

**UJI PENGARUH SUBLETHAL INSEKTISIDA ORGANOKLORIN DENGAN  
BAHAN AKTIF FIPRONIL (*REGENT 50 G*) TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio* Linn)**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

**ELSA ANGGITA FITRIA SAPUTRI**

**NIM. 115080101111072**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

**UJI PENGARUH SUBLETHAL INSEKTISIDA ORGANOKLORIN DENGAN  
BAHAN AKTIF FIPRONIL (*REGENT 50 G*) TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio* Linn)**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**ELSA ANGGITA FITRIA SAPUTRI**

**NIM. 115080101111072**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juli 2015

Mahasiswa

Elsa Anggita Fitria Saputri  
NIM. 115080101111072



## RINGKASAN

**ELSA ANGGITA FITRIA SAPUTRI**. SKRIPSI. Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Organoklorin dengan Bahan Aktif Fipronil (*Regent 50 G*) Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn). Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si**, sebagai Pembimbing I dan **Ir. Kusriani, MP** sebagai Pembimbing II.

---

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Penyebab terjadinya dampak negatif pestisida terhadap lingkungan adalah adanya residu pestisida didalam tanah, terbawa sampai ke sumber – sumber air dan meracuni lingkungan sekitar khususnya organisme yang hidup diperairan. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi dengan tujuan agar tanaman tidak dirusak oleh hama dan penyakit adalah dengan menggunakan insektisida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai ambang batas atas dan ambang batas bawah dari insektisida sebagai dasar uji toksisitas  $LC_{50}$ , mengetahui  $LC_{50}$  penggunaan insektisida dan untuk mengetahui pengaruh *sublethal* insektisida dengan bahan aktif fipronil terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2015 di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap selama kurang lebih 2 bulan, 1 bulan pertama mengukur uji toksisitas akut dan 1 bulan berikutnya mengukur pertumbuhan ikan mas dengan menggunakan 5 perlakuan yaitu 4 perbedaan konsentrasi insektisida fipronil dengan dosis 20%, 40%, 60%, 80% dan 1 kontrol dengan sebanyak 6 kali ulangan. Parameter kualitas air yang diamati yaitu parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi suhu dan parameter kimia meliputi pH dan DO. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana semua kondisi baik bahan, alat maupun lingkungan dibuat sehomogen mungkin.

Hasil uji pendahuluan, pada konsentrasi 0 ppm kematian ikan sebesar 0%, pada konsentrasi 0,01 ppm kematian ikan sebesar 0%, pada 0,1 ppm kematian ikan sebesar 90% pada jam ke-48 dan 10% pada jam ke-72, pada konsentrasi 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm tingkat kematian ikan terjadi pada jam ke-24 sebesar 100%. Hasil dari mortalitas ikan mas pada uji pendahuluan diperoleh nilai ambang batas bawah sebesar 0,1 ppm dan nilai ambang batas atas sebesar 1 ppm. Hasil uji toksisitas akut ( $LC_{50}$ ) pada konsentrasi 0 ppm (kontrol) dan pada konsentrasi 0,135 ppm tidak ada mortalitas ikan. Sedangkan pada konsentrasi 0,24 ppm terjadi mortalitas ikan pada pengamatan ke 96 jam sebanyak 2 ekor dengan nilai prosentasi 20%, pada konsentrasi 0,42 ppm mortalitas ikan sebanyak 5 ekor pada pengamatan 96 jam dengan nilai prosentasi 50% dan pada konsentrasi 0,75 ppm terjadi mortalitas ikan pada pengamatan 46 jam sebanyak 1 ekor, pada pengamatan ke 72 jam sebanyak 3 ekor dan pada pengamatan ke 96 jam mortalitas ikan sebanyak 6 ekor sehingga jumlah mortalitas ikan dengan konsentrasi 0,75 ppm ini sebanyak 10 ekor dengan nilai prosentasi 100%. Hasil dari analisis probit didapatkan nilai  $LC_{50}$  sebesar 0,37 ppm. Hasil nilai tersebut dapat diketahui bahwa pada konsentrasi 0,37 ppm insektisida ini mampu mematikan 50% hewan uji. Hasil rata-rata laju pertumbuhan spesifik panjang ikan mas yaitu pada konsentrasi 0 ppm 0,9928 %/hari, konsentrasi 0,074 ppm 0,6038 %/hari, konsentrasi 0,148 ppm 0,5347 %/hari, konsentrasi 0,222 ppm 0,5347 %/hari dan konsentrasi 0,296 ppm 0,3235 %/hari. Hasil uji ANOVA menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) 16.0 diperoleh nilai signifikan atau probabilitas pada perlakuan pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0,05$  jadi dapat disimpulkan bahwa ada

perbedaan yang nyata dari pengaruh pemberian dosis insektisida terhadap pertumbuhan spesifik panjang ikan mas. Hasil analisis regresi diperoleh persamaan  $y = -2,173x + 0,879$ , didapatkan  $R^2$  0,871 dan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,933. Hasil rata-rata laju pertumbuhan spesifik berat ikan mas yaitu pada konsentrasi 0 ppm 2,6432 %/hari, konsentrasi 0,074 ppm 0,8982 %/hari, konsentrasi 0,148 ppm 1,0062 %/hari, konsentrasi 0,222 ppm 0,6978 %/hari dan konsentrasi 0,296 ppm 0,4128 %/hari. Hasil uji ANOVA menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) 16.0 diperoleh nilai signifikan atau probabilitas pada perlakuan pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0,05$  jadi dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang nyata dari pengaruh pemberian dosis insektisida terhadap pertumbuhan spesifik berat ikan mas. Hasil analisis regresi diperoleh persamaan  $y = -7,767x + 2,063$ , didapatkan  $R^2$  0,709 dan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,842. Hasil data rata-rata parameter kualitas air yang diperoleh selama penelitian yaitu suhu sebesar 24,4 - 25,7 °C, pH sebesar 7,02 - 8,39 dan DO sebesar 10,02 - 11,87 mg/l. Hasil dari pengukuran parameter kualitas air tersebut merupakan nilai yang optimum untuk pertumbuhan ikan mas.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai ambang batas bawah 0,1 ppm dan nilai ambang batas atas 1 ppm. Nilai  $LC_{50}$  insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil diperoleh nilai sebesar 0,37 ppm dengan perhitungan menggunakan analisis probit. Sedangkan pada hasil uji ANOVA didapatkan nilai signifikan atau probabilitas pada perlakuan pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas  $< 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan mas sangat berbeda nyata. Uji analisis varian ANOVA ini menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 16.0. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan sebaiknya petani lebih meminimalisir penggunaan insektisida dalam kegiatan pertanian dengan mengetahui seberapa dosis insektisida fipronil yang digunakan tidak boleh melebihi dari nilai  $LC_{50}$  yang didapatkan dari penelitian ini. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap kehidupan ikan maupun organisme lain yang berada diperairan.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, atas segala berkat dan rahmat yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan Judul "**Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Organoklorin Dengan Bahan Aktif Fipronil (Regent 50 G) Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)**". Laporan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Perikanan program Strata Satu (S-1) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan baik dari ketelitian pada penulisan, juga kesalahan dalam penyampaian kata, karena semua itu adalah keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini untuk selanjutnya menjadi lebih sempurna dan dapat bermanfaat bagi para pembaca dan yang membutuhkan.

Malang, Juli 2015

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang memiliki keistimewaan dan memberikan segala kenikmatan besar, baik nikmat iman, kesehatan dan kekuatan didalam penyusunan skripsi ini. Salawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga dan para sahabatnya serta penegak sunnah-Nya sampai kelak akhir zaman. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa begitu banyak pihak yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Melalui kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayah dan Ibu atas segala cinta yang teramat besar, doa yang tidak pernah terputus, nasehat yang tidak pernah salah, dukungan yang selalu menguatkan, serta kesabaran yang luar biasa.
2. Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan Ibu Ir. Kusriani, MP selaku dosen pembimbing skripsi, yang senantiasa meluangkan waktu, memberikan ilmu yang bermanfaat dan memberikan masukan demi terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Aldefa Manggala Hanafi, thank you for always supporting me in every condition and situation.
4. My Second Family, Ciliped. Imong, Tete Panda, Ipin, Tante, Mbak Lisong, Amirun, Siping, Bungpung, Pitli for this 4 years full of many moments, lessons, togetherness, smiles, tears, hopes and laughter.
5. Kating MSP'11 sekaligus mantan Presiden BEM FPIK Resya Taufiqurahman, Intan dan Cathrine my partner, dian, ertha, pita, rizar, naya, D'Len, tumpals, ibu mike, fariq, ilham, candra yang telah memberi semangat, doa dan bantuan tenaganya untuk mau direpotkan.
6. Segenap Staf Pengajar dan Karyawan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
7. Seluruh teman-teman Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
8. Dan pada pihak-pihak lain yang telah membantu kelancaran proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

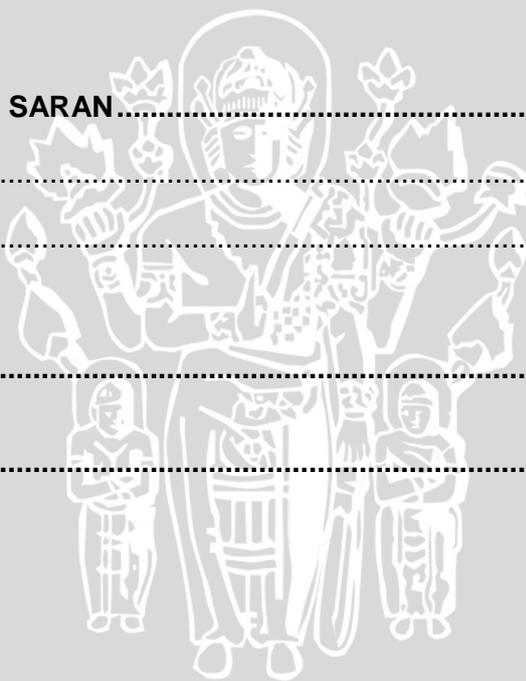
Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan berkah dan rahmat-Nya bagi kita semua, terima kasih untuk bantuannya selama ini, semoga juga dapat menjadi amal ibadah di hadapan-Nya. Amin...

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Kegunaan .....	5
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian .....	6
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Pestisida .....	7
2.2 Insektisida Organoklorin .....	8
2.3 Fipronil .....	10
2.4 Toksikologi .....	12
2.4.1 Definisi Toksikologi .....	12
2.4.2 Uji Toksisita .....	13

2.4.3 Uji <i>Sublethal</i> .....	15
2.5 Mekanisme Insektisida Masuk Kedalam Tubuh Organisme.....	15
2.6 Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn) .....	17
2.6.1 Klasifikasi Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn).....	17
2.6.2 Morfologi dan Habitat Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn).....	18
2.7 Parameter Kualitas Air .....	19
2.7.1 Suhu.....	20
2.7.2 pH .....	20
2.7.3 DO.....	21
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Materi Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.2.1 Alat Penelitian .....	22
3.2.2 Bahan Penelitian .....	22
3.3 Metode Penelitian .....	22
3.3.1 Data.....	23
3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel .....	23
3.4 Rancangan Penelitian.....	24
3.5 Tahap Penelitian .....	26
3.5.1 Preparasi Penelitian .....	26
3.5.2 Uji Pendahuluan .....	27
3.5.3 Penelitian Inti.....	29
3.6 Analisis Parameter Kualitas Air .....	30
3.6.1 Suhu .....	30
3.6.2 pH .....	31
3.6.3 DO .....	31
3.7 Analisis Data .....	31

<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Uji Pendahuluan.....	33
4.2 Penelitian Inti .....	35
4.3 Uji Pengaruh Sublethal Insektisida terhadap SGR Panjang .....	40
4.3 Uji Pengaruh Sublethal Insektisida terhadap SGR Berat.....	47
4.5 Parameter Kualitas Air .....	55
4.5.1 Suhu .....	55
4.5.2 pH .....	57
4.5.3 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	58
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>

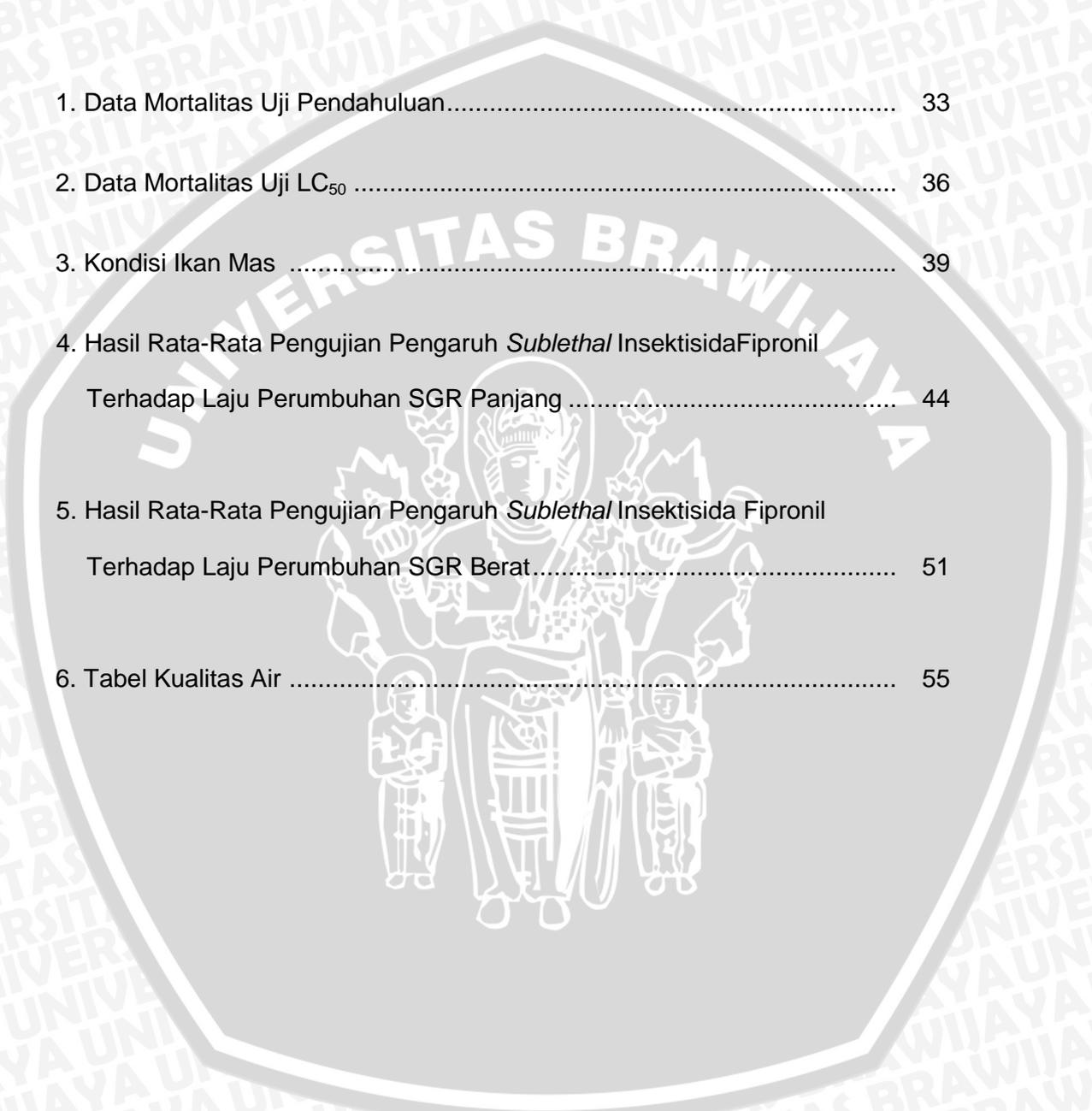


## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Permasalahan.....	3
2. <i>Regent 50 g</i> .....	10
3. Struktur Kimia Fipronil .....	11
4. Morfologi Ikan Mas.....	17
5. Denah Penelitian.....	25
6. Grafik Hubungan Mortalitas dan Waktu Pada Uji Pendahuluan.....	34
7. Grafik Hubungan Mortalitas dan Waktu Pada Uji $LC_{50}$ .....	37
8. Grafik Panjang Ikan Mas Per Minggu .....	41
9. Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida Terhadap Laju Pertumbuhan Panjang.....	42
10. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan (SGR) Berat Ikan Mas .....	46
11. Grafik Berat Per Minggu.....	48
12. Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida Terhadap Laju Pertumbuhan Berat.....	49
13. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan (SGR) Berat Ikan Mas .....	53
14. Grafik Suhu .....	56
15. Grafik pH .....	57
16. Grafik DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Mortalitas Uji Pendahuluan.....	33
2. Data Mortalitas Uji LC <sub>50</sub> .....	36
3. Kondisi Ikan Mas .....	39
4. Hasil Rata-Rata Pengujian Pengaruh <i>Sublethal</i> Insektisida Fipronil Terhadap Laju Perumbuhan SGR Panjang .....	44
5. Hasil Rata-Rata Pengujian Pengaruh <i>Sublethal</i> Insektisida Fipronil Terhadap Laju Perumbuhan SGR Berat.....	51
6. Tabel Kualitas Air .....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan .....	67
2. Tabel Skala Rand .....	70
3. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji .....	71
4. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan.....	73
5. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Toksisitas Akut (LC <sub>50</sub> ) .....	74
6. Perhitungan LC50 (Analisis Probit) .....	75
7. Data Pertumbuhan Panjang Ikan Mas .....	76
8. Data Pertumbuhan Berat Ikan Mas .....	77
9. Output Pemberian Konsentrasi Insektisida dengan Pertumbuhan SGR Panjang Ikan Mas .....	78
10. Output Pemberian Konsentrasi Insektisida dengan Pertumbuhan SGR Berat Ikan Mas .....	80
11. Data Parameter Kualitas Air .....	82
12. Gambar Kegiatan Penelitian .....	83

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara agraris yang memiliki kekayaan alam dan keanekaragaman hayati yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu subsektor pertanian yang memiliki potensi untuk dikembangkan yaitu hortikultura. Hortikultura merupakan bagian dari sektor pertanian yang terdiri atas sayuran, buah-buahan, tanaman hias, dan biofarmaka. Adanya peranan penting hortikultura menjadi alasan bahwa subsektor ini perlu menjadi prioritas pengembangan (Yusnani *et al*, 2013). Upaya untuk meningkatkan produksi dengan tujuan agar tanaman tidak dirusak oleh hama dan penyakit adalah dengan menggunakan pestisida. Meskipun suatu jenis pestisida digunakan untuk mematikan spesies target tertentu, tetapi pada dasarnya yaitu bersifat racun terhadap makhluk hidup. Menurut WHO (World Health Organization) menyatakan bahwa sebanyak 2.000 orang pertahun mati yang diakibatkan keracunan pestisida, sekitar 5.000-10.000 orang pertahun yang mengalami dampak sangat fatal, seperti kanker, penyakit lever dan kemandulan (Novizan, 2002).

Kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas perairan pada dasarnya merupakan masalah ekologi manusia. Masalah tersebut timbul karena eksploitasi oleh manusia terhadap lingkungan yang tidak seimbang yang menyebabkan lingkungan itu kurang sesuai lagi untuk mendukung kehidupan manusia (Suryanto, 2011). Potensi pencemaran dan dampak yang sering kali timbul terutama berasal dari kegiatan manusia dibidang industri kecil maupun besar, usaha perikanan, usaha pertanian, usaha peternakan dan aktivitas lainnya.

Sampai saat ini, pestisida merupakan sarana yang sangat diperlukan. Dalam bidang pertanian, penggunaan pestisida telah dirasakan banyak

manfaatnya untuk meningkatkan produksi hasil pertanian. Terutama digunakan untuk melindungi hasil produksi dari kerugian yang ditimbulkan oleh berbagai jasad pengganggu yang terdiri dari kelompok hama dan juga penyakit maupun gulma (Kusriani *et al.*, 2012). Menurut Koesoemadinata (2000), menyatakan bahwa perlunya mengetahui dua karakteristik utama pestisida yaitu toksisitas dan persistensi. Oleh karena itu penggunaan pestisida pada lingkungan budidaya perairan perlu dievaluasi khususnya terhadap kehidupan ikan.

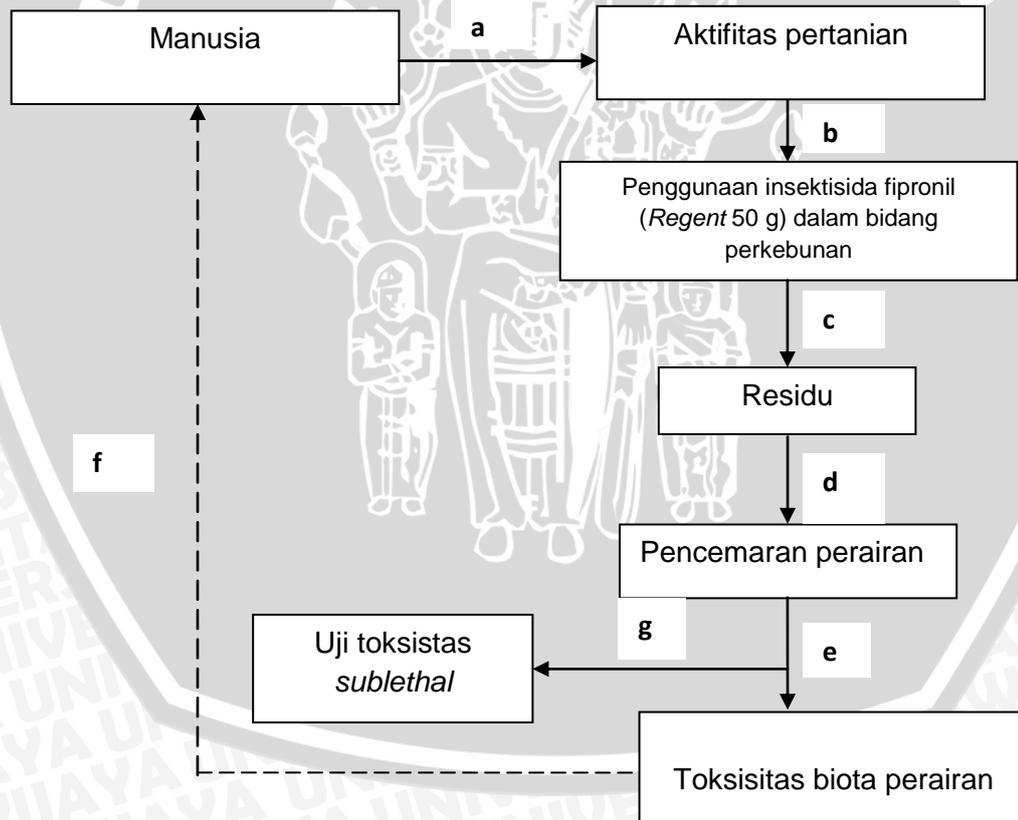
Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama (Yenie *et al.*, 2013). Bagi petani jenis hama yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri, dan virus, nematoda (cacing yang merusak akar), siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan. Penggunaan pestisida kimia yang tidak rasional menimbulkan dampak buruk dari segi lingkungan maupun dari segi kesehatan manusia. Pestisida juga dapat mengubah perilaku dan morfologi pada hewan. Selain itu dapat meracuni dan membunuh biota perairan, bahkan dapat menyebabkan kematian pada ikan. Keseimbangan alam terganggu dan akan mengakibatkan timbulnya hama yang resisten, ancaman bagi predator, parasit, ikan, burung dan satwa lain. Salah satu penyebab terjadinya dampak negatif pestisida terhadap lingkungan adalah adanya residu pestisida didalam tanah sehingga dapat meracuni organisme, terbawa sampai ke sumber – sumber air dan meracuni lingkungan sekitar. Bahkan residu pestisida pada tanaman dapat terbawa sampai pada mata rantai makanan, sehingga dapat meracuni konsumen, baik hewan maupun manusia ( Djunaedy, 2009).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi dengan tujuan agar tanaman tidak dirusak oleh hama dan penyakit adalah dengan menggunakan insektisida (Sudarmo, 1991). Insektisida yang sering digunakan di Indonesia

adalah golongan organoklorin yang merupakan racun kronis dan sangat berbahaya bagi lingkungan karena daya tahannya yang lama dan sukar terurai. Sekali insektisida ini digunakan maka racunnya akan berada di lingkungan dalam waktu yang sangat lama. Seperti yang dijelaskan oleh Kardinan (2002), beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan dimana terdapat banyak dampak negatif dari penggunaan pestisida, diantaranya adalah kasus keracunan pada manusia, ternak peliharaan, populasi lingkungan dan hama menjadi resisten.

### 1.2 Rumusan Masalah

Melihat dari penjelasan diatas maka didapat rumusan masalah dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Permasalahan

Keterangan:

- a. Aktifitas manusia yang berupa aktifitas pertanian.
- b. Aktifitas pertanian ini banyak menggunakan pestisida, salah satunya adalah insektisida dengan bahan aktif fipronil dengan merk dagang *Regent* 50 g yang biasanya digunakan dalam bidang perkebunan.
- c. Dari aktifitas pertanian, dimana insektisida yang digunakan untuk membasmi serangga tersebut akan meninggalkan residu yang terlalu lama dan dapat terakumulasi dalam jaringan, bisa melalui rantai makanan.
- d. Penggunaan insektisida yang berlebihan akan menimbulkan banyak gangguan salah satunya adalah pencemaran perairan.
- e. Pencemaran perairan ini nantinya akan menurunkan kualitas air perairan dan akan memberikan dampak bagi biota yang hidup diperairan tersebut. Salah satu dampaknya adalah terganggunya pertumbuhan dari ikan.
- f. Terhambatnya pertumbuhan ikan akan menurunkan populasi ikan di perairan tersebut dan akan berdampak pada pemenuhan konsumsi ikan bagi manusia.
- g. Dari masalah tersebut maka perlu dilakukan uji toksisitas *sublethal* untuk mengetahui pengaruh paparan insektisida terhadap laju pertumbuhan ikan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian uji toksisitas insektisida dengan bahan aktif fipronil ini adalah :

1. Mengetahui nilai ambang atas dan ambang bawah dari insektisida dengan bahan aktif fipronil sebagai dasar uji toksisitas LC<sub>50</sub>.

2. Mengetahui  $LC_{50}$  penggunaan insektisida dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn).
3. Mengetahui pengaruh *sublethal* insektisida dengan bahan aktif fipronil terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn).

#### 1.4 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai bahaya insektisida sebagai pencemar terhadap lingkungan perairan dan seberapa toksik bahan aktif fipronil bagi ikan. Adapun manfaat secara khusus yaitu sebagai berikut :

- a. Mahasiswa, dapat memberi informasi, menambah pengetahuan dan wawasan tentang seberapa toksik ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) yang terpapar peptisida dengan bahan aktif fipronil (*Regent 50 g*) pada uji toksisitas dan laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) .
- b. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, memberikan informasi keilmuan yang berguna bagi penelitian lebih lanjut tentang pengaruh insektisida fipronil terhadap pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) pada uji toksisitas.
- c. Bagi peneliti atau lembaga ilmiah, sebagai sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan ataupun penelitian lebih lanjut tentang pengaruh insektisida fipronil ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) pada uji toksisitas.
- d. Bagi Pemerintah, sebagai informasi dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan dalam rangka pelestarian sumberdaya perairan.

### 1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Pembenihan Dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Februari - Mei 2015.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pestisida

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Bagi petani jenis hama yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri, virus, nematoda (cacing yang merusak akar), siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan (Djojsumarto, 2008 dalam Yenie *et al.*, 2013). Pestisida merupakan zat, senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), organisme, virus dan zat lain-lain yang digunakan untuk melindungi tanaman atau bagian tanaman (Yuantari *et al.*, 2013). (SNI 7313:2008; Pedum Kajian Pestisida, 2012) Petani menggunakan pestisida untuk membasmi hama dan gulma dengan harapan hasil produk pertanian dapat meningkat. Selain dapat meningkatkan hasil produk pertanian, pestisida juga memiliki dampak negatif seperti berkurangnya keanekaragaman hayati. Selain yang ditimbulkan adalah dampak negatif dari penggunaan pestisida, penggunaan pestisida juga berkaitan dengan dampak positifnya. Seperti yang dijelaskan oleh Weiss *et al.*, (2004) yang menjelaskan bahwa penggunaan pestisida sudah sangat meluas, berkaitan dengan dampak positifnya dimana produksi pertanian dapat meningkat dan menurunnya penyakit-penyakit yang penularannya melalui makanan.

Menurut Ftimah dan Jaka (2007), secara kimia pestisida tergolong dalam bahan organik berbahaya dan beracun yang perlu dikendalikan keberadaannya didalam lingkungan. Informasi keamanan bahan pestisida dinyatakan sebagai informasi toksikologi melalui indikator-indikator toksikologi seperti  $LD_{50}$  dan  $LC_{50}$ . Menurut penjelasan Fatimah (2005), selain parameter toksikologi suatu pestisida memiliki parameter fisika yang spesifik. Parameter spesifik tersebut berkaitan erat dengan sifat keberadaannya di lingkungan meliputi kelarutan

dalam air (*water solubility*). Kelarutan dalam air dapat digunakan sebagai salah satu parameter patokan untuk memprediksikan akumulasi bahan pestisida pada perairan. Secara umum, jika kelarutan dalam air cukup besar dan bahan memiliki stabilitas tinggi, tinggalnya dalam lingkungan memerlukan waktu yang lama dan dapat berakibat pencemaran pestisida. Selain itu, kelarutan bahan pestisida berkaitan dengan interaksi senyawa aktif pestisida dengan organisme di lingkungan melalui media transport air. Berdasarkan hal ini, kelarutan bahan pestisida memberikan kontribusi pada sifat toksikologinya terhadap organisme di lingkungan.

Menurut Rudiyantri (2009), limbah yang masuk ke perairan salah satunya adalah limbah yang berasal dari pertanian yakni pestisida. Berbagai pestisida digunakan sebagai pengendali hama untuk meningkatkan produksi pertanian. Pestisida yang masuk dalam jumlah yang besar dapat bersifat racun bagi biota-biota yang hidup di perairan, antara lain adalah ikan-ikan. Penggunaan pestisida untuk membasmi hama baik secara langsung ataupun tidak langsung akan mengganggu kualitas air, sehingga kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan juga akan terganggu. Menurut Thompson (1971) pengaruh secara langsung disebabkan oleh akumulasi pestisida dalam organ-organ tubuh akibat tertelan bersama-sama makanan yang terkontaminasi, atau akibat rusaknya organ-organ pernafasan sehingga dapat mematikan ikan dalam jangka waktu tertentu, sedangkan secara tidak langsung adalah menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit dan terhambatnya pertumbuhan. Kelangsungan hidup ikan sangat tergantung dari kondisi perairan tempat hidupnya.

## 2.2 Insektisida Organoklorin

Menurut Siregar (2008), insektisida adalah salah satu dari jenis pestisida, selain itu jenis fungisida, rodentisida, herbisida, nematisida, bakterisida, virusida,

acorisida, mitiusida, lamprisida dan lain-lain. Menurut Peraturan Pemerintah Nomer 7 Tahun 1973 batasan dari pestisida adalah semacam zat kimia serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk :

1. Memberantas atau mencegah hama, penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian.
2. Memberantas gulma.
3. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan.
4. Mengatur/merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian tanaman.
5. Memeberantas atau mencegah hama luar pada hewan peliharaan/ternak.
6. Memberantas atau mencegah binatang dan jasad renik dalam rumah tangga.
7. Memberantas atau mencegah binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi.

Organoklorin merupakan racun kontak dan racun perut, yang dapat merugikan lingkungan dan kesehatan masyarakat karena sifat persistensinya sangat lama di lingkungan, baik di tanah maupun jaringan tanaman dan dalam tubuh hewan. Persistensi organoklorin menimbulkan dampak negatif seperti biomagnifikasi dan masalah keracunan kronik yang membahayakan. Toksisitas golongan organoklorin ini yaitu sebagai anastesi, narkotik dan racun sistemik. Cara kerja spesifiknya adalah sebagai *depressant system* saraf pusat (narkosis), kerusakan jaringan liver dan kerusakan jaringan ginjal ( Adriyani, 2006).

Organoklorin secara kimia tergolong dalam insektisida yang toksisitasnya relatif rendah akan tetapi mampu bertahan lama dalam lingkungan. Racun ini bersifat mengganggu susunan syaraf dan dapat larut dalam lemak. Contoh insektisida ini pada tahun 1874 ditemukan DDT (Dikloro Difenil Tri Kloroetana) oleh Zeidler seorang sarjana kimia dari Jerman. Pada tahun 1973 diketahui bahwa DDT ini ternyata sangat membahayakan bagi kehidupan maupun

lingkungan, karena meninggalkan residu yang terlalu lama dan dapat terakumulasi dalam jaringan melalui rantai makanan. DDT sangat stabil baik di air, di tanah, dalam jaringan tanaman dan hewan. DDT merupakan racun non sistemik, racun kontak dan racun perutserta sangat persisten di lingkungan. Karena sifatnya yang lipofilik, DDT dan senyawa hasil pecahannya cenderung terakumulasi lewat rantai makanan dan lingkungan( Yuantari, 2011).

### 2.3 Fipronil

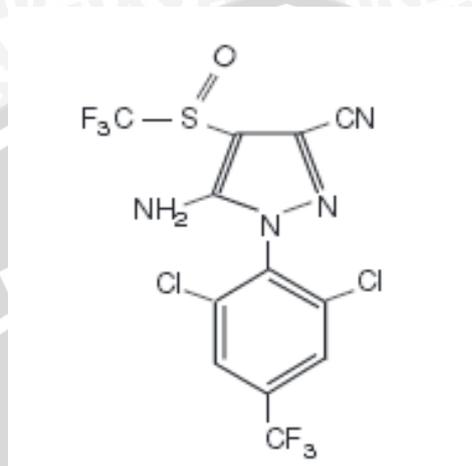
Bahan aktif fipronil merupakan insektisida cair yang digunakan untuk mengendalikan hama pada tanaman padi (Anwar dan Jauhari, 2013). Insektisida bahan aktif fipronil pada dosis yang telah dianjurkan cukup efektif didalam menekan laju serangan hama. Dimana bahan aktif fipronil ini juga dapat mengurangi populasi laba-laba. Insektisida berbahan aktif fipronil juga tergolong lebih efektif dalam menekan populasi hama, dan juga dapat menyebabkan hasil panen yang lebih banyak dibandingkan jenis lainnya sekitar 30%. Berikut adalah gambar dari bahan aktif fipronil dengan merk dagang *Regent 50 g*.



**Gambar 2.** *Regent 50 g* (Google images, 2014)

Fipronil merupakan bagian dari insektisida yang memiliki toksisitas yang cukup besar, sedangkan pada penelitian akhir yang telah dilakukan di Amerika serikat, dimana bahan aktif fipronil ini memiliki toksisitas yang rendah. Fipronil sangat beracun bagi ikan dan invertebrata air, tetapi tidak beracun untuk bebek

dan jenis unggas lainnya. Beberapa formulasi fipronil memiliki resiko yang tinggi bagi ikan atau hewan air lainnya. Metabolisme fipronil-sulfon lebih beracun untuk burung, yang kedua fipronil-sulfon dan fipronil-tioeter lebih sangat beracun untuk hewan air tawar (Mahler, 2009). Berikut adalah struktur kimia fipronil.



**Gambar 3.** Struktur Kimia Fipronil

Menurut Caroline (2005) menjelaskan bahwa fipronil merupakan insektisida dalam famili *phenyl pyrazole*, suatu family pestisida yang hanya mengandung beberapa zat kimia. Fipronil memiliki cara kerja yang berbeda dengan beberapa jenis insektisida laen. Fipronil merupakan molekul yang aktif. Pada serangga, fipronil menyerang sistem syaraf pada otak dan tulang belakang dengan cara mengganggu kemampuan sel syaraf tersebut untuk menyampaikan impuls syaraf. Hasilnya adalah aktifitas yang tidak terkontrol, yang mengarah pada kematian serangga. Fipronil juga dapat menyerang syaraf pada hewan laen bahkan manusia. Tetapi efek yang ditimbulkan tidak separah efek pada serangga.

Fipronil dengan konsentrasi rendah dapat membunuh sebagian besar ikan yang telah diuji. Berdasarkan EPA (1992) fipronil bersifat "sangat" toksik terhadap ikan terbang, dan bersifat toksik terhadap ikan air tawar dan ikan kecil. Fipronil juga bersifat toksik terhadap ikan gurame. Kurang dari 1 ppm fipronil

dapat membunuh seluruh spesies tersebut. Fipronil terakumulasi di dalam tubuh ikan dengan konsentrasi lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi di perairan.

## **2.4 Toksikologi**

### **2.4.1 Definisi Toksikologi**

Toksikologi merupakan ilmu tentang berbahayanya zat kimia didalam mekanisme biologi. Dimana hal ini telah berkembang menjadi tiga bagian pokok, tergantung atau berdasarkan dari organisasi yang aktif dalam bidang toksikologi. Yang termasuk dalam tiga bagian ini yaitu toksikologi lingkungan, ekonomi (yaitu segi manfaatnya), dan kehakiman (forensik), dimana masing-masing memiliki kualifikasi akademi atau tujuan penelitian dan berbagai tipe ahli toksikologinya (Loomis, 1978). Sedangaka toksikologi menurut Sulistyowati (2008) didefinisikan sebagai ilmu tentang aksi berbahaya suatu zat kimia didalam jaringan biologi. Definisi ini mengandung makna bahwa didalam tubuh dalam kondisi tertentu, zat kimia ini dapat berinteraksi dengan jaringan tubuh, sehingga mengakibatkan timbulnya efek berbahaya atau toksik dengan wujud dan sifat tertentu.

Menurut Wirasuta dan Rasmaya (2006), toksisitas merupakan istilah relatif yang biasa dipergunakan dalam memperbandingkan satu zat kimia. Dimana biasanya untuk mengatakan bahwa satu zat kimia lebih toksik daripada zat kimia lain. Oleh sebab itu, pendekatan toksikologi seharusnya dilakukan untuk mengetahui berbagai efek zat kimia dari berbagai sistem biologi, dengan menekankan pada mekanisme efek berbahayanya suatu zat kimia dan mengetahui dimana efek berbahaya itu terjadi.

Penelitian toksikologi dalam perairan dapat dilakukan untuk mengidentifikasi atau mengetahui apakah suatu perairan mengandung senyawa toksik dalam konsentrasi tertentu yang menyebabkan toksisitas akut atau

toksistas kronis. Penelitian ini juga dapat digunakan untuk menentukan toksistas suatu senyawa. Uji toksistas ini dapat dilakukan baik dilaboratorium maupun di tempat (on site) dengan ijin dari yang berwenang (EPA, 1992).

#### 2.4.2 Uji Toksistas

Toksistas diartikan sebagai kemampuan dari racun (molekul) yang dapat menimbulkan kerusakan jika masuk ke dalam tubuh organisme dan letak organ yang rentan terhadapnya (Soemirat, 2003). Sedangkan yang dimaksud dengan uji toksistas yaitu uji hayati yang digunakan untuk menentukan tingkat toksistas dari suatu zat atau bahan pencemar dan digunakan juga untuk pemantauan limbah secara rutin. Uji toksistas akut dengan menggunakan hewan uji merupakan salah satu bentuk penelitian toksikologi perairan. Parameter yang diukur biasanya berupa kematian hewan uji, dimana hasilnya dinyatakan sebagai konsentrasi yang menyebabkan 50% kematian hewan uji ( $LC_{50}$ ) dalam waktu yang relatif pendek selama empat hari (Husni, 2011).

Menurut Yuantari (2011), toksistas atau daya racun adalah sifat bawaan pestisida yang menggambarkan potensi pestisida untuk menimbulkan kematian langsung pada hewan.

Berdasarkan Toksistasnya dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Sangat toksik ,aldrin, endosulfan, dieldrin.
2. Toksik sederhana,Clordane, DDT,lindane, heptaklor.
3. Kurang toksik Benzane hexacloride (BHC).

Toksistas merupakan istilah relatif yang biasa dipergunakan dalam membandingkan satu zat kimia dengan zat kimia lainnya. Biasanya untuk mengetahui bahwa satu zat kimia lebih toksik daripada zat kimia lain. Karena itu, pendekatan toksikologi dilakukan dari segi studi tentang berbagai efek zat kimia didalam sistem biologi, dengan penekanan pada mekanisme efek berbahaya

suatu zat kimia itu dan berbagai kondisi dimana efek berbahaya itu terjadi (Loomis, 1978).

Menurut Effendi (2003) dalam Bosman (2013), polutan toksik dapat mengakibatkan kematian (*lethal*) maupun bukan kematian (*sublethal*), misalnya terganggunya pertumbuhan, tingkah laku dan karakteristik morfologi berbagai organisme akuatik. Sedangkan menurut Ramadhani (2009) menjelaskan bahwa untuk meneliti berbagai macam efek yang berhubungan dengan masa pemejanaan, uji toksikologi dibagi menjadi tiga kategori yaitu :

1. Uji Toksisitas Akut. Uji ini dirancang untuk menentukan efek toksik suatu senyawa yang akan terjadi dalam masa pemejanaan dengan waktu yang singkat atau pemberiannya dengan takaran tertentu. Uji ini dilakukan dengan cara pemberian konsentrasi tunggal senyawa uji pada hewan uji. Takaran konsentrasi yang dianjurkan paling tidak empat peringkat konsentrasi, berkisar dari konsentrasi terendah yang tidak atau hampir tidak mematikan seluruh hewan uji sampai dengan konsentrasi tertinggi yang dapat mematikan seluruh atau hampir seluruh hewan uji. Biasanya pengamatan dilakukan selama 24 jam, kecuali pada kasus tertentu selama 7-14 hari.
2. Uji Toksisitas Subkronis atau Subakut, dilakukan dengan memberikan zat kimia yang sedang diuji tersebut secara berulang-ulang terhadap hewan uji selama kurang dari 3 bulan. Uji ini ditujukan untuk mengungkapkan seberapa efek toksik senyawa uji, serta untuk melihatkan apakah zat toksik itu berkaitan dengan takaran konsentrasi.
3. Uji Toksisitas Kronis, dilakukan dengan memberikan zat kimia secara berulang-ulang pada hewan uji selama lebih dari 3 bulan atau sebagian besar dari hidupnya. Meskipun pada penelitian digunakan waktu lebih pendek, tetapi tetap lebih lambat dibandingkan Uji Toksisitas Akut maupun Uji Toksisitas Sub Akut.

### 2.4.3 Uji Sublethal

Pengaruh *sublethal* insektisida secara tidak langsung dapat menyebabkan penurunan kesempatan hidup atau perkembangbiakan. Pengaruh *sublethal* yang spesifik banyak dan beragam, serta berhubungan dengan kondisi fisiologis dan perilaku, seperti perubahan dalam produksi enzim, laju pertumbuhan, perkembangbiakan, perilaku dan kegiatan, produksi tumor, dan pengaruh teratogenik. Banyak dari informasi yang tersedia, mengacu pada insektisida organoklorin. Penggunaan insektisida organoklorin telah menghasilkan penurunan populasi dalam beberapa populasi yang disebabkan mula-mula oleh perubahan perilaku dan fisiologis yang disebabkan oleh kontak *sublethal* kronis terhadap zat-zat didalam makanan (Connell dan Miller, 1983).

Menurut Guthrie dan Jerome (1980), uji *sublethal* merupakan konsentrasi stimulus dibawah tingkat konsentrasi yang secara langsung dapat menyebabkan kematian bagi organisme. Uji *sublethal* kadang dinyatakan dalam  $EC_{50}$  yang merupakan konsentrasi efektif zat beracun yang menghasilkan perubahan perilaku atau respon *sublethal* pada 50% organisme uji.

### 2.5 Mekanisme Insektisida Masuk Ke dalam Tubuh Organisme

Pencemaran insektisida yang berada disawah irigasi sebagian besar akan menyebar didalam air pengairan, selanjutnya akan menuju ke sungai dan akhirnya ke laut. Memang didalam air terjadi pengenceran, sebagian ada yang terurai dan sebagian lagi tetap persisten. Sebagian besar insektisida yang jatuh ke tanah akan terbawa oleh aliran air irigasi. Di dalam air, partikel insektisida tersebut akan diserap oleh mikroplankton-mikroplankton. Mikroplankton-mikroplankton tersebut kelak akan dimakan oleh zooplankton. Dengan demikian insektisida yang ada didalam tubuh mikroplankton tadi ikut termakan. Karena

sifat persistensi yang dimiliki insektisida, menyebabkan konsentrasi didalam tubuh zooplankton meningkat lagi hingga puluhan mungkin bisa ratusan kali dibanding dengan yang ada didalam air. Bila zooplankton-zooplankton tersebut dimakan oleh ikan-ikan kecil, konsentrasi insektisida di dalam tubuh ikan-ikan tersebut akan lebih meningkat lagi. Demikian pula konsentrasi insektisida didalam tubuh ikan besar yang memakan ikan-ikan kecil. Rantai konsumen yang terakhir yaitu dimana manusia yang akan mengkonsumsi ikan besar, akan menerima konsentrasi tertinggi dari insektisida yang ada didalam tubuh ikan tersebut (Yuantari, 2011).

Ada beberapa tahapan atau proses insektisida masuk ke dalam tubuh organisme. Insektisida yang masuk ke dalam tubuh organisme akan mengalami berbagai banyak proses. Proses-proses tersebut yaitu absorpsi, distribusi, dan akumulasi. Insektisida masuk dalam tubuh ikan dapat melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan dan kulit. Pada saluran pencernaan, insektisida yang ada dalam usus akan mengalami proses absorpsi dan distribusi, dengan adanya proses ini mengakibatkan kerusakan pada jaringan ikan. Proses absorpsi dan distribusi terjadi dimana insektisida yang ada didalam usus dibawa oleh peredaran darah vena portal hepatis menuju ke hepar. Di hepar akan terjadi detoksikasi dan akumulasi racun (Clarke dan Clarke, 1975 dalam Rudiyantri dan Ekasari, 2009).

Menurut Djojosumarto (2000), menjelaskan cara masuk insektisida ke dalam tubuh organisme dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu :

a. Racun lambung (racun perut)

Racun lambung adalah insektisida yang membunuh organisme sasaran bila insektisida tersebut masuk ke dalam organ pencernaan organisme dan diserap oleh dinding saluran pencernaan.

b. Racun kontak

Racun kontak adalah insektisida yang masuk ke dalam tubuh organisme sasaran lewat kulit (bersinggungan langsung) dengan insektisida tersebut.

c. Racun pernafasan

Racun pernafasan adalah insektisida yang bekerja lewat saluran pernafasan. Organisme sasaran akan mati bila menghirup insektisida dalam jumlah yang cukup.

## 2.6 Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

### 2.6.1 Klasifikasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

Klasifikasi ikan mas menurut Saanin (1984) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Class : Actinopterygii

Ordo : Cypriniformes

Famili : Cyprinidae

Genus : *Cyprinus*

Spesies : *Cyprinus carpio*



**Gambar 4.** Morfologi Ikan Mas (Google images, 2014)

Ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) adalah jenis ikan yang dialam bebasnya sana hidup sentosa di perairan dangkal, mengalir perlahan dalam suhu yang sejuk. Di danau atau di sungai ikan mas hidup menepi sembari mengincar

makanan berupa binatang-binatang kecil yang biasanya hidup pada bagian lapisan lumpur ditepi danau atau sungai. Jentik-jentik dan nyamuk kecil yang bertelur dipermukaan air merupakan santapan alaminya yang paling lezat. Pada permukaan air pulalah ia bertelur dengan meletakkan telur – telurnya di rumput-rumput yang dianggap tempat yang paling aman. Oleh karena itu sifatnya inilah mengapa ikan mas disebut pemakan segala. Ada pula orang yang membedakan jenis dari ikan mas ini dilihat dari sudut warna, dimana warna ikan mas ada yang berwarna hijau tua, merah, keemasan, keperak-perakan sampai putih. Rudiyanti dan Ekasari (2009) menjelaskan bahwa ikan mas merupakan salah satu ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting, sehingga ikan ini banyak dibudidayakan. Selain dipelihara dalam kolam-kolam tertentu, ikan mas sering dipelihara di sawah bersama-sama dengan tanaman padi.

Menurut Mustami (2013), ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) merupakan jenis ikan air tawar yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan dan dipacu pertumbuhan produksinya, guna memenuhi gizi masyarakat. Hal ini dikarenakan ikan mas mempunyai kandungan gizi yang cukup tinggi dan disukai banyak masyarakat.

### 2.6.2 Morfologi Dan Habitat Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

Tubuh ikan mas memiliki ciri-ciri antara lain: bentuk badan memanjang dan sedikit pipih ke samping, mulut terletak di ujung tengah (*terminal*) dan dapat disembulkan (*protektil*) serta dihiasi dua pasang sungut. Selain itu di dalam mulut terdapat gigi kerongkongan, dua pasang sungut ikan mas terletak di bibir bagian atas. Gigi kerongkongan (*pharyngeal teeth*) terdiri atas tiga baris yang berbentuk geraham, memiliki sirip punggung (*dorsal*) berbentuk memanjang dan terletak di bagian permukaan tubuh, berseberangan dengan permukaan sirip perut (*ventral*) bagian belakang sirip punggung memiliki jari-jari keras sedangkan bagian akhir

berbentuk gerigi, sirip dubur (*ana*) bagian belakang juga memiliki jari-jari keras dengan bagian akhir berbentuk gerigi seperti halnya sirip punggung, sirip ekor berbentuk cagak dan berukuran cukup besar dengan tipe sisik berbentuk lingkaran (*cycloid*) yang terletak beraturan, gurat sisik atau garis rusuk (*linea lateralis*) ikan mas berada di pertengahan badan dengan posisi melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Viana, 2010).

Huet (1971) menyatakan habitat ikan mas hidup pada kolam-kolam air tawar dan danau-danau serta perairan umum lainnya. Dalam perkembangannya ikan ini sangat peka terhadap perubahan kualitas lingkungan. Ikan mas merupakan salah satu ikan yang hidup di perairan tawar yang tidak terlalu dalam dan aliran air tidak terlalu deras. Ikan mas dapat hidup baik di daerah dengan ketinggian 150 - 600 meter di atas permukaan air laut dan pada suhu 25-30°C. Meskipun tergolong ikan air tawar, ikan mas kadang-kadang ditemukan di perairan payau atau muara sungai yang bersalinitas < 0,5ppt.

## 2.7 Parameter Kualitas Air

Menurut Nybakken (1992), sifat fisik dan kimia perairan sangat penting dalam ekologi. Oleh karena itu selain melakukan pengamatan terhadap faktor biotik, perlu juga dilakukan pengamatan terhadap faktor abiotik. Dengan mempelajari aspek saling ketergantungan antara organisme dengan faktor abiotik maka akan diperoleh gambaran tentang kualitas suatu perairan. Faktor abiotik yang diukur merupakan faktor pendukung komposisi ikan di sungai, meliputi: parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisiknya adalah suhu, sedangkan parameter kimianya adalah pH (*Puissance Hydrogen*) dan oksigen terlarut (DO).

### 2.7.1 Suhu

Suhu disuatu perairan dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air (Effendi, 2003). Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (drastis) (Kordi, 2007).

Perubahan suhu akan mempengaruhi proses kimia dan biologi. Perubahan suhu yang besar akan berakibat terhadap kelangsungan hidup biota perairan seperti ikan dan lainnya. Baku mutu air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan, peternakan dan pertanian tidak boleh melebihi kisaran 28-32°C dari kondisi alaminya (PP No.82 tahun 2001).

### 2.7.2 pH

Derajat keasaman adalah ukuran untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan pH di suatu air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya. Derajat keasaman diduga sangat berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan bentuk zat didalam air (Azwir, 2006).

pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hidrogen dan secara matematis dinyatakan sebagai  $pH = \log 1/H'$ , dimana  $H'$  adalah banyaknya ion hidrogen dalam mol per liter (Barus, 2001). Sebagian besar biota akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan nilai pH yang optimal sekitar 6 - 8,5. Nilai

pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir pada pH yang rendah (PP No.28, 2001; Suryanto, 2011).

### 2.7.3 Oksigen Terlarut (DO)

Mays (1996) menyatakan bahwa oksigen terlarut (*dissolved oksigen*) yang sering disebut dengan DO adalah parameter hidrobiologis yang dianggap sangat penting karena keberadaannya menentukan hidup matinya organisme. DO merupakan salah satu parameter mengenai kualitas air. Tersedianya oksigen terlarut di dalam air sangat menentukan kehidupan di perairan tersebut (Prahutama, 2013). Menurut PP No.82 tahun 2001, baku mutu kandungan DO di sungai adalah 6 Mg/l.

Penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan karena adanya zat pencemar yang dapat mengurangi oksigen. Zat pencemar tersebut terutama terdiri dari bahan-bahan organik dan non organik yang berasal dari berbagai sumber, seperti kotoran (manusia dan hewan), sampah organik, bahan-bahan buangan industri dan rumah tangga. Sebagian besar zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik (Purwandari, 2013).

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan insektisida organoklorin dengan bahan aktif "Fipronil" dan nama dagang *Regent 50 g* dalam bentuk cair dan hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) dengan ukuran 3-5 cm. Dalam penelitian parameter kualitas air yang digunakan yaitu faktor fisika (suhu) dan faktor kimia (pH dan oksigen terlarut).

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian uji pengaruh *sublethal* insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) ini disajikan dalam **Lampiran 1**.

##### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian uji pengaruh *sublethal* insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) ini disajikan dalam **Lampiran 1**.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen, yaitu mengadakan observasi di bawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut diatur oleh peneliti dengan tujuan untuk melihat suatu hasil yang menggambarkan hubungan variabel- variabel yang diteliti (Nazir, 2002). Metode uji hayati yang digunakan yaitu metode uji hayati statis yaitu air yang digunakan untuk pengujian tetap selama waktu percobaan (Rubiantoro, 1996).

### 3.3.1 Data

Pengambilan data dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder.

#### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang secara langsung di kumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya (Suryabrata, 1994). Pengumpulan data primer dapat dilakukan dengan cara :

##### a. Observasi

Metode observasi ini dilakukan dengan cara pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki. Ada tanpa mengajukan pertanyaan-pertanyaan meskipun obyeknya orang (Marzuki, 1983).

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak merupakan sumber asli dalam kegiatan penelitian, tetapi merupakan sumber yang dapat dipakai untuk menunjang keberadaan informasi data primer yang dijadikan informasi utama. Kepentingan data sekunder adalah untuk membuat (a) latar belakang masalah penelitian, sehingga laporan penelitian lebih memiliki dukungan data yang dapat memperkuat citra akademis (b) untuk jenis penelitian kepustakaan dan studi kajian buku (referensi), maka data sekunder merupakan informasi utama (Salim,2009). Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari laporan, jurnal, majalah, Laporan PKL atau Skripsi, situs internet serta kepustakaan yang menunjang dari penelitian ini.

### 3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi secara langsung yaitu dengan mengamati secara langsung pada uji toksisitas akut (uji pendahuluan) untuk melihat mortalitas ikan dari konsentrasi insektisida dengan bahan aktif fipronil yang digunakan, serta untuk menentukan konsentrasi insektisida yang akan digunakan dalam penelitian inti yang

dinyatakan sebagai ambang *lethal* bawah ( $LC_{0-48 \text{ jam}}$ ) dan ambang *lethal* atas ( $LC_{100-24 \text{ jam}}$ ) setelah diketahui nilai ambang *lethal* bawah dan atas kemudian dapat ditentukan nilai ambang *lethal* tengah atau  $LC_{50-96 \text{ jam}}$ . Observasi langsung pada uji pengaruh *sublethal* (penelitian inti) yaitu dengan melihat laju pertumbuhan ikan mas pada penggunaan konsentrasi insektisida dengan bahan aktif fipronil yang berbeda.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap selama kurang lebih 2 bulan, 1 bulan pertama mengukur uji toksisitas akut dan 1 bulan berikutnya mengukur pertumbuhan ikan mas dengan menggunakan 5 perlakuan, yaitu perlakuan A = kontrol (tanpa pestisida), dan perlakuan B, C, D dan E = dosis pestisida (dosis pestisida 20%, 40%, 60% dan 80% dari  $LC_{50}$ ), masing-masing perlakuan diulang 6 kali. Penentuan dosis pestisida tersebut berdasarkan dari penelitian sebelumnya dan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Hastuti (1985) yaitu dosis yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari nilai  $LC_{50-96 \text{ jam}}$ . Parameter kualitas air yang diamati yaitu parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi suhu dan parameter kimia meliputi pH dan DO.

### 3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbedaan konsentrasi (a) sebanyak 5 dan ulangan perlakuan (n) sebanyak 6. Rumus dari Rancangan Acak Lengkap menurut Yitnosumarto (1993) adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke j

$\mu$  = Nilai tengah umum

$T_i$  = Pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = Kesalahan (galat) percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Percobaan dilakukan menurut EPA (2002) dan EPA (1996) untuk uji toksikologi. Ikan mas yang digunakan berupa benih yang berukuran 3 - 5 cm berumur kurang dari 1 bulan. Setyorini (2014) menjelaskan tata letak percobaan dilakukan secara acak (random). Pengacakan dilakukan agar analisis data yang dilakukan menjadi sah. Adapun beberapa metode yang digunakan antara lain (a) diundi (lotere), (b)daftar angka acak atau dengan (c) menggunakan software. Adapun denah-denah percobaan yang akan dilakukan sebagai berikut dengan menggunakan pengundian (lotere).

A6	C6	D3	E5	D5	C3
D6	E2	B5	C4	A1	B1
A3	C5	B2	E6	E4	D4
C1	D1	A2	A4	D2	E1
B4	C2	E3	B6	A5	B3

**Gambar 5.** Denah Penelitian

Keterangan : A, B, C, D, E adalah perlakuan

- Dimana
- A = Kontrol
  - B = 20% dari nilai  $LC_{50}$
  - C = 40% dari nilai  $LC_{50}$
  - D = 60% dari nilai  $LC_{50}$
  - E = 80% dari nilai  $LC_{50}$

1, 2, 3, 4, 5 dan 6 adalah ulangan

### 3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu tahap preparasi penelitian, uji pendahuluan (uji toksisitas akut) dan penelitian inti (uji pengaruh *sublethal*).

#### 3.5.1 Preparasi Penelitian

##### a. Aklimatisasi Hewan Uji

Aklimatisasi hewan uji yang pertama dilakukan dengan menyiapkan bak-bak percobaan berkapasitas 16 liter yang kemudian diisi air sebanyak 10 liter dan dibiarkan selama sehari agar kotoran mengendap lalu disipon. Kemudian dimasukkan ikan sebanyak 10 ekor yang mempunyai ukuran, berat, umur dan kondisi fisiologis yang relatif sama. Tahap pemeliharaan hewan uji, dimana ikan mas yang akan digunakan sebagai hewan uji dipelihara selama  $\pm 7$  hari dan diberi pakan berupa pelet dua kali sehari yaitu pagi pada pukul 08.00 WIB dan sore pada pukul 16.00 WIB. Pakan diberikan sebanyak 3% dari berat tubuh ikan. Selama aklimatisasi, mortalitas hewan uji tidak boleh lebih dari 3% selama 48 jam, apabila melebihi 3% maka kelompok hewan uji tidak dapat digunakan untuk penelitian. Dan sebaliknya, apabila mortalitas tidak lebih dari 3% maka kelompok hewan uji dapat digunakan. Sehari sebelum pengujian ikan di puasakan terlebih dahulu (Kusriani *et al.*, 2012).

##### b. Persiapan Konsentrasi Insektisida

Persiapan berbagai konsentrasi insektisida dengan cara pengenceran dengan menggunakan rumus :

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan :

$V_1$  : volume atau jumlah insektisida yang dibutuhkan

$N_1$  : konsentrasi insektisida

$V_2$  : Volume air yang digunakan

$N_2$  : dosis insektisida yang diinginkan

Insektisida organoklorin dengan merk dagang Regent 50 merupakan jenis insektisida cair. Dalam 1 botol insektisida ini terdapat bahan aktif fipronil 50 gr/L jadi konsentrasi bahan aktif fipronil dalam botol insektisida ini sebesar 50 gr/L. Jika dijadikan dalam bentuk ppm maka menjadi 50 gr/liter = 50.000 mg/L = 50.000 ppm. Sebelum membuat konsentrasi larutan untuk uji pendahuluan dan penelitian inti maka terlebih dahulu dibuat larutan stok 1000 ppm. Pembuatan larutan stok 1000 ppm dengan cara

$$V1 = \frac{V2 \times N2}{N1} = \frac{1000 \text{ ml} \times 1000 \text{ ppm}}{500.000 \text{ ppm}} = 2 \text{ ml}$$

Jadi untuk mendapatkan larutan stok 1000 ppm maka insektisida diambil sebanyak 2 ml dan dilarutkan dalam 1 liter aquadest. Pengenceran pada uji pendahuluan dan penelitian inti dilakukan sesuai dengan skala logaritmik pada Tabel Rand, kemudian ditentukan masing-masing konsentrasi insektisida pada masing-masing bak-bak percobaan. Untuk uji pendahuluan (penentuan nilai ambang *lethal* bawah dan nilai ambang *lethal* atas), pengenceran sesuai dengan skala logaritmik Tabel Rand pada kolom 1 yaitu 0,01 ppm; 0,1 ppm; 1 ppm; 10 ppm dan 100 ppm sedangkan untuk uji toksisitas LC<sub>50</sub> konsentrasi insektisida yang digunakan berdasarkan pada Tabel Rand sesuai dengan hasil uji pendahuluan tahap 1. Adapun Tabel Skala Rand dapat dilihat pada Lampiran 2. Konsentrasi perlakuan untuk penelitian inti adalah nilai 20%, 40%, 60% dan 80% dari nilai LC<sub>50</sub>.

### 3.5.2 Uji Pendahuluan

#### a. Tahap 1

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji lanjutan atau uji toksisitas sesungguhnya, yaitu konsentrasi yang dapat

menyebabkan kematian terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50% (Esmiralda dan Husni, 2012).

Adapun prosedur dalam uji pendahuluan tahap pertama adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan 6 toples berkapasitas 16 liter dengan diameter 29 cm, tinggi 28 cm dan diisi air kran sebanyak 10 liter untuk 5 konsentrasi dan 1 kontrol.
2. Memasukkan insektisida dengan konsentrasi yang sudah didapat dari pengenceran ke dalam masing-masing toples.
3. Memasukkan hewan uji yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) yang berukuran 3-5 cm dengan umur kurang dari 1 bulan.
4. Memberi aerasi sampai dasar untuk memberikan suplai oksigen selama pengujian.
5. Mengamati hewan uji setiap 8 jam selama 96 jam untuk mengetahui mortalitas hewan uji tersebut.
6. Mencatat hasil pengamatan mortalitas ikan pada masing – masing konsentrasi untuk penentuan konsentrasi pada uji pendahuluan tahap kedua sesuai dengan skala Rand.

**b. Tahap 2 ( Uji Toksisitas Akut)**

Uji pendahuluan tahap 2 dilakukan untuk mendapatkan nilai ambang tengah  $LC_{50-96}$  jam untuk digunakan dalam uji pengaruh *sublethal*. Uji ini menggunakan variasi konsentrasi yang berada pada rentang nilai  $LC_{50}$ . Adapun prosedur penelitian tahap kedua ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan variasi konsentrasi insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil menggunakan tabel skala Rand sesuai dengan hasil uji pendahuluan.

2. Mempersiapkan media dengan konsentrasi sesuai dengan perhitungan dari rentang nilai pada uji pendahuluan sebanyak 5 konsentrasi termasuk kontrol.
3. Mengaerasi media terlebih dahulu selama 5 – 10 menit sebelum ikan mas dimasukkan ke dalam media percobaan.
4. Memasukkan ikan mas kedalam media sebanyak 10 ekor tiap toples, mengaerasi selama perlakuan 96 jam tanpa memberi makan.
5. Mengamati ikan mas setiap 8 jam sekali selama 96 jam dan pengukuran parameter kualitas air berupa suhu, pH dan DO pada masing – masing bak media perlakuan selama pengamatan 96 jam.

### 3.5.3 Penelitian Inti

Uji pengaruh *sublethal* dilakukan selama 30 hari, bertujuan untuk mengetahui pengaruh insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil (*regent* 50 g) terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn). Perlakuan menggunakan konsentrasi yang di dapatkan dari uji toksisitas akut. Perlakuan dari uji pengaruh *sublethal* yaitu dengan tanpa pemberian insektisida sebagai kontrol dan perlakuan dengan pemberian insektisida. Prosedur dari uji sesungguhnya ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan 30 toples untuk 5 perlakuan yaitu 1 kontrol dan 4 dosis insektisida yang didapatkan dari 20%, 40% dan 60% dan 80% nilai  $LC_{50}$  dan dilakukan 6 kali ulangan. Dari uji toksisitas akut didapatkan nilai  $LC_{50}$  yaitu 0,37 ppm, maka konsentrasi insektisida yang digunakan untuk uji pengaruh *sublethal* adalah sebagai berikut :

- a. 20% dari nilai  $LC_{50}$

$$\text{Konsentrasi} = \frac{20}{100} \times 0,37 \text{ ppm} = 0,074 \text{ ppm}$$

- b. 40% dari nilai  $LC_{50}$

$$\text{Konsentrasi} = \frac{40}{100} \times 0,37 \text{ ppm} = 0,148 \text{ ppm}$$

c. 60% dari nilai  $LC_{50}$

$$\text{Konsentrasi} = \frac{60}{100} \times 0,37 \text{ ppm} = 0,222 \text{ ppm}$$

d. 80% dari nilai  $LC_{50}$

$$\text{Konsentrasi} = \frac{80}{100} \times 0,37 \text{ ppm} = 0,296 \text{ ppm}$$

2. Memasukkan ikan mas yang telah diaklimatisasi ke dalam bak-bak percobaan masing-masing sebanyak 10 ekor.
3. Selama penelitian berlangsung, memberia erasi pada bak dan ikan diberi makan dua kali sehari dengan menggunakan pakan pellet.
4. Melakukan pergantian media uji maksimal 4 hari sekali selama penelitian berlangsung.
5. Mengukur bobot tubuh dan panjang tubuh ikan mas setiap seminggu sekali selama 4 minggu.
6. Cara pengukuran bobot tubuh yaitu mempersiapkan wadah yang diberi air dan diletakkan diatas timbangan sartorius lalu timbangan ditekan tombol "ZERO" dan ikan dapat disampling untuk diukur bobot tubuhnya.
7. Cara mengukur panjang total tubuh ikan yaitu menggunakan penggaris dengan cara mengukur jarak antara ujung mulut sampai ujung sirip ekor.

### 3.6 Analisis Parameter Kualitas Air

#### 3.6.1 Suhu

Pengukuran DO dalam penelitian ini menggunakan DO meter. Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut :

- a. Mengkalibrasi alat sensor pada DO-meter dengan menggunakan aquadest.
- b. Memasukkan sensor DO meter ke dalam sampel yang akan diuji.

- c. Tunggu hingga muncul tulisan "READY" untuk pertama kali.
- d. Mencatat hasil penelitian sebagai °C.

### 3.6.2 pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH-meter. Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut :

- a. Mengkalibrasi menggunakan aquades sebelum pH-meter digunakan, kemudian keringkan dengan kertas yang lembut atau tissue.
- b. Merendam pen (elektroda) kedalam contoh selama kurang lebih 1 menit, kemudian keringkan dengan kertas yang lembut atau tissue.
- c. Merendam pen (elektroda) kembali kedalam contoh tersebut sampai pHmeter menunjukkan pembacaan angka yang tetap.
- d. Mencatat hasil pengamatan.

### 3.6.3 *Disolved Oxygen (DO)*

Pengukuran DO dalam penelitian ini menggunakan DO meter. Prosedur kerjanya adalah sebagai berikut :

- a. Mengkalibrasi alat sensor pada DO-meter dengan menggunakan aquadest.
- b. Memasukkan sensor DO meter ke dalam sampel yang akan diuji.
- c. Tunggu hingga muncul tulisan "READY" untuk pertama kali.
- d. Mencatat hasil penelitian sebagai mg/l.

## 3.7 Analisis Data

Besarnya laju pertumbuhan ikan mas didapatkan dari rumus seperti dibawah ini :

$$\text{SGR \%} = \frac{\text{LnWt} - \text{LnWo}}{\text{T}} \times 100 \%$$

Keterangan :

SGR = Laju pertumbuhan spesifik

Wo = Berat hewan uji penelitian (g)

Wt = Berat hewan akhir penelitian (g)

T = Waktu penelitian (Hari)

Analisis data untuk uji toksisitas akut ( $LC_{50}$ ) menggunakan analisa probit sedangkan untuk uji pengaruh *sublethal* terhadap laju pertumbuhan ikan mas menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 16.0. Apabila hasil uji menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Difference*).



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan merupakan rangkaian uji yang dilakukan untuk memperoleh nilai kisaran konsentrasi yang akan digunakan pada penelitian inti, yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50% (Husni dan Esmiralda, 2012). Dalam penelitian ini, dimana hasil dari uji pendahuluan pada uji toksisitas insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan kisaran konsentrasi pada penelitian inti, penentuan konsentrasi uji pendahuluan sesuai dengan skala logaritmik, dapat dilihat pada Lampiran 2.

**Tabel 1.** Data Hasil Mortalitas Ikan Mas pada Uji Pendahuluan

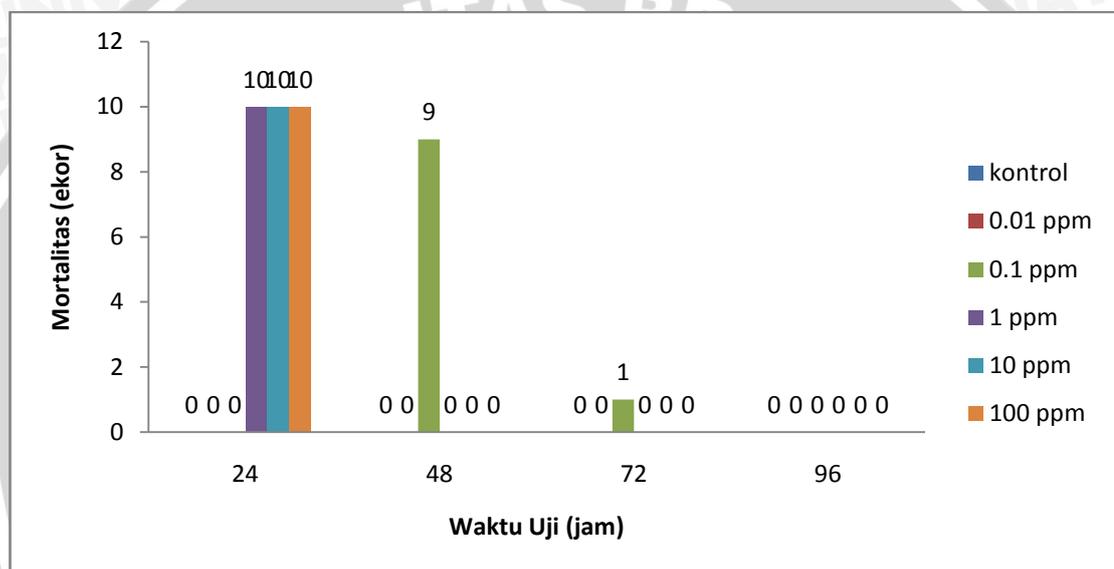
Konsentrasi	$\Sigma$ Hewan Uji	Mortalitas Ikan Uji (Ekor/Jam)				$\Sigma$ Total Mortalitas (Ekor)	% Mortalitas
		24 jam	48 Jam	72 jam	96 jam		
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0%
0.01 ppm	10	0	0	0	0	0	0%
0.1 ppm*	10	0	9	1	-	10	100%
1 ppm**	10	10	-	-	-	10	100%
10 ppm	10	10	-	-	-	10	100%
100 ppm	10	10	-	-	-	10	100%

Keterangan : \* = ambang batas bawah

\*\* = ambang batas atas

Hasil dari uji pendahuluan yang diperoleh berdasarkan Tabel 1 yaitu, pada konsentrasi 0 ppm kematian ikan sebesar 0%, pada konsentrasi 0,01 ppm

kematian ikan sebesar 0%, pada 0,1 ppm kematian ikan sebesar 90% pada jam ke-48 dan 10% pada jam ke-72, pada konsentrasi 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm tingkat kematian ikan terjadi pada jam ke-24 sebesar 100%. Dari hasil uji pendahuluan, maka dapat ditentukan kisaran konsentrasi yang akan digunakan untuk uji LC<sub>50</sub> yaitu antara 0,1 ppm dengan 1 ppm, dimana konsentrasi 0,1 ppm sebagai ambang batas bawah dan 1 ppm sebagai ambang batas atas pada uji toksisitas akut.



**Gambar 6.** Grafik Hubungan Mortalitas dan Waktu Pengamatan pada Uji Pendahuluan

Hasil pengamatan mortalitas ikan pada uji pendahuluan dapat dilihat juga pada Gambar 6. Grafik tersebut menjelaskan bahwa pada waktu pengamatan 24 jam terjadi mortalitas ikan pada konsentrasi 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm. Pada waktu pengamatan 48 jam dan 72 jam terjadi juga mortalitas ikan pada konsentrasi 0,1 ppm. Sedangkan pada konsentrasi 0,01 ppm dan kontrol tidak terjadi mortalitas ikan sampai pengamatan 96 jam. Clarke dan Clarke (1975), menyatakan bahwa pestisida yang masuk didalam tubuh organisme akan mengalami berbagai proses. Salah satu dari proses tersebut yaitu akumulasi.

Dimana pestisida masuk ke dalam tubuh ikan melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan dan kulit. Halnya dengan saluran pernafasan dari ikan yang terkena pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ lainnya yang berhubungan langsung dengan insang. Menurut pendapat Alasbaster dan Lloyd (1980) menyatakan bahwa kerusakan insang dapat berupa penebalan lamella, degradasi sel atau bahkan kerusakan dan kematian pada jaringan insang. Hal ini menyebabkan terganggunya proses respirasi, yang akibatnya akan mengganggu pernafasan dan akhirnya menyebabkan kematian.

#### 4.2 Hasil Penelitian Inti LC<sub>50</sub>

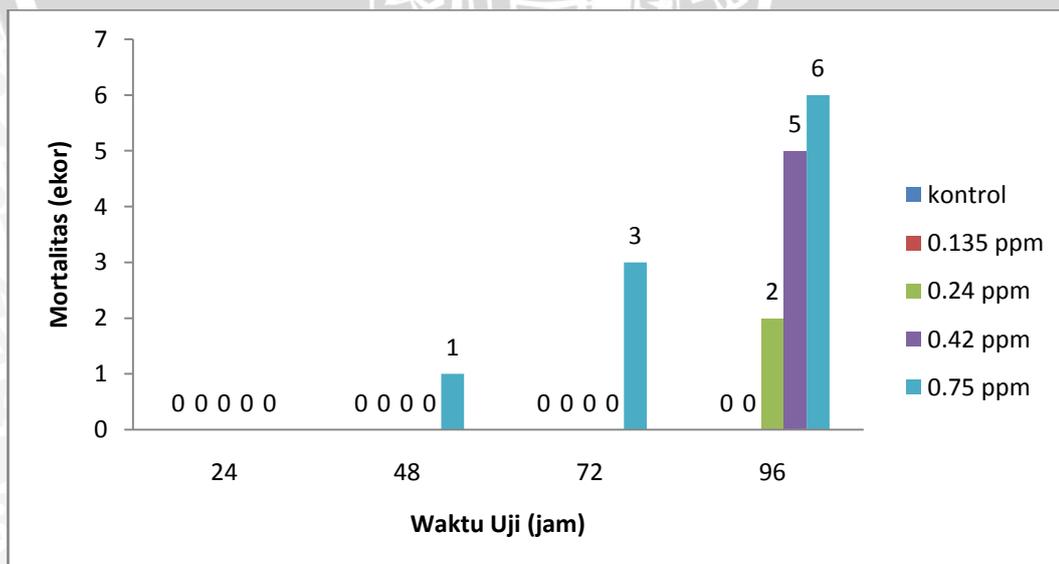
Pengujian pengaruh toksisitas insektisida dengan bahan aktif fipronil menggunakan konsentrasi yang berbeda terhadap mortalitas ikan mas pada penelitian inti sesuai dengan konsentrasi yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan. Dimana penentuan konsentrasi penelitian inti didapat dari uji pendahuluan yaitu dengan menggunakan kisaran dari ambang batas atas dan ambang batas bawah. Ambang batas atas yaitu 0,1 ppm sedangkan ambang batas atasnya yaitu 1 ppm, sehingga digunakan konsentrasi berdasarkan skala logaritmik yang terdapat pada Tabel Rand pada kolom 4 yaitu dengan konsentrasi 0,135 ppm, 0,24 ppm, 0,42 ppm dan 0,75 ppm. Hasil pengamatan mortalitas ikan mas pada uji LC<sub>50</sub> dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Hasil Mortalitas Ikan Mas pada Uji LC<sub>50</sub>

Konsentrasi	Σ Hewan Uji	Mortalitas Ikan Uji (Ekor/Jam)				Σ Total Mortalitas (Ekor)	% Mortalitas
		24 jam	48 Jam	72 jam	96 jam		
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0%
0.135 ppm	10	0	0	0	0	0	0%

0.24 ppm	10	0	0	0	2	2	20%
0.42 ppm	10	0	0	0	5	5	50%
0.75 ppm	10	0	1	3	6	10	100%

Berdasarkan dari hasil penelitian inti pada Tabel 2, menunjukkan perbedaan mortalitas ikan pada masing-masing konsentrasi insektisida dengan bahan aktif fipronil. Dimana pada konsentrasi 0 ppm (kontrol) dan pada konsentrasi 0,135 ppm tidak ada mortalitas ikan. Sedangkan pada konsentrasi 0,24 ppm terjadi mortalitas ikan pada pengamatan ke 96 jam sebanyak 2 ekor dengan nilai prosentasi 20%, pada konsentrasi 0,42 ppm mortalitas ikan sebanyak 5 ekor pada pengamatan 96 jam dengan nilai prosentasi 50% dan pada konsentrasi 0,75 ppm terjadi mortalitas ikan pada pengamatan 48 jam sebanyak 1 ekor, pada pengamatan ke 72 jam sebanyak 3 ekor dan pada pengamatan ke 96 jam mortalitas ikan sebanyak 6 ekor sehingga jumlah mortalitas ikan dengan konsentrasi 0,75 ppm ini sebanyak 10 ekor dengan nilai prosentasi 100%.



**Gambar 7.** Grafik Hubungan Mortalitas dan Waktu Pengamatan pada Uji LC<sub>50</sub>

Berdasarkan data hasil penelitian inti ini kemudian kita dapat mengetahui jumlah mortalitas yang kemudian dihitung dengan menggunakan analisis probit untuk mengetahui  $LC_{50}$  (dapat dilihat pada lampiran 6). Dari hasil perhitungan yang menggunakan analisa probit didapatkan  $LC_{50}$  dengan nilai konsentrasi 0,37 ppm, dimana dengan konsentrasi insektisida tersebut telah menyebabkan kematian 50% hewan uji. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida maka semakin tinggi pula kematian ikan, dan sebaliknya jika konsentrasi insektisida semakin kecil maka kematian ikan juga semakin rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Karnilawati (2007), bahwa kelangsungan hidup benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L) berkurang dengan seiringnya penambahan konsentrasi pestisida yang semakin tinggi.

Menurut Effendi (2003), limbah pencemar mengakibatkan kematian (letal) maupun *sublethal*, misalnya akibatnya yaitu terganggunya pertumbuhan, karakteristik morfologi dan tingkah laku berbagai ikan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Karnilawati (2007), konsentrasi  $15 \text{ mL.L}^{-1}$  limbah cair menyebabkan kematian 100% pada ikan mas. Menurut Rand (2008), menyatakan bahwa pengaruh dari bahan toksik terhadap suatu organisme akuatik akan terlihat dalam waktu pemaparan yang berbeda. Koesumadinata dan Sutrisno (1997) dalam Syafriadiman (2010), menjelaskan bahwa kerentanan organisme terhadap bahan toksik berbeda-beda. Dapat digolongkan berdasarkan konsentrasi dari bahan toksik itu sendiri, berdasarkan spesies dan juga ukuran organismenya.

Kondisi ikan saat dilakukan uji mengalami perbedaan tingkah laku pada masing-masing konsentrasi. Kondisi hewan uji pada saat uji toksisitas disajikan dalam Tabel 3.



**Tabel 3.** Kondisi ikan mas secara visual pada Uji Toksisitas LC<sub>50</sub> pada penelitian inti

Konsentrasi (ppm)	Kondisi Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn)
0 ppm	Ikan dalam keadaan yang baik, dimana bukaan operculumnya masih normal, gerakan ikan masih aktif berenang, kondisi ikan ini masih aktif sampai 96 jam
0,135 ppm	Pada jam ke-24 gerakan ikan masih aktif, berenangnya masih lumayan aktif, tetapi pada jam ke-46 ada beberapa ikan yang sudah mulai pasif, dan warna kulit putih pucat serta bukaan operculum mulai melambat sampai jam ke-96. Tetapi tidak ada ikan yang mati
0,24 ppm	Gerakan ikan sudah mulai tidak aktif pada jam ke-24, berenangnya lambat, kurang menanggapi respon gerakan dan banyak yang mendekati ke sumber aerasi. Pada pengamatan 46 jam beberapa ikan sudah ada yang menggelepar di dasar, dan pada pengamatan 96 jam ditemukan ikan yang mati sebanyak 2 ekor
0,42 ppm	Gerakan ikan sudah mulai tidak aktif dan mendekati sumber aerasi, pada pengamatan 46 jam ikan sudah ada yang menggelepar di dasar, bukaan operculum juga semakin melamban. Pada pengamatan 96 jam ditemukan ikan mati sebanyak 5 ekor. Dimana sisik berwarna putih pucat, mata terbuka dan dibagian operculum ada sedikit gumpalan darah
0,75 ppm	Gerakan ikan tidak aktif, berenangnya tidak beraturan dan ikan mendekati sumber aerasi pada pengamatan 24 jam. Ikan mulai menggelepar di dasar, mengikuti arus dari aerasi. Pada pengamatan 46 jam ditemukan ikan yang mati sebanyak 1 ekor, dan ikan mati sebanyak 3 ekor pada pengamatan 72 jam dengan kondisi ikan yang sudah lemas dan berada di dasar dengan warna sisik putih pucat. Dan pada pengamatan 96 jam ikan mati sebanyak 6 ekor dengan kondisi yang dimana dibagian operculum terlihat gumpalan darah dan sisik sudah mulai mengelupas

Hasil pengamatan tingkah laku ikan selama uji didapatkan perbedaan tingkah laku ikan pada masing-masing bak percobaan, dari konsentrasi 0 ppm, 0,135 ppm, 0,24 ppm, 0,42 ppm, 0,75 ppm bahkan ada yang masih hidup sampai akhir penelitian. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh dari perbedaan konsentrasi pada insektisida dengan bahan aktif fipronil sehingga menyebabkan

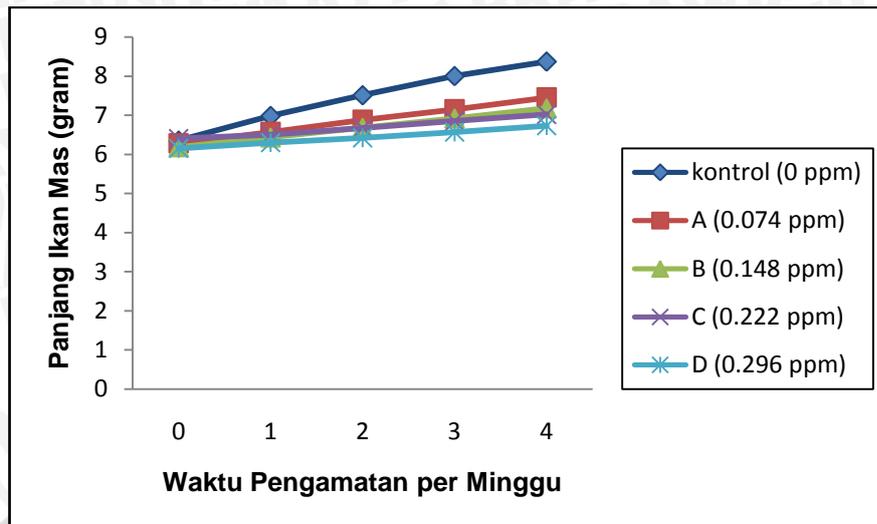
perubahan tingkah laku pada hewan uji. Sesuai dengan pendapat Rudiyantri (2009), dalam penelitiannya dimana dalam pengamatannya yang dilakukan secara visual selama penelitian terlihat bahwa ikan uji mengalami perubahan tingkah laku yang disebabkan karena adanya pengaruh dari bahan aktif fipronil yang terjadi dalam insektisida.

Pada pengamatan ini, dimana kondisi ikan mas mengalami banyak gejala yang timbul akibat pemaparan insektisida. Hal ini sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Yosmaniar *et al.*, (2009) menyatakan bahwa gejala klinis yang terlihat dari hewan uji dimana ikan mengeluarkan lendir yang berlebihan dari permukaan tubuhnya, warna kulit ikan yang memucat dan mengalami luka disirip. Sedangkan gejala fisiologisnya terlihat dari berenangannya ikan yang tidak teratur.

#### **4.3 Uji Pengaruh Sublethal Insektisida dengan Bahan Aktif Fipronil (Regent 50 g) terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)**

Uji pengaruh sublethal pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang ikan mas pada penelitian ini didasarkan pada nilai 20%, 40%, 60% dan 80% dari nilai  $LC_{50}$ , yaitu pada perlakuan A = 0,074 ppm (dosis insektisida 20% dari  $LC_{50}$ ), perlakuan B = 0,148 ppm (dosis insektisida 40% dari  $LC_{50}$ ), perlakuan C = 0,222 ppm (dosis insektisida 60% dari  $LC_{50}$ ), perlakuan D = 0,296 ppm (dosis insektisida 80% dari  $LC_{50}$ ) dan perlakuan kontrol (tanpa pemberian insektisida).

Hasil pengukuran panjang ikan mas setiap 1 minggu sekali selama 4 minggu dapat dilihat pada Gambar 8.

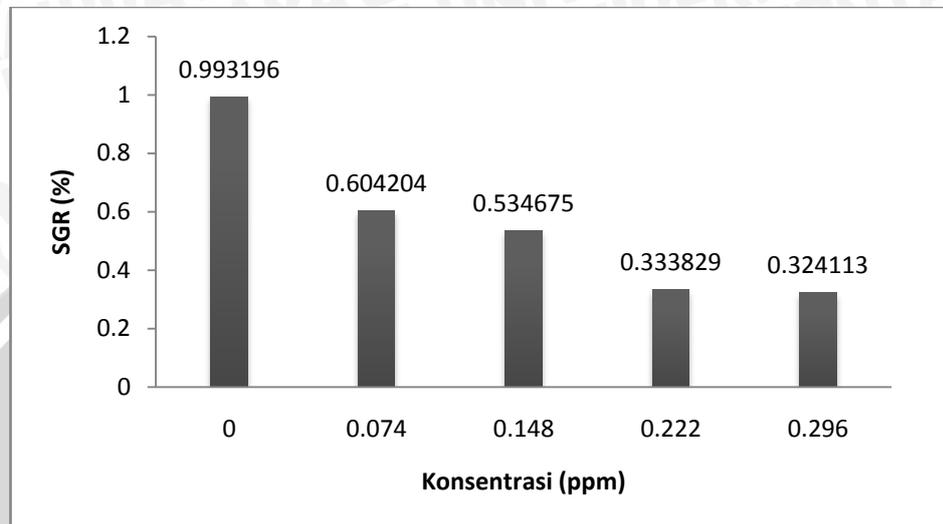


**Gambar 8.** Grafik Panjang Ikan Mas Setiap Minggu

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa pertumbuhan panjang ikan semakin hari semakin meningkat. Tetapi dengan konsentrasi yang berbeda, dimana laju pertumbuhan panjang ikan semakin kecil seiring dengan konsentrasi dari insektisida yang semakin besar. Dapat dilihat dimana pada perlakuan kontrol laju pertumbuhan panjang ikan sangat meningkat lebih besar dibandingkan dengan laju pertumbuhan panjang ikan yang diberi insektisida. Sipahutar *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa pertumbuhan ikan pada umumnya dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor eksternal yang berhubungan dengan ketersediaan pakan dan kondisi lingkungan serta faktor internal yang meliputi genetik dan kondisi fisiologis ikan.

Selama pengukuran pertumbuhan panjang tubuh ikan mas setiap minggunya, dimana faktor kondisi pada ikan mas juga mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya panjang tubuh ikan. Hal ini sesuai dengan penjelasan Hutomo *et al.*, (1985) dalam Kusriani *et al.*, (1012) bahwa faktor kondisi akan mengalami penurunan sejalan dengan pertumbuhan panjang tubuh ikan, sedangkan menurut pendapat Effendie (1979) menjelaskan bahwa yang mempengaruhi faktor kondisi salah satunya adalah umur dari ikan itu sendiri.

Hasil uji dari laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang ikan mas yang diberi insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil dengan pemberian konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida terhadap Laju Pertumbuhan Panjang Ikan Mas

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai SGR panjang semakin menurun sejalan dengan pemberian dosis insektisida yang semakin besar. Pada perlakuan kontrol (0 ppm) dimana nilai SGR panjang = 0,993%, pada perlakuan A (0,074 ppm) SGR panjang = 0,604 %, pada perlakuan B (0,148 ppm) SGR panjang = 0,535%, pada perlakuan C (0,222 ppm) SGR panjang = 0,334% dan pada perlakuan D (0,296 ppm) SGR panjang = 0,324%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida maka semakin kecil nilai SGR dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang tanpa pemberian pestida. Hal ini disebabkan karena telah terganggunya fungsi insang dan organ – organ yang berhubungan langsung dengan insang pada ikan mas bahkan mulai mengalami kerusakan perlahan karena pemaparan dari insektisida. Rubiantor (1996) dalam Kusriani (2012), menjelaskan bahwa pengaruh dari zat toksik terhadap ikan dapat menyebabkan perubahan morfologi dari insang ikan dan

tidak menyebabkan kematian dalam periode panjang. Dan juga pengaruh zat toksik dapat merusak fungsi pernafasan dari insang sehingga menyebabkan proses metabolisme dalam tubuh ikan terganggu dan menurunkan laju pertumbuhan ikan.

Konsentrasi insektisida dengan bahan aktif fipronil yang berlebihan akan bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Pada uji *sublethal* ini dimana ikan mas yang digunakan sebagai hewan uji. Hal ini sesuai dengan penjelasan Palar (1994), menyatakan bahwa konsentrasi pestisida yang berlebihan dapat bersifat toksik terhadap kehidupan ikan perairan, sehingga dapat mempengaruhi sistem metabolisme dan fisiologis ikan dan juga dapat mengganggu kelangsungan hidup ikan. Keberadaan dari suatu toksikan dapat mempengaruhi kerja enzim biologis.

Penurunan pertambahan panjang tubuh ikan mas tersebut disebabkan karena adanya bahan insektisida di dalam media hidup ikan mas, yang mana dapat bersifat toksik dan dapat berdampak buruk bagi pertumbuhan ikan. Nurchayatun (2007) menambahkan bahwa bahan pencemar yang berada di perairan dapat merugikan bagi kehidupan ikan, terutama dengan bahan pencemar yang tidak dapat terurai sehingga dapat terakumulasi di dalam tubuh ikan. Terakumulasinya bahan pencemar di dalam sistem biologis dan akan menyebabkan gangguan kronis bagi organisme perairan baik secara langsung maupun melalui makanan.

Hasil uji pengaruh *sublethal* insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan mas yang diamati adalah laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang ikan mas tersebut selama 4 minggu dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil rata-rata pengujian pengaruh *sublethal* insektisida fipronil terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang ikan mas (%/hari)

Perlakuan	SGR Panjang (%/hari)	Rata-rata
Kontrol (0 ppm)	5,957	0,9928
A (0,074 ppm)	3,623	0,6038
B (0,148 ppm)	3,208	0,5347
C (0,222 ppm)	2,002	0,5347
D (0,296 ppm)	1,941	0,3235

Berdasarkan dari tabel diatas selanjutnya akan dilakukan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan panjang ikan mas. Uji analisis varian (ANOVA) ini menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) 16.0.

Hasil analisis menggunakan GLM (*General Linear Model*) Univariate menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) 16.0 diperoleh nilai signifikansi atau probabilitas pada perlakuan pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 jadi dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang nyata dari pengaruh pemberian dosis insektisida terhadap pertumbuhan panjang ikan seperti pada Lampiran 9.

Pada Lampiran 9 terlihat jelas bahwa pengaruh pemberian dosis terhadap pertumbuhan panjang ikan mas menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini dibuktikan melalui uji lanjut dengan LSD (*Least Significant Difference*) terlihat bahwa nilai probabilitas *multiple comparison* dari perlakuan pemberian dosis insektisida antara kontrol dengan A, kontrol dengan B, kontrol dengan C, kontrol dengan D, A dengan C, A dengan D, B dengan C dan B dengan D adalah < 0,05, maka terbukti bahwa pengaruh pemberian dosis insektisida terhadap

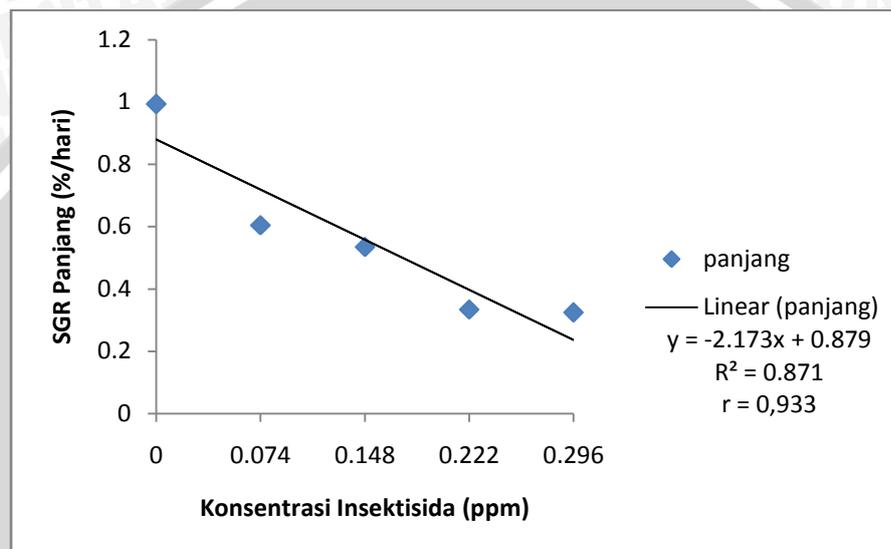
pertumbuhan panjang ikan mas menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari pemberian dosis pestisida tersebut yang paling tinggi pengaruhnya terhadap pertumbuhan panjang ikan mas adalah kontrol dengan D sebesar 0,66908 sedangkan yang paling kecil pengaruhnya terhadap laju pertumbuhan panjang ikan mas adalah C dengan D sebesar 0,00972.

Menurut Yuantari (2011), menjelaskan bahwa insektisida organoklorin merupakan racun yang mengganggu susunan syaraf dan larut dalam lemak. Sifat dari racunnya pada ikan dapat menghambat pertumbuhan atau perkembangan, perubahan tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, pengaruh hormon, penghambat makanan, dan aktivitas lainnya yang dapat menghambat metabolisme pada tubuh organisme perairan seperti ikan.

Menurut Komisi Pestisida Departemen pertanian (1983), adapun kriteria daya racun *lethal*/pestisida adalah (1)  $LC_{50-96}$  jam  $< 1$  mg/L, daya racunnya sangat tinggi, (2)  $LC_{50-96}$  jam 1-10 mg/L, daya racunnya tinggi, (3)  $LC_{50-96}$  jam 10-100 mg/L, daya racunnya sedang, dan (4)  $LC_{50-96}$  jam 100 mg/L, daya racunnya rendah. Dapat dilihat dari kriteria daya racun pestisida tersebut dapat diketahui bahwa pestisida fipronil merupakan pestisida yang mempunyai daya racun yang sangat tinggi. Pemaparan pestisida ini akan menjadi bahan toksik yang dapat masuk ke dalam tubuh ikan dan akan bersifat toksik. Jika bahan toksik yang masuk ke dalam hati semakin tidak terproses dengan baik, akan mengakibatkan terjadinya nekrosis pada jaringan hati dan ginjal. Menurut pendapat Kaplowitz (2000) bahwa sasaran suatu bahan toksik didalam tubuh adalah struktur molekul dari transport asam empedu, membrane, lemak, protein dan asam nukleat. Akibatnya struktur molekul menjadi tidak berfungsi lagi dan mungkin akan mengaktifasi jalur sekunder seperti nekrosis. Kerusakan sel-sel hati umumnya meliputi partisipasi metabolit terhadap bahan toksik, selanjutnya akan mendatangkan respon imun, bahkan dapat mempengaruhi biokimia sel.

Terjadinya nekrosis sel hati ini dapat diketahui dengan adanya perubahan sitoplasma dan inti sel (Evans dan Butler, 1993).

Hasil uji ANOVA dapat dilihat bahwa ada hubungan antara konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas. Untuk mengetahui hubungan konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang ikan mas dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Grafik Hubungan Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan Mas

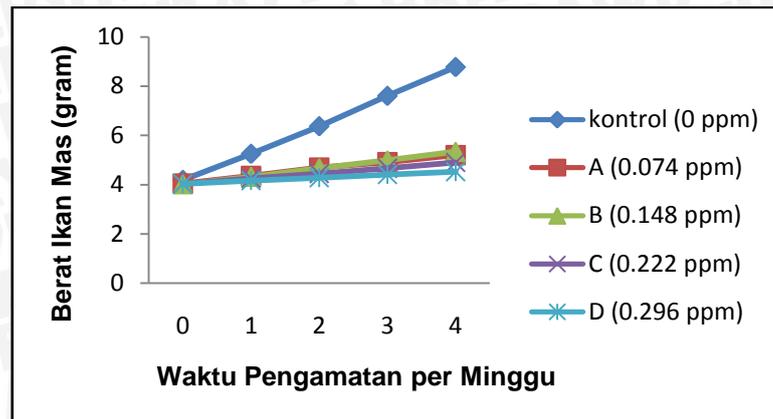
Berdasarkan Grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai a (*intercept*) sebesar 0,879 dan nilai b (*X Variable 1*) sebesar -2,173. Nilai b merupakan angka negatif sehingga garis linear yang didapatkan mengalami penurunan. Dari model regresi diatas didapatkan  $R^2$  (koefisien determinasi) sebesar 0,871 (87,1%) sehingga dapat dikatakan bahwa 87,1% dari konsentrasi insektisida dengan bahan aktif fipronil yang mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik (SGR) panjang ikan mas.

Insektisida organoklorin merupakan racun kontak yang dapat menimbulkan dampak negatif dan masalah keracunan kronik yang membahayakan bagi kelangsungan hidup organisme perairan bahkan dapat menyebabkan kematian karena mengendapnya bahan pencemar insektisida organoklorin didala tubuh

ikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Kusno (1991) yang menyatakan bahwa kemungkinan besar penyebab kematian dari organisme secara tidak langsung yaitu melalui pengendapan dan terkumpulnya pestisida didalam tubuh organisme akuatik yaitu dari pemberian konsentrasi yang rendah. Akibat dari hal tersebut ikan uji semakin tidak mampu untuk menetralsir pengaruh yang ditimbulkan oleh bahan aktif fipronil yang terkandung didalam media uji. Seiring dengan semakin tinggi konsentrasi maka tingkat kelangsungan hidup ikan uji akan semakin rendah (Rudiyanti dan Astri, 2009). Triadiati (1997) menambahkan bahwa pengaruh *sublethal* (kronis) menyebabkan kerusakan pada hati, mengurangi potensi untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan.

#### **4.4 Uji Pengaruh Sublethal Insektisida dengan Bahan Aktif Fipronil (Regent 50 g) terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Berat Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)**

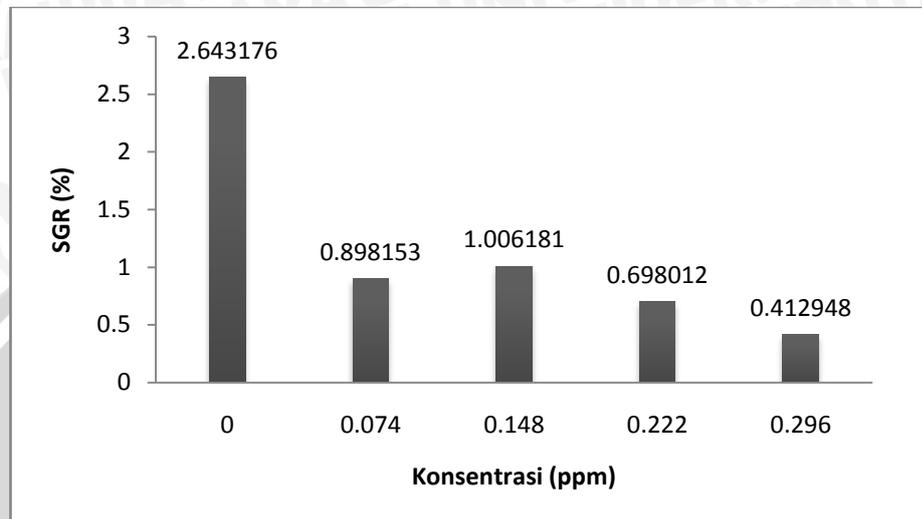
Uji pengaruh *sublethal* pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas pada penelitian ini didasarkan pada nilai 20%, 40%, 60% dan 80% dari nilai  $LC_{50}$ , yaitu pada perlakuan A = 0,074 ppm (dosis insektisida 20% dari  $LC_{50}$ ), perlakuan B = 0,148 ppm (dosis insektisida 40% dari  $LC_{50}$ ), perlakuan C = 0,222 ppm (dosis insektisida 60% dari  $LC_{50}$ ), perlakuan D = 0,296 ppm (dosis insektisida 80% dari  $LC_{50}$ ) dan perlakuan kontrol (tanpa pemberian insektisida). Hasil pengukuran berat ikan mas setiap 1 minggu sekali selama 4 minggu dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Grafik Berat Ikan Mas Setiap Minggu

Berdasarkan Gambar diatas dapat dilihat bahwa berat ikan setiap minggunya semakin meningkat. Tetapi penambahan berat ikan semakin menurun, karena pengaruh dari pemberian konsentrasi insektisida yang semakin meningkat. Pada perlakuan kontrol, dimana laju pertumbuhan berat tubuh ikan yang paling baik dibandingkan dengan ikan yang diberi perlakuan pemberian insektisida dengan konsentrasi yang berbeda. Penurunan pertumbuhan berat tubuh ikan mutlak terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi insektisida. Hal ini sesuai dengan pendapat Taufik (2005) dalam Yosmaniar (2009), dimana bahan toksik yang telah terakumulasi menyebabkan organ tubuh ikan mengalami gangguan sehingga mengurangi nafsu makan dan pemanfaatan energi yang berasal dari makanan lebih banyak digunakan untuk mempertahankan diri dari tekanan lingkungan. Secara tidak langsung menyebabkan pertumbuhan berat tubuh ikan juga akan menurun. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Esenowo dan Ogwumba (2010), juga menjelaskan bahwa pertumbuhan ikan *C. gariepinus* semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi dari toksikan karena disebabkan ikan yang tidak merespon pakan sehingga berkurangnya asupan nutrisi dan kekurangan energi didalam tubuh ikan.

Hasil uji laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas yang diberi insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil dengan pemberian konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida terhadap Laju Pertumbuhan Berat Ikan Mas

Berdasarkan Grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai SGR berat semakin menurun sejalan dengan pemberian dosis insektisida yang semakin besar. Pada perlakuan kontrol (0 ppm) dimana nilai SGR berat = 2,643%, pada perlakuan A (0,074 ppm) SGR berat = 0,898%, pada perlakuan B (0,148 ppm) SGR berat = 1,006%, pada perlakuan C (0,222 ppm) SGR berat = 0,698% dan pada perlakuan D (0,296 ppm) SGR berat = 0,413%. Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida maka semakin kecil nilai SGR. Tetapi pada perlakuan B (0,148 ppm) laju pertumbuhan berat tubuh ikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A (0,074 ppm). Hal ini diduga karena ikan sudah mengalami stres pada saat ikan diaklimatisasi.

Sebelum ikan digunakan sebagai hewan uji toksisitas akut insektisida ikan dipuasakan terlebih dahulu selama satu hari, pada saat pemuasaan ikan

mengalami stress karena disebabkan juga oleh faktor lingkungan dan pemindahan ikan dari kolam ke aquarium. Hal ini sesuai dengan pendapat Rachmawati *et al.*, (2010) bahwa pemuasaan pada ikan uji merupakan salah satu faktor lingkungan yang memicu perubahan fisiologis pada ikan. Dalam kondisi pemuasaan pada umumnya ikan akan mengalami stres, sehingga dapat berpengaruh terhadap aktifitas fisiologis hewan. Penyebab dari stres ikan dapat disebabkan dari berbagai sumber, yaitu berupa faktor lingkungan misalnya suhu, cahaya, pemeliharaan, penangkapan dan transport maupun faktor biotik seperti infeksi mikroorganisme akan memiliki dampak negatif terhadap perubahan fisiologis tubuh hewan. Perubahan tersebut meliputi terganggunya pertumbuhan pada ikan, produktivitas dan semua aktifitas yang merupakan akibat dari mekanisme homeostasis dalam tubuh ikan yang terganggu.

Pertumbuhan berat tubuh ikan mas dimana seiring dengan tingginya konsentrasi insektisida yang diberikan, maka pertumbuhan berat ikan mas menjadi menurun. Tetapi pada perlakuan B dengan konsentrasi 0,148 ppm mengalami peningkatan pada berat ikan mas. Hal ini dikarenakan faktor dari umur ikan yang mana ikan tersebut telah mencapai titik maksimal untuk mengalami penambahan panjang, tetapi dia masih mampu untuk melakukan penambahan berat. Menurut pendapat Effendie (1979) menjelaskan bahwa yang mempengaruhi faktor kondisi salah satunya adalah umur dari ikan itu sendiri. Terhambatnya pertumbuhan pada ikan dengan pemberian insektisida pada hewan uji dapat menyebabkan kerusakan kronis didalam tubuh ikan misalnya terjadi kerusakan pada insang dan hati. Seperti yang dijelaskan oleh Triadiatiet *al.*, (1997) pengaruh *sublethal* (kronis) menyebabkan kerusakan pada hati, mengurangi potensi untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan pada ikan.

Hasil uji pengaruh *sublethal* insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan mas yang diamati adalah laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas tersebut selama 4 minggu dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil rata-rata pengujian pengaruh *sublethal* insektisida fipronil terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas (%/hari)

Perlakuan	SGR Berat (%/hari)	Rata-rata
Kontrol (0 ppm)	15,859	2,6432
A (0,074 ppm)	5,388	0,8982
B (0,148 ppm)	6,037	1,0062
C (0,222 ppm)	4,187	0,6978
D (0,296 ppm)	2,477	0,4128

Berdasarkan dari tabel diatas selanjutnya akan dilakukan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan berat ikan mas. Uji analisis varian (ANOVA) ini menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) 16.0.

Hasil analisis menggunakan GLM (*General Linear Model*) Univariate menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) 16.0 diperoleh nilai signifikansi atau probabilitas pada perlakuan pemberian dosis insektisida dengan bahan aktif fipronil sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang nyata dari pengaruh pemberian dosis insektisida terhadap pertumbuhan berat ikan mas seperti pada Lampiran 10.

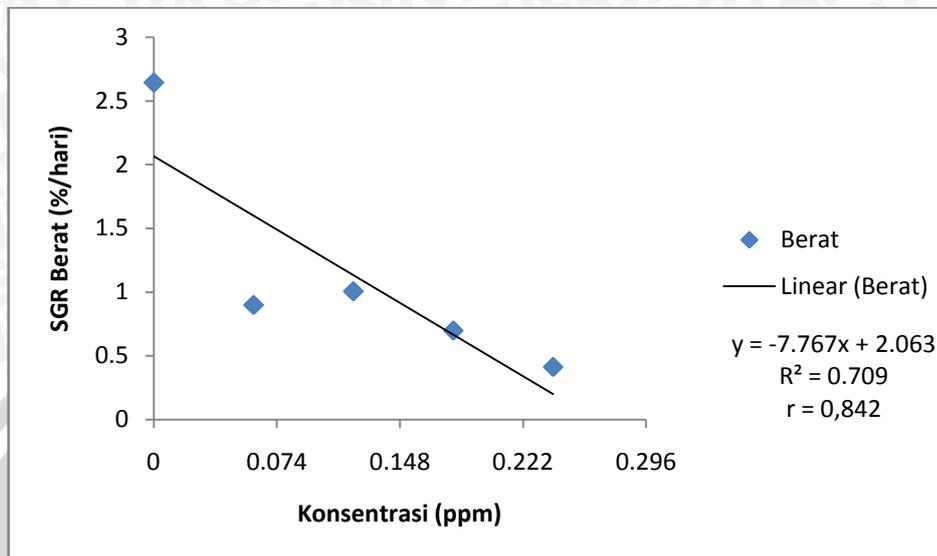
Pada Lampiran 10 terlihat jelas bahwa pengaruh pemberian dosis terhadap pertumbuhan berat ikan mas menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini dibuktikan melalui uji lanjut dengan LSD (*Least Significant Difference*) terlihat

bahwa nilai probabilitas *multiple comparison* dari perlakuan pemberian dosis insektisida antara kontrol dengan A, kontrol dengan B, kontrol dengan C, kontrol dengan D, A dengan C, A dengan D, B dengan C, B dengan D dan C dengan D adalah  $< 0,05$ , maka terbukti bahwa pengaruh pemberian dosis insektisida terhadap pertumbuhan berat ikan mas menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari pemberian dosis pestisida tersebut yang paling tinggi pengaruhnya terhadap pertumbuhan berat ikan mas adalah kontrol dengan D sebesar 2,23023 sedangkan yang paling kecil pengaruhnya terhadap laju pertumbuhan panjang ikan mas adalah B dengan A sebesar 0,10803.

Pengaruh yang diberikan oleh pestisida terhadap ikan uji dimana mengalami perubahan tingkah laku yang disebabkan karena adanya pengaruh dari bahan aktif fipronil yang terdapat dalam insektisida *Regent* 50 g. Menurut Sudarmo (1992), menyatakan bahwa ikan yang terkena racun bahan pencemar dapat dilihat dari gerakan ikan yang hiperaktif, menggelepar, lumpuh dan kemudian menyebabkan kematian. Sedangkan menurut pendapat Rochmansyah *et al.*, (1998) hewan yang terkontaminasi racun akan memperlihatkan gejala stress bila dibandingkan dengan ikan kontrol (tanpa paparan bahan pencemar), menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil dan cenderung ikan berada didasar. Di duga hal ini sebagai salah satu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek *lethal* yang terjadi lebih lambat. Selain itu toksisitas dari suatu bahan toksik ditentukan juga oleh spesies, umur dari ikan, jenis kelamin, faktor laen yang berada dilingkungan dan juga bahan toksik laen yang dapat bersifat antagonis atau sinergi dengan bahan toksik yang telah diuji (Lu, 1995).

Hasil uji ANOVA dapat dilihat bahwa ada hubungan antara konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas. Untuk

mengetahui hubungan konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan spesifik (SGR) berat ikan mas dapat dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Grafik Hubungan Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan (SGR) Berat Ikan Mas

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai *a* (*intercept*) sebesar 2,063 dan nilai *b* (*X Variable 1*) sebesar -7,767. Nilai *b* merupakan angka negatif sehingga garis linear yang didapatkan mengalami penurunan. Dari model regresi diatas didapatkan  $R^2$  (koefisien determinasi) sebesar 0,709 (70,9%) maka dapat dikatakan bahwa 70,9% dari konsentrasi insektisida dengan bahan aktif fipronil yang mempengaruhi laju pertumbuhan (SGR) berat ikan mas.

Pengaruh dari konsentrasi insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil ini adalah terhambatnya pertumbuhan berat ikan mas. Adanya pertumbuhan yang terhambat pada ikan uji ini menunjukkan adanya gangguan pada organ dalam ikan. Hal ini menyebabkan daya tahan tubuh ikan semakin lama semakin menurun, sehingga pada konsentrasi pestisida yang rendah pun sudah dapat mematikan ikan. Astuti *et al.*, (2010) menjelaskan bahwa bahan pencemar didalam perairan dapat terakumulasi dalam insang, kulit dan bahkan bagian lain dari ikan sehingga dapat mengganggu proses pencernaan dan

pernapasan yang akhirnya berakibat pada kematian ikan uji. Selain terjadi kerusakan didalam tubuh ikan yang disebabkan oleh bahan insektisida yang terakumulasi didalam tubuh, stres juga dapat menghambat dalam pertumbuhan ikan.

Menurut Syawal *et al.*, (2008) menjelaskan bahwa stress pada ikan merupakan upaya yang dilakukan oleh sistem fisiologis untuk mempertahankan diri atau beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan, yang mana hal ini juga dipengaruhi oleh umur dan spesies ikan. Disamping itu status dari sel darah merah pada tubuh organisme dapat juga memberikan informasi penting menyangkut kondisi fisiologis dan menunjukkan status kesehatan dari ikan.

#### 4.5 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur pada uji sub letal pengaruh insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil yang meliputi suhu, pH dan DO (*Dissolved Oxygen*) dapat dilihat pada Tabel 6.

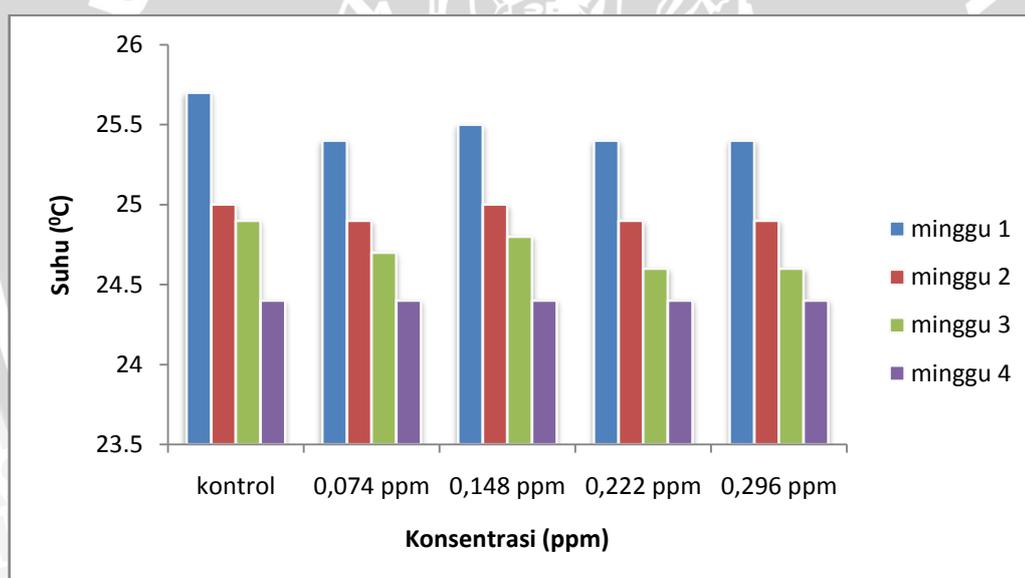
**Tabel 6.** Tabel Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter Kualitas Air	Hasil Pengamatan	Standar
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	24,4 – 25,7	25 – 30 (SNI, 2000)
pH	7,02 – 8,39	6,5 – 8,5 (SNI, 2000)
DO (mg/l)	10,02 – 11,87	>4 (SNI, 2000)

##### 4.5.1 Suhu

Suhu merupakan faktor fisika yang sangat berpengaruh terhadap kondisi air perairan dimana suatu unsur yang terkandung didalamnya akan menentukan massa jenis air, mempercepat reaksi kimia air, densitas air, kejenuhan air dan mempengaruhi jumlah oksigen terlarut didalam air (Sipahutar

et al., 2013). Menurut Wardoyo (1977) menyatakan bahwa setiap organisme mempunyai suhu maksimum, optimum dan juga minimum untuk kelangsungan hidupnya. Dalam hal ini banyak kasus walau tidak secara umum, dimana suhu yang tinggi akan menyebabkan meningkatnya toksisitas pestisida. Dalam penelitian ini suhu tidak berpengaruh, sebab perubahan suhu diperairan tidak menunjukkan perubahan yang drastis. Menurut penelitian yang dilakukan Amalia (2013) menyatakan bahwa kisaran suhu yang baik selama uji sub lethal yaitu berkisar antara 27 – 29 °C. Sedangkan menurut Santoso (1996) menyatakan bahwa kisaran kelayakan temperatur air bagi ikan mas yaitu 14 – 38 °C. Berikut adalah Grafik pengukuran kualitas air berupa suhu dapat dilihat pada Gambar 14 dan Tabel pengukuran suhu dapat dilihat pada Lampiran 11.



**Gambar 14.** Grafik Suhu

Berdasarkan Grafik pengukuran parameter kualitas air diatas, suhu yang diperoleh pada saat penelitian yaitu berkisar antara 24,4 – 25,7 °C. Dari hasil pengukuran suhu tersebut menunjukkan bahwa suhu perairan masih dalam kisaran yang normal dan insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil tidak

menyebabkan perubahan suhu. Menurut SNI (2000), dimana kisaran suhu air yang baik untuk kehidupan ikan mas yaitu berkisar antara 25 – 30 °C.

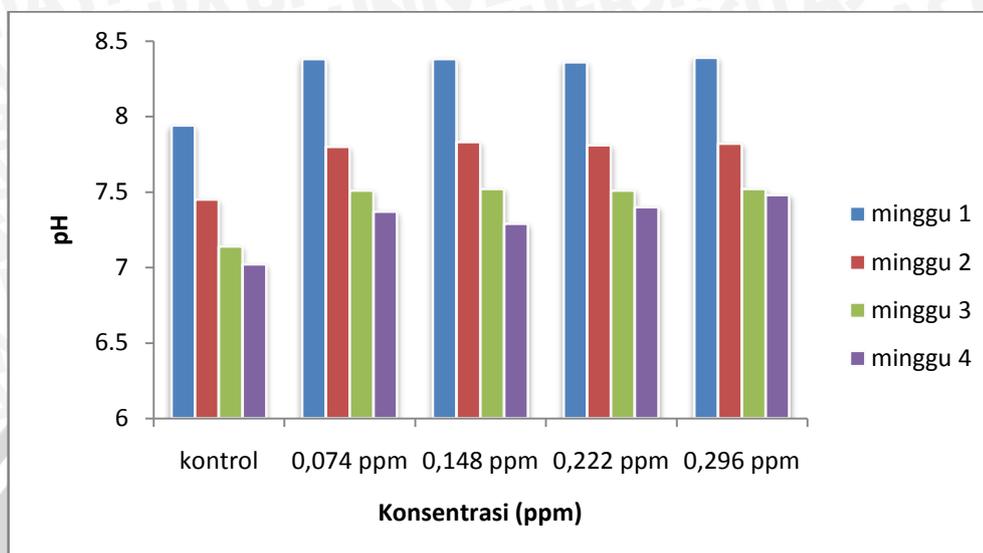
Suhu memiliki peran yang sangat penting terhadap kehidupan didalam air. Hal ini sesuai dengan pendapat Supiyati (2012) yang menjelaskan bahwa suhu juga merupakan suatu hal yang sangat penting dalam perairan, dimana peranan suhu diperairan dapat berpengaruh terhadap kehidupan dan juga pertumbuhan biota air. Kelarutan berbagai jenis gas didalam air serta seluruh aktivitas biologis didalam perairan sangat dipengaruhi oleh suhu. Dapat diketahui juga bahwa meningkatnya suhu sebesar 10°C akan meningkatkan laju metabolisme sebesar 2 – 3 kali lipat.

#### 4.5.2 pH

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air, pH yang diperoleh pada saat penelitian yaitu berkisar antara 7,02 – 8,39. Hasil dari pengukuran pH tersebut menunjukkan bahwa pH perairan masih dalam kisaran yang normal dimana insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil tidak mempengaruhi perubahan pH. Menurut SNI (2000), bahwa kisaran pH yang baik untuk kehidupan ikan mas yaitu berkisar antara 6,5 – 8,5. Handayani (2009) berpendapat bahwa nilai pH 6,5-9 merupakan nilai yang optimal bagi kehidupan ikan air tawar.

Parameter kualitas air ini saling mempengaruhi, yakni apabila suhu meningkat maka kandungan oksigen menurun, demikian juga dengan meningkatnya pH maka kadar amoniak juga meningkat, pada kondisi ini akan berdampak buruk terhadap kesehatan ikan seperti timbulnya anoreksia, stres, dan hifoksia (Boyd, 1990). Berikut adalah Grafik pengukuran kualitas air berupa

pH dapat dilihat pada Gambar 15 dan Tabel pengukuran pH dapat dilihat pada Lampiran 11.

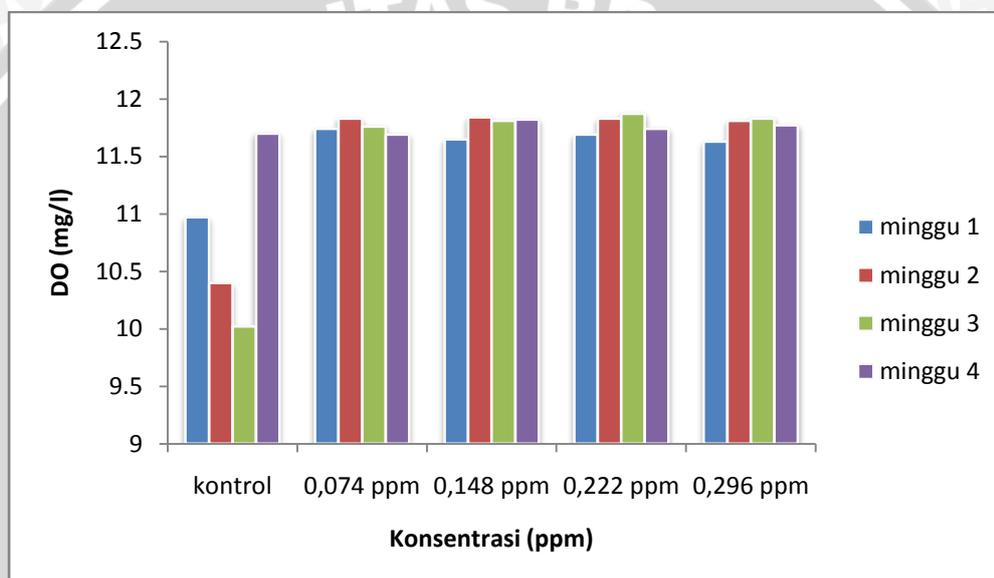


**Gambar 15.** Grafik pH

Berdasarkan Grafik pengukuran pH dalam uji *sublethal* diatas terlihat dimana nilai rerata pH yang terukur selama penelitian pada setiap perlakuan berbeda - beda. Kisaran pH yang berbeda disebabkan karena perbedaan dari pemberian konsentrasi insektisida disetiap perlakuan. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Widyaningrum (2013), bahwa dalam penelitiannya dimana pada perlakuan control rerat pH yaitu 6,4, pada perlakuan 1 (0,04 ppm), perlakuan 2 (0,08 ppm), perlakuan 3 (0,16 ppm) dan perlakuan 4 (0,032) menunjukkan kisaran pH yang berbeda. Kisaran pH yang berbeda disebabkan karena perbedaan dari kandungan konsentrasi merkuri klorida. Dimana semakin tinggi kandungan logam berat didalam perairan menyebabkan nilai pH perairan semakin menurun.

#### 4.5.3 DO (*Dissolved Oxygen*)

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air, DO (*Dissolved Oxygen*) yang diperoleh pada saat penelitian yaitu berkisar antara 10,02 – 11,87 mg/l. Dimana hasil dari pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) tersebut menunjukkan bahwa DO (*Dissolved Oxygen*) masih dalam kisaran normal. Menurut SNI (2000), oksigen terlarut yang baik untuk budidaya ikan mas yaitu lebih dari 4 mg/l. Berikut adalah Grafik pengukuran kualitas air berupa DO dapat dilihat pada Gambar 16 dan Tabel pengukuran DO dapat dilihat pada Lampiran 11.



**Gambar 16.** Grafik DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (DO) dibutuhkan untuk proses respirasi, metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian akan menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Oksigen terlarut (DO) juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik (Salmin, 2005). Menurut Effendi (2003) menyatakan bahwa dimana jika perairan terpapar oleh limbah dengan kadar yang cukup tinggi maka kadar oksigen terlarut di perairan akan cepat mengalami pengurangan. Perairan dengan kadar oksigen terlarut yang rendah maka akan berbahaya bagi organisme perairan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian mengenai uji pengaruh *sublethal* insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kisaran konsentrasi yang akan digunakan untuk uji  $LC_{50}$  yaitu antara 0,1 ppm dengan 1 ppm, dimana konsentrasi 0,1 ppm sebagai ambang batas bawah dan 1 ppm sebagai ambang batas atas pada uji toksisitas akut.
2. Nilai  $LC_{50}$  insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil sebesar 0,37 ppm dengan perhitungan menggunakan analisis probit. Semakin besar konsentrasi insektisida yang diberikan maka semakin besar pula prosentase mortalitas dari hewan uji.
3. Hasil uji ANOVA didapatkan bahwa pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan ikan mas. Dimana, nilai tertinggi diperoleh sebesar 0,66908 dan nilai terendah sebesar 0,00972 pada laju pertumbuhan panjang ikan mas, dan pada laju pertumbuhan berat ikan mas diperoleh nilai tertinggi 2,23023 dan nilai terendah 0,10803. Dalam artian semakin tinggi konsentrasi maka proses kematian ikan mas terjadi lebih cepat dibandingkan pada konsentrasi yang lebih rendah.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai uji pengaruh *sublethal* insektisida organoklorin terhadap pertumbuhan ikan mas ini sebaiknya dapat lebih meminimalisir penggunaan insektisida dalam kegiatan pertanian dengan mengetahui seberapa dosis insektisida yang digunakan tidak boleh melebihi dari nilai  $LC_{50}$  yang didapatkan dari penelitian ini. Perlu adanya

penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil terhadap kehidupan ikan maupun organisme lain yang berada dip perairan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, R. 2006. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.Vol.3. No.1.hlm :(95-106)
- Alabaster, J. Lloyd. 1980. Water Quality Criteria for Fish. FAO of United Nations European Inland Fisheries Advisor Commision, Butterworth London. Boston, 297 pp
- Amalia, R., Marsi., Ferdinand H.T. 2013. Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan Dan Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Patin *Pangasius Sp.* Yang Terpapar Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, vol. 1, No. 2
- Anwar, H., S. J. 2013. Efikasi Pestisida Anjuran Terhadap Perkembangan Populasi Hama Wereng Batang Coklat Di Kabupaten Kudus.*Seminar Nasioanal : Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian dan Kelautan.* Fakultas Pertanian Universitas Turnojoyo Madura
- Astuti,D., Sarto, Susi. I. 2010. Penurunan Toksisitas Leachate (Air Lindi) Dari Tpas Putri Cempo Mojosoongo Surakarta Dengan Pac (*Poly Aluminum Chlorido*). *Jurnal. Manusia Dan Lingkungan*, Vol. 17, No.1
- Azwir. 2006. Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri oleh Limbah Industry Kelapa Sawit PT.Paputra Masterindo Kabupaten kampar.Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Barus. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sumatra Utara. Medan
- Bosman, O.,Ferdinand H. T., Marsi. 2013. Toksisitas Limbah Cair Lateks Terhadap Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan Dan Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Patin (*Pangasiussp*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, Vol. 1, No. 2 :148-160
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama: Birmingham Publishing
- Caroline, C. 2005. Northwest Coalition For Alternatives To Pesticides/Ncap. *Journal Of Pesticide Reform/Spring*. Vol. 25, No. 1
- Clarke, E.G.C, M.L. Clarke. 1975. Veterinary Toxicology Cassell and Collver. McMillan Publishers Ltd, London
- Connell, D.W., G.J. Miller. 1983. Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran. Universitas Indonesia. Depok
- Djojsumarto, P. 2000. Teknik Aplikasi Pestisida Petanian. Kanisius : Yogyakarta

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta
- Effendie, M. I. 1979 . Metode Biologi Perikanan. Yayasan pustaka Nusantara. Bogor
- Ekha., Isvasta. 1988. Dilema Pestisida Tragedi Revolusi Hijau. Kanisius : Yogyakarta
- EPA (*Environmental Protection Agency*) 1996. Ecological Effect Test Guidelines. Fish Acute Toxicity Of Effluents And Receiving Water To Freshwater And Marine Organisms. Edisi 4. Washington Dc
- EPA (*Environmental Protection Agency*), 2002. Method For Measuring The Acute Toxicity Of Effluents And Receiving Waters To Freshwater And Marine Organisms. Edisi 4. Washington Dc
- EPA. 1992. Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms 14th edition. Weber, C. I, Editor, USEPA: Ohio
- Esenowo, I. K dan O. A. Ugwumba. 2010. Growth response of catfish *C. gariepinus* exposed to water so
- Evans, J.G. & W. H. Butler. 1993. *Histopathology in Safty Evaluation*. Dalam : Expe-rimental Toxicology. The Basic Issues. 2<sup>nd</sup> edition. D. Anderson and D.M Conning (eds). Hartnolls Ltd., Bodmin
- Fatimah. 2005. Panduan Pengetahuan Bahan Kimia, Program Studi D3 Kimia Analisis UII
- Fatimah, Is. dan J. Nugraha., 2007. Analisis Hubungan Kuantitatif Struktur dan Kelarutan Senyawa Aktif Pestisida Organofosfat: Pendekatan Model Linear dan Metode Kluster. *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol.8. No.1.hm : 91-102
- Guthrie, E. F., dan J. J. Perry., 1980. Introduction To Enviromental Toxicology. Interdepartemental Program In Toxicology. New York
- Handayani, Y.G. 2009. Pengaruh penambahan kalsium karbonat pada media bersalinitas 3 ppt terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan patin (*Pangasius* sp.). Skripsi. Program Studi Teknologi Manajemen Perikanan Budidaya. IPB. Bogor
- Husni, H. dan Esmiralda, MT. 2012 .Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin). Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas
- Kaplowitz, N. 2002. Biochemical and cellular mechanism of toxic liver injury. *Semin. Liver*. Dis. 22: 137-144

- Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Koesoemadinata, S. 2000. Toksisitas akut formulasi insektisida endosulfan, klorpirifos, dan klorfluazuron pada tiga jenis ikan air tawar dan udang galah. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 4(3-4): 36-43
- Kordi.M.G.H. dan A.B.Tancung. 2007 .*Pengelolaan Kualitas Air*, Rineka Cipta. Jakarta
- Kusno, S. 1991. *Pencegahan Pencemaran Pupukdan Pestisida*. Penebar Swadaya
- 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*. 1 (1) : 36-42
- Loomis, T.A. 1978, *Toksikologi Dasar*, diterjemahkan oleh Imono Argo Donatos, Edisi III, IKIP Semarang Press, Semarang
- Lu, F. C. 1995. *Toksikologi dasar: asas, organ sasaran, dan penilaian resiko* (Edisi kedua). Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.428 hal
- Mahler, B. 2009. Fipronil and its Degradates in Indoor and Outdoor Dust. *Environ. Sci. Technol.*, 43 (15):5665–5670
- Marzuki. 1983. *Metodologi Riset*. Bagian Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia. Jogjakarta
- Mays, L.W. 1996. *Water Resources Handbook*. McGraw-Hill. New York. San Fransisco. Washington. Auckland. Lisbon. Bogota. Tokyo. Singapore
- Mustami, M. K. 2013. Tingkat Penetasan Relatif Telur Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Ras Punten Yang Diberikan Kejutan Suhu Panas Untuk Memproduksi Ikan Poliploid. *Jurnal Teknosains*. Vol.7 No.2.hlm : 284-290
- Nazir, 2005. *Metode Penelitian*. Penerbit Ghalia Indonesia. Bogor
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Agromedia Pusat, Jakarta
- Nurchayatun dan Titik. 2007. *Pengaruh Pemberian Merkuri Klorida terhadap Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mas*. Skripsi S1. Semarang : Program Studi Biologi, MIPA UNNES
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta
- Peraturan Pemerintah No. 82. 2001. *Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta

- Purwandari, N. 2013. Pengamatan Kondisi Hematology Ikan Tawes (*Puntius javanicus*) yang Tertangkap di DAS dan Bengawan Solo Madiun Jawa Timur. Skripsi FPIK Universitas Brawijaya Malang. (tidak diterbitkan)
- Rachmawati, F. N., Untung S., Yulia S. 2010. Respon Fisiologi Ikan *Nilaoeochromis niloticus* Yang Distimulasi Dengan Daur Pemuaan Dan Pemberian Pakan Kembali. Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi. Unsoed
- Raini, M. 2007. Toksikologi Pestisida dan Penanganan Akibat Keracunan Pestisida. *Media Litbang Kesehatan*. Vol. xvii. No. 3
- Ramadhani, A. N. 2009. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus Altilis*) Terhadap Larva Artemia Salina Leach Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (Bst). Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang
- Rand, G, M. 1980. Introduction to Environmental Toxicology. New York. Elsevier
- Rudiyanti, S. dan Astri D. E. 2009. Pertumbuhan Dan Survival Rate Ikan Mas *Cyprinus carpio* Linn Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan* Vol. 5, No. 1
- Rumampuk, N. D., Sandra T., Stenly W. 2010. Median Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>) Insektisida Diklorometan Pada Nener Bandeng (*Chanos-chanos*). *Jurnal Perikanan* Vol. VI-2
- Saanin. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Volume I dan II. Bina Rupa Aksara. Jakarta
- Salim, A. 2009. Deskripsi Dan Interpretasi. [www.ktiguru.org](http://www.ktiguru.org). Diakses tanggal 1 Juni 2014 pukul 22.00 WIB
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*. Vol. XXX. No 3 : 21-26
- Santoso, B. 1996. Ikan Nila. Kanisius. Yogyakarta
- SNI. 2000. Produksi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Majalaya kelas pembesaran di karamba jarring apung
- Setyorini, A. 2014. Uji Toksisitas Akut LC<sub>50</sub> Limbah Cair Dari Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Pada Bak- Bak Percobaan. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Sipahutar, L. W., Dwinna A., Winaruddin., Nazaruddin. 2013. Gambaran Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dipelihara Dalam Temperatur Air Di Atas Normal. *Jurnal Medika*, ISSN : 0853-1943

- Siregar, A. Z. 2008. Insektisida Perluakah. *USU Repository*. Fakultas Pertanian. USU
- Soemirat. 2003. Toksikologi Lingkungan. Gajah Mada University Press: Yogyakarta
- Sudarmo, S. 1988. Pestisida Tanaman. Kanisius : Yogyakarta
- Sulistyowati, E. 2008. Diktat Toksikologi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Supiyati., Halauddin., Gandika, A. 2012. Karakteristik dan Kualitas Air di Muara Sungai Hitam Provinsi Bengkulu dengan *Software* Som Toolbox 2. *Jurnal Ilmu Fisika Indonesia* Vol. 1, No. 2
- Suryabarata, S. 1994. Metodologi penelitian. Rajawali Jakarta : Jakarta
- Suryanto, A.M. 2011. Pencemaran Lingkungan (Sumber, Dampak, dan Upaya Penanggulangannya). Diktat Kuliah Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Syawal, H., S. dan Syauqi, H. 2008. Pemberian Ekstrak Kayu Siwak (*Salvadorapersica* L.) untuk Meningkatkan Kekebalan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) yang Dipelihara dalam Keramba. *Jurnal biodiversita* Vol. 9, No. 1: 44-47
- Thompson, E. P. 1971. *The Moral Economy of the Crowd. Past and Present*. 50 :76-136
- Triadiati, R. Isworo, A. Suprihadi, dan A. T. Lunggani. 1997. Studi Pendahuluan Mengenai Pemanfaatan Mikrobial Sungai untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat di Perairan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Semarang: Universitas Diponegoro Press
- Viana dan O. Septa. 2010. Pengaruh Perbedaan Dosis Pestisida "Diazinon 60 EC" Terhadap Mortalitas Dan Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* L). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Wardojo, S.T.M. 1987. Pengaruh Pestisida Terhadap Kehidupan Perairan. Lembaga Pusat Penelitian. Bogor. 292 hal
- Weiss dan R. Dawn. 2004. *The relationship between Attribute Satisfaction and Return Intent Theme*. (online), [www.lib.umi.com/dissertations/fullcit](http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit).
- Widyaningrum, T dan Tutik, S. 2013. Pengaruh Merkuri Klorida Terhadap Pertumbuhan Dan Histopatologi Ginjal Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn). Fakultas Biologi. Universitas Ahmad Dahlan : Yogyakarta
- Wirasuta, M. A. G., R. Niruri. 2006. Toksikologi Umum. Dana POM Jurusan Farmasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana

- Yenie, E., S. Elystia., A. Calvin., M. Irphan. 2013. Pembuatan Pestisida Organik Menggunakan Metode Ekstraksi Dari Sampah Daun Pepaya dan Umbi Bawang Putih. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND. Vol 10 (1) : 45-59
- Yosmaniar, E. Supriyonodan., Sutrisno. 2009. Toksisitas letal moluskisi dan iklosamida pada benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Riset Akuakultur. Vol. 4 No.1: 85-93
- Yosmaniar. 2009. Toksisitas niklosamida terhadap pertumbuhan, kondisi hematologi dan histopatologi juvenile ikan mas *Cyprinus carpio*. Tesis. Sekolah Pasca sarjana. IPB. Bogor
- Yuantari, M. G. C., B. Widiarnako., H. R. Sunoko. 2011. Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Yusnani., A. Daud., Anwar. 2013. Identifikasi Residu Pestisida Golongan Organofosfat Pada Sayuran Kentang Di Swalayan Lottemart Dan Pasar Terong Kota Makassar Tahun 2013. UNHAS : Makasar



## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

## a. Alat Penelitian

NO	Nama Alat	Fungsi
1.	Toples kapasitas 16 L, diameter 29 cm, tinggi 28 cm	Sebagai wadah percobaan
2.	Seperangkat alat aerasi (Aerator, selang aerator dan batu aerasi)	Untuk memberi suplai oksigen dalam air
3.	Kertas Label	Untuk menandai toples yang digunakan penelitian
4.	DO meter	Untuk mengukur oksigen terlarut
5.	pH meter	Untuk mengukur pH air
6.	Timbangan Sartorius	Untuk menimbang berat ikan dan jumlah pakan ikan
7.	Beaker glass 1000 ml	Sebagai wadah takaran insektisida yang akan diberikan pada toples percobaan.
8.	Beaker glass 250 ml	Sebagai wadah takaran insektisida yang akan diberikan pada toples percobaan.
9.	Penggaris	Untuk mengukur panjang ikan sebelum dan sesudah perlakuan

## b. Bahan Penelitian

NO	Nama Bahan	Fungsi
1.	Ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn)	Sebagai hewan uji yang akan dianalisis tingkat LC <sub>50</sub> terhadap masukan limbah cair tahu
2.	Insektisida organoklorin dengan bahan aktif fipronil ( <i>Regent</i> 50 g)	digunakan sebagai perlakuan
3.	Air Tawar	Sebagai media hidup hewan uji (ikan) dalam toples
4.	Alkohol 96 %	Untuk membersihkan toples setelah dilakukan percobaan
5.	Pakan Ikan PF 800	Sebagai pakan hewan uji disesuaikan dengan umur ikan
6.	Aquadest	Untuk kalibrasi DO meter dan pH meter

## Lampiran 2. Tabel Skala Rand

Skala konsentrasi yang dapat digunakan untuk menentukan variasi konsentrasi pada perlakuan suatu bioassay berdasarkan atas interval progressive bisection pada suatu skala logaritmik (Guthrie dan Perry, 1980).

Kolom				
1	2	3	4	5
1	-	-	-	-
-	-	-	-	0,87
-	-	-	<b>0.75</b>	-
-	-	-	-	0,65
-	-	<b>0.56</b>	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	<b>0.42</b>	-
-	-	-	-	0,37
-	0.32	-	-	-
-	-	-	-	0,28
-	-	-	<b>0.24</b>	-
-	-	-	-	0,21
-	-	0.18	-	-
-	-	-	-	0,155
-	-	-	<b>0.135</b>	-
-	-	-	-	0,115
0.1	-	-	-	-

### Lampiran 3. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji

Rumus pengenceran adalah sebagai berikut :

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan :

$V_1$  : volume atau jumlah insektisida yang dibutuhkan

$N_1$  : konsentrasi insektisida

$V_2$  : Volume air yang digunakan

$N_2$  : dosis insektisida yang diinginkan

Berikut ini adalah pengenceran untuk uji pendahuluan, uji toksisitas akut dan uji pengaruh sublethal :

#### 1. Pengenceran untuk uji pendahuluan

- a. Membuat larutan 0,01 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,01 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 0,1 \text{ ml}$$

- b. Membuat larutan 0,1 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,1 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1 \text{ ml}$$

- c. Membuat larutan 1 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 1 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 10 \text{ ml}$$

- d. Membuat larutan 10 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 100 \text{ ml}$$

**Lanjutan Lampiran 3.**

## 2. Pengenceran untuk uji toksisitas akut

- a. Membuat larutan 0,135 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,135 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1,35 \text{ ml}$$

- b. Membuat larutan 0,24 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,24 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 2,4 \text{ ml}$$

- c. Membuat larutan 0,42 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,42 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 4,2 \text{ ml}$$

- d. Membuat larutan 0,75 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,75 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 7,5 \text{ ml}$$

## 3. Pengenceran untuk uji pengaruh sublethal

- a. Membuat larutan 0,074 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,074 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 0,74 \text{ ml}$$

- b. Membuat larutan 0,148 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,148 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1,48 \text{ ml}$$

- c. Membuat larutan 0,222 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,222 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 2,22 \text{ ml}$$

- d. Membuat larutan 0,296 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,296 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 2,96 \text{ ml}$$

**Lampiran 4. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan (Per Hari)**

Konsentrasi	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 24 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.01 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.1 ppm	10	0	0	0	0	0%
1 ppm	10	0	6	4	10	100%
10 ppm	10	0	10	-	10	100%
100 ppm	10	0	10	-	10	100%

Konsentrasi	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 48 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.01 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.1 ppm	10	3	4	2	9	90%
1 ppm	10	-	-	-	-	-
10 ppm	10	-	-	-	-	-
100 ppm	10	-	-	-	-	-

Konsentrasi	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 72 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.01 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.1 ppm	10	1	-	-	1	10%
1 ppm	10	-	-	-	-	-
10 ppm	10	-	-	-	-	-
100 ppm	10	-	-	-	-	-

Konsentrasi	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 96 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.01 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.1 ppm	10	-	-	-	-	-
1 ppm	10	-	-	-	-	-
10 ppm	10	-	-	-	-	-
100 ppm	10	-	-	-	-	-

**Lampiran 5.** Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Toksisitas Akut (LC<sub>50</sub>) (Per Hari)

Konsentrasi	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 24 jam			Σ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.135 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.24 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.42 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.75 ppm	10	0	0	0	0	0%

Konsentrasi	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 48 jam			Σ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.135 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.24 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.42 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.75 ppm	10	0	0	1	1	10%

Konsentrasi	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 72 jam			Σ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.135 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.24 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.42 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.75 ppm	10	1	1	1	3	30%

Konsentrasi	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 96 jam			Σ Ikan Yang mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
Kontrol	10	0	0	0	0	0%
0.135 ppm	10	0	0	0	0	0%
0.24 ppm	10	0	1	1	2	20%
0.42 ppm	10	2	2	1	5	50%
0.75 ppm	10	1	3	2	6	60%

Lampiran 6. Perhitungan LC<sub>50</sub> (Analisis Probit)

Konsentrasi (ppm)	Log dose (x)	Jml kematian	Jml ikan	p	q	Z	w	wx	wx <sup>2</sup>	wz	Wxz
0	-	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0
0.135	-2.002	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0
0.24	-1.427	2	10	0.2	0.8	-1.386	1.6	-2.2832	3.258	-2.2176	3.165
0.42	-0.867	5	10	0.5	0.5	0	2.5	-2.1675	1.879	0	0
0.75	-0.288	10	10	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>						<b>-1.386</b>	<b>4.1</b>	<b>-4.4507</b>	<b>5.137</b>	<b>-2.2176</b>	<b>3.165</b>

$$x = \frac{\sum wx}{\sum w}$$

$$= \frac{-4.4507}{4.1} = -1.086$$

$$z = \frac{\sum wz}{\sum w}$$

$$= \frac{-2.2176}{4.1} = -0.54$$

$$b = \frac{(\sum w \sum wxz - \sum z \sum wx)}{(\sum w \sum wx^2 - (\sum wx)^2)}$$

$$= \frac{(4.1 \times 3.165 - (-1.386 \times (-4.4507)))}{(4.1 \times 5.137 - (-4.4507)^2)}$$

$$= \frac{12.9765 - 6.169}{21.0617 - 19.809} = 5.43$$

$$a = z - bx$$

$$= (-0.54) - 5.43 (-1.086)$$

$$= (-0.54) - (-5.89698)$$

$$= 5.35698$$

$$X_{50} = \frac{-a}{b}$$

$$= \frac{-5.35698}{5.43} = -0.986$$

$$LC_{50} = \text{anti ln } X_{50}$$

$$= \text{anti ln } (-0.986)$$

$$= 0.37 \text{ ppm}$$

Sehingga dengan konsentrasi 0.37 ppm dapat mematikan 50% hewan uji.

Lampiran 7. Data Hasil Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan

DATA PANJANG IKAN							
KONSENTRASI	ULANGAN	PENGAMATAN MINGGU KE					SGR
		AWAL	1	2	3	4	
KONTROL	1	7.30	7.50	8.00	8.20	8.60	0.585314
	2	6.50	7.00	7.65	8.00	8.40	0.91582
	3	6.10	6.80	7.20	7.80	8.20	1.056591
	4	6.10	6.80	7.10	7.90	8.30	1.099881
	5	6.10	6.90	7.50	8.00	8.30	1.099881
	6	6.00	6.90	7.60	8.10	8.40	1.201687
A	1	6.90	7.40	7.90	8.30	8.60	0.786574
	2	6.10	6.30	6.60	6.90	7.20	0.592115
	3	6.00	6.20	6.50	6.80	7.10	0.601198
	4	6.20	6.40	6.70	6.90	7.30	0.583304
	5	6.10	6.40	6.70	6.90	7.20	0.592115
	6	6.40	6.70	6.90	7.10	7.30	0.469916
B	1	6.20	6.40	6.60	6.90	7.20	0.534042
	2	6.10	6.40	6.60	6.80	7.10	0.542164
	3	6.60	6.90	7.30	7.50	7.80	0.596622
	4	6.30	6.50	6.70	7.00	7.20	0.476898
	5	6.00	6.20	6.40	6.60	6.90	0.49915
	6	5.90	6.20	6.50	6.70	6.90	0.559175
C	1	6.10	6.30	6.50	6.80	6.90	0.440117
	2	6.00	6.10	6.30	6.40	6.60	0.340393
	3	6.50	6.70	6.80	7.00	7.20	0.365282
	4	6.20	6.40	6.60	6.70	6.90	0.382043
	5	7.50	7.20	7.40	7.70	7.80	0.140074
	6	6.10	6.30	6.40	6.50	6.70	0.335067
D	1	6.50	6.60	6.70	6.90	7.10	0.315331
	2	6.00	6.10	6.20	6.40	6.60	0.340393
	3	6.20	6.30	6.50	6.70	6.80	0.329905
	4	6.30	6.50	6.60	6.70	6.80	0.272761
	5	6.00	6.20	6.30	6.40	6.60	0.340393
	6	5.90	6.10	6.20	6.30	6.50	0.345892

**Lampiran 8.** Data Hasil Pertumbuhan Spesifik (SGR) Berat Ikan

DATA BERAT IKAN							
KONSENTRASI	ULANGAN	PENGAMATAN MINGGU KE					SGR
		AWAL	1	2	3	4	
KONTROL	1	4.72	5.38	6.35	8.45	9.50	2.498154
	2	4.10	5.29	6.30	7.45	8.75	2.707381
	3	4.02	5.00	6.15	7.20	8.50	2.67423
	4	4.08	5.10	6.25	7.30	8.65	2.683794
	5	4.05	5.20	6.45	7.40	8.51	2.651875
	6	4.15	5.55	6.73	7.82	8.70	2.643624
A	1	4.18	4.30	4.78	5.01	5.43	0.934385
	2	4.07	4.26	4.53	4.83	5.11	0.812701
	3	3.91	4.31	4.78	4.93	5.21	1.025152
	4	3.98	4.10	4.38	4.73	5.13	0.906514
	5	4.03	4.69	4.87	5.03	5.24	0.937697
	6	4.10	4.47	4.77	4.97	5.09	0.772467
B	1	3.96	4.26	4.57	4.83	5.21	0.979771
	2	4.07	4.30	4.59	4.87	5.00	0.734982
	3	4.12	4.52	4.79	5.09	5.48	1.018757
	4	4.10	4.33	4.87	5.22	5.54	1.075027
	5	4.02	4.37	4.71	5.16	5.66	1.221936
	6	3.87	4.15	4.48	4.79	5.13	1.006611
C	1	4.02	4.26	4.49	4.71	4.98	0.764814
	2	3.81	4.07	4.22	4.45	4.70	0.749762
	3	4.12	4.31	4.52	4.69	4.92	0.633769
	4	4.03	4.27	4.46	4.64	4.87	0.67617
	5	4.20	4.39	4.60	4.85	5.01	0.629826
	6	3.99	4.18	4.38	4.61	4.90	0.733728
D	1	4.16	4.29	4.41	4.53	4.65	0.397686
	2	4.00	4.17	4.26	4.39	4.51	0.428581
	3	4.09	4.23	4.34	4.48	4.58	0.404122
	4	4.04	4.18	4.39	4.42	4.57	0.440245
	5	4.01	4.12	4.21	4.34	4.50	0.411736
	6	3.93	4.02	4.13	4.27	4.39	0.395321

**Lampiran 9.** Output Pemberian Konsentrasi Insektisida dengan Pertumbuhan Spesifik SGR Panjang Ikan Mas

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable:SGR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.782 <sup>a</sup>	4	.446	30.968	.000
Intercept	9.341	1	9.341	649.262	.000
PERLAKUAN	1.782	4	.446	30.968	.000
Error	.360	25	.014		
Total	11.483	30			
Corrected Total	2.142	29			

a. R Squared = .832 (Adjusted R Squared = .805)



**Lanjutan Lampiran 9.**

**Multiple Comparisons**



SGR

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	A	.38899*	.069251	.000	.24637	.53162
	B	.45852*	.069251	.000	.31590	.60115
	C	.65937*	.069251	.000	.51674	.80199
	D	.66908*	.069251	.000	.52646	.81171
A	Kontrol	-.38899*	.069251	.000	-.53162	-.24637
	B	.06953	.069251	.325	-.07310	.21215
	C	.27037*	.069251	.001	.12775	.41300
	D	.28009*	.069251	.000	.13747	.42272
B	Kontrol	-.45852*	.069251	.000	-.60115	-.31590
	A	-.06953	.069251	.325	-.21215	.07310
	C	.20085*	.069251	.008	.05822	.34347
	D	.21056*	.069251	.005	.06794	.35319
C	Kontrol	-.65937*	.069251	.000	-.80199	-.51674
	A	-.27037*	.069251	.001	-.41300	-.12775
	B	-.20085*	.069251	.008	-.34347	-.05822
	D	.00972	.069251	.890	-.13291	.15234
D	Kontrol	-.66908*	.069251	.000	-.81171	-.52646
	A	-.28009*	.069251	.000	-.42272	-.13747
	B	-.21056*	.069251	.005	-.35319	-.06794
	C	-.00972	.069251	.890	-.15234	.13291

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .014.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

**Lampiran 10.** Output Pemberian Konsentrasi Insektisida dengan Pertumbuhan Spesifik SGR Berat Ikan Mas

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable:SGR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18.357 <sup>a</sup>	4	4.589	533.655	.000
Intercept	38.422	1	38.422	4.468E3	.000
PERLAKUAN	18.357	4	4.589	533.655	.000
Error	.215	25	.009		
Total	56.994	30			
Corrected Total	18.572	29			

a. R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .987)



## Lanjutan Lampiran 10.

## Multiple Comparisons

SGR

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	A	1.74502*	.053541	.000	1.63475	1.85529
	B	1.63700*	.053541	.000	1.52673	1.74726
	C	1.94516*	.053541	.000	1.83490	2.05543
	D	2.23023*	.053541	.000	2.11996	2.34050
A	Kontrol	-1.74502*	.053541	.000	-1.85529	-1.63475
	B	-.10803	.053541	.054	-.21830	.00224
	C	.20014*	.053541	.001	.08987	.31041
	D	.48520*	.053541	.000	.37494	.59547
B	Kontrol	-1.63700*	.053541	.000	-1.74726	-1.52673
	A	.10803	.053541	.054	-.00224	.21830
	C	.30817*	.053541	.000	.19790	.41844
	D	.59323*	.053541	.000	.48296	.70350
C	Kontrol	-1.94516*	.053541	.000	-2.05543	-1.83490
	A	-.20014*	.053541	.001	-.31041	-.08987
	B	-.30817*	.053541	.000	-.41844	-.19790
	D	.28506*	.053541	.000	.17479	.39533
D	Kontrol	-2.23023*	.053541	.000	-2.34050	-2.11996
	A	-.48520*	.053541	.000	-.59547	-.37494
	B	-.59323*	.053541	.000	-.70350	-.48296
	C	-.28506*	.053541	.000	-.39533	-.17479

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .009.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Lampiran 11. Data Parameter Kualitas Air

- Rata-rata suhu selama penelitian**

Konsentrasi (ppm)	Suhu (°C) Pada Minggu ke			
	1	2	3	4
Kontrol (0 ppm)	25.7	25.0	24.9	24.4
A (0.074 ppm)	25.4	24.9	24.7	24.4
B (0.148 ppm)	25.5	25.0	24.8	24.4
C (0.222 ppm)	25.4	24.9	24.6	24.4
D (0.296 ppm)	25.4	24.9	24.6	24.4

- Kisaran pH selama penelitian**

Konsentrasi (ppm)	pH Pada Minggu ke			
	1	2	3	4
Kontrol (0 ppm)	7.94	7.45	7.14	7.02
A (0.074 ppm)	8.38	7.80	7.51	7.37
B (0.148 ppm)	8.38	7.83	7.52	7.29
C (0.222 ppm)	8.36	7.81	7.51	7.40
D (0.296 ppm)	8.39	7.82	7.52	7.48

- Kisaran DO selama penelitian**

Konsentrasi (ppm)	DO (mg/l) Pada Minggu ke			
	1	2	3	4
Kontrol (0 ppm)	10.97	10.40	10.02	11.70
A (0.074 ppm)	11.74	11.83	11.76	11.69
B (0.148 ppm)	11.65	11.84	11.81	11.82
C (0.222 ppm)	11.69	11.83	11.87	11.74
D (0.296 ppm)	11.63	11.81	11.83	11.77

Lampiran 12. Gambar Kegiatan Penelitian



Pembuatan Larutan Stok Insektisida

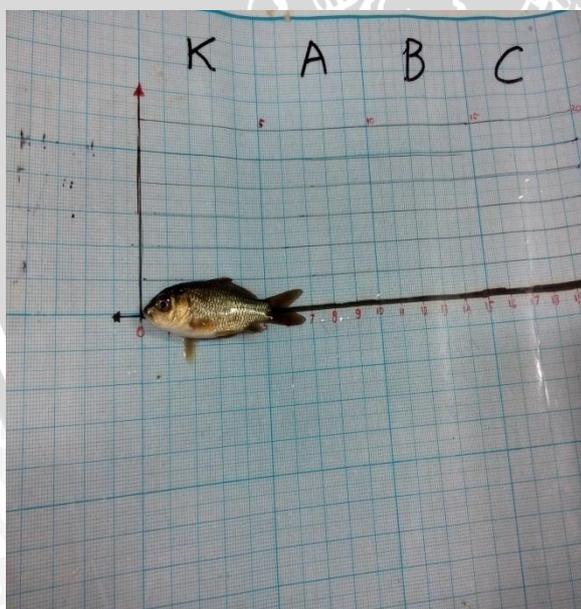




Pemberian Dosis Insektisida



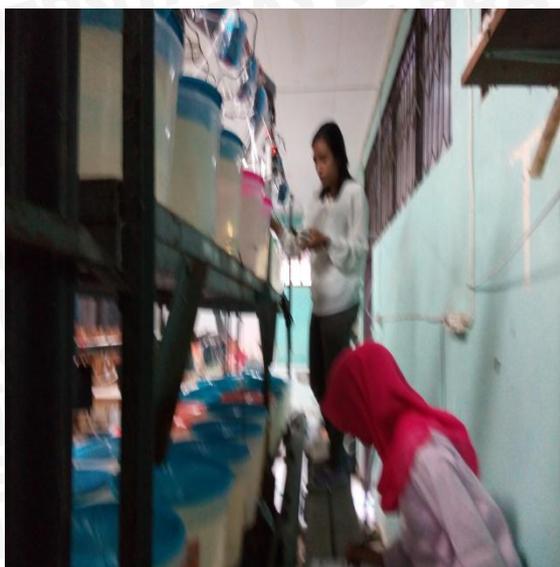
Pengukuran Kualitas Air



Pengukuran Panjang Ikan Mas



Pengukuran Berat Ikan Mas



Pemberian Pakan



Alat yang digunakan untuk Menyifon



Denah Selama Uji *Sublethal*