5	-	-
	100	29.6	29.5	-	-	-
Klorpirifos	0	29.5	29.6	29.4	29.3	29.3
	0.01	29.4	29.5	29.4	29.4	29.5
	0.1	29.5	29.6	29.5	29.3	29.4
	1	29.4	29.5	29.4	29.4	29.4
	10	29.5	29.6	-	-	-
	100	29.5	-	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua ikan sudah mati



Gambar B.11 Rata-rata perubahan suhu tumbuhan akibat pajanan insektisida diazinon



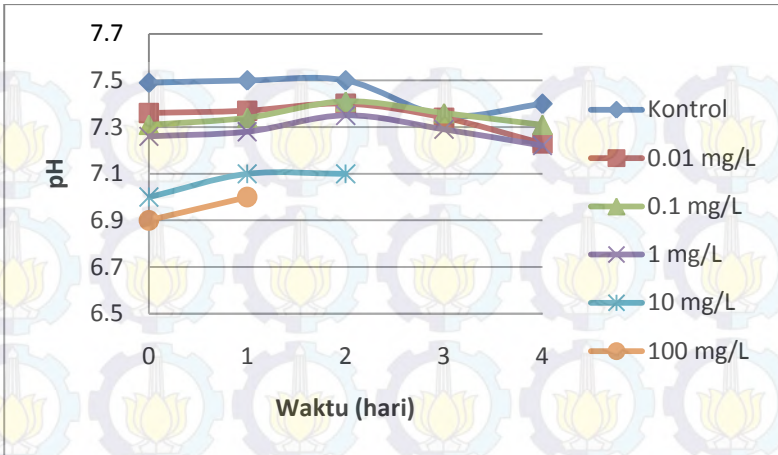
Gambar B.12 Rata-rata perubahan suhu tumbuhan akibat pajanan insektisida klorpirifos

Tabel B.7 Data pH tumbuhan pada range finding test

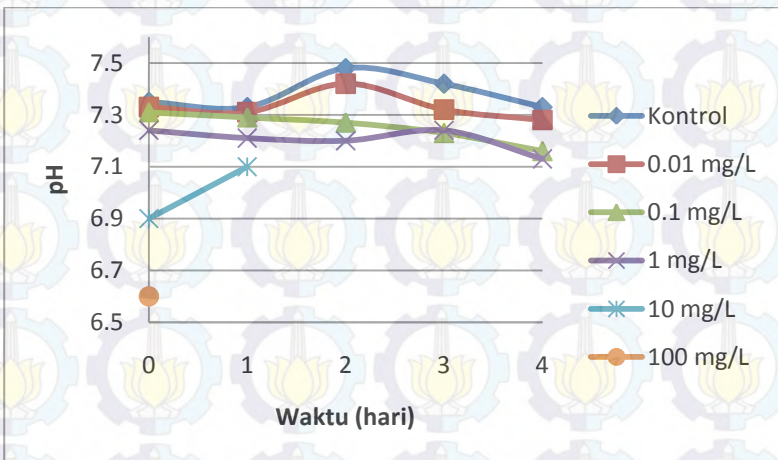
Jenis Insektisida	Konsentrasi (mg/L)	pH Awal	pH Setelah Pemajanan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Diazinon	0	7.49	7.5	7.5	7.35	7.4
	0.01	7.36	7.37	7.4	7.34	7.23
	0.1	7.31	7.34	7.41	7.36	7.31
	1	7.26	7.28	7.35	7.29	7.22
	10	7	7.1	7.1	-	-
	100	6.9	7.0	-	-	-
Klorpirifos	0	7.35	7.33	7.48	7.42	7.33
	0.01	7.33	7.31	7.42	7.32	7.28
	0.1	7.31	7.29	7.27	7.23	7.16
	1	7.24	7.21	7.2	7.24	7.13
	10	6.9	7.1	-	-	-
	100	6.6	-	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua ikan sudah mati



Gambar B.13 Rata-rata perubahan pH tumbuhan akibat pajanan insektisida diazinon



Gambar B.14 Rata-rata perubahan pH tumbuhan akibat pajanan insektisida klorpirifos

LAMPIRAN C
DATA ACUTE TOXICITY TEST

C.1. Acute Toxicity Test Ikan Guppy

Tabel C.1. Akumulasi kematian ikan akibat paparan insektisida diazinon

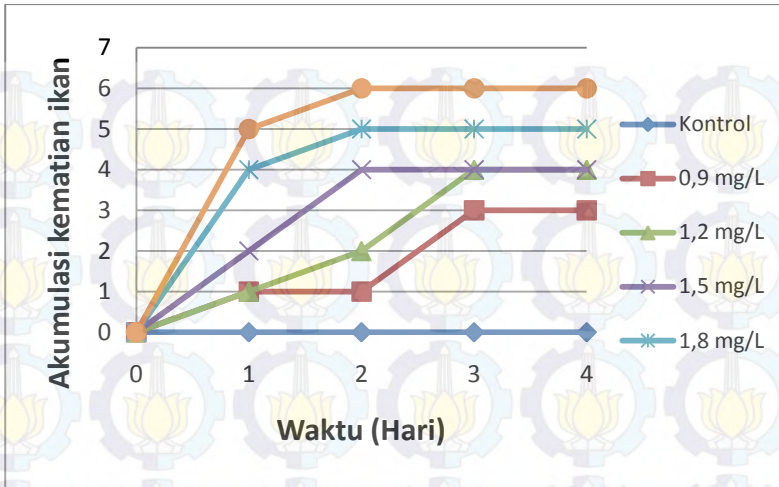
Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Jumlah awall ikan uji	Akumulasi jumlah kematian ikan setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	10	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0
	Rata-rata		0	0	0	0
0.9	A	10	0	1	3	3
	B	10	1	1	3	3
	Rata-rata		1	1	3	3
1.2	A	10	1	1	3	4
	B	10	1	3	3	4
	Rata-rata		1	2	3	4
1.5	A	10	2	3	4	4
	B	10	2	4	4	4
	Rata-rata		2	4	4	4
1.8	A	10	4	4	5	5
	B	10	4	5	5	5
	Rata-rata		4	5	5	5
2.0	A	10	5	5	6	6
	B	10	5	6	6	6
	Rata-rata		5	6	6	6

Sumber : Hasil Penelitian

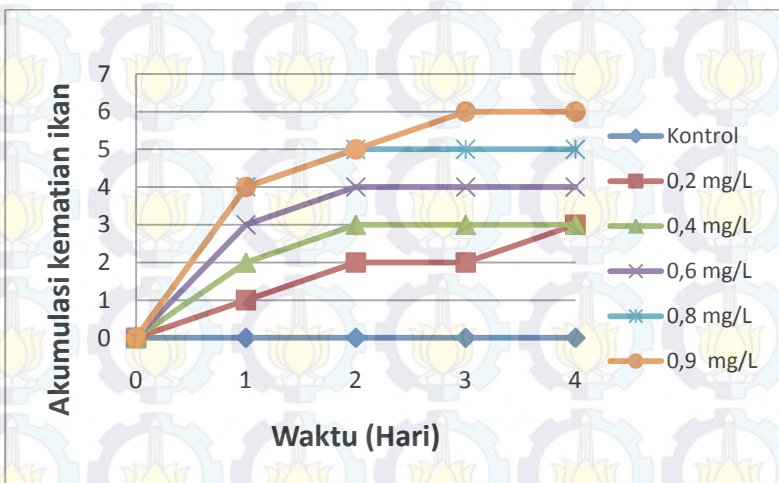
Tabel C.2. Akumulasi kematian ikan akibat paparan insektisida klorpirifos

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Jumlah awal ikan uji	Akumulasi jumlah kematian ikan setelah paparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	10	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0
	Rata-rata		0	0	0	0
0.2	A	10	1	1	2	3
	B	10	1	2	2	3
	Rata-rata		1	2	2	3
0.4	A	10	2	3	3	3
	B	10	2	2	2	3
	Rata-rata		2	3	3	3
0.6	A	10	3	3	4	4
	B	10	3	4	4	4
	Rata-rata		3	4	4	4
0.8	A	10	4	5	5	5
	B	10	4	4	5	5
	Rata-rata		4	5	5	5
0.9	A	10	4	5	6	6
	B	10	4	4	5	6
	Rata-rata		4	5	6	6

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar C.1 Rata-rata kematian ikan akibat pajanan insektisida diazinon



Gambar C.2 Rata-rata kematian ikan akibat pajanan insektisidaklorpirifos

Tabel C.3. Data suhu rata-rata (insektisida diazinon) pada media ikan guppy

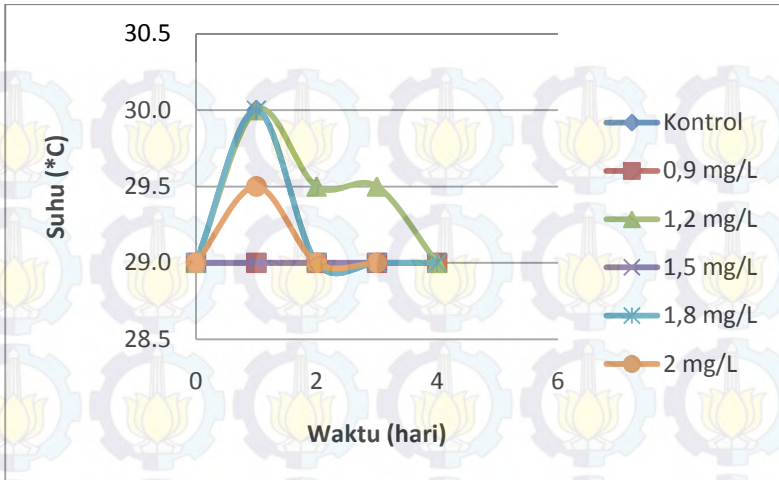
Konsentras i toksikan (mg/L)	Replikasi	Suhu Awal	Suhu setelah pemaparan (°C)			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	29	30	29	29	29
	B	29	30	29	29	29
	Rata-rata	29.0	30.0	29.0	29.0	29.0
0.9	A	29	29	29	29	29
	B	29	29	29	29	29
	Rata-rata	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
1,2	A	29	30	30	30	29
	B	29	30	29	29	29
	Rata-rata	29.0	30.0	29.5	29.5	29.0
1,5	A	29	29	29	29	29
	B	29	29	29	29	29
	Rata-rata	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
1,8	A	29	30	29	29	29
	B	29	30	29	29	29
	Rata-rata	29.0	30.0	29.0	29.0	29.0
2,0	A	29	29	29	29	-
	B	29	30	29	29	-
	Rata-rata	29.0	29.5	29.0	29.0	-

Sumber : Hasil Penelitian
(-) : Semua ikan sudah mati

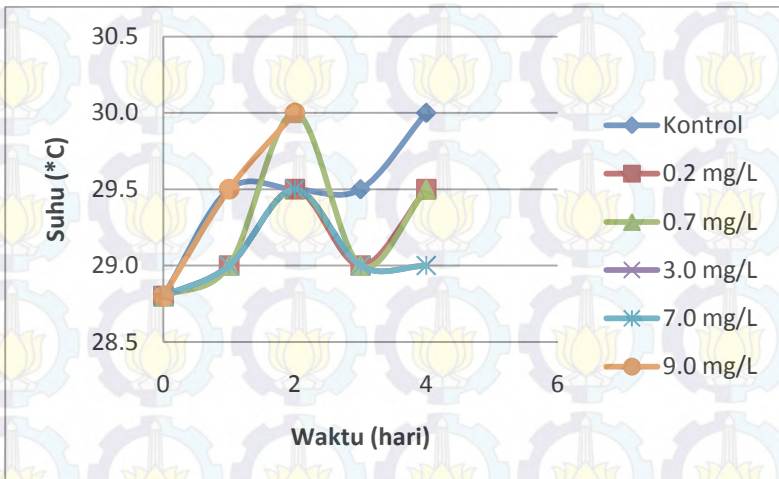
Tabel C.4. Data suhu rata-rata (insektisida klorpirifos) pada media ikan guppy

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Suhu Awal	Suhu setelah pemaparan (°C)			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	29	29	29	30	30
	B	29	30	30	29	30
	Rata-rata	28.8	29.5	29.5	29.5	30.0
0.2	A	29	29	30	29	30
	B	29	29	29	29	29
	Rata-rata	28.8	29.0	29.5	29.0	29.5
0,4	A	29	29	30	29	29
	B	29	29	30	29	30
	Rata-rata	28.8	29.0	30.0	29.0	29.5
0,6	A	29	29	29	29	29
	B	29	29	30	29	29
	Rata-rata	28.8	29.0	29.5	29.0	29.0
0,8	A	29	29	29	29	29
	B	29	29	30	29	29
	Rata-rata	28.8	29.0	29.5	29.0	29.0
0,9	A	29	29	30	-	-
	B	29	30	30	-	-
	Rata-rata	28.8	29.5	30.0	-	-

Sumber : Hasil Penelitian
 (-) : Semua ikan sudah mati



Gambar C.3 Rata-rata perubahan suhu pada media ikan akibat pajanan insektisida diazinon



Gambar C.4 Rata-rata perubahan suhu pada media ikan akibat pajanan insektisidaklorpirifos

Tabel C.5. Data pH rata-rata (insektisida diazinon) pada media ikan guppy

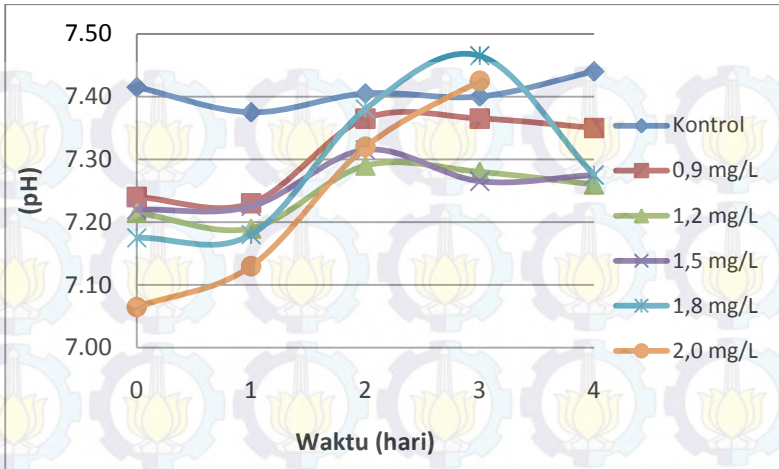
Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	pH Awal	pH setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	7.43	7.39	7.47	7.45	7.47
	B	7.40	7.36	7.34	7.35	7.41
	Rata-rata	7.42	7.38	7.41	7.40	7.44
0.9	A	7.12	7.05	7.44	7.41	7.35
	B	7.36	7.41	7.29	7.32	7.35
	Rata-rata	7.24	7.23	7.37	7.37	7.35
1.2	A	7.03	7.01	7.25	7.21	7.16
	B	7.40	7.37	7.33	7.35	7.36
	Rata-rata	7.22	7.19	7.29	7.28	7.26
1.5	A	7.06	7.10	7.35	7.28	7.25
	B	7.38	7.35	7.28	7.25	7.30
	Rata-rata	7.22	7.23	7.32	7.27	7.28
1.8	A	7.10	7.15	7.46	7.40	7.35
	B	7.25	7.21	7.30	7.53	7.20
	Rata-rata	7.18	7.18	7.38	7.47	7.28
2.0	A	6.94	7.03	7.32	7.26	7.30
	B	7.19	7.23	7.32	7.59	-
	Rata-rata	7.07	7.13	7.32	7.43	-

Sumber : Hasil Penelitian
 (-) : Semua ikan sudah mati

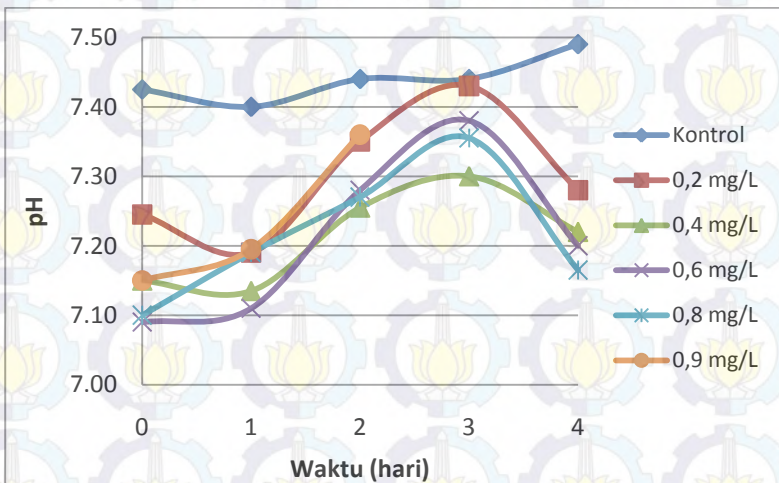
Tabel C.6. Data pH rata-rata (insektisida klorpirifos) pada media ikan guppy

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	pH Awal	pH setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0,0	A	7.41	7.43	7.47	7.49	7.54
	B	7.44	7.37	7.41	7.39	7.44
	Rata-rata	7.43	7.40	7.44	7.44	7.49
0,2	A	7.16	7.07	7.35	7.33	7.29
	B	7.33	7.31	7.35	7.53	7.27
	Rata-rata	7.25	7.19	7.35	7.43	7.28
0,4	A	7.05	7.03	7.26	7.25	7.18
	B	7.25	7.24	7.25	7.35	7.26
	Rata-rata	7.15	7.14	7.26	7.30	7.22
0,6	A	6.95	7.01	7.24	7.21	7.15
	B	7.23	7.21	7.32	7.55	7.25
	Rata-rata	7.09	7.11	7.28	7.38	7.20
0,8	A	7.02	7.18	7.23	7.13	7.08
	B	7.18	7.20	7.31	7.58	7.25
	Rata-rata	7.10	7.19	7.27	7.36	7.17
0,9	A	7.10	7.14	7.31	7.32	7.31
	B	7.20	7.25	7.41	-	-
	Rata-rata	7.15	7.20	7.36	-	-

Sumber : Hasil Penelitian
 (-) : Semua ikan sudah mati



Gambar C.5 Rata-rata perubahan pH pada media ikan akibat pajanan insektisida diazinon



Gambar C.6 Rata-rata perubahan pH pada media ikan akibat pajanan insektisidaktorpirifos

Tabel C.7. Data DO rata-rata (insektisida diazinon) pada media ikan guppy

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	DO Awal	DO setelah pemaparan (mg/L)			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0,0	A	6.3	6.2	6.0	6.1	6.1
	B	5.5	5.7	5.8	5.8	5.6
	Rata-rata	5.9	6.0	5.9	6.0	5.9
0,9	A	5.7	5.8	5.7	5.8	6.1
	B	4.9	5.3	5.4	5.8	5.8
	Rata-rata	5.3	5.6	5.6	5.8	6.0
1,2	A	5.2	5.3	5.7	5.8	5.8
	B	5.3	5.5	5.7	6.5	5.8
	Rata-rata	5.3	5.4	5.7	6.2	5.8
1,5	A	5.4	5.3	5.4	5.8	5.5
	B	5.5	5.7	5.7	6.2	6.0
	Rata-rata	5.5	5.5	5.6	6.0	5.8
1,8	A	5.3	5.2	5.0	5.7	5.5
	B	5.4	5.5	5.8	5.5	5.3
	Rata-rata	5.4	5.4	5.4	5.6	5.4
2,0	A	5.2	5.0	5.5	5.9	5,8
	B	5.3	5.3	5.8	5.6	-
	Rata-rata	5.3	5.2	5.7	5.8	-

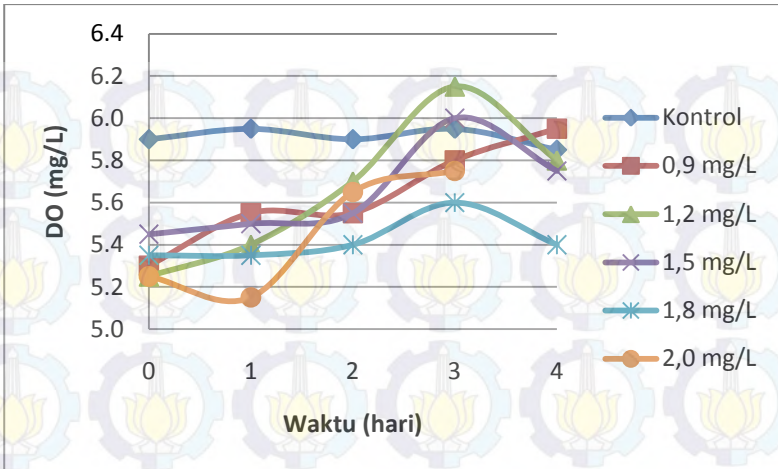
Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua ikan sudah mati

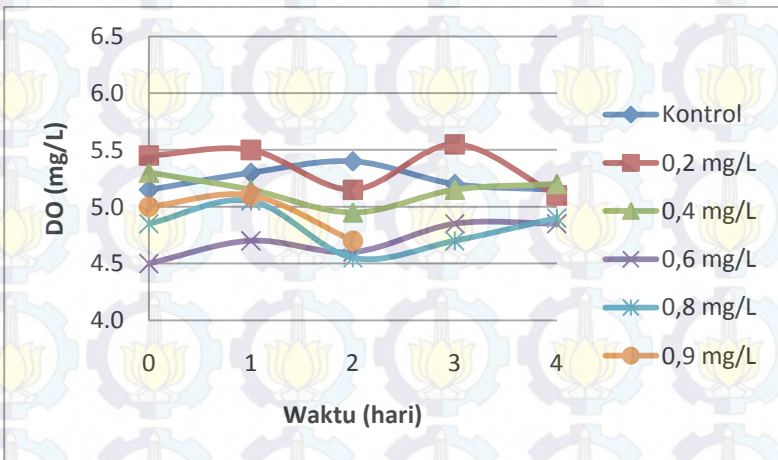
Tabel C.8. Data DO rata-rata (insektisida klorpirifos) pada media ikan guppy

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	DO Awal	DO setelah pemaparan (mg/L)			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0,0	A	5.1	5.2	5.5	5.0	5.5
	B	5.2	5.4	5.3	5.4	4.8
	Rata-rata	5.2	5.3	5.4	5.2	5.2
0,2	A	5.5	5.7	6.0	5.8	5.0
	B	5.4	5.3	4.3	5.3	5.2
	Rata-rata	5.5	5.5	5.2	5.6	5.1
0,4	A	5.3	5.2	5.0	5.2	5.2
	B	5.3	5.1	4.9	5.1	5.2
	Rata-rata	5.3	5.2	5.0	5.2	5.2
0,6	A	4.5	4.7	4.7	4.5	4.4
	B	4.5	4.7	4.5	5.2	5.3
	Rata-rata	4.5	4.7	4.6	4.9	4.9
0,8	A	4.8	5.0	4.6	4.5	5.1
	B	4.9	5.1	4.5	4.9	4.7
	Rata-rata	4.9	5.1	4.6	4.7	4.9
0,9	A	4.1	4.5	5.3	4.8	5.4
	B	5.0	5.1	4.7	-	-
	Rata-rata	4.6	4.8	5.0	-	-

Sumber : Hasil Penelitian
 (-) : Semua ikan sudah mati



Gambar C.7 Rata-rata perubahan DO pada media ikan akibat pajanan insektisida diazinon



Gambar C.8 Rata-rata perubahan DO pada media ikan akibat pajanan insektisida klorpirifos

C.2. Acute Toxicity Test Tumbuhan Kayu Apu

Tabel C.9. Akumulasi rata-rata kematian tumbuhan kayu apu (insektisida diazinon)

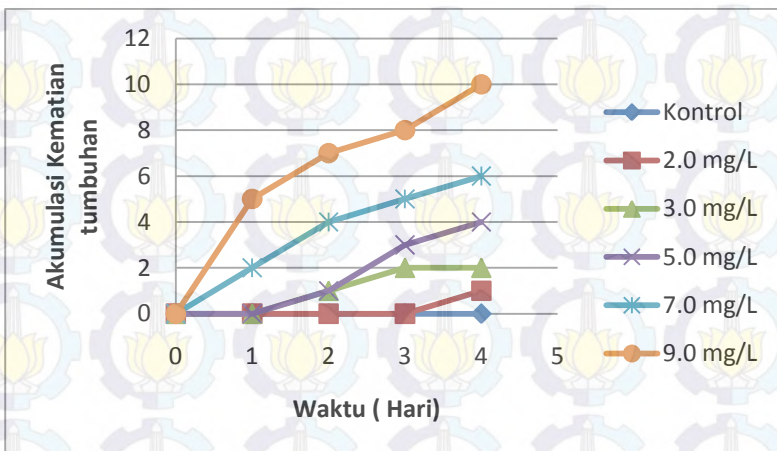
Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Jumlah awal tumbuhan uji	Akumulasi jumlah kematian tumbuhan setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	10	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0
	Rata-rata			0	0	0
2.0	A	10	0	0	0	1
	B	10	0	0	1	1
	Rata-rata			0	0	1
3.0	A	10	0	0	1	2
	B	10	0	0	2	2
	Rata-rata			0	1	2
5.0	A	10	0	1	2	3
	B	10	1	1	3	4
	Rata-rata			0	1	3
7.0	A	10	2	3	4	5
	B	10	2	4	4	5
	Rata-rata			2	4	5
9.0	A	10	5	7	7	9
	B	10	4	7	9	10
	Rata-rata			5	7	8

Sumber : Hasil Penelitian

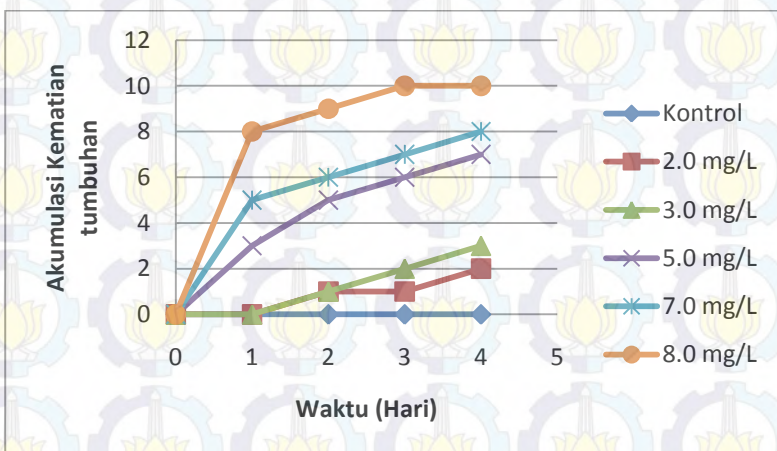
Tabel C.10. Akumulasi rata-rata kematian tumbuhan kayu apu (insektisida klorpirifos)

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Jumlah awal tumbuhan uji	Akumulasi jumlah kematian tumbuhan setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	10	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0
	Rata-rata		0	0	0	0
2.0	A	10	0	1	1	1
	B	10	0	1	1	2
	Rata-rata		0	1	1	2
3.0	A	10	0	1	1	3
	B	10	0	1	2	3
	Rata-rata		0	1	2	3
5.0	A	10	2	4	6	6
	B	10	3	5	6	7
	Rata-rata		3	5	6	7
7.0	A	10	4	5	7	8
	B	10	5	6	7	8
	Rata-rata		5	6	7	8
8.0	A	10	8	9	10	10
	B	10	8	9	9	9
	Rata-rata		8	9	10	10

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar C.9 Grafik akumulasi Kematian tumbuhan kayu apu akibat pajanan insektisida diazinon



Gambar C.10 Grafik akumulasi Kematian tumbuhan kayu apu akibat pajanan insektisida Klorpirifos

Tabel C.11 Data rata-rata perubahan suhu media tumbuhan (insektisida diazinon) pada *Acute Toxicity Test*

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Suhu Awal	Suhu setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	29.3	29.5	29.7	30.1	29.5
	B	29.5	29.3	29.1	28.7	29.1
	Rata-rata	29.4	29.4	29.4	29.4	29.3
2.0	A	29.5	29.4	29.6	29.7	29.4
	B	29.5	29.5	29.3	29.3	29.3
	Rata-rata	29.5	29.5	29.5	29.5	29.4
3.0	A	29.5	29.3	29.5	29.7	29.6
	B	29.7	29.5	29.4	29.4	29.2
	Rata-rata	29.6	29.4	29.5	29.6	29.4
5.0	A	29.3	29.3	29.6	29.4	29.5
	B	29.5	29.3	29.1	29.5	29.4
	Rata-rata	29.4	29.3	29.4	29.5	29.5
7.0	A	29.5	29.3	29.7	30	29.6
	B	29.5	29.4	29.1	29	29.3
	Rata-rata	29.5	29.4	29.4	29.5	29.5
9.0	A	29.4	29.3	29.6	29.8	-
	B	29.7	29.7	29.4	29.3	-
	Rata-rata	29.6	29.5	29.5	29.6	-

Sumber : Hasil Penelitian

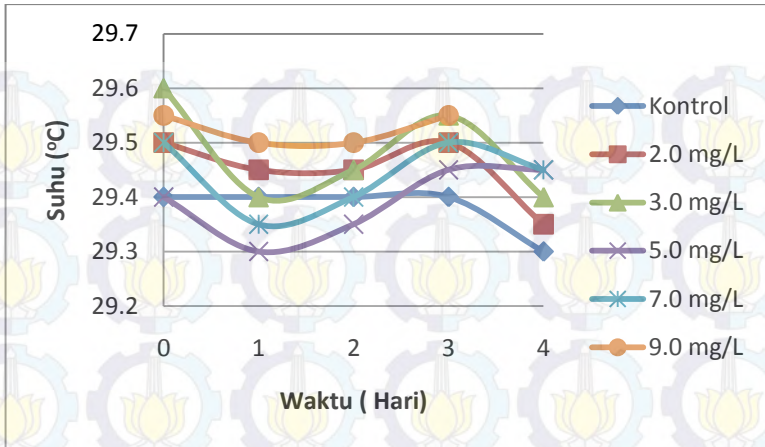
(-) : Semua tumbuhan sudah mati

Tabel C.12 Data rata-rata perubahan suhu media tumbuhan (insektisida klorpirifos) pada *Acute Toxicity Test*

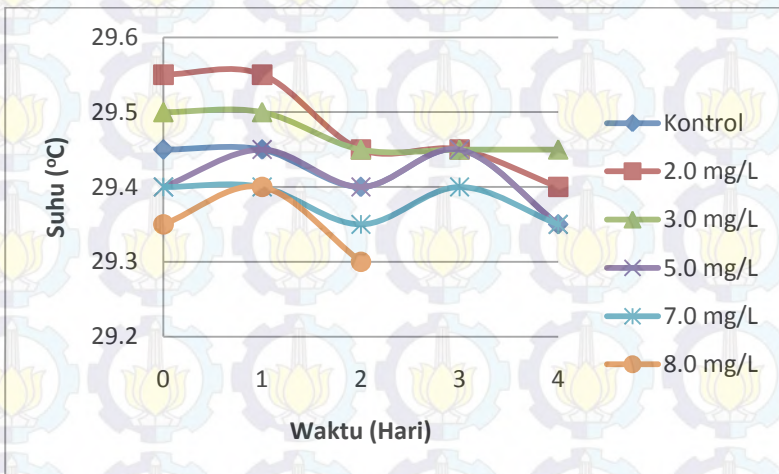
Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	Suhu Awal	Suhu setelah paparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	29	30	30	30	29
	B	30	29	29	29	29
	Rata-rata	29.5	29.5	29.4	29.5	29.4
2.0	A	30	30	30	30	30
	B	30	30	29	29	29
	Rata-rata	29.6	29.6	29.5	29.5	29.4
3.0	A	30	29	30	30	29
	B	30	30	29	29	30
	Rata-rata	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
5.0	A	29	29	30	30	30
	B	29	30	29	29	29
	Rata-rata	29.4	29.5	29.4	29.5	29.4
7.0	A	29	29	30	30	30
	B	30	30	29	29	29
	Rata-rata	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
8.0	A	29	30	29	-	-
	B	29	29	29	-	-
	Rata-rata	29.4	29.4	29.3	-	-

Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua tumbuhan sudah mati



Gambar C.11 Rata-rata perubahan suhu tumbuhan akibat paparan insektisida diazinon



Gambar C.12 Rata-rata perubahan suhu tumbuhan akibat paparan insektisida klorpirifos

Tabel C.13 Data rata-rata perubahan pH media tumbuhan (insektisida diazinon) pada *Acute Toxicity Test*

Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	pH Awal	pH setelah paparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	7.4	7.38	7.35	7.33	7.34
	B	7.41	7.35	7.4	7.34	7.35
	Rata-rata	7.41	7.37	7.38	7.34	7.35
2.0	A	7.37	7.34	7.31	7.27	7.25
	B	7.38	7.35	7.3	7.25	7.27
	Rata-rata	7.38	7.35	7.31	7.26	7.26
3.0	A	7.34	7.33	7.32	7.3	7.25
	B	7.35	7.29	7.28	7.26	7.26
	Rata-rata	7.35	7.31	7.30	7.28	7.26
5.0	A	7.29	7.28	7.25	7.23	7.22
	B	7.32	7.29	7.26	7.24	7.21
	Rata-rata	7.31	7.29	7.26	7.24	7.22
7.0	A	7.28	7.25	7.24	7.21	7.19
	B	7.29	7.27	7.25	7.2	7.17
	Rata-rata	7.29	7.26	7.25	7.21	7.18
9.0	A	7.24	7.23	7.21	7.22	-
	B	7.25	7.2	7.19	7.17	-
	Rata-rata	7.25	7.22	7.20	7.20	-

Sumber : Hasil Penelitian

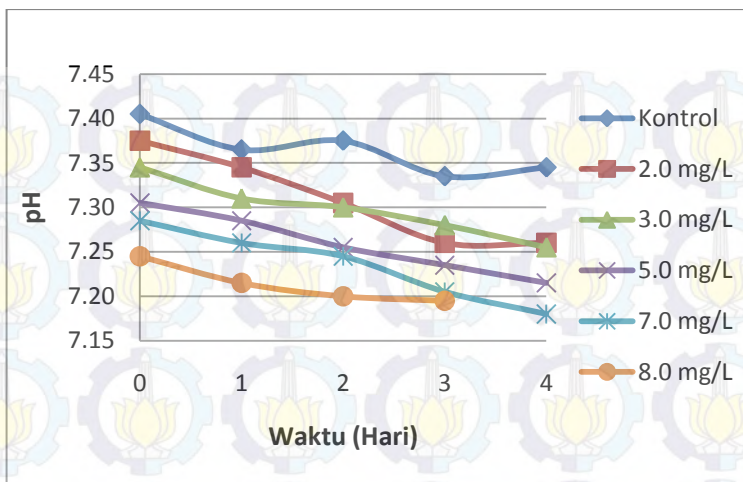
(-) : Semua tumbuhan sudah mati

Tabel C.14 Data rata-rata perubahan pH media tumbuhan (insektisida Klorpirifos) pada *Acute Toxicity Test*

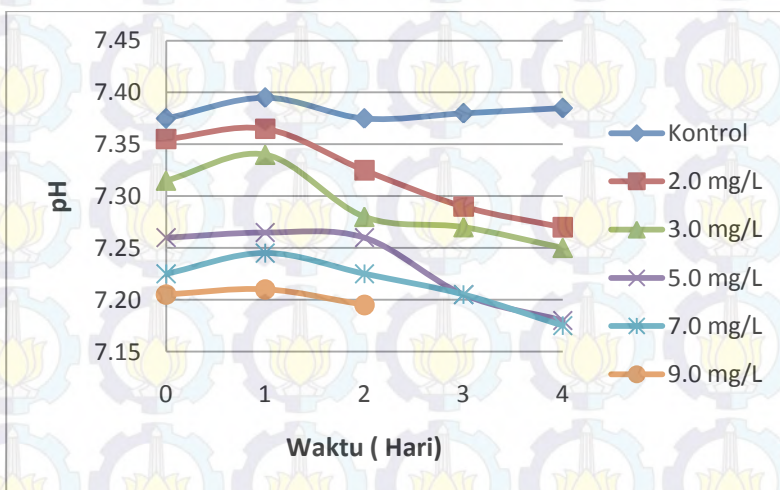
Konsentrasi toksikan (mg/L)	Replikasi	pH Awal	pH setelah pemaparan			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0.0	A	7.40	7.40	7.40	7.34	7.40
	B	7.35	7.39	7.35	7.42	7.37
	Rata-rata	7.38	7.40	7.38	7.38	7.39
2.0	A	7.35	7.34	7.31	7.28	7.28
	B	7.36	7.39	7.34	7.30	7.26
	Rata-rata	7.36	7.37	7.33	7.29	7.27
3.0	A	7.31	7.33	7.30	7.28	7.26
	B	7.32	7.35	7.26	7.26	7.24
	Rata-rata	7.32	7.34	7.28	7.27	7.25
5.0	A	7.27	7.26	7.28	7.21	7.19
	B	7.25	7.27	7.24	7.20	7.17
	Rata-rata	7.26	7.27	7.26	7.21	7.18
7.0	A	7.24	7.28	7.25	7.23	7.19
	B	7.21	7.21	7.20	7.18	7.16
	Rata-rata	7.23	7.25	7.23	7.21	7.18
8.0	A	7.20	7.22	7.20	-	-
	B	7.21	7.20	7.19	-	-
	Rata-rata	7.21	7.21	7.20	-	-

Sumber : Hasil Penelitian

(-) : Semua tumbuhan sudah mati

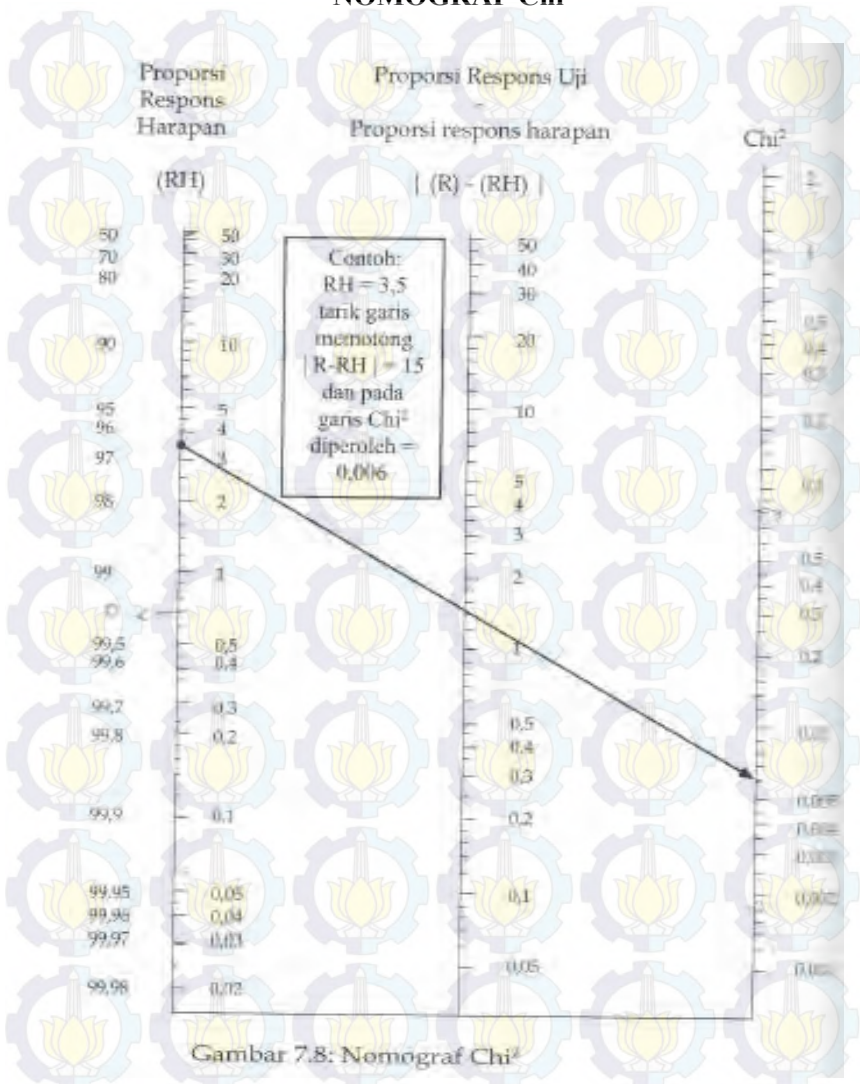


Gambar C.11 Rata-rata perubahan suhu tumbuhan akibat paparan insektisida diazinon



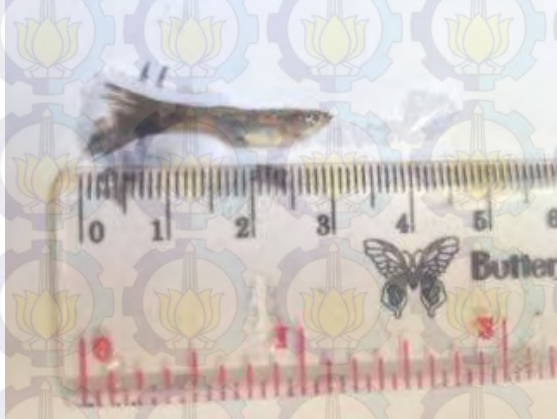
Gambar C.12 Rata-rata perubahan suhu tumbuhan akibat paparan insektisida klorpirifos

LAMPIRAN D NOMOGRAF χ^2



Sumber : Mangkoedihardjo dan Samudro, 2009

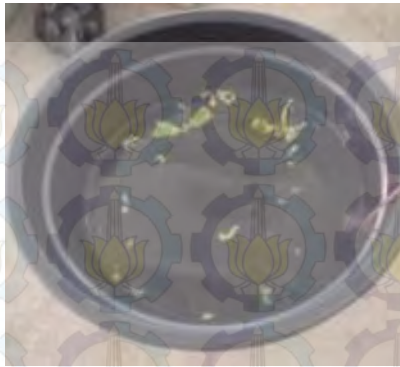
LAMPIRAN E
FOTO-FOTO PENELITIAN



Gambar E.1. Biota Uji Ikan Guppy
Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar E.2. Biota Uji Tumbuhan Kayu Apu
Sumber : Dokumentasi Penelitian



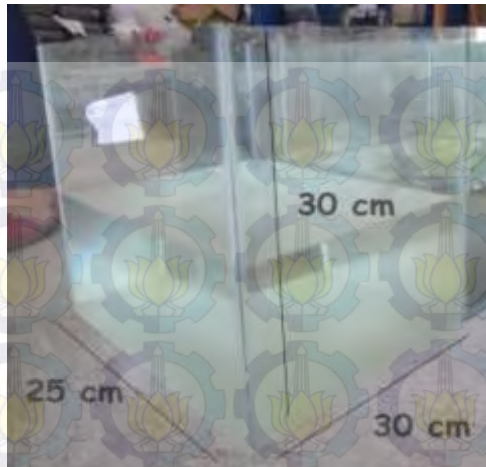
Gambar E.3. Bak Aklimatisasi ikan guppy

Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar E.4. Bak Aklimatisasi kayu apu

Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar E.5. Reaktor Uji

Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar E.6. Reaktor Pengujian Tumbuhan Kayu Apu

Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar E.7. Reaktor Pengujian Ikan Guppy
Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar E.8. Tahap Pengujian Tanaman Kayu Apu pada hari ke-1 dengan konsentrasi toksikan 100 mg/L
Sumber : Dokumentasi Penelitian