

**UJI PENGARUH SUBLETHAL INSEKTISIDA ORGANOFOSFAT DENGAN  
BAHAN AKTIF PROFENOFOS (CURACRON 500 EC) TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L)**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**INTAN DESY PRATAMA**

**NIM. 115080101111068**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

**UJI PENGARUH SUBLETHAL INSEKTISIDA ORGANOFOSFAT DENGAN  
BAHAN AKTIF PROFENOFOS (*CURACRON 500 EC*) TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L)**

**LAPORAN 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**

**Malang**

**Oleh :**

**INTAN DESY PRATAMA**

**NIM. 115080101111068**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

SKRIPSI

UJI PENGARUH SUBLETHAL INSEKTISIDA ORGANOFOSFAT DENGAN  
BAHAN AKTIF PROFENOFOS (*CURACRON 500 EC*) TERHADAP LAJU  
PERTUMBUHAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L)

Oleh:

INTAN DESY PRATAMA

115080101111068

Telah dipertahankan didepan penguji  
pada tanggal 3 Juli 2015  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SK Dekan No:

Tanggal:

Dosen Penguji I

Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si

NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji li

Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si

NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal :

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing li

Dr. Ir. Mulyanto, M.Si

NIP. 19600317 198602 1 001

Tanggal :

Mengetahui  
Ketua Jurusan MSP

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS

NIP.19620805 198603 2 001

Tanggal :

## 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 oleh 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, Juni 2015

Mahasiswa



**INTAN DESY PRATAMA**  
**NIM. 115080101111068**

## RINGKASAN

**INTAN DESY PRATAMA.** Skripsi dengan judul Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Organofosfat Dengan Bahan Aktif Profenofos (*Curacron 500 EC*) Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si** dan **Dr. Ir. Mulyanto, M.Si**)

---

Banyaknya obat-obatan pertanian yang digunakan oleh petani dapat menjadikan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Pestisida yang seharusnya memiliki fungsi untuk membunuh hama pertanian juga memiliki dampak negatif jika penggunaannya tidak sesuai. Penggunaan insektisida profenofos yang secara terus-menerus dapat meninggalkan residu dalam tanah. Residu yang terdapat dalam tanah akan mengalir ke sungai bersama dengan air tanah dan akan mengendap yang akan menurunkan kualitas perairan yang secara langsung mempengaruhi biota perairan. Residu dari insektisida memasuki tubuh ikan melalui rantai makanan. Ikan yang terakumulasi oleh insektisida kemungkinan besar organ-organ dalam tubuh akan rusak dan dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dari ikan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap. Penelitian ini dilakukan selama 1,5 bulan dan memiliki 3 tahapan yaitu uji pendahuluan, uji toksisitas akut dan uji sesungguhnya (uji pengaruh sublethal). Konsentrasi insektisida yang digunakan dalam uji pengaruh sublethal terdiri dari 0,056 ppm (20% nilai  $LC_{50}$ ), 0,112 ppm (40% nilai  $LC_{50}$ ), 0,168 ppm (60% nilai  $LC_{50}$ ) dan 0,224 ppm (80% nilai  $LC_{50}$ ). Pengukuran berat dan panjang ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dilakukan 1 minggu sekali selama 4 minggu. Analisa

Hasil dari uji pendahuluan didapatkan nilai ambang *lethal* bawah sebesar 0,1 ppm dan nilai ambang *lethal* atas sebesar 1 ppm sehingga konsentrasi yang digunakan dalam uji toksisitas akut berkisar antara 0,1 ppm – 1 ppm. Hasil dari uji toksisitas akut yaitu nilai  $LC_{50}$  dari insektisida profenofos sebesar 0,28 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos merupakan insektisida dengan daya racun yang tinggi karena nilai  $LC_{50} < 1$  mg/L. Hasil pengamatan laju pertumbuhan (SGR) berat ikan mas yang terpapar insektisida dengan bahan aktif profenofos yaitu pada perlakuan kontrol SGR berat 2,643 %/hari, perlakuan A(0,056 ppm) SGR berat 0,794 %/hari, Perlakuan B (0,112 ppm) SGR berat 0,839 %/hari, perlakuan C (0,168 ppm) SGR berat 0,703 %/hari dan perlakuan D (0,224 ppm) SGR berat 0,674 %/hari. Hasil pengamatan laju pertumbuhan (SGR) panjang ikan mas yang terpapar insektisida dengan bahan aktif profenofos yaitu pada perlakuan kontrol SGR panjang 0,993 %/hari, perlakuan A(0,056 ppm) SGR panjang 0,431 %/hari, Perlakuan B (0,112 ppm) SGR panjang 0,442 %/hari, perlakuan C (0,168 ppm) SGR panjang 0,34 %/hari dan perlakuan D (0,224 ppm) SGR panjang 0,315 %/hari. Hasil ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan ikan yang diberi insektisida dengan konsentrasi tertentu akan terhambat pertumbuhannya jika dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi insektisida. Hasil analisis kualitas air yaitu suhu = 23,8 – 25,7°C, pH = 7 – 8,5, Oksigen terlarut = 10,02 – 12,02 mg/L.

Dari hasil pengamatan kualitas air didapatkan kualitas air yang optimum untuk kehidupan ikan mas.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu hasil pengamatan uji pengaruh sublethal insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap laju pertumbuhan ikan mas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida yang diberikan maka laju pertumbuhan ikan semakin terhambat. Saran yang dapat disampaikan berdasarkan penelitian ini adalah sebaiknya penggunaan insektisida profenofos tidak boleh lebih dari dosis yang didapatkan dari uji toksisitas akut yaitu 0,28 ppm, dan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh insektisida profenofos terhadap kelulushidupan ikan mas serta akumulasi insektisida di dalam tubuh ikan mas.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Organofosfat Dengan Bahan Aktif Profenofos (*Curacron 500 Ec*) Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*)”. Laporan skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran untuk perbaikan dan kesempurnaan laporan selanjutnya. Penulis juga berharap semoga laporan skripsi ini dapat menambah informasi dan pengetahuan serta bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Malang, Juni 2015

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Besar Muhammad SAW atas segala rahmat dan karuniaNya
2. Kedua orang tua dan adik yang selalu mendoakan dan mendukung dalam segala hal sehingga penulis bisa seperti sekarang
3. Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan pengarahan dan ilmu demi terselesaikannya skripsi ini
4. Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si dan Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si selaku dosen penguji atas kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi
5. Orang-orang tersayang Ayu, Naya, Elva, Vina, Lutfi, Meta, Nia, Ima, sebagai penyemangat dan pendengar keluh kesah penulis selama ini
6. Cathrine dan Elsa sebagai partner skripsi yang telah berjuang bersama-sama dalam terselesainya skripsi ini
7. Teman seperjuangan Manajemen Sumberdaya Perairan 2011 (ARM'11) yang menyemangati penulis
8. Semua pihak dan orang-orang yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu

Malang, Juli 2015

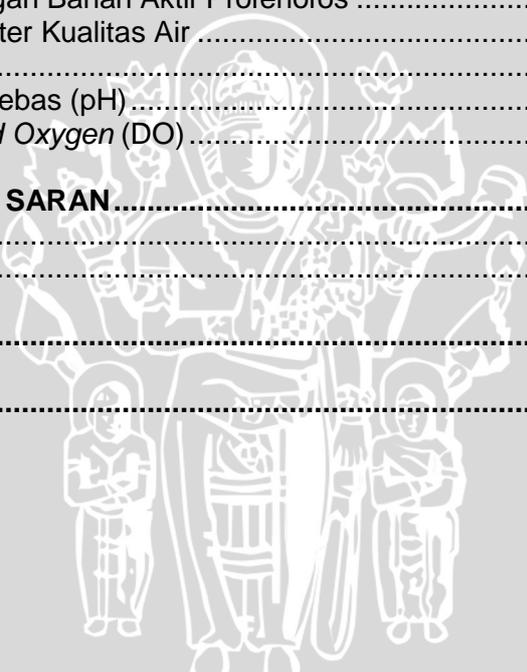
Intan Desy Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kegunaan Penelitian .....	5
1.5 Waktu dan Tempat .....	6
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Toksikologi .....	7
2.2 Pestisida .....	8
2.3 Insektisida .....	9
2.4 Uji Toksisitas .....	11
2.4.1 Uji Sublethal .....	12
2.5 Bahan Aktif Insektisida .....	13
2.5.1 Organofosfat.....	13
2.5.2 Profenofos .....	16
2.6 Mekanisme Insektisida Masuk ke dalam Tubuh Organisme .....	17
2.7 Ikan Mas .....	18
2.8 Laju Pertumbuhan .....	20
2.9 Kualitas Air .....	21
2.9.1 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	21
2.9.2 Derajat Keasaman (pH) .....	22
2.9.3 Suhu.....	23
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
3.1 Materi Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.3.1 Rancangan Percobaan .....	25
3.4 Tahapan Penelitian .....	26
3.4.1 Preparasi Penelitian .....	26
a. Aklimatisasi Hewan Uji .....	26
b. Pembuatan Konsentrasi Perlakuan.....	27
3.4.2 Uji Pendahuluan .....	28
a. Penentuan nilai ambang lethal atas dan nilai ambang lethal bawah.....	28



b. Uji Toksisitas Akut (LC <sub>50</sub> ) .....	29
3.4.3 Uji Sesungguhnya .....	30
3.5 Analisis Parameter Kualitas Air .....	31
3.5.1 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	31
3.5.2 Suhu.....	31
3.5.3 pH .....	32
3.6 Analisis Data .....	32
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Uji Toksisitas Insektisida Profenofos.....	34
4.1.1 Hasil Penelitian Pendahuluan .....	34
4.1.2 Hasil Uji Toksisitas Akut (Penentuan nilai LC <sub>50</sub> ).....	35
4.2 Pertambahan Panjang dan Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	40
4.2.1 Pertambahan Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	40
4.2.2 Pertambahan Panjang Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) .....	43
4.3 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Berat Ikan Mas yang Terpapar Insektisida dengan Bahan Aktif Profenofos .....	46
4.4 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan Mas yang Terpapar Insektisida dengan Bahan Aktif Profenofos .....	52
4.5 Analisis Parameter Kualitas Air .....	58
4.5.1 Suhu.....	58
4.5.2 Derajat Bebas (pH).....	59
4.5.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	60
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Kimia Profenofos .....	16
2. Morfologi Ikan Mas.....	20
3. Denah Percobaan.....	26
4. Mekanisme Mortalitas Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) .....	35
5. Mekanisme Keracunan dan Mortalitas Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) .....	37
6. Grafik Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) yang Terpapar Insektisida Profenofos Tiap Minggu.....	40
7. Hasil Rata-rata Pertambahan Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) yang terpapar Insektisida Profenofos.....	41
8. Grafik Panjang Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) yang Terpapar Insektisida Profenofos Tiap Minggu.....	43
9. Hasil Rata-rata Pertambahan Panjang Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) yang Terpapar Insektisida Profenofos .....	44
10. Hasil Uji Kruskal Wallis Pengaruh Insektisida Profenofos Terhadap Per- tambahan Panjang Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) .....	44
11. Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida Terhadap Laju Pertumbuhan Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) .....	46
12. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan Spesifik Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) .....	50
13. Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida Terhadap Laju Pertumbuhan Panjang Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	52
14. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	24
2. Data Mortalitas Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) Pada Penelitian Pendahuluan....	34
3. Data Mortalitas Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) Pada Uji Toksisitas Akut.....	35
4. Kondisi Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L) Saat Uji Toksisitas Akut.....	39
5. Uji Anova Pertambahan Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	41
6. Hasil Rata-rata Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Berat Ikan Mas .....	48
7. Uji Anova Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Berat Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	49
8. Hasil Rata-rata Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Ikan Mas .....	54
9. Uji Anova Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan (SGR) Panjangt Ikan Mas ( <i>C. carpio</i> L).....	55
10. Hasil Pengukuran Kualitas Air.....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Skala Rand .....	68
2. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji .....	69
3. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan (Per Hari) .....	71
4. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Toksisitas Akut ( $LC_{50}$ ) (Per Hari) .....	72
5. Perhitungan Nilai $LC_{50}$ (Analisis Probit) .....	73
6. Data Berat Ikan Mas Selama Penelitian .....	75
7. Data Pertambahan Berat Ikan Mas .....	76
8. Data Panjang Ikan Mas Selama Penelitian .....	77
9. Data Pertambahan Panjang Ikan Mas .....	78
10. Uji Normalitas .....	79
11. Data Hasil Pertambahan Berat Ikan Mas (gr) .....	81
12. Data Hasil Pertambahan Panjang Ikan Mas .....	83
13. Data Hasil Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Berat (%/hari) .....	86
14. Data Hasil Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan Mas .....	88
15. Data Parameter Kualitas Air .....	90
16. Bahan Aktif Insektisida Organofosfat dan Struktur Kimia .....	91
17. Dokumentasi Penelitian .....	93

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Banyaknya obat-obatan pertanian yang digunakan untuk membasmi hama dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan ( UU No 32 Tahun 2009). Salah satu sumber pencemaran yang masuk ke badan air yaitu pestisida yang banyak digunakan dalam aktivitas pertanian. Pestisida sebenarnya telah lama digunakan orang sebagai bahan pemberantas hama atau pelindung tanaman.

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan hama (Sudarmo, 1988). Pestisida dapat digolongkan bermacam-macam sesuai dengan kegunaannya. Menurut Ekha (1988), golongan pestisida berdasarkan fungsinya antara lain insektisida, acarisida, nematosida, fungisida, herbisida, ovisida, larvasida, rodentisida, algisida, molluscisida. Namun petani lebih sering menggunakan pestisida dengan jenis insektisida karena insektisida dapat membunuh serangga dan terutama ulat pada tanaman.

Insektisida organofosfat atau lebih dikenal senyawa OP pada saat ini hampir mencapai lebih dari 50% dari insektisida yang terdaftar. Kelebihan dari senyawa organofosfat ini adalah senyawa ini tidak stabil, karena itu dari segi lingkungan lebih baik daripada organoklorin namun senyawa organofosfat lebih toksik terhadap hewan bertulang belakang jika dibandingkan dengan senyawa organoklorin karena senyawa organofosfat mempengaruhi sistem saraf (Sastroutomo,1992). Insektisida organofosfat sangat toksik karena ketika

insektisida organofosfat memasuki tubuh hewan, insektisida menempel pada enzim kolinesterase, karena kolinesterase tidak dapat memecahkan asetilkolin, impuls syaraf mengalir terus (konstan) menyebabkan suatu gerakan yang cepat dari otot-otot dan akhirnya mengarah kepada kelumpuhan. Pada saat otot-otot pada sistem pernafasan tidak berfungsi maka terjadilah kematian (Prijanto, 2009).

Salah satu merek insektisida organofosfat yang terdaftar adalah *Curacron 500 EC (Emulsifier Concentrate)* dengan bahan aktif profenofos 500 g/l. Insektisida ini merupakan racun kontak dan racun lambung. Bahan aktif profenofos digunakan untuk membasmi serangga di dalam tanah. Profenofos sangat beracun dan residunya dapat bertahan di dalam tanah hingga 2 bulan lamanya (Sastroutomo, 1992). Insektisida profenofos banyak digunakan oleh petani karena insektisida ini mampu membasmi serangga, ulat dan terutama penyakit tanaman yaitu cabuk yang terdapat pada daun tanaman. Insektisida digunakan untuk meningkatkan produksi pertanian sebab mempunyai daya bunuh yang tinggi, penggunaannya mudah dan hasilnya cepat diketahui (Rudiyanti dan Ekasari, 2009). Namun penggunaan insektisida dalam pertanian juga memiliki dampak negatif jika digunakan secara tidak tepat, misalnya penggunaan dosis insektisida melebihi takaran yang dianjurkan dan mencampur beberapa jenis insektisida dengan alasan untuk meningkatkan daya racun pada hama tanaman. Selain berbahaya bagi kesehatan manusia, Insektisida dapat mempunyai dampak buruk bagi lingkungan.

Pestisida yang ditemukan dalam berbagai medium lingkungan hanya sedikit sekali, namun kadar ini mungkin akan lebih tinggi bila pestisida terus bertahan di lingkungan (residu) (Afriyanto, 2008). Penggunaan insektisida yang terus menerus oleh petani dari awal musim tanam sampai musim panen dan dilakukan penyemprotan obat setiap  $\pm 1$  minggu sekali akan menyebabkan

banyaknya residu yang tersimpan dalam tanah. Residu yang bertahan di lingkungan dapat meracuni organisme nontarget, terbawa sampai ke sumber-sumber air dan meracuni lingkungan sekitar (Djunaedy, 2009).

Ketika terjadi pencemaran insektisida di perairan, ada bermacam-macam respon dari organisme perairan misalnya respon dari ikan. Respon ikan terhadap pencemaran insektisida adalah terjadi perubahan dalam aksi fisiologis, kegagalan dalam perkembangbiakan dan pengaruh lainnya. Dalam tahapan awal keracunan insektisida ikan biasanya memperlihatkan kenaikan aktivitas namun selanjutnya menurun sampai kematian terjadi (Connel dan Miller, 1983). Pengaruh lainnya dari insektisida adalah akumulasi insektisida dalam organ-organ tubuh yang dapat mematikan ikan dalam jangka waktu tertentu, menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit dan terhambatnya pertumbuhan. Dari masalah ini maka perlu dilakukan uji pengaruh *sublethal*. Uji pengaruh *sublethal* ialah secara umum mengevaluasi dan menggolongkan segala efek senyawa apabila senyawa itu diberikan kepada hewan uji secara berulang-ulang, biasanya sekali sehari selama waktu tiga sampai 4 bulan (Loomis, 1978). Maksud dilakukannya uji pengaruh *sublethal* adalah untuk mengetahui efek fisiologis organisme dengan pemberian bahan kimia atau polutan dalam jangka waktu yang relatif lebih lama. Sebelum melakukan uji pengaruh *sublethal* maka dilakukan uji toksisitas akut terlebih dahulu. Uji toksisitas akut ini berfungsi untuk mengetahui apakah profenofos memiliki senyawa toksik dalam konsentrasi tertentu yang mampu menyebabkan kematian pada hewan uji dan dinyatakan dalam nilai  $LC_{50}$  (*Lethal Concentration*). Hasil nilai  $LC_{50}$  digunakan untuk menentukan konsentrasi atau dosis dari perlakuan untuk uji pengaruh *sublethal*.

Salah satu biota yang dapat digunakan untuk uji toksisitas adalah ikan karena ikan merupakan hewan yang digunakan untuk minapadi sehingga bisa

terpengaruh langsung oleh insektisida. Ikan mas (*Cyprinus carpio* L) adalah salah satu jenis ikan yang memenuhi persyaratan untuk dijadikan hewan uji karena ikan ini sangat peka, mudah dipelihara, penyebarannya merata, mudah ditemukan (Pararaja, 2008 dalam Pratiwi *et al.*, 2012). Selain itu penggunaan ikan mas (*C. carpio* L) sebagai hewan uji karena ikan mas (*C. carpio* L) merupakan ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting, sehingga ikan ini banyak dibudidayakan, selain itu dapat dipelihara dalam kolam-kolam tertentu, di sawah bersama-sama dengan tanaman padi (Rudiyanti dan Ekasari, 2009).

Kelangsungan hidup ikan sangat tergantung dari kondisi perairan tempat hidupnya. Mengingat besarnya potensi pencemaran dari limbah insektisida dalam perairan dan banyaknya residu yang terus menumpuk di dalam tanah dan akan mengalir ke sungai yang menyebabkan terjadi pengendapan sehingga dapat menurunkan kualitas air yang secara langsung akan mempengaruhi biota di dalam perairan tersebut. Residu insektisida akan masuk ke dalam tubuh ikan melalui rantai makanan sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh ikan. Ikan yang terakumulasi oleh insektisida kemungkinan besar organ-organ dalam tubuh akan rusak dan dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dari ikan. Dari uraian tersebut, maka pemakaian pestisida kiranya perlu dilakukan secara cermat. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan insektisida yang mengandung bahan aktif profenofos terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*C. carpio* L) dengan menggunakan uji pengaruh *sublethal*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan suatu permasalahan penelitian sebagai berikut :

- a) Berapakah nilai ambang *lethal* atas dan ambang *lethal* bawah dari insektisida profenofos yang dapat menyebabkan kematian ikan?
- b) Berapakah nilai  $LC_{50}$  dari insektisida profenofos yang dapat mematikan 50% hewan uji?
- c) Apakah pengaruh *sublethal* dari insektisida profenofos terhadap hewan uji?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian uji toksisitas insektisida dengan bahan aktif profenofos ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui nilai ambang *lethal* atas dan ambang *lethal* bawah dari insektisida dengan bahan aktif profenofos sebagai dasar uji toksisitas  $LC_{50}$
- b. Mengetahui kadar  $LC_{50}$  insektisida profenofos yang dapat mematikan ikan mas (*C. carpio* L)
- c. Mengetahui pengaruh *sublethal* insektisida dengan bahan aktif profenofos terhadap laju pertumbuhan ikan mas

### 1.4. Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi mengenai konsentrasi insektisida yang bersifat toksik bagi ikan. Adapun manfaat secara khusus yaitu sebagai berikut :

- a. Mahasiswa

Memberi informasi, menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh beberapa konsentrasi insektisida profenofos terhadap laju pertumbuhan ikan mas.

b. Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Memberikan informasi keilmuan tentang pengaruh konsentrasi insektisida profenofos terhadap laju pertumbuhan ikan mas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi sehingga bisa dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

### 1.5. Tempat dan Waktu Penelitian

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



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Toksikologi

Secara sederhana dan ringkas, toksikologi dapat didefinisikan sebagai kajian tentang hakikat dan mekanisme efek berbahaya (efek toksik) berbagai bahan kimia terhadap makhluk hidup dan sistem biologik lainnya, selain itu dapat juga membahas penilaian kuantitatif tentang berat dan kekerapan efek tersebut sehubungan dengan terpejanya (*exposed*) makhluk tadi (Wirasuta dan Rasmaya, 2006). Apabila zat kimia dikatakan beracun (toksik), maka kebanyakan diartikan sebagai zat yang berpotensi memberikan efek berbahaya terhadap mekanisme biologi tertentu pada suatu organisme. Toksikologi didefinisikan sebagai ilmu tentang aksi berbahaya zat kimia atas jaringan biologi. Definisi ini mengandung makna bahwa di dalam tubuh dalam kondisi tertentu, zat kimia dapat berinteraksi dengan jaringan tubuh, sehingga mengakibatkan timbulnya efek berbahaya atau toksik dengan wujud dan sifat tertentu (Sulistyowati, 2008).

Saat ini berkembang suatu sub-bagian baru dalam toksikologi, ialah toksikologi lingkungan yang juga disebut ekotoksikologi. Ahli toksikologi lingkungan mengintegrasikan pengetahuan tentang kemungkinan efek beracun pada organisme dengan pengetahuan tentang mekanisme zat di dalam lingkungan dan juga dengan pengetahuan tentang akibat yang terjadi dari efek tertentu sehingga ada suatu kerjasama antara toksikologi dengan kimia (kimia lingkungan) dan ekologi (Koeman, 1983). Menurut Connel dan Miller (2006), ekotoksikologi pencemar dianggap sebagai suatu interaksi dan pengaruh yang diatur oleh sifat-sifat kimia dan fisika. Bahan pencemar yang dilepaskan ke lingkungan dapat mengalami hamburan fisik di atmosfer, air atau tanah dan sedimen tergantung pada sifat fisika dan kimianya. Pada waktu yang sama,

bahan pencemar dapat termodifikasi secara kimia dan terdegradasi dengan proses abiotik atau oleh jasad renik yang ada dalam lingkungan. Seringkali hasil degradasi tidak berbahaya namun kadang-kadang dapat memiliki dampak buruk yang lebih besar dari pencemar aslinya.

## 2.2. Pestisida

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Kata pestisida berasal dari kata *pest*, yang berarti hama dan *cida* yang berarti pembunuh (Sudarmo,1988). Jadi secara sederhana pestisida diartikan sebagai pembunuh hama. Menurut Kristianingrum (2009), pestisida adalah sebagai produk berupa zat atau campuran zat yang berbentuk gas, cair, atau padat yang digunakan untuk membunuh, melindungi, mengontrol, mencegah, atau mengurangi bentuk-bentuk kehidupan tanaman atau hewan atau virus (kecuali virus, jamur, atau bakteri pada atau dalam kehidupan manusia dan hewan lainnya).

Menurut Permentan No. 24 Tahun 2011, pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk: a) memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian; b) memberantas rerumputan; c) mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan; d) mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk; e) memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak; f) memberantas atau mencegah hama-hama air; g) memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan; h) memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan

pada tanaman, tanah atau air. Menurut Afriyanto (2008), pestisida secara umum digolongkan kepada jenis organisme yang akan dikendalikan populasinya. Insektisida, herbisida, fungisida dan nematosida digunakan untuk mengendalikan hama, gulma, jamur tanaman yang patogen dan nematoda dan jenis pestisida yang lain digunakan untuk mengendalikan hama dari tikus dan siput.

### 2.3. Insektisida

Insektisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik, serta virus yang dipergunakan untuk memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia (PP No 7 Tahun 1973). Menurut Pedoman Pembinaan Penggunaan Pestisida (2011), Insektisida berasal dari kata latin *insectum*, artinya potongan, keratan segmen tubuh, berfungsi untuk membunuh serangga.

Raini (2007), menjelaskan insektisida merupakan kelompok pestisida yang terbesar dan terdiri atas beberapa sub kelompok kimia yang berbeda. yaitu:

- a. Organoklorin : insektisida *chlorinated hydrocarbon* secara kimiawi tergolong insektisida yang relatif stabil dan kurang reaktif, ditandai dengan dampak residunya yang lama terurai di lingkungan.
- b. Organofosfat : insektisida ini merupakan ester asam fosfat atau asam tiofosfat. Pestisida ini umumnya merupakan racun pembasmi serangga yang paling toksik secara akut terhadap binatang bertulang belakang seperti ikan, burung, cicak dan mamalia.
- c. Karbamat : kelompok ini merupakan ester asam N-metilkarbamat. Bekerja menghambat asetilkolinesterase.
- d. Piretroid : berasal dari piretrum diperoleh dari bunga *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Piretrum mempunyai toksisitas rendah pada manusia tetapi dapat menimbulkan alergi pada orang yang peka.

Salah satu jenis insektisida yang sering digunakan adalah insektisida organofosfat. Senyawa organofosfat merupakan golongan insektisida yang cukup besar. Lebih dari 100.000 senyawa organofosfat telah diuji untuk mencari senyawa-senyawa yang mempunyai sifat sebagai insektisida. Dari jumlah ini hanya 100 senyawa saja yang berhasil diperdagangkan sebagai insektisida secara luas (Sastroutomo,1992). Menurut Ekha (1988), jenis pestisida ini mengandung unsur-unsur fosfat, karbon, dan hidrogen. Pestisida organofosfat ini terdiri dari satu gugus atau lebih fosfor yang terikat pada molekul organik. Organofosfat dibuat dari suatu molekul organik yang direaksikan dengan fosforilat. Pada umumnya, senyawa-senyawa organofosfat merupakan senyawa-senyawa yang cepat dihidrolisis bila tercampur dengan air, dan sedikit meninggalkan residu apabila disemprotkan.

Menurut Sudarmo (1988), golongan organofosfat sering disebut *organic phosphates*, *phosphorus insecticides*, *phosphorus ester* atau *phosphoric acidester*. Mereka itu adalah derivat dari *phosphoric acid* dan biasanya sangat toksik untuk hewan bertulang belakang. Golongan organofosfat struktur kimianya dan cara kerjanya berhubungan erat dengan gas syaraf. Menurut Baehaki (1993), organofosfat selain toksik terhadap hewan tulang belakang ternyata tidak stabil dan persisten, sehingga golongan ini dapat menggantikan organoklorin, khususnya untuk menggantikan DDT (*Dikloro-Difenil-Trikloroetan*). Insektisida organofosfat atau lebih dikenal senyawa OP (*Organophosphat*) pada saat ini hampir mencapai lebih dari 50% dari insektisida yang terdaftar. OP adalah insektisida pengambat cholinesterase dan bekerja melalui perut, racun kontak, sistemik atau fumigasi. Sifat umum senyawa organofosfat berbeda nyata dari hidrokarbon terklorinasi yaitu memiliki persistensi yang terbatas dalam lingkungan alamiah, larut dalam air, tidak mengalami bioakumulasi dan tidak mengalami biomagnifikasi dalam rantai makanan (Connel dan Miller, 2006).

## 2.4. Uji Toksisitas

Menurut Halang (2004) dalam Aini (2013), toksisitas adalah sifat relatif toksikan berkaitan dengan potensinya mengakibatkan efek negatif bagi makhluk hidup. Toksisitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi dan jenis toksikan, konsentrasi toksikan, durasi dan frekuensi pemaparan, sifat lingkungan, dan spesies biota penerima. Toksikan merupakan zat (berdiri sendiri atau dalam campuran zat, limbah, dan sebagainya) yang dapat menghasilkan efek negatif bagi semua atau sebagian dari tingkat organisasi biologis (populasi, individu, organ, jaringan, sel, biomolekul) dalam bentuk merusak struktur maupun fungsi biologis. Toksikan dapat menimbulkan efek negatif bagi biota dalam bentuk perubahan struktur maupun fungsional, baik secara akut maupun kronis atau sub kronis. Untuk mengetahui efek zat pencemar terhadap biota dalam suatu perairan, perlu dilakukan suatu uji toksisitas zat pencemar terhadap biota yang ada yaitu dalam bentuk *Lethal Concentration* ( $LC_{50}$ ). Jadi uji toksisitas digunakan untuk mengevaluasi besarnya konsentrasi toksikan dan durasi pemaparan yang dapat menimbulkan efek toksik pada jaringan biologis (Pratiwi et al., 2012).

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 spectrum efek toksik senyawa uji, serta untuk melihat apakah spectrum 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.

#### 2.4.1 Uji *Sublethal*

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

Connell dan Miller (1983) menjelaskan pengaruh *sublethal* pestisida dapat secara tidak langsung menyebabkan penurunan kesempatan keselamatan diri atau perkembangbiakan dalam populasi alamiah, pada kepekaan yang paling mungkin dialami oleh makhluk bukan sasaran. Pengaruh *sublethal* yang spesifik adalah banyak dan beragam, serta berhubungan dengan suatu spektrum luas tanggapan fisiologis dan perilaku, seperti perubahan dalam produksi enzim, laju pertumbuhan, perkembangbiakan, perilaku dan kegiatan, produksi tumor dan pengaruh teratogenik. Pengukuran subletal hasilnya dinyatakan sebagai

“konsentrasi pengaruh tengah”, atau  $EC_{50}$ , yang merupakan konsentrasi pada 50% dari makhluk hidup yang diuji memiliki respons yang diukur.  $EC_{50}$  biasanya memiliki pola hubungan yang mirip dengan hubungan untuk  $LC_{50}$ . Uji-uji toksistas seperti letalitas akut, uji toksisitas embri/larva, uji toksisitas kronis untuk pengaruh perkembangbiakan, dan uji terhadap biokonsentrasi/bioakumulasi adalah berguna untuk mengkaji bahayanya zat kimia terhadap kehidupan di air.

## 2.5. Bahan Aktif Insektisida

Bahan terpenting yang bekerja aktif dalam pestisida yang digunakan untuk membunuh hama biasanya disebut dengan bahan aktif (bahan teknis). Dalam pembuatan pestisida di pabrik (*manufacturing plant*), bahan aktif tersebut tidak dibuat secara murni, tetapi dicampur sedikit dengan bahan-bahan pembawa lainnya (Afriyanto, 2008).

### 2.5.1 Organofosfat

Insektisida organofosfat merupakan ester dari asam tiofosfat dan ester asam fosfat yang memiliki sifat tidak stabil di lingkungan, dan persistensi yang tidak terlalu lama di lingkungan namun memiliki sifat yang sangat toksik terhadap vertebrata. Menurut Permentan No. 24 Tahun 2011, bahan aktif adalah bahan kimia sintetik atau bahan alami yang terkandung dalam bahan teknis atau formulasi pestisida yang memiliki daya racun atau pengaruh biologis lain terhadap organisme sasaran. Dalam Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) (2012), menjelaskan bahan aktif adalah bahan utama yang secara biologis bersifat sebagai Insektisida. Kadar bahan aktif untuk formulasi cair dinyatakan dalam g/L, sedangkan formulasi padat, setengah padat, kental atau campuran cair dan padat dinyatakan dalam persen bobot (g/kg). Bahan aktif yang termasuk dalam insektisida organofosfat menurut Prijanto (2009)

antara lain, *Azinophosmethyl*, *Chloryfos*, *Demeton Methyl*, *Dichlorovos*, *Dimethoat*, *Disulfoton*, *Ethion*, *Palathion*, *Malathion*, *Parathion*, *Diazinon*, *Chlorpyrifos*.

Runia (2008), menjelaskan bahwa pestisida yang termasuk dalam golongan organofosfat dan jenis bahan aktifnya yang sudah diteliti toksisitasnya antara lain :

- a. *Asefat*, diperkenalkan pada tahun 1972. Asefat berspektrum luas untuk mengendalikan hama-hama penusuk-penghisap dan pengunyah seperti aphids, thrips, larva Lepidoptera (termasuk ulat tanah), penggrogok daun dan wereng. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 1.030 – 1.147 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (kelinci) > 10.000 mg/kg menyebabkan iritasi ringan pada kulit (kelinci).
- b. *Kadusafos*, merupakan insektisida dan nematisida racun kontak dan racun perut. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 37,1 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (kelinci) 24,4 mg/kg tidak menyebabkan iritasi kulit dan tidak menyebabkan iritasi pada mata.
- c. *Klorfenvinfos*, diumumkan pada tahun 1962. Insektisida ini bersifat nonsistemik serta bekerja sebagai racun kontak dan racun perut dengan efek residu yang panjang. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 10 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (tikus) 31 – 108 mg/kg.
- d. *Klorpirifos*, merupakan insektisida non-sistemik, diperkenalkan tahun 1965, serta bekerja sebagai racun kontak, racun lambung, dan inhalasi. LD<sub>50</sub> oral (tikus) sebesar 135 – 163 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (tikus) > 2.000 mg/kg berat badan.
- e. *Kumafos*, ditemukan pada tahun 1952. Insektisida ini bersifat non-sistemik untuk mengendalikan serangga hama dari ordo Diptera. LD<sub>50</sub> oral (tikus) 16 – 41 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (tikus) > 860 mg/kg.
- f. *Diazinon*, pertama kali diumumkan pada tahun 1953. Diazinon merupakan insektisida dan akarisida non-sistemik yang bekerja sebagai racun kontak,

racun perut, dan efek inhalasi. Diazinon juga diaplikasikan sebagai bahan perawatan benih (*seed treatment*). LD<sub>50</sub> oral (tikus) sebesar 1.250 mg/kg.

- g. *Diklorvos* (DDVP), dipublikasikan pertama kali pada tahun 1955. Insektisida dan akarisisida ini bersifat non-sistemik, bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan racun inhalasi. *Diklorvos* memiliki efek *knockdown* yang sangat cepat dan digunakan di bidang-bidang pertanian, kesehatan masyarakat, serta insektisida rumah tangga. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 50 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (tikus) 90 mg/kg.
- h. *Malation*, diperkenalkan pada tahun 1952. *Malation* merupakan pro-insektisida yang dalam proses metabolisme serangga akan diubah menjadi senyawa lain yang beracun bagi serangga. Insektisida dan akarisisida non-sistemik ini bertindak sebagai racun kontak dan racun lambung, serta memiliki efek sebagai racun inhalasi. *Malation* juga digunakan dalam bidang kesehatan masyarakat untuk mengendalikan vektor penyakit. LD<sub>50</sub> oral (tikus) 1.375 – 2.800 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (kelinci) 4.100 mg/kg.
- i. *Paration*, ditemukan pada tahun 1946 dan merupakan insektisida pertama yang digunakan di lapangan pertanian dan disintesis berdasarkan *lead-structure* yang disarankan oleh G. Schrader. *Paration* merupakan insektisida dan akarisisida, memiliki *mode of action* sebagai racun saraf yang menghambat kolinesterase, bersifat non-sistemik, serta bekerja sebagai racun kontak, racun lambung, dan racun inhalasi. *Paration* termasuk insektisida yang sangat beracun, LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 2 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (tikus) 71 mg/kg.
- j. *Triazofos*, ditemukan pada tahun 1973. *Triazofos* merupakan insektisida, akarisisida, dan nematisida berspektrum luas yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut. *Triazofos* bersifat non-sistemik, tetapi bisa menembus jauh ke dalam jaringan tanaman (translaminar) dan digunakan

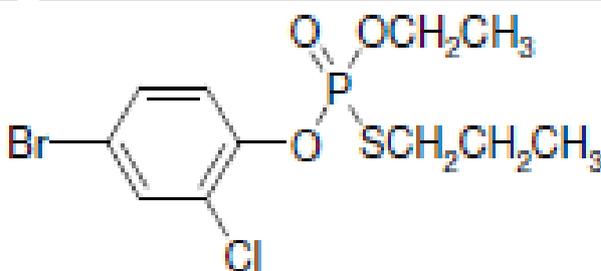
untuk mengendalikan berbagai hama seperti ulat dan tungau. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 57 – 59 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (kelinci) > 2.000 mg/kg.

### 2.5.2 Profenofos

Bahan aktif *profenofos* digunakan untuk membasmi serangga di dalam tanah, ulat akar, simfilid, larva kumbang, dan cenkerik dengan dosis 1-1,5 kg/ha. Profenofos sangat beracun dan residunya dapat bertahan di dalam tanah hingga 2 bulan lamanya (Sastroutomo,1992). *Profenofos* ditemukan pada tahun 1975. Insektisida dan akarisida non-sistemik ini memiliki aktivitas translaminar dan ovisida. Profenofos digunakan untuk mengendalikan berbagai serangga hama (terutama Lepidoptera) dan tungau. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 358 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (kelinci) 472 mg/kg (Runia, 2008)

Keehner (1998) menjelaskan *profenofos* memiliki toksik yang sangat tinggi pada ikan air tawar dengan pengujian toksisitas akut 96jam, dengan nilai LC50 25 µg/L untuk ikan rainbow trout, dan 41 µg/L untuk ikan bluegill sunfish. Uji siklus hidup ikan diperlukan karena *profenofos* dapat masuk ke air melalui proses penyemprotan, EEC sama dengan atau lebih besar dari sepersepuluh dari NOAEC dalam tahap kehidupan ikan dan studi organisme lain ditunjukkan dengan pengaruhnya terhadap fisiologi reproduksi ikan.

Bahan aktif profenofos memiliki struktur kimia sebagai berikut :



**Gambar 1.** Struktur kimia profenofos (O-(4-bromo-2-chlorophenyl) O-ethyl S-propyl phosphorothioate) (Sumber : EPA, 1996)

## 2.6. Mekanisme Insektisida Masuk Ke dalam Tubuh Organisme

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

Pestisida golongan organofosfat dapat menyebabkan keracunan apabila digunakan secara berlebihan dan terus-menerus. Pestisida golongan ini masuk ke dalam tubuh melalui kulit, mulut, saluran pencernaan, pernafasan. Kemudian pestisida ini akan berikatan dengan enzim dalam darah yang berfungsi mengatur kerjanya syaraf, yaitu kholinesterase. Apabila kholinesterase terikat maka enzim tak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terus menerus mengirimkan perintah kepada otot-otot tertentu, sehingga otot-otot bergerak tanpa dikendalikan (Sudarmo, 1988). Pada saluran pernafasan pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Masuknya pestisida dalam insang melalui kontak langsung, karena letaknya di luar (Rudiyanti dan Ekasari, 2009).

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.

## 2.7. Ikan mas (*Cyprinus carpio* L)

Ikan mas (*C. carpio* L) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang sudah di kenal banyak negara termasuk Indonesia, dan saat ini banyak di budidayakan. Ikan mas (*C. carpio* L) sangat digemari masyarakat karena mudah didapatkan. Habitat aslinya di alam meliputi sungai berarus tenang sampai sedang dan di area danau yang dangkal (Adliah, 2011). Ikan mas (*C. carpio* L) mempunyai nilai ekonomis penting sehingga ikan ini banyak dibudidayakan. Selain dipelihara dalam kolam, ikan ini sering dipelihara di sawah bersama-sama dengan tanaman padi (Rudiyanti dan Ekasari, 2009).

Menurut Arie (2008) dalam Viana (2010), ikan mas (*C. carpio* L) berbadan panjang dengan perbandingan antara panjang total dengan tinggi badan 3 : 1 (tergantung jenisnya). Bila dipotong di bagian tengah badan memiliki perbandingan antara tinggi badan dan lebar badan 3 : 2 (tergantung jenisnya). Warna tubuh ikan mas (*C. carpio* L) juga tergantung dari jenisnya, ada merah, kuning, abu-abu, kehijauan, dan ada juga yang belang. Tubuh ikan mas (*C.*

*carpio* L) terbagi tiga bagian, yaitu kepala, badan, dan ekor. Mulut, sepasang mata, hidung, dan tutup insang terletak di kepala. Seluruh bagian tubuh ikan mas (*C. carpio* L) ditutupi dengan sisik yang besar, dan berjenis ctenoid. Pada bagian itu terlihat ada garis linea lateralis, memanjang mulai dari belakang tutup insang sampai pangkal ekor. Mulut kecil, membelah bagian depan kepala. Sepasang mata bisa dibilang cukup besar terletak di bagian tengah kepala di kiri, dan kanan. Sepasang lubang hidung terletak di bagian kepala dan sepasang tutup insang terletak di bagian belakang kepala. Pada bagian bawah kepala memiliki dua pasang kumis sungut yang pendek. Ikan mas (*C. carpio* L) memiliki lima buah sirip, yaitu sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip dubur, dan sirip ekor. Sirip punggung panjang terletak di bagian punggung. Sirip dada sepasang terletak di belakang tutup insang, dengan satu jari-jari keras, dan yang lainnya berjari-jari lemah. Sirip perut hanya satu terletak pada perut. Sirip dubur hanya terletak di belakang dubur. Sirip ekor juga hanya satu, terletak di belakang, dengan bentuk cagak.

Menurut Bachtiar (2002), klasifikasi Ikan mas (*C. carpio* L) berdasarkan ilmu taksonomi hewan sebagai berikut :

Phyllum : Chordata  
Subphyllum : Vertebrata  
Superclass : Pisces  
Class : Osteichthyes  
Subclass : Actinopterygii  
Ordo : Cypriniformes  
Sub Ordo : Cyprinoidea  
Famili : Cyprinidae  
Subfamily : Cyprinus  
Spesies : *Cyprinus carpio* L

Ikan mas (*C. carpio* L) adalah jenis ikan peliharaan yang penting sejak dahulu hingga sekarang, terutama di daerah Jawa Barat. Daerah yang sesuai untuk mengusahakan pemeliharaan ini yaitu daerah yang berada antara 150 - 600 meter di atas permukaan laut, pH perairan berkisar antara 7 sampai 8 dan suhu optimum 20 sampai 25°C (Asmawi, 1986 dalam Sulistio, 2001). Menurut Sutanmuda (2007) dalam Viana (2010), budidaya ikan mas (*C. carpio* L) telah berkembang pesat dikolam biasa, sawah, waduk, sungai air deras, bahkan ada yang dipelihara dalam keramba di perairan umum. Adapun pusat produksi ikan mas (*C. carpio* L) adalah: Ciamis, Sukabumi, Tasikmalaya, Bogor, Garut, Bandung, Cianjur, Purwakarta.



**Gambar 2.** Morfologi Ikan mas (*C. carpio* L)  
(Sumber : Google images, 2014)

### 2.8. Laju Pertumbuhan (*Growth Rate*)

Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran panjang atau berat pada suatu periode tertentu. Pertumbuhan dapat dianggap sebagai hasil dari dua proses yaitu proses yang cenderung untuk menurunkan energi tubuh yang menjadi nyata jika seekor ikan dipelihara pada waktu tertentu tanpa diberi makan dan suatu proses yang diawali dari pengambilan makanan dan diakhiri dengan penyusunan unsur-unsur tubuh (Zonneveld. *et al*, 1990 dalam Viana, 2010).

Menurut Effendi *et.al* (2006), laju pertumbuhan individu (gr/hari) ditentukan berdasarkan selisih bobot rata-rata akhir dan awal pemeliharaan yang dibandingkan dengan waktu pemeliharaan. Laju pertumbuhan harian berfungsi untuk menghitung persentase pertumbuhan berat ikan per hari.

Pertumbuhan ikan dalam perairan dapat dipengaruhi beberapa faktor. Menurut Lagler *et. al* (1977) dalam Bestian (1996), pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal antara lain ketersediaan makan bagi ikan dan kondisi lingkungan. Fujaya (2008), mengatakan bahwa pertumbuhan dipengaruhi faktor genetik, hormon dan lingkungan. Meskipun secara umum, faktor lingkungan yang memegang peranan sangat penting adalah zat unsur hara dan suhu lingkungan, namun di daerah tropis zat hara lebih penting dibanding suhu lingkungan. Zat hara meliputi makanan, air dan oksigen menyediakan bahan mentah bagi pertumbuhan, gen mengatur pengolahan bahan tersebut dan hormon mempercepat pengolahan serta merangsang gen. Sehingga kualitas air dari lingkungan hidup ikan sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan. Menurut Ariaty (1991), ikan mas (*C. carpio* L) tumbuh cepat pada suhu lingkungan berkisar antara 20-28°C dan akan mengalami penurunan pertumbuhan bila suhu lingkungan lebih rendah. Pertumbuhan akan menurun dengan cepat di bawah suhu 13°C dan akan berhenti makan apabila suhu berada di bawah 5 °C.

## 2.9. Kualitas Air

### 2.9.1 *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen merupakan faktor penting bagi kehidupan makro dan mikro organisme perairan karena diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton.

Fluktuasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain, terutama pada saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsur kimia di perairan (Effendi, 2003). Oksigen banyak dibutuhkan oleh ikan, ketersediaan oksigen terlarut dalam air sangat dipengaruhi oleh suhu, pH, dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Semakin tinggi suhu air, semakin kurang kadar oksigen yang terlarut dalam air. Setiap kenaikan suhu  $1^\circ\text{C}$  membutuhkan kenaikan oksigen terlarut sebanyak 10%. Untuk itu, air yang memiliki oksigen terlarut berkadar tinggi merupakan syarat mutlak sebagai media tumbuh ikan (Lentera, 2002).

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga jika ketersediaannya dalam air tidak mencukupi kebutuhan ikan, maka segala aktivitas dan proses pertumbuhan ikan akan terganggu, bahkan akan mengalami kematian (Sutimin, 2009). Kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai dua kepentingan yaitu : kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan (Ghufron dan Kordi, 2005). Menurut SNI (1999) kisaran yang baik produksi ikan mas (*C. carpio* L) harus lebih dari 5 mg/l.

### 2.9.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu atau  $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$ . Konsentrasi pH mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini disebabkan konsentrasi oksigen akan rendah sehingga, aktifitas pernapasan tinggi dan selera makan berkurang (Ghufron dan Kordi, 2005).

Wardhana (2001) menjelaskan bahwa air normal yang memenuhi syarat untuk kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 – 7,5. Air dapat bersifat asam atau basa tergantung dari besar kecilnya pH air atau besarnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke sungai akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan organisme di dalamnya. Kisaran pH yang cocok untuk kehidupan ikan *Cyprinidae* (ikan mas) adalah berkisar antara pH 6,00-9,00 (Arafad, 2000).

### 2.9.3 Suhu

Ada banyak dampak dari suatu perubahan suhu dalam perairan. Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, karena itu setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Efendi, 2003). Suhu air mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam air. Semakin tinggi suhu, semakin kurang kandungan oksigen terlarut. Setiap kenaikan 1°C, membutuhkan kenaikan oksigen terlarut 10% (Lingga, 1985).

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu yang berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu (Kordi *et al.*, 2007). Suhu dapat mengalami fluktuasi baik harian maupun musim. Sumberdaya ikan bergantung pada kondisi lingkungan, sehingga jika terjadi perubahan kondisi lingkungan ikan akan merespon dengan menghindar dari lingkungan yang tidak sesuai. Respon ini menunjukkan bahwa pada sumberdaya ikan terdapat batas-batas toleransi terhadap perubahan berbagai kondisi lingkungan (Rasyid, 2010). Menurut standar SNI (2000), kisaran suhu air yang baik untuk budidaya ikan mas (*C. carpio* L) yaitu antara 25 - 30 °C.

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos dengan nama dagang *Curacron 500 EC* dalam bentuk cair dan hewan uji yang digunakan yaitu ikan mas (*C. carpio* L) yang berasal dari Balai Benih Ikan Punten Kota Batu dengan ukuran  $\pm$  3-5 cm.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian uji pengaruh *sublethal* insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat dan Bahan Penelitian

No	Parameter	Alat dan Bahan
1	Uji toksisitas akut LC <sub>50</sub> dan uji <i>sublethal</i>	Toples kapasitas 16 liter, seperangkat alat aerasi (aerator, selang aerator, batu aerasi), timbangan digital Ikan mas, insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos, air sumur, pakan ikan PF 1000, aquadest dan kertas label
2	Laju pertumbuhan ikan mas	Penggaris, timbangan digital, baskom, nampan ikan mas, plastik
3	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	DO meter dan aquadest
4	pH dan suhu	pH meter dan aquadest
5	Pengenceran	Beaker glass 1000 ml, beaker glass 250 ml, pipet volume 1 ml dan 10 ml, bola hisap, spatula aquadest dan insektisida

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan

mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol (Nazir, 2005). Teknik pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi secara langsung yaitu dengan mengamati secara langsung pada uji pendahuluan, uji toksisitas akut untuk melihat mortalitas ikan dan uji sesungguhnya (uji pengaruh *sublethal*) untuk melihat laju pertumbuhan ikan mas (*C. carpio* L) yang terpapar konsentrasi insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos yang berbeda.

### 3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana semua kondisi baik bahan, alat maupun lingkungan dibuat sehomogen mungkin kecuali perlakuan penelitian. Rancangan acak lengkap adalah suatu desain dimana perlakuan dikarenakan sepenuhnya secara acak pada unit-unit percobaan (Soelistyowati, 2012). Desain ini banyak digunakan karena hanya faktor perlakuan yang mempengaruhi dan faktor lain diasumsikan homogen. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan yaitu 4 perbedaan konsentrasi insektisida profenofos dan 1 kontrol dengan ulangan sebanyak 6 kali.

Rumus dari Rancangan Acak Lengkap menurut Bestian (1996) adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Data pada perlakuan  $i$  dan ulangan  $j$

$\mu$  = Nilai tengah data

$T_i$  = Pengaruh perlakuan  $i$

$\epsilon_{ij}$  = Kesalahan percobaan pada perlakuan  $i$  dan ulangan  $j$

Tata letak percobaan dilakukan secara acak (random). Pengacakan dilakukan agar analisis data yang dilakukan menjadi sah. Metode pengacakan yang digunakan adalah menggunakan lotere. Penelitian ini menggunakan 4 konsentrasi dan 1 kontrol dan 6 kali ulangan sehingga menggunakan 30 bak percobaan. Denah percobaan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

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

**Gambar 3.** Denah Percobaan

Keterangan : A, B, C, D dan E = perlakuan

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 = ulangan

### 3.4 Tahapan Penelitian

#### 3.4.1 Preparasi Penelitian

##### a. Aklimatisasi Ikan mas (*C. carpio* L) Sebagai Hewan Uji

Tahap aklimatisasi ikan mas (*C. carpio* L) yaitu menyiapkan kolam pemeliharaan kemudian ikan mas (*C. carpio* L) dipelihara selama  $\pm 7$  hari dan diberi pakan berupa pelet PF 1000 dua kali sehari yaitu pada pukul 07.00 dan pukul 14.00. 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 dipuasakan (Kusriani *et al.*, 2012). Selain mortalitas, syarat ikan sebagai hewan uji yaitu dari kesehatan ikan, apabila ada ikan yang sakit maka dipindahkan ke tempat lain.

#### b. Pembuatan Konsentrasi Perlakuan

Insektisida organofosfat dengan merk dagang *Curacron 500 EC* merupakan jenis insektisida cair. Dalam 1 botol insektisida ini terdapat bahan aktif profenofos 500 gr/L dan jika dijadikan dalam bentuk ppm maka menjadi 500 gr/liter = 500.000 mg/L = 500.000 ppm.

Insektisida profenofos yang akan digunakan dalam penelitian harus diencerkan terlebih dahulu 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

Sebelum membuat konsentrasi larutan untuk uji pendahuluan dan uji sesungguhnya maka terlebih dahulu dibuat larutan stok 1000 ppm. Pembuatan larutan stok 1000 ppm dengan cara sebagai berikut :

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1} = \frac{1000 \text{ ml} \times 1000 \text{ ppm}}{500.000 \text{ ppm}} = 2 \text{ ml}$$

Jadi untuk mendapatkan larutan stok 1000 ppm maka insektisida diambil sebanyak 2 ml dan dilarutkan dalam 1 liter aquadest. Pengenceran pada uji pendahuluan dan uji sesungguhnya dilakukan sesuai dengan skala logaritmik

pada Tabel Rand (Lampiran 1), untuk uji pendahuluan menggunakan kolom 1 dan untuk uji toksisitas akut menggunakan kolom 4. Pada uji pendahuluan (penentuan nilai ambang *lethal* bawah dan nilai ambang *lethal* atas), konsentrasi insektisida profenofos yang digunakan 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 sesuai dengan hasil uji pendahuluan yaitu 0,135 ppm, 0,24 ppm, 0,42 ppm dan 0,75 ppm. Konsentrasi perlakuan untuk uji pengaruh *sublethal* adalah 20%, 40%, 60% dan 80% dari nilai LC<sub>50</sub>.

### 3.4.2 Uji Pendahuluan

#### a. Penentuan nilai ambang *lethal* bawah dan nilai ambang *lethal* atas

Sebelum dilakukan uji toksisitas akut dan uji pengaruh *sublethal* maka dilakukan uji pendahuluan untuk menentukan nilai ambang *lethal* bawah dan nilai ambang *lethal* atas. Nilai ambang *lethal* bawah merupakan konsentrasi tertinggi dari bahan uji dimana hewan uji masih mampu hidup setelah waktu pemaparan 48 jam, sedangkan nilai ambang *lethal* atas merupakan konsentrasi terendah dari bahan uji yang mampu menyebabkan hewan uji mati 100% pada waktu pemaparan 24 jam. Penentuan nilai ambang *lethal* bawah (LC<sub>0-48 jam</sub>) dan nilai ambang *lethal* atas (LC<sub>100-24 jam</sub>) bertujuan untuk menentukan konsentrasi insektisida yang digunakan untuk uji toksisitas akut agar mendapatkan nilai *median lethal concentration* (LC<sub>50-96 jam</sub>). Prosedur dalam uji untuk penentuan nilai ambang *lethal* bawah dan nilai ambang *lethal* atas adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan 6 toples dan diisi air sumur 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 (*C. carpio* L) yang berukuran 3-5 cm

- 4) Memberikan aerasi sampai dasar untuk memberikan suplai oksigen selama penelitian
- 5) Mengamati ikan mas (*C. carpio* L) setiap 8 jam sekali selama 96 jam untuk mengetahui mortalitasnya
- 6) Mengamati jumlah ikan mas (*C. carpio* L) yang mati setiap 8 jam sekali dihitung kumulatifnya pada 96 jam. Menghitung prosentase mortalitas dengan cara menghitung dari jumlah ikan mas (*C. carpio* L) yang diamati dibagi dengan jumlah total ikan mas (*C. carpio* L) pada awal perlakuan.

#### b. Uji Toksisitas Akut ( $LC_{50}$ )

Uji toksisitas akut dilakukan untuk mendapatkan nilai ambang tengah  $LC_{50-96}$  jam untuk digunakan dalam uji pengaruh *sublethal*. Adapun prosedur uji toksisitas akut ini adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan variasi konsentrasi insektisida dengan bahan aktif profenofos dengan menggunakan tabel skala Rand sesuai dengan hasil uji pendahuluan penentuan nilai ambang *lethal* bawah dan nilai ambang *lethal* atas yaitu 0,135 ppm, 0,24 ppm, 0,42 ppm dan 0,75 ppm.
- 2) Mempersiapkan media dengan konsentrasi sesuai dengan perhitungan dari rentang nilai pada uji pendahuluan sebanyak 5 konsentrasi termasuk kontrol.
- 3) Memberikan aerasi pada media terlebih dahulu selama 5 – 10 menit sebelum memasukkan ikan mas (*C. carpio* L) ke dalam media percobaan.
- 4) Memasukkan ikan mas (*C. carpio* L) kedalam media sebanyak 10 ekor tiap toples, dan memberikan aerasi selama perlakuan 96 jam tanpa diberi makan.
- 5) Mengamati ikan mas (*C. carpio* L) 8 jam sekali selama 96 jam dan pengukuran parameter kualitas air DO, suhu dan pH pada masing – masing bak media perlakuan selama pengamatan 96 jam.

### 3.4.3 Uji Sesungguhnya

Uji pengaruh *Sublethal* dilakukan selama 4 minggu untuk mengetahui pengaruh insektisida dengan bahan aktif Profenofos (*Curacron 500 EC*) terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*C. carpio* L). Perlakuan menggunakan konsentrasi yang didapatkan 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 konsentrasi insektisida yang didapatkan dari 20%, 40%, 60% dan 80% nilai  $LC_{50}$  dan dilakukan 6 kali ulangan. Dari uji toksisitas akut didapatkan nilai  $LC_{50}$  yaitu 0,28 ppm, maka konsentrasi insektisida yang digunakan untuk uji pengaruh *sublethal* adalah sebagai berikut :

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

$$\text{Konsentrasi} = \frac{20}{100} \times 0,28 \text{ ppm} = 0,056 \text{ ppm}$$

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

$$\text{Konsentrasi} = \frac{40}{100} \times 0,28 \text{ ppm} = 0,112 \text{ ppm}$$

- c) 60% dari nilai  $LC_{50}$

$$\text{Konsentrasi} = \frac{60}{100} \times 0,28 \text{ ppm} = 0,168 \text{ ppm}$$

- d) 80% dari nilai  $LC_{50}$

$$\text{Konsentrasi} = \frac{80}{100} \times 0,28 \text{ ppm} = 0,224 \text{ ppm}$$

- 2) Memasukkan ikan mas (*C. carpio* L) yang telah diaklimatisasi ke dalam toples masing-masing sebanyak 10 ekor
- 3) Memberikan aerasi pada toples dan memberi makan ikan dua kali sehari dengan pelet pada pukul 07.00 dan 14.00

- 4) Melakukan pergantian media uji maksimal 4 hari sekali
- 5) Melakukan pengukuran bobot tubuh dan panjang tubuh ikan mas (*C. carpio* L) setiap seminggu sekali selama 4 minggu.
- 6) Cara pengukuran bobot tubuh yaitu menyiapkan wadah yang diberi air dan meletakkannya diatas timbangan digital lalu menekan tombol "ZERO" dan mengambil ikan dengan cara sampling untuk mengukur bobot tubuhnya
- 7) Mengukur panjang total tubuh ikan dengan menggunakan penggaris dengan cara mengukur jarak antara ujung mulut sampai ujung sirip ekor.

### **3.5 Analisis Parameter Kualitas Air**

#### **3.5.1 *Disolved Oxygen* (DO) (Herniwati, 2012)**

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) Menunggu hingga nilai yang terbaca benar-benar konstan
- d) Mencatat hasil penelitian sebagai mg/l.

#### **3.5.2 Suhu (Viana, 2010)**

Pengukuran suhu dalam penelitian ini 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 sampel selama kurang lebih 1 menit, kemudian keringkan dengan kertas yang lembut atau tissue.
- c) Merendam pen (elektroda) kembali kedalam contoh tersebut sampai pH meter menunjukkan pembacaan angka yang tetap.

- d) Mencatat hasil pengamatan sebagai °C.

### 3.5.3 pH (Viana, 2010)

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

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

### 3.6 Analisis Data

Perhitungan besarnya laju pertumbuhan ikan mas (*C. carpio* L) 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<sub>50</sub>) menggunakan analisis probit. Sedangkan untuk uji pertambahan panjang dan berat ikan mas (*C. carpio* L) dan uji pengaruh *sublethal* terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*C. carpio* L) jika

sebaran data normal maka menggunakan *analysis of variance* (ANOVA), apabila hasil uji F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT dan jika sebaran data tidak normal maka menggunakan uji Kruskal Wallis, apabila nilai signifikan dilanjutkan uji Man Whitney U Test dengan menggunakan aplikasi SPSS (*Statistical Product and Service Solution*). Kemudian untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan ikan mas (*C. carpio* L) maka dilakukan analisis regresi.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Uji Toksisitas Insektisida Profenofos

#### 4.1.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

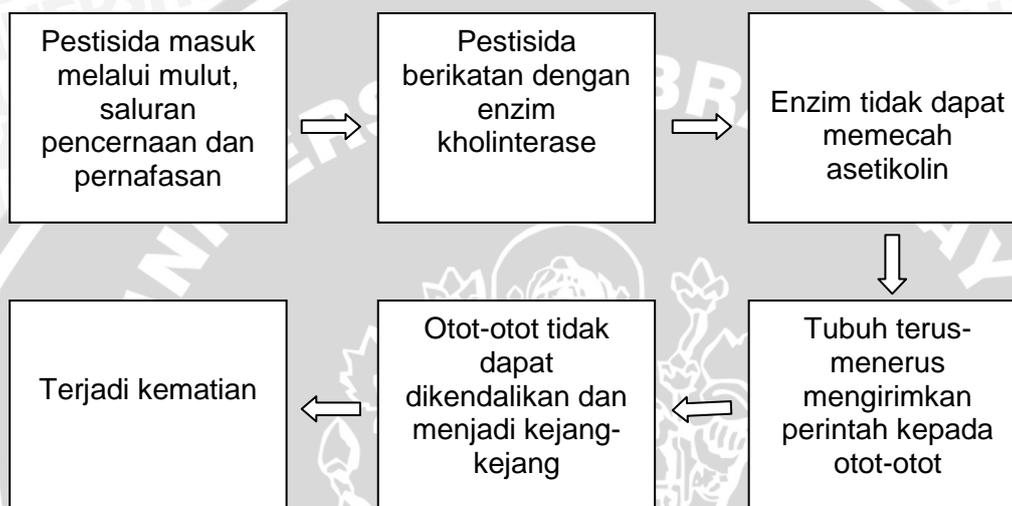
Hasil dari penelitian pendahuluan pada uji toksisitas insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap mortalitas ikan mas (*C. carpio* L) disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio* L) Pada Uji Pendahuluan

Kons. (ppm)	$\Sigma$ Hewan Uji	Mortalitas Ikan Uji (Ekor/Jam)				$\Sigma$ Total Mortalitas (Ekor)	% Mortalitas
		24	48	72	96		
0 (kontrol)	10	0	0	0	0	0	0%
0,01	10	0	0	0	0	0	0%
0,1	10	0	8	2	-	10	100%
1	10	10	-	-	-	10	100%
10	10	10	-	-	-	10	100%
100	10	10	-	-	-	10	100%

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 0 ppm dan 0,01 ppm tidak ada mortalitas ikan sampai waktu pengamatan 96 jam. Pada konsentrasi 0,1 ppm terjadi kematian ikan pada waktu pengamatan 48 jam sebanyak 8 ekor dan pada waktu pengamatan 72 jam sebanyak 2 ekor sehingga pada konsentrasi ini terjadi mortalitas sebesar 100%. Pada konsentrasi 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm terjadi mortalitas 100% pada waktu pengamatan 24 jam. Berdasarkan hasil uji pendahuluan ditentukan nilai ambang *lethal* atas dan nilai ambang *lethal* bawah. Cara penentuan nilai ambang *lethal* bawah yaitu dilihat dari konsentrasi tertinggi dari insektisida dimana hewan uji masih mampu hidup setelah waktu pemaparan 48 jam, sedangkan cara penentuan nilai ambang *lethal* bawah yaitu konsentrasi terendah dari insektisida dimana hewan uji mati 100% pada waktu

pemaparan 24 jam. Dari data mortalitas ikan pada uji pendahuluan dapat dilihat bahwa konsentrasi 0,1 ppm merupakan nilai ambang *lethal* bawah dan konsentrasi 1 ppm merupakan nilai ambang *lethal* atas sehingga kisaran konsentrasi yang digunakan untuk uji toksisitas akut yaitu antara 0,1 ppm sampai 1 ppm. Menurut Sudarmo (1988), mekanisme mortalitas ikan yang terpapar insektisida profenofos ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Mekanisme Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio L*)

#### 4.1.2 Hasil Uji toksisitas Akut (Penentuan nilai LC<sub>50</sub>)

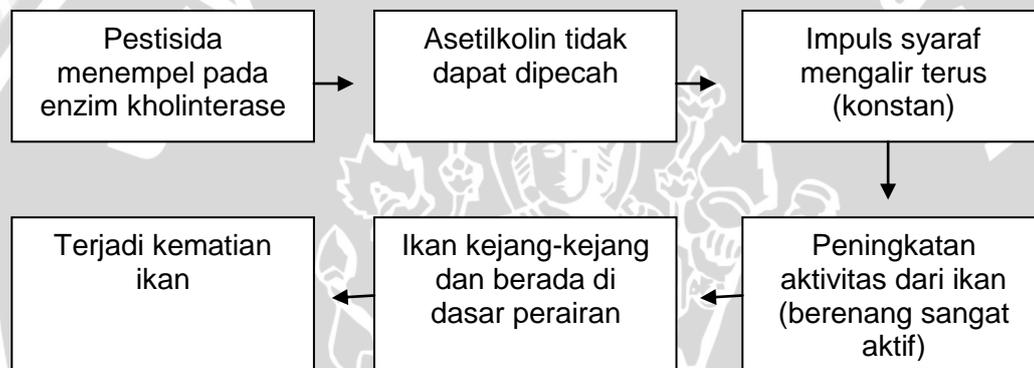
Hasil pengamatan mortalitas ikan mas (*C. carpio L*) pada uji toksisitas akut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio L*) Pada Uji Toksisitas Akut

Kons. (ppm)	Σ Hewan Uji	Mortalitas Ikan Uji (Ekor/Jam)				Σ Total Mortalitas (Ekor)	% Mortalitas
		24	48	72	96		
0 (kontrol)	10	0	0	0	0	0	0%
0,135	10	0	0	0	0	0	0%
0,24	10	2	1	0	0	3	30%
0,42	10	9	0	0	0	9	90%
0,75	10	9	1	-	-	10	100%

Berdasarkan hasil uji toksisitas didapatkan hasil mortalitas yang berbeda pada tiap konsentrasi, Pada konsentrasi 0 ppm dan 0,135 ppm tidak ada mortalitas ikan sedangkan pada konsentrasi 0,24 ppm terjadi kematian ikan sebanyak 3 ekor sehingga mortalitas ikan sebesar 30%. Pada konsentrasi 0,135 ppm tidak terjadi kematian ikan meskipun ikan tersebut terpapar oleh insektisida profenofos dan sedikitnya mortalitas ikan yang terjadi pada konsentrasi 0,24 ppm, hal ini diasumsikan karena dosis insektisida yang masuk ke dalam tubuh ikan relatif kecil sehingga ikan masih mampu mentoleransi perubahan lingkungan dan fungsi organ dalam tubuh ikan masih normal. Pernyataan ini didukung oleh penjelasan Setyawati D. dan Hartati K. (2005), yaitu bila dosis yang diserap relatif kecil, kerusakannya hanya terbatas pada beberapa sel saja. Masih cukup banyak sel yang sehat untuk dapat menjalankan fungsi normal organ. Jika relatif banyak sel yang rusak, organ tersebut sudah tidak lagi dapat menjalankan fungsinya secara normal. Pada konsentrasi 0,42 ppm terjadi kematian ikan 9 ekor pada waktu pengamatan 24 jam sehingga mortalitasnya 90% dan pada konsentrasi 0,75 ppm terjadi kematian ikan pada waktu pengamatan 24 jam sebanyak 9 ekor dan pada waktu pengamatan 48 jam sebanyak 1 ekor sehingga mortalitas ikan sebesar 100%. Dari uji toksisitas akut ini dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida maka semakin banyak tingkat mortalitas ikan. Pada penelitian yang dilakukan Suryani (2013), mortalitas ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi perlakuan dan waktu pemaparan. Mortalitas ikan yang terpapar insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos disebabkan karena bahan aktif profenofos menyerang sistem syaraf pusat hewan uji. Menurut Kumar dan Chapman (1998), seperti kebanyakan insektisida organofosfat, profenofos menargetkan sistem saraf pusat, khususnya dengan menghambat fungsi normal dari jalur kolinergik. Potensi dan toksisitas insektisida organofosfat pada

dasarnya dikaitkan dengan ketidak aktifan enzim *acetylcholinesterase* (AChE) (Connel dan Miller, 2006). Menurut McKim *et al.* (1987) dalam Raymond (2008), gejala keracunan pada ikan yang terpapar insektisida organofosfat yang sebagian besar disebabkan oleh penghambatan AChE. Penghambatan AchE ini menyebabkan hilangnya keseimbangan, pola renang tidak normal, sensitifitas terhadap rangsangan, respirasi meningkat dan kejang-kejang dan akhirnya menyebabkan kematian pada ikan. Menurut Prijanto (2009), mekanisme keracunan dan mortalitas ikan yang terpapar insektisida profenofos ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Mekanisme Keracunan dan Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio* L)

Dari uji toksisitas akut didapatkan total mortalitas yang kemudian dihitung menggunakan analisa probit untuk mengetahui nilai  $LC_{50}$ . Dari analisis probit dapat diketahui bahwa insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos memiliki nilai  $LC_{50}$  sebesar 0,28 ppm (Lampiran 5). Dari hasil tersebut diketahui bahwa pada konsentrasi 0,28 ppm insektisida ini dapat membunuh 50% hewan uji. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dari insektisida maka akan semakin tinggi tingkat mortalitas ikan dan sebaliknya jika semakin rendah konsentrasi insektisida maka semakin rendah pula mortalitas ikan. Menurut Komisi pestisida Departemen Pertanian (1983) dalam Rudiyantri dan Ekasari (2009), daya racun lethal pestisida jika  $LC_{50-96 \text{ jam}} < 1 \text{ mg/L}$ , daya racunnya sangat tinggi,  $LC_{50-96 \text{ jam}} 1-10 \text{ mg/L}$ , daya racunnya tinggi,  $LC_{50-96 \text{ jam}} 10-100 \text{ mg/L}$ ,

daya racunnya sedang,  $LC_{50-96 \text{ jam}}$  100 mg/L, daya racunnya rendah. Dari kriteria ini, insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos dengan nilai  $LC_{50}$  0,28 ppm memiliki daya racun yang sangat tinggi terhadap ikan mas sebagai hewan uji. Pada penelitian Kurniasari (2003), nilai  $LC_{50}$  insektisida profenofos yang dipaparkan terhadap ikan mujair adalah 0,39329 ppm. Kemudian studi lain menunjukkan bahwa  $LC_{50}$  insektisida profenofos pada ikan *crucian crap* sebesar 90  $\mu$ /L jadi insektisida profenofos ini bersifat sangat toksik terhadap ikan coba yang digunakan (Wen-Yee Lee *et al*, 2003 dalam Manuaba, 2008).

Ikan mas pada saat uji toksisitas akut mengalami tingkah laku dan kondisi pada saat mati yang berbeda-beda. Kondisi ini bisa dilihat pada Tabel 4. Ikan yang diberi konsentrasi insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos yang berbeda juga mengalami perbedaan kondisi dan tingkah lakunya. Hal ini bisa disebabkan oleh kepekaan spesies terhadap konsentrasi insektisida yang berbeda. Menurut Connell dan Miller (2006), bahwa terdapat keragaman yang cukup banyak dalam kepekaan spesies terhadap suatu pestisida tertentu, demikian juga dengan keragaman dalam toksisitas pestisida yang berbeda-beda terhadap spesies tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepekaan spesies lainnya antara lain seperti jenis kelamin, umur, tingkatan gizi, stress, dan habitat atau lingkungan mikro. Menurut Raini (2007), ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi keracunan pestisida yang menyebabkan perbedaan tingkah laku antara lain : a) dosis, dosis pestisida berpengaruh langsung terhadap bahaya keracunan pestisida. b) toksisitas senyawa pestisida, yaitu kesanggupan pestisida untuk membunuh sasarannya. c) jangka waktu pemaparan pestisida. Pemaparan yang berlangsung terus-menerus lebih berbahaya daripada pemaparan yang terputus-putus pada waktu yang sama. d) jalan masuk pestisida ke dalam tubuh. Ikan yang terkena racun toksikan dapat diketahui dengan gerakan hiperaktif, menggelepar, lumpuh dan kemudian mati. Secara klinis

hewan yang terkontaminasi racun memperlihatkan gejala stress bila dibandingkan dengan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil, dan cenderung berada di dasar (Sudarmo,1992).

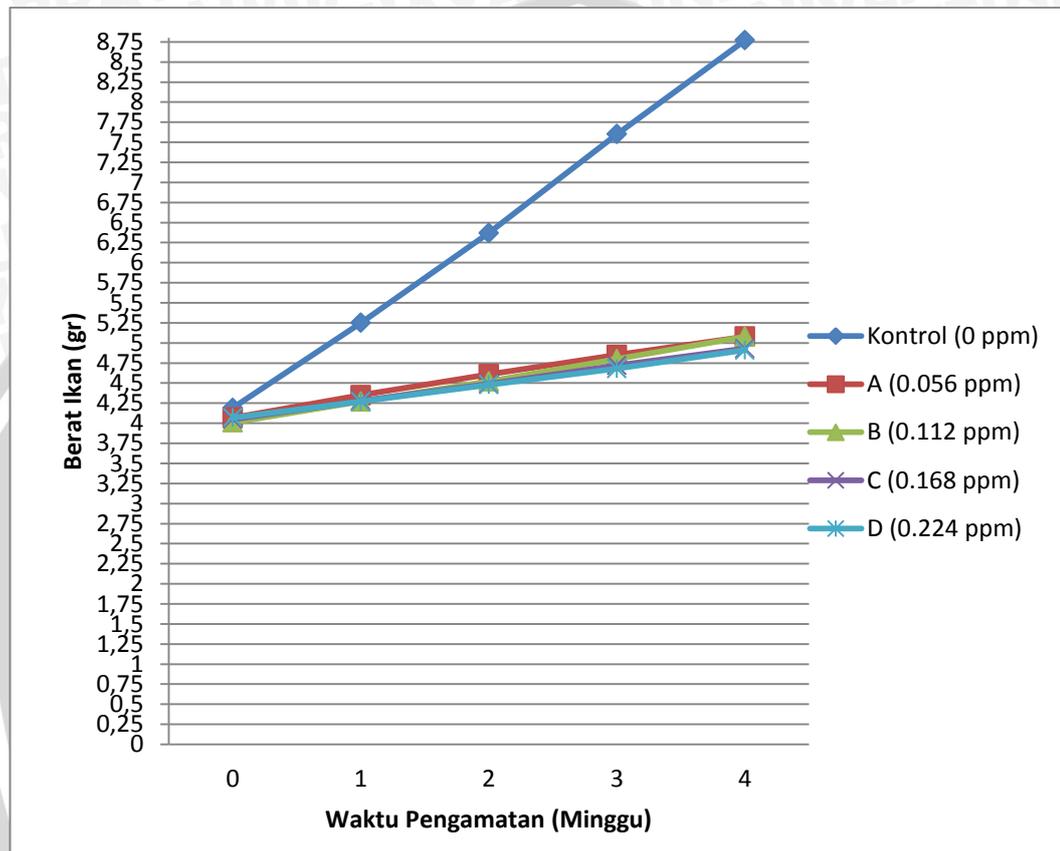
**Tabel 4.** Kondisi Ikan Mas (*C. carpio* L) Saat Uji Toksisitas Akut

Konsentrasi (ppm)	Kondisi Ikan Mas
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ikan bergerak aktif</li> <li>- bukaan operculum dan mulut normal</li> <li>- ikan tidak ada yang mati</li> </ul>
0.135	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ikan berenang aktif dan mendekati aerasi</li> <li>- pada pengamatan 72 jam sampai 96 jam ikan mulai lemas dan ada 1 ekor ikan yang menggelepar</li> <li>- ikan tidak ada yang mati</li> </ul>
0.24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ikan bergerak naik turun dan mendekati aerasi</li> <li>- bukaan operculum dan mulut normal</li> <li>- pada pengamatan 24 jam ikan mati sebanyak 2 ekor dengan kondisi tubuh berlendir</li> <li>- pada pengamatan 48 jam ikan mati sebanyak 1 ekor dengan kondisi tubuh berlendir dan ikan sudah berada di permukaan</li> <li>- pada pengamatan 72 jam ikan mulai lemas dan kurang aktif berenang</li> <li>- pada pengamatan 96 jam ikan berada di dasar</li> </ul>
0.42	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ikan bergerak kurang aktif dan mendekati aerasi</li> <li>- bukaan operculum dan mulut lebih cepat</li> <li>- pada pengamatan 24 jam ikan mati sebanyak 9 ekor dengan kondisi tubuh berlendir, ada darah yang keluar dari insang dan sisik ada yang terkelupas</li> </ul>
0.75	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ikan banyak yang menggelepar pada pengamatan 8 jam pertama</li> <li>- pada pengamatan 24 jam ikan mati sebanyak 9 ekor dengan kondisi tubuh berlendir dan berada di permukaan</li> <li>- pada pengamatan 48 jam ikan mati sebanyak 1 ekor</li> </ul>

## 4.2. Pertambahan Panjang dan Berat Ikan Mas (*C. carpio* L)

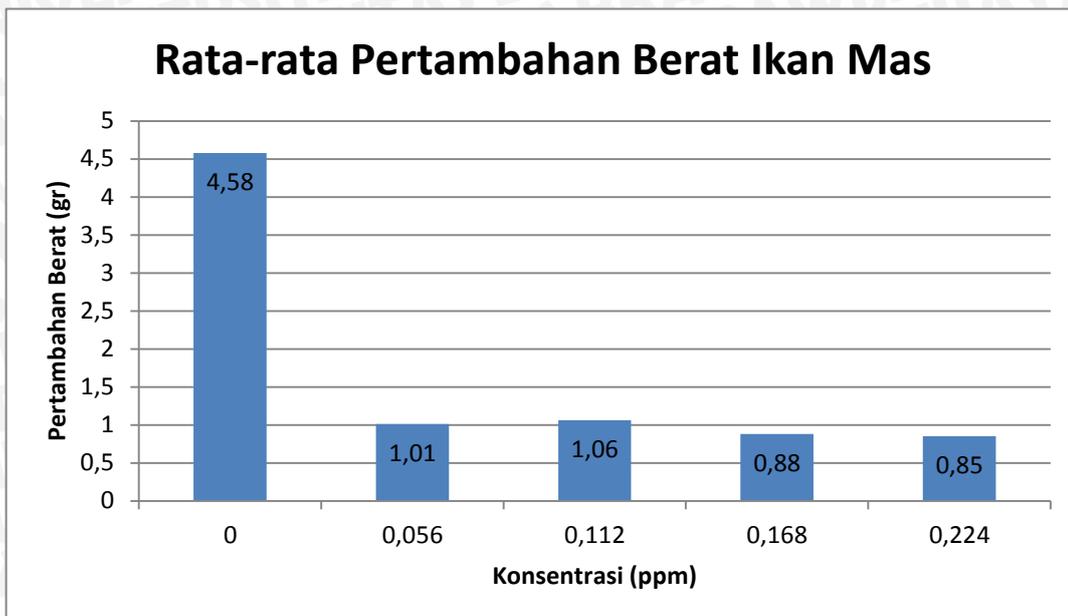
### 4.2.1 Pertambahan Berat Ikan Mas (*C. carpio* L)

Hasil penimbangan berat ikan yang dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 4 minggu dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Berat Ikan Mas (*C. carpio* L) yang Terpapar Insektisida Profenofos setiap Minggu

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa berat ikan dari semua konsentrasi dari minggu 1 sampai minggu 4 mengalami kenaikan. Oleh sebab itu dilakukan uji F untuk mengetahui pertambahan berat ikan mas selama waktu penelitian. Hasil rata-rata pertambahan berat dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil Rata-rata Pertambahan Berat Ikan Mas (*C. carpio* L) yang Terpapar Insektisida Profenofos

Dari rata-rata pertambahan berat ikan mas dapat dilihat bahwa pertambahan berat ikan mas pada perlakuan 0 ppm sangat baik dibandingkan dengan ikan yang terpapar insektisida profenofos. Selanjutnya dari hasil rata-rata berat ikan mas dilakukan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertambahan berat ikan mas. Adapun uji ANOVA dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Uji ANOVA Pertambahan Berat Ikan Mas (*C. carpio* L)

Sb Keragaman	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	63,49901	15,87475	3484,882**	2,60	3,85
Galat	25	0,113883	0,004555			
Total	29					

Keterangan :- Berbeda sangat nyata (\*\*)  
 - Berbeda nyata (\*)  
 - Tidak berbeda nyata (ns)

Hasil uji ANOVA yang disajikan pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai F hitung > F Tabel 1%, hal ini berarti pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan berat ikan mas.

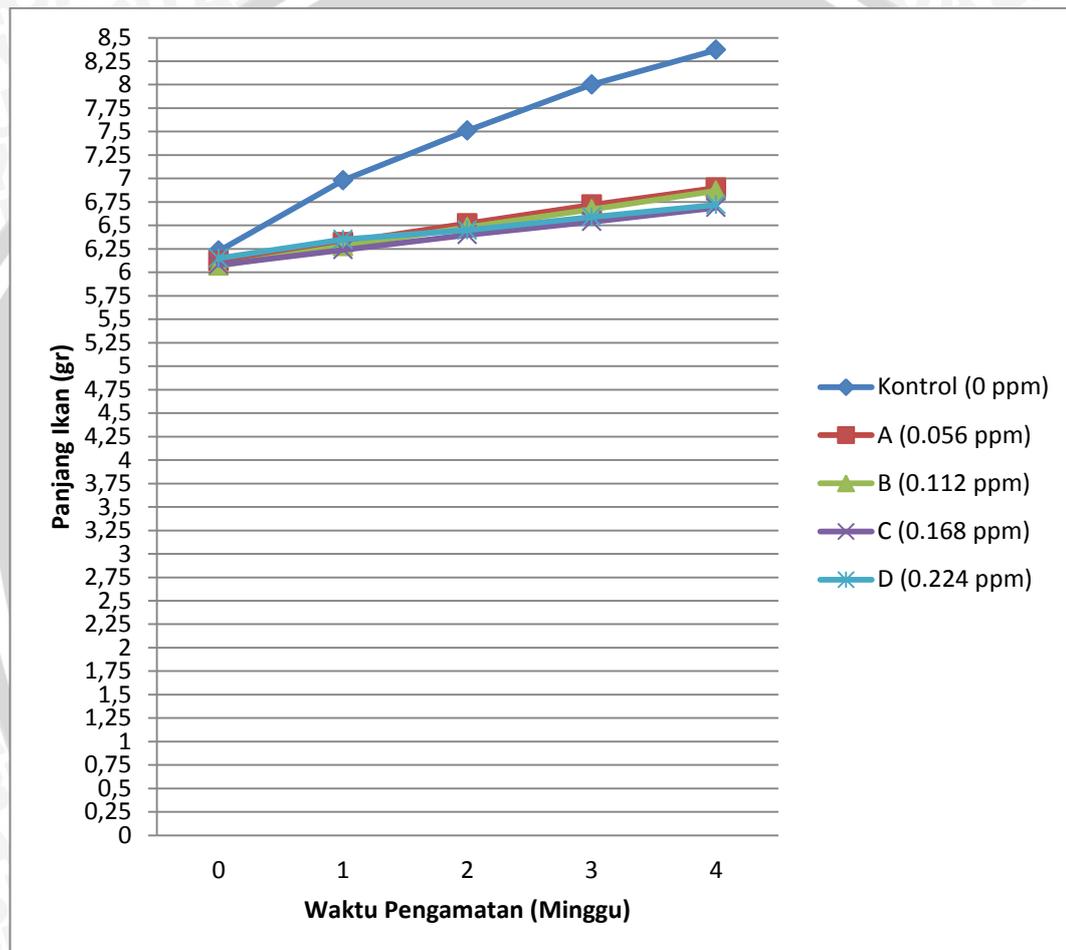
Karena pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap penambahan berat ikan mas maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji BNT (Lampiran 11). Dari uji BNT 5% diketahui bahwa penambahan berat ikan pada perlakuan 0,224 ppm dan 0,168 ppm sama. Pada perlakuan 0,056 ppm dan 0,112 ppm penambahan berat ikan mas sama. Pada perlakuan 0 ppm penambahan berat ikan mas berbeda dengan perlakuan 0,056 ppm, 0,112 ppm, 0,168 ppm dan 0,224 ppm.

Pertambahan berat ikan mas (*C. carpio* L) secara umum semakin berkurang seiring dengan meningkatnya konsentrasi insektisida. Hal ini juga menunjukkan adanya perbedaan penambahan berat ikan yang terpapar insektisida dengan konsentrasi yang berbeda setiap minggunya. Pada perlakuan kontrol, ikan mengalami penambahan berat tubuh yang paling baik jika dibandingkan dengan ikan pada perlakuan yang diberi insektisida karena respon ikan kontrol terhadap pakan sangat baik sehingga pertumbuhannya paling baik. Menurut Connel (1995) dalam Yuniar (2009), pengaruh paling utama zat beracun pada ikan adalah menurunnya laju pertumbuhan. Semakin sedikit kemampuan ikan dalam mengkonsumsi pakan maka semakin kecil kesempatan ikan untuk memperoleh nutrisi (karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral) yang seimbang dan energi yang cukup untuk *maintenance*, proses metabolisme, aktivitas fisik dan pertumbuhan. Oleh sebab itu semakin tinggi konsentrasi insektisida yang dipaparkan terhadap ikan maka pertumbuhan ikan juga semakin menurun. Selain itu penurunan pertumbuhan ikan juga dapat disebabkan oleh kehilangan nafsu makan dari ikan tersebut. Penurunan nafsu makan ini diduga karena kerusakan organ di dalam tubuh ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yosmaniar (2009) dalam Bosman *et.al* (2013), penurunan laju pertumbuhan ikan diduga karena organ tubuh ikan mengalami gangguan sehingga mengurangi nafsu makan dan pemanfaatan energi, makanan ini lebih banyak digunakan

untuk mempertahankan diri dari tekanan lingkungan dan mengganti sel yang rusak akibat kontaminasi dengan bahan toksik.

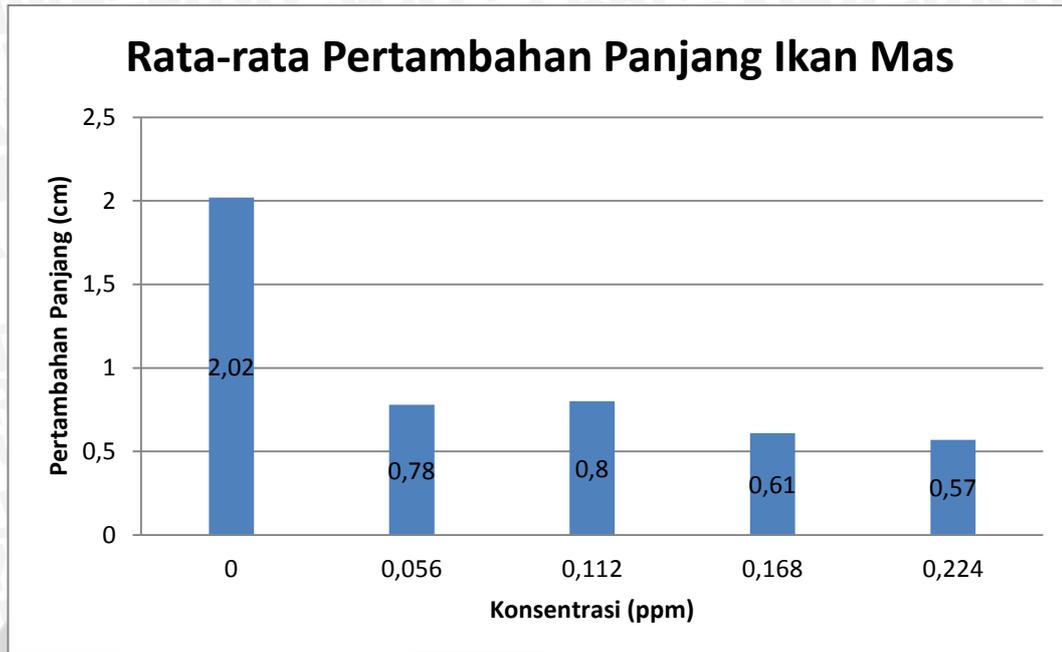
#### 4.2.2 Pertambahan Panjang Ikan Mas (*C. carpio* L)

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



**Gambar 8.** Grafik Panjang Ikan Mas (*C. carpio* L) yang Terpapar Insektisida Profenofos Setiap Minggu

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa panjang ikan setiap minggu terus meningkat. Sehingga diperlukan uji lanjutan untuk mengetahui pertambahan panjang ikan mas selama waktu penelitian. Hasil rata-rata pertambahan panjang ikan mas dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hasil Rata-rata Pertambahan Panjang Ikan Mas (*C. carpio* L) yang Terpapar Insektisida Profenofos

Berdasarkan Gambar 9 didapatkan hasil rata-rata pertambahan panjang ikan mas (*C. carpio* L) pada konsentrasi 0 ppm paling baik jika dibandingkan dengan pertambahan panjang ikan mas yang terpapar insektisida profenofos. Selanjutnya dari Gambar 9 dilakukan uji Kruskal Wallis dengan menggunakan aplikasi SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) Versi 16.0 untuk mengetahui ada atau tidak persamaan pengaruh perlakuan terhadap pertambahan panjang ikan mas (*C. carpio* L). Adapun uji Kruskal Wallis dapat dilihat pada Gambar 10.

Test Statistics <sup>a,b</sup>	
	PB
Chi-Square	72.066
df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

**Gambar 10.** Hasil Uji Kruskal Wallis Pengaruh Insektisida Profenofos Terhadap Pertambahan Panjang Ikan

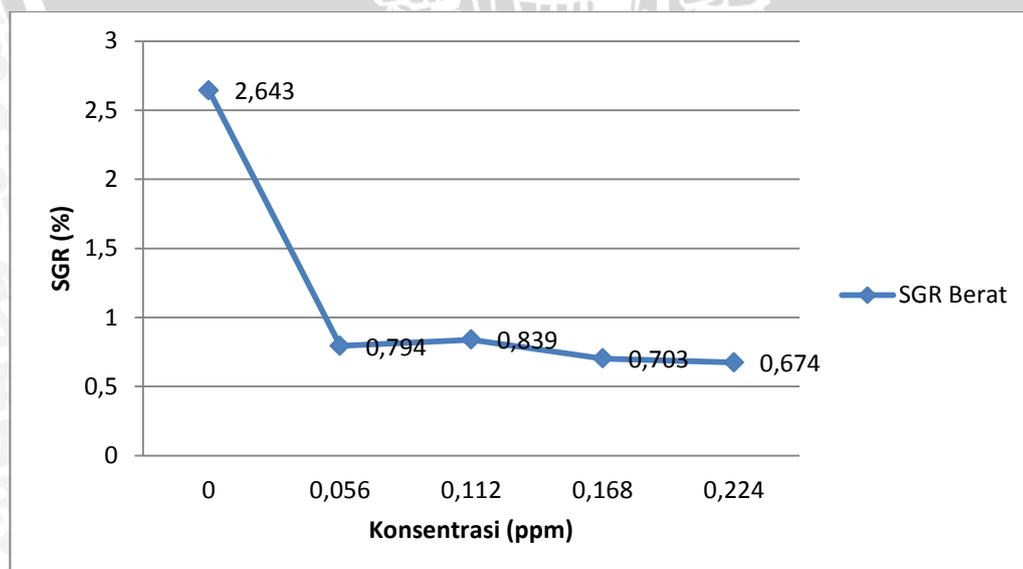
Hasil dari uji Kruskal Wallis yang disajikan pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai Asymp. Sig < 0,05 hal ini berarti pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertambahan panjang ikan mas. Karena pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertambahan panjang ikan mas maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji Mann Whitney U Test dengan menggunakan aplikasi SPSS (Lampiran 12). Dari uji Mann Whitney U Test dapat diketahui bahwa pada perlakuan A (0 ppm) dan perlakuan B (0,056 ppm), perlakuan A (0 ppm) dan perlakuan C (0,112 ppm), perlakuan A (0 ppm) dan perlakuan D (0,168 ppm), perlakuan A (0 ppm) dan perlakuan E (0,0224 ppm) nilai Asymp Sig. (0,000) < 0,05 maka penambahan panjang ikan adalah tidak sama. Perlakuan B (0,056 ppm) dan perlakuan C (0,112 ppm) nilai Asymp Sig. (0,384) > 0,05 maka penambahan panjang ikan pada kedua perlakuan sama. Perlakuan B (0,056 ppm) dan perlakuan D (0,168 ppm) nilai Asymp Sig. (0,009) < 0,05 maka penambahan panjang ikan pada kedua perlakuan tidak sama. Perlakuan B (0,056 ppm) dan perlakuan E (0,224 ppm) nilai Asymp Sig. (0,007) < 0,05 maka penambahan panjang ikan kedua perlakuan tidak sama. Perlakuan C (0,112 ppm) dan perlakuan D (0,168 ppm), perlakuan C (0,112 ppm) dan perlakuan E (0,224 ppm) nilai Asymp Sig. (0,000) < 0,05 maka penambahan panjang ikan adalah tidak sama. Perlakuan D (0,168 ppm) dan perlakuan E (0,224 ppm) nilai Asymp Sig. (0,686) < 0,05 maka penambahan panjang ikan pada kedua perlakuan sama.

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa dengan konsentrasi insektisida profenofos yang berbeda, panjang ikan masih terus meningkat setiap minggunya namun pertambahan panjang semakin menurun seiring dengan semakin besar konsentrasi. Pada perlakuan kontrol, pertambahan panjang ikan meningkat lebih besar daripada pada ikan yang diberi paparan pestisida. Hal ini menunjukkan bahwa pertambahan panjang ikan akan terhambat dengan

semakin lamanya waktu pemaparan. Dari penelitian Damayanty (2013), laju pertumbuhan panjang harian pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) mengalami hambatan dengan semakin lamanya pemaparan. Terhambatnya laju pertumbuhan ikan mujair merupakan salah satu akibat dari pemaparan Sub Lethal suatu pestisida. Menurut Hulbert (1975) dalam Connell dan Miller (2006), pengaruh sublethal memberikan banyak dampak yang spesifik terhadap organisme serta berhubungan dengan tanggapan fisiologis dan perilaku seperti perubahan dalam produksi enzim, laju pertumbuhan, perkembangbiakan, perilaku dan kegiatan, produksi tumor dan pengaruh teratogenik. Ikan yang terkena kepekatan sublethal dari banyak jenis pestisida yang berbeda memperlihatkan perubahan dalam tindakan fisiologis, kegagalan dalam perkembangbiakan dan pengaruh lainnya.

#### 4.3. Laju pertumbuhan Spesifik/*Specific Growth Rate (SGR) Berat Ikan Mas yang Terpapar Insektisida dengan Bahan Aktif Profenofos*

Hasil uji pengaruh insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap SGR berat ikan mas dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Grafik pengaruh konsentrasi insektisida terhadap SGR untuk berat ikan mas (*C. carpio* L)

Berdasarkan hasil uji pengaruh sublethal dapat dilihat bahwa nilai SGR untuk berat berbeda pada konsentrasi insektisida yang berbeda. Pada perlakuan A (0 ppm) nilai SGR berat 2,643%, pada perlakuan B (0,056 ppm) SGR berat 0,794%, perlakuan C (0,112 ppm) SGR berat 0,839%, perlakuan D (0,168 ppm) SGR berat 0,703% dan perlakuan E (0,224 ppm) SGR berat 0,674%. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida yang dipaparkan maka semakin rendah laju pertumbuhannya kecuali pada perlakuan B(0,056 ppm) yang lebih rendah laju pertumbuhannya dibanding dengan perlakuan C(0,112 ppm) (Gambar 9). Hal ini diduga karena ikan stress saat proses pemindahan dari kolam kemudian dipindah dalam bak tampung lalu dipindah kembali ke dalam toples yang sudah berisi insektisida. Stress pada ikan akan mempengaruhi kesehatan dari ikan sehingga akan menurunkan laju pertumbuhannya. Menurut Yuniar (2009), ikan yang mengalami stress akan menurun kesehatannya sehingga menurunkan kemampuan ikan untuk mempertahankan diri dari serangan penyakit. Stress dapat mengganggu sistem imunitas yang berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan dari ikan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Menurut Fujaya (2008), faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah faktor genetik, hormon dan lingkungan. Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam proses pertumbuhan. Kondisi perairan sangat berpengaruh terhadap bobot ikan dibandingkan dengan panjang ikan. ikan akan mengalami pertumbuhan bobot lebih tinggi apabila kualitas perairan sangat mendukung untuk pertumbuhan (Ahmad, 2009 dalam Suryani, 2013). Salah satu faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan adalah sistem hormon. Menurut Hanriani (2012), hormon pertumbuhan (*Growth Hormon*) adalah hormon peptida berbasis protein. Hormon ini merangsang pertumbuhan, reproduksi sel dan regenerasi pada hewan. Hormon pertumbuhan

antara lain asam 191-amino rantai polipeptida tunggal yang disintesis, disimpan, dan disekresi oleh sel-sel somatotroph dalam sayap lateral kelenjar hipofisis anterior. Menurut Mnif *et. al* (2013), *endocrine disrupting chemicals* (EDC) merupakan senyawa yang mengubah fungsi normal dari sistem endokrin dari hewan. Sejumlah besar bahan kimia telah diidentifikasi sebagai pengganggu endokrin adalah pestisida. EDC dapat mengganggu sintesis, transportasi, metabolisme dan eliminasi hormon, sehingga mengurangi konsentrasi hormon alami, misalnya produksi hormon tiroid dapat dihambat oleh beberapa pestisida. Sepuluh *endocrine disruptor* antara lain amitrole, sihalotrin, fipronil, ioksinil, maneb, mancozeb, pentachloronitro-benzena, prodiamine, pyrimethanil, thiazopyr. Ikan dan organisme lainnya sangat rentan terhadap efek EDC selama tahap awal pengembangan. Pestisida pada konsentrasi rendah dapat bertindak sebagai peniru atau blocker hormon seks, menyebabkan perkembangan abnormal seksual, pestisida juga dapat mengganggu proses hormonal lainnya, seperti fungsi tiroid dan pertumbuhan tulang (Ewing, 1999). Hasil pengujian pengaruh sublethal insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap ikan mas yang diamati adalah laju pertumbuhan berat ikan mas tersebut selama 4 minggu disajikan dalam Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Rata-Rata Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan (SGR) Berat Ikan Mas (%/Hari)

Perlakuan	SGR Berat (%/hari)	Rata-rata (%/hari)
A (0 ppm)	15, 859	2,6432
B (0,056 ppm)	4,763	0,7938
C (0,112 ppm)	5,033	0,8388
D (0,168 ppm)	4,220	0,7033
E (0,224 ppm)	4,045	0,6742

Selanjutnya dari Tabel 6 dilakukan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan berat ikan mas. Adapun uji ANOVA dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Uji ANOVA Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan (SGR) Berat Ikan Mas (*C. carpio* L)

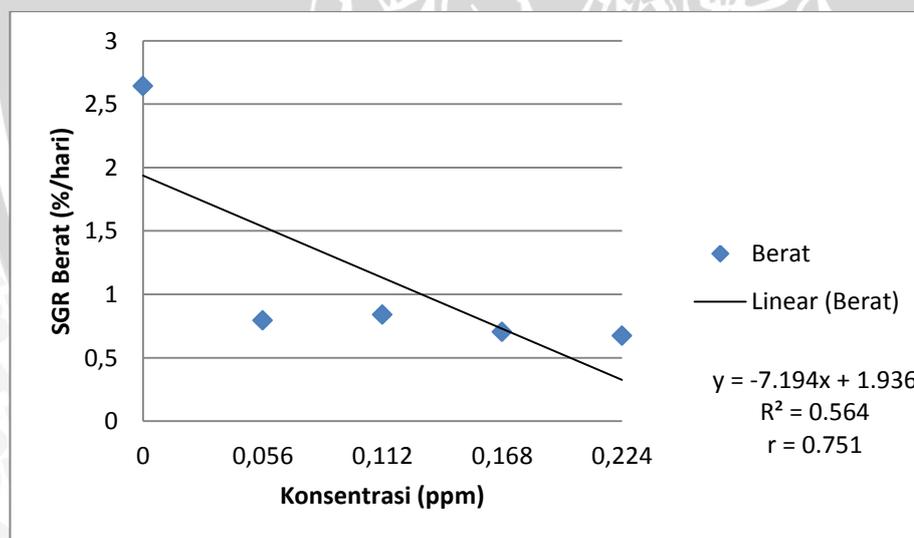
Sumber keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	17,26371	4,315928	1966,827**	2,60	3,85
Galat	25	0,054859	0,002194			
Total	29	17,31857				

Keterangan :- Berbeda sangat nyata (\*\*)  
 - Berbeda nyata (\*)  
 - Tidak berbeda nyata (ns)

Hasil uji ANOVA diatas menunjukkan bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel 1%, sehingga berbeda sangat nyata, kemudian dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Dari uji BNT 5% (Lampiran 13) diketahui SGR untuk berat ikan mas pada perlakuan 0,224 ppm dan 0,168 ppm adalah sama, pada perlakuan 0,056 ppm dan 0,112 ppm SGR untuk berat ikan mas sama dan perlakuan 0 ppm SGR untuk berat ikan mas berbeda dengan perlakuan 0,056 ppm, 0,112 ppm, 0,168 ppm dan 0,224 ppm.

Hasil uji Anova didapatkan F hitung (1966,827) > F tabel 1% hal ini berarti pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan berat ikan mas. Pada perlakuan kontrol ( tidak diberi insektisida), laju pertumbuhan ikan mas meningkat dengan baik jika dibandingkan dengan ikan pada perlakuan yang diberi insektisida. Perbedaan laju pertumbuhan ini diduga karena pada ikan yang diberi perlakuan penambahan insektisida dalam media mengalami kerusakan organ dalam tubuhnya. Menurut Caln (1965) dalam Budiono (2002), pengaruh sublethal terjadi pada organ-organ tubuh, menyebabkan kerusakan pada hati, mengurangi potensi untuk perkembangbiakan, pertumbuhan dan sebagainya. Menurut Damayanty dan Abdulgani (2013), pencemaran pestisida akan memberikan

pengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap kualitas air sehingga kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan terganggu. Pengaruh secara langsung disebabkan oleh akumulasi pestisida dalam organ-organ tubuh akibat tertelan bersama-sama dengan makanan yang terkontaminasi, atau akibat rusaknya organ-organ pernafasan sehingga dapat mematikan ikan dalam jangka waktu tertentu, sedangkan pengaruh tidak langsung adalah menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit dan terhambatnya pertumbuhan. Menurut Fishblogs (2010) dalam Viana (2010), laju pertumbuhan ikan mas yang berumur  $\pm$  90 hari (3 bulan) pada kondisi normal memiliki bobot minimal 10 gram. Dari hasil uji ANOVA dapat dilihat bahwa ada hubungan antara konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan spesifik berat ikan mas. Untuk mengetahui hubungan konsentrasi insektisida dengan laju pertumbuhan spesifik berat ikan mas dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dan SGR Untuk Berat Ikan Mas (*C. carpio* L)

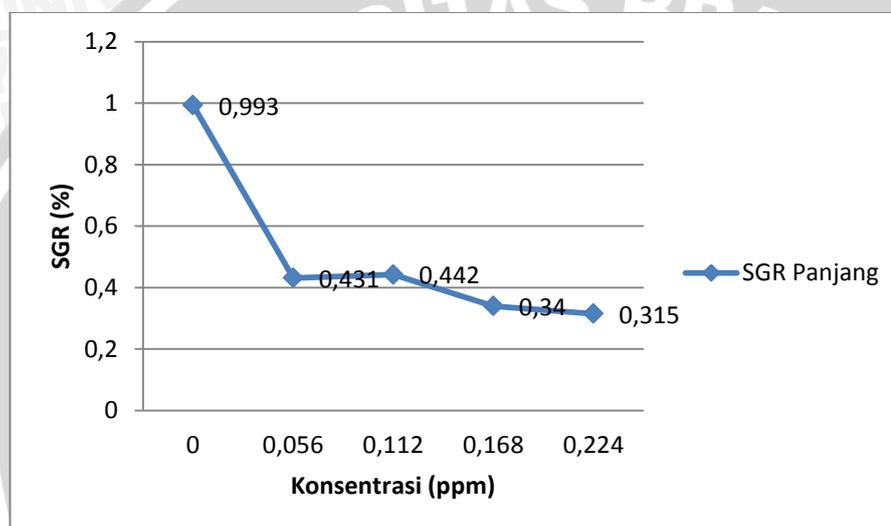
Berdasarkan Gambar 12 dapat dilihat bahwa nilai *a* (*intercept*) sebesar 1,936 dan nilai *b* (*X Variable 1*) sebesar -7,194. Nilai *b* merupakan angka negatif sehingga garis linear yang didapatkan mengalami penurunan dan dapat

dikatakan bahwa laju pertumbuhan spesifik berat ikan mas (*C. carpio* L) (y) mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi insektisida profenofos (x). Dari model regresi didapatkan nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,751 menunjukkan hubungan linear yang kuat antara konsentrasi insektisida profenofos dengan laju pertumbuhan spesifik berat ikan mas, kemudian didapatkan  $R^2$  (koefisien determinasi) sebesar 0,564 (56,4%) maka dapat dikatakan bahwa 56,4% laju pertumbuhan spesifik berat ikan mas (*C. carpio* L) dipengaruhi oleh insektisida profenofos dan 43,6 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak teramati. Pengaruh dari konsentrasi insektisida profenofos ini adalah terhambatnya pertumbuhan. Terhambatnya pertumbuhan ini diduga akibat kerusakan organ dan perubahan morfologi dari insang karena insang merupakan organ paling luar yang berhubungan langsung dengan air sehingga zat toksik masuk ke dalam tubuh melalui insang yang merupakan saluran pernafasan. Menurut Afriyanto(2008), bahan-bahan racun pestisida masuk ke dalam tubuh organisme (jasad hidup) berbeda-beda menurut situasi paparan. Mekanisme masuknya racun pestisida tersebut dapat melalui melalui kulit luar, mulut dan saluran makanan, serta melalui saluran pernafasan. Pada saluran pernafasan pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Masuknya pestisida dalam insang melalui kontak langsung, karena letak insang berada di luar. Kerusakan insang dapat berupa penebalan lamella, degradasi sel atau bahkan kerusakan dan kematian jaringan insang. Hal ini menyebabkan fungsi insang menjadi tidak wajar dan mengganggu proses respirasi, akibatnya mengganggu pernafasan dan akhirnya menyebabkan kematian (Alasbaster dan Lloyd, 1980 dalam Rudiyaniti dan Ekasari, 2009). Pengaruh zat toksik terhadap ikan menyebabkan morfologi insang berubah dan tidak menyebabkan kematian dalam periode panjang. Selain itu, zat toksik dapat merusak fungsi respirasi dari insang sehingga proses

metabolisme dalam tubuh terganggu dan menurunkan laju pertumbuhan (Cherbet and Merkes, 1961 dalam Kusriani *et.al.*, 2012).

#### 4.4. Laju pertumbuhan Spesifik/*Specific Growth Rate (SGR) Panjang Ikan Mas yang Terpapar Insektisida dengan Bahan Aktif Profenofos*

Hasil uji laju pertumbuhan ikan mas panjang yang terpapar insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos dengan konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Grafik Pengaruh Konsentrasi Insektisida Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Ikan Mas (*C. carpio L*)

Berdasarkan Gambar 13 dapat dilihat bahwa nilai SGR panjang berbeda pada konsentrasi insektisida yang berbeda. Pada perlakuan A (0 ppm) nilai SGR panjang 0,993%, pada perlakuan B (0,056 ppm) SGR panjang 0,431%, perlakuan C (0,112 ppm) SGR panjang 0,442%, perlakuan D (0,168 ppm) SGR panjang 0,340% dan perlakuan E (0,224 ppm) SGR panjang 0.315%. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pestisida maka semakin kecil nilai SGR panjangnya, kecuali pada perlakuan B yang nilai SGR panjang lebih kecil dari perlakuan C, hal ini diduga karena ikan stress akibat proses

pemindahan dari kolam aklimatisasi kemudian dipindah ke dalam bak tampung lalu ketika ikan tersebut dimasukkan ke toples yang berisi air dengan paparan insektisida maka ikan tersebut menjadi lebih stress, stress pada ikan akan mempengaruhi kesehatan ikan sehingga kesehatan ikan tersebut menurun. Kesehatan ikan merupakan faktor internal dari pertumbuhan ikan, jika kesehatan ikan terganggu maka akan menghambat proses pertumbuhan karena ikan kehilangan nafsu makan sehingga ikan tersebut kekurangan nutrisi untuk proses pertumbuhannya. Menurut Haetami *et.al* (2005), pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal terdiri dari bobot tubuh, sex, umur, kesuburan, kesehatan, pergerakan, aklimasi, aktivitas biomassa, dan konsumsi oksigen. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik terdiri dari tekanan, suhu, salinitas, kandungan oksigen air, buangan metabolit ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), pH, cahaya, musim. Faktor biotik adalah nutrisi, diantara faktor-faktor tersebut nutrisi merupakan faktor yang paling mempengaruhi karena merupakan faktor pengontrol. Sehingga ketika ikan kekurangan nutrisi maka pertumbuhannya juga akan terhambat. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal antara lain ketersediaan makan bagi ikan dan kondisi lingkungan perairan (Lagler *et.al*, 1977 dalam Bestian, 1996). Kondisi perairan ini sangat mempengaruhi laju pertumbuhan ikan karena kondisi air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang sudah diberi konsentrasi insektisida tertentu dan insektisida tersebut mampu menghambat proses pertumbuhan. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan adalah sistem hormon. Pengaruh paparan pestisida terhadap ikan akan merubah dari sistem hormon tersebut. EDC (*Endocrine Distruptor Chemicals*) merupakan senyawa yang mempunyai efek yang dapat mengunbah sistem hormonal. Gangguan keseimbangan hormon endokrin selama pengembangan muda ikan juga dapat menyebabkan cacat dari sistem kerangka,

mengakibatkan cacat dan pertumbuhan terhambat (Khan dan Law, 2005).

Hasil pengujian pengaruh sublethal insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap ikan mas yang diamati adalah laju pertumbuhan spesifik/*Specific Growth Rate* (SGR) panjang ikan mas tersebut selama 4 minggu disajikan dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Rata-Rata Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Ikan Mas (%/hari)

Perlakuan	SGR Panjang (%/hari)	Rata-rata (%/hari)
A (0 ppm)	5,960	0,9933
B (0,056 ppm)	2,584	0,4307
C (0,112 ppm)	2,653	0,4422
D (0,168 ppm)	2,041	0,3402
E (0,224 ppm)	1,887	0,3145

Berdasarkan Tabel 8 SGR untuk panjang ikan mas (*C. carpio* L) yang paling baik adalah pada perlakuan 0 ppm (kontrol) jika dibandingkan dengan SGR untuk panjang ikan yang diberi pemaparan insektisida profenofos. Hal ini karena pada konsentrasi 0 ppm media air tidak diberi larutan insektisida profenofos. Selanjutnya dari Tabel 10 diatas dilakukan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan panjang ikan mas. Adapun uji ANOVA dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Uji ANOVA Pengaruh Sublethal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Ikan Mas (*C. carpio* L)

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	8,9896	2,2474	206,5281**	2,60	3,85
Galat	25	0,2721	0,0109			
Total	29	9,2618				

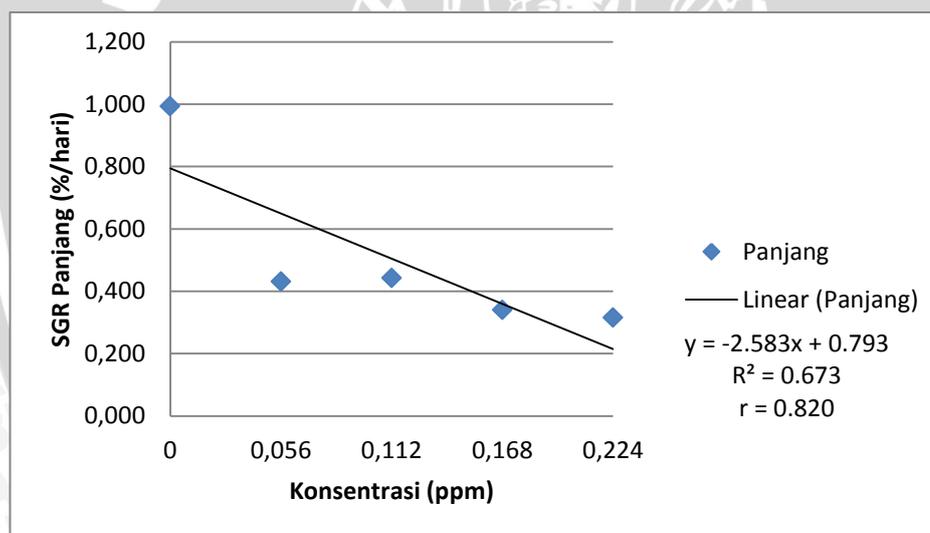
Keterangan :- Berbeda sangat nyata (\*\*)  
 - Berbeda nyata (\*)  
 - Tidak berbeda nyata (ns)

Hasil uji ANOVA diatas menunjukkan bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel 1% sehingga berpengaruh sangat nyata, kemudian dilanjutkan dengan uji BNT 5% (Lampiran 14). Dari uji BNT 5% didapatkan bahwa pada perlakuan 0,224 ppm, 0,168 ppm dan 0,056 ppm SGR untuk panjang ikan mas adalah sama. Pada perlakuan 0,056 ppm dan 0,112 ppm SGR untuk panjang adalah sama. Pada perlakuan 0 ppm SGR untuk panjang ikan mas berbeda dengan perlakuan 0,056 ppm, 0,112 ppm, 0,168 ppm dan 0,224 ppm.

Hasil dari uji ANOVA nilai F hitung ( $206,5281$ ) > F tabel 1%, hal ini berarti pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan panjang ikan mas. Pada perlakuan 0 ppm (konsentrasi insektisida 0 ppm), laju pertumbuhan panjang ikan mas meningkat terus-menerus daripada laju pertumbuhan panjang ikan yang diberi perlakuan insektisida dengan konsentrasi yang berbeda. Hal ini terjadi karena faktor lingkungan merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan. Yang dimaksud dengan faktor lingkungan ini adalah media air yang digunakan dalam penelitian yaitu pada kontrol media air tidak diberikan insektisida sedangkan pada perlakuan, air diberikan insektisida dengan konsentrasi yang berbeda. Insektisida yang terdapat pada air inilah yang menyebabkan terganggunya proses pertumbuhan panjang ikan mas. Menurut Hopher dan Pruginin (1981) dalam Bosman *et.al.*, (2013), pertumbuhan merupakan proses biologi yang dipengaruhi oleh dua faktor, meliputi faktor internal yaitu sifat genetik dan kondisi fisiologis ikan, kemudian faktor eksternal yang meliputi faktor pakan dan lingkungan. Dalam penelitian ini yang paling mempengaruhi laju pertumbuhan panjang ikan adalah faktor lingkungan. Kemudian faktor lain yang mempengaruhi yaitu kondisi fisiologis dan perilaku ikan. Ikan yang terpapar pestisida organofosfat akan mengalami stress berat. Menurut Damayanty (2013), ikan akan mengalami

kelainan tingkah laku akibat paparan insektisida organofosfat karena kegagalan menyimpan energi untuk proses metabolisme, yang dapat menyebabkan stress berat, dan menurunkan laju pertumbuhan ikan tersebut. Menurut Rudiyanti dan Ekasari (2009), adanya pertumbuhan yang terhambat ini menunjukkan adanya gangguan pada fungsi faali suatu organisme, sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan digunakan untuk melakukan adaptasi terhadap lingkungan perairan yang mengandung pestisida.

Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat dilihat bahwa ada hubungan antara konsentrasi insektisida dengan SGR panjang ikan mas. Untuk mengetahui hubungan konsentrasi insektisida dengan SGR untuk panjang ikan mas dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dan Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Ikan Mas (*C. carpio L*)

Berdasarkan Gambar 14 dapat dilihat bahwa nilai a (*intercept*) sebesar 0,793 dan nilai b (*X Variable 1*) sebesar -2,583. Nilai b merupakan angka negatif sehingga garis linear yang didapatkan mengalami penurunan dan dapat diketahui bahwa laju pertumbuhan spesifik panjang ikan mas (*C. carpio L*) (*y*) mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi insektisida profenofos

(x). Dari model regresi diatas didapatkan nilai  $r$  (koefisien korelasi) sebesar 0,820 yang menunjukkan bahwa hubungan linear yang sangat kuat antara konsentrasi insektisida profenofos dengan laju pertumbuhan spesifik panjang ikan mas, kemudian didapatkan  $R^2$  (koefisien determinasi) sebesar 0,673 (67,3%) maka dapat dikatakan bahwa 67,3% laju pertumbuhan spesifik panjang ikan mas (*C. carpio* L) dipengaruhi oleh insektisida profenofos dan 32,7% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak teramati. Insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos merupakan insektisida dengan racun kontak dan racun lambung, dimana racun kontak adalah insektisida yang dapat meracuni organisme jika organisme tersebut bersinggungan langsung dengan insektisida, organ yang terkena racun kontak adalah insang yang merupakan organ yang langsung bersinggungan dengan air yang terkontaminasi insektisida. Akibatnya fungsi dari insang akan terganggu sehingga akan sulit untuk menyuplai oksigen ke seluruh tubuh dan ikan akan kekurangan oksigen yang nantinya akan menghambat pertumbuhan ikan tersebut. Menurut Kordi *et.al.*, (2007) dalam Kusriani *et.al* (2012), biota air membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk melakukan aktifitas, seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya. Sedangkan racun lambung merupakan insektisida yang meracuni organisme bila insektisida tersebut masuk ke dalam organ pencernaan dan diserap oleh dinding saluran pencernaan. Menurut Campbell (2003), terganggunya proses pencernaan dan jalannya nutrisi ini mengakibatkan terganggunya metabolisme. Dalam proses metabolisme akan menghasilkan ATP (*Adenosin Triphosphat*) yang memberi energi bagi kerja seluler yang mendukung aktivitas organ untuk mempertahankan kehidupan. Sel-sel tubuh juga menggunakan ATP dan kerangka karbon nutrient untuk biosintesis, yaitu proses penyimpanan energi untuk membangun makromolekul, yang membentuk

jaringan baru untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan yang rusak. Jika terganggunya metabolisme maka pertumbuhan organisme juga terganggu.

#### 4.5. Analisis Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi suhu, pH dan DO (*Dissolved Oxygen*) secara garis besar dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Hasil Pengukuran Kualitas air Selama 4 Minggu

Parameter Kualitas Air	Hasil Pengukuran	Standar
Suhu	23,8 – 25,7°C	25 - 30°C (SNI, 1999)
pH	7 – 8,39	6,5 – 8,5 (SNI, 1999)
DO	10,02 – 12,02 mg/l	> 5 mg/l (SNI, 1999)

##### 4.5.1 Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian, didapatkan pengukuran suhu berkisar antara 23,8 – 25,7°C, Menurut SNI (1999), suhu yang optimum untuk budidaya ikan mas mempunyai kisaran yaitu 25 – 30°C sehingga kisaran suhu yang didapatkan dalam penelitian termasuk dalam kisaran suhu yang optimum untuk budidaya ikan mas (*C. carpio* L)

Pertumbuhan erat kaitannya dengan proses metabolisme di dalam tubuh hewan, laju metabolisme dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik, Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa temperatur, oksigen dan aktivitas sangat besar pengaruhnya terhadap proses metabolisme, Peningkatan suhu 10°C dapat menyebabkan peningkatan metabolisme 3-5 kali (Fujaya, 2008), Peningkatan suhu dalam perairan yang terkontaminasi oleh zat pencemar dapat menyebabkan naiknya tingkat toksisitas dari zat pencemar tersebut yang kemudian akan meningkatkan konsumsi oksigen dan meningkatkan laju

metabolisme, Sebaliknya jika suhu dalam perairan lebih rendah dari kisaran suhu optimal maka akan mengakibatkan lambatnya respon imunitas, mengurangi nafsu makan, aktifitas dan pertumbuhan (Wedemeyer, 1996 *dalam* Sulistio, 2001).

#### 4.5.2 Derajat Bebas (pH)

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada saat penelitian, didapatkan kisaran pH yaitu 7 – 8,39, Kisaran pH ini termasuk dalam kisaran normal untuk proses pertumbuhan dalam budidaya ikan mas, Hal ini sesuai dengan SNI (1999), bahwa pH yang optimal untuk budidaya ikan mas adalah berkisar antara 6,5 – 8,5, Pada penelitian yang dilakukan oleh Rudyanti dan Ekasari (2009) tentang pengaruh pestisida terhadap laju pertumbuhan ikan mas didapatkan nilai pH sebesar 7,7-7,9 dan dikatakan bahwa kondisi pH ini masih layak untuk kehidupan ikan mas, Perubahan pH dapat dikatakan tidak dipengaruhi oleh adanya insektisida.

Nilai pH menjadi parameter kualitas air yang penting untuk kehidupan ikan karena pH dapat mengontrol tipe dan laju kecepatan beberapa bahan di dalam air, Selain itu, nilai pH juga digunakan untuk mengetahui air tersebut dapat menunjang kehidupan organisme perairan atau tidak karena organisme perairan seperti ikan hanya mampu hidup pada selang nilai pH tertentu (Lukas, 2010), Organisme akuatik kebanyakan sangat sensitif terhadap perubahan pH, Perubahan pH yang terjadi diluar batas toleransi organisme dapat menyebabkan kematian, reduksi dan perubahan spesies tertentu, Sebagian besar organisme akuatik lebih menyukai pH yang mendekati netral namun mampu bertahan pada rentang pH 6-8,5 (Boyd, 1982 *dalam* Yuniar, 2009),

#### 4.5.3 Dissolved Oxygen (DO)

Berdasarkan hasil pengukuran DO selama penelitian didapatkan nilai DO berkisar antara 10,02 – 12,02 mg/l, Kisaran DO ini adalah kisaran normal untuk pertumbuhan ikan mas karena menurut SNI (1999), nilai DO yang optimal untuk budidaya ikan mas adalah lebih dari 5 mg/l, Nilai DO yang besar dalam penelitian ini adalah karena adanya aerasi yang terus-menerus yang menyebabkan nilai DO sangat besar dari nilai DO di perairan alami.

Oksigen terlarut merupakan faktor yang penting dalam ekosistem perairan karena dibutuhkan oleh proses respirasi bagi sebagian besar organisme akuatik, Kelarutan oksigen di dalam air sangat dipengaruhi oleh faktor suhu, Konsentrasi oksigen menurun seiring dengan meningkatnya suhu dan sebaliknya penurunan suhu menyebabkan konsentrasi oksigen semakin naik (Barus, 2001), Selain faktor suhu, faktor lain yang mempengaruhi kelarutan oksigen adalah aktivitas fotosintesis tumbuhan akuatik dan pemakaian oksigen oleh organisme perairan yang lain (Tebbutt, 1997 dalam Prayitno, 2006), Kelarutan oksigen yang rendah akan berbahaya bagi kehidupan ikan, hal ini sesuai dengan dengan pendapat Swingle (1969) dalam Andayani (2005) bahwa kelarutan oksigen bahaya bagi ikan jika nilainya 3 mg/l atau lebih kecil dan konsentrasi yang baik untuk kehidupan ikan yaitu 5 mg/l atau lebih,

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

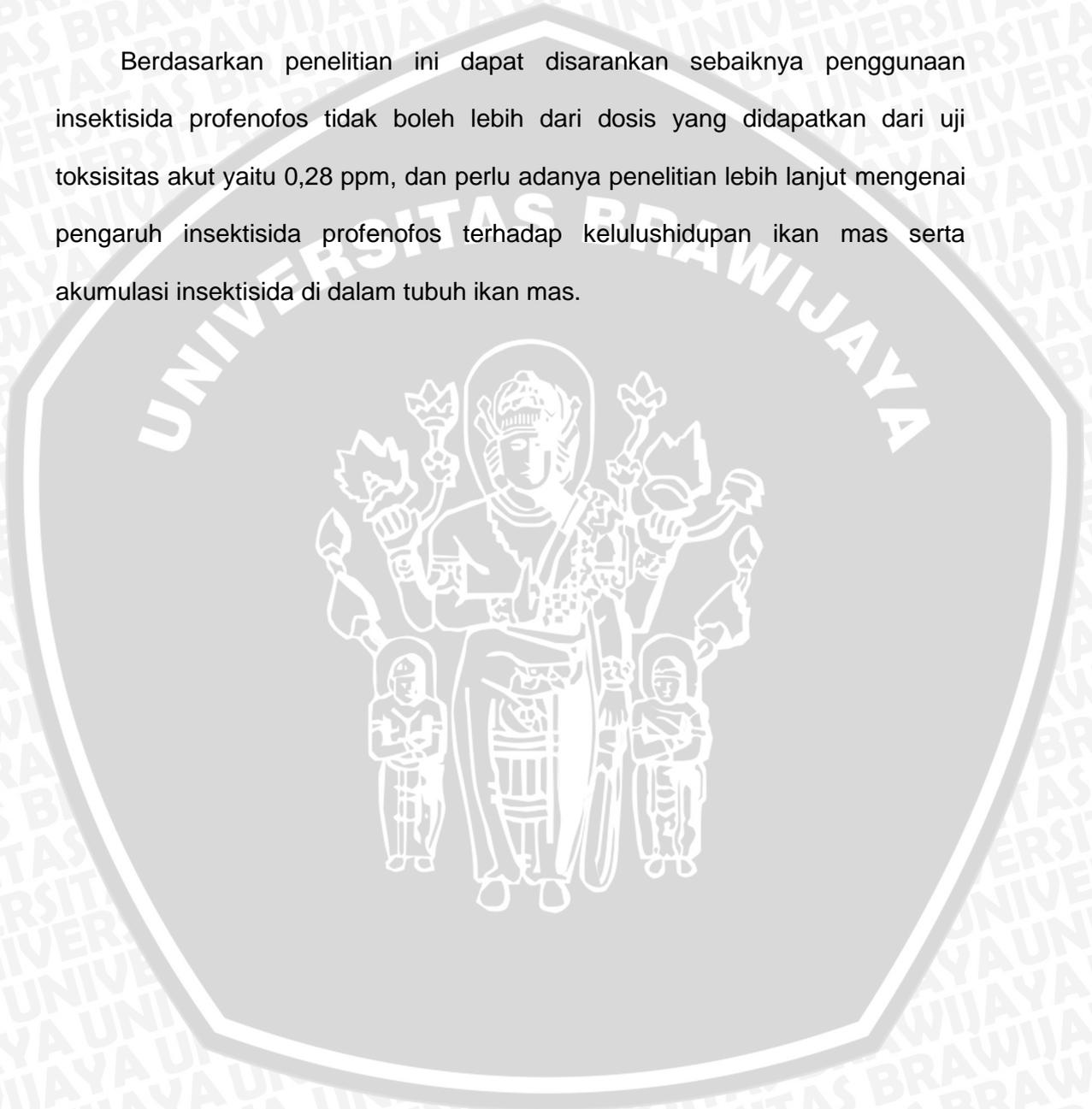
Berdasarkan dari hasil penelitian tentang uji pengaruh sublethal insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap laju pertumbuhan ikan mas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Nilai ambang *lethal* atas insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos sebesar 1 ppm, sedangkan nilai ambang *lethal* bawah insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos sebesar 0,1 ppm, sehingga rentang konsentrasi yang digunakan untuk uji toksisitas akut adalah 0,1 ppm - 1 ppm
- b. Nilai  $LC_{50}$  insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos sebesar 0,28 ppm. Semakin besar konsentrasi insektisida yang diberikan maka semakin besar pula prosentase mortalitas dari hewan uji. Hasil ini menunjukkan bahwa insektisida profenofos memiliki daya racun yang sangat tinggi karena nilai  $LC_{50} < 1$  mg/L sesuai dengan peraturan Komisi Pestisida Departemen Pertanian (1983) dalam Ruidiyanti dan Ekasari (2009)
- c. Uji pengaruh sublethal insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terhadap laju pertumbuhan spesifik panjang dan berat ikan mas (*C. carpio* L) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida yang diberikan maka laju pertumbuhan spesifik panjang dan berat ikan mas (*C. carpio* L) semakin terhambat. Dari uji ANOVA didapatkan nilai F hitung > dari F tabel 1% berarti pengaruh pemberian konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan mas sangat berbeda nyata
- d. Nilai kualitas air yang didapatkan dalam penelitian adalah nilai kualitas air yang optimal untuk kehidupan ikan mas dan mortalitas ikan mas tidak

disebabkan oleh pengaruh kualitas air melainkan karena perlakuan pemberian konsentrasi insektisida yang berbeda.

## 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan sebaiknya penggunaan insektisida profenofos tidak boleh lebih dari dosis yang didapatkan dari uji toksisitas akut yaitu 0,28 ppm, dan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh insektisida profenofos terhadap kelulushidupan ikan mas serta akumulasi insektisida di dalam tubuh ikan mas.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto. 2008. Kajian Keracunan Pestisida Pada Petani Penyemprot Cabe Di Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Aini, N. 2013. Uji Toksisitas Deterjen Cair Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Universtas Sumatera Utara. Medan
- Andayani, S, 2005, Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya Malang
- Arafad, I. 2000. Penurunan Suhu Media Terhadap Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Ukuran 3-5 Cm. Skripsi. Bogor: Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Ilmu Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- Bachtiar. 2002. Pembesaran Ikan Mas Di Kolam Air Deras. Tim Lentera. Jakarta
- Baehaki.1993. Insektisida Pengendalian Hama Tanaman. Angkasa. Bandung
- Barus, T.A. 2001. Limnologi. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Bestian, C. 1996. Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis Sp.*) Pada Kisaran Suhu Media  $24\pm 1^{\circ}$  C Dengan Salinitas Yang Berbeda (0,10 Dan 20‰). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Bosman, O., F.H. Taqwa., Marsi. 2013. Toksisitas Limbah Cair Lateks Terhadap Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan Dan Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 1(2) :148-160
- Budiono, A. 2002. Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Campbell, Neil. A. 2004. Biologi Edisi Kelima jilid 3. Erlangga. Jakarta
- Connell, D.W., G.J. Miller. 1983. Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran. Universitas Indonesia. Depok
- \_\_\_\_\_. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Perairan. UI-Press. Depok
- Damayanty, M.M. 2013. Pengaruh Paparan Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 EC terhadap Laju Konsumsi Oksigen dan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). Paper. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Damayanty, M.M., N. Abdulgani. 2013. Pengaruh Paparan Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 EC terhadap Laju Konsumsi Oksigen dan Laju Pertumbuhan

Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2 (2) : 2337-3520

Djojsumarto, P. 2000. Teknik Aplikasi Pestisida Petanian. Kanisius. Yogyakarta

Djunaedy, A. 2009. Biopestisida Sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (Opt) Yang Ramah Lingkungan. *Embryo*. 6 (1) : 85-95

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta

Ekha, I. 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.

Ewing, R.D. 1999. Diminishing Returns: Salmon Decline and Pesticides. Funded by the Oregon Pesticide Education Network. Biotech Research and Consulting, Inc. Corvallis. OR. 55 p.

Fujaya, Y. 2008. Fisiologi Ikan. PT Rineka Cipta. Jakarta

Ghufron, M, Dan H. Kordi. 2005. Budidaya Ikan Laut Di Keramba Jaring Apung. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.

Google Image. 2014. <http://budidaya-ikan-mas.html> diakses pada tanggal 25 Desember 2014

Guthrie E Frank Dan J. J Perry. 1980. Introduction To Environmental Toxicology. Interdepartemental Program In Toxicology. New York.

Haetami K., Junianto., Y. Andriani. 2005. Tingkat Penggunaan Gulma Air *Azolla pinnata* Dalam Ransum Terhadap Pertumbuhan Dan Konversi Pakan Ikan Bawal Air Tawar. Universitas Padjajaran. Bandung

Hanriani, S. 2012. Jenis-jenis Hormon. <http://sulphanriani.blogspot.com/2012/02/jenis-jenis-hormon.html>. Diakses pada Tanggal 5 Juli 2015 Pukul 14.00 WIB

Husni, H dan Esmiralda, 2012, Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin) (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Tahu "Super", Padang), Teknik Lingkungan, Universitas Andalas, Padang

Khan, M.Z. and F.C.P. Law 2005. Adverse Effects Of Pesticides And Related Chemicals On Enzyme And Hormone Systems Of Fish, Amphibians And Reptiles. *Proc. Pakistan Acad. Scil*. 42 (4) : 315-323

Keehner, D.M. 1998. Environmental Risk Assessment For Profenofos. Washington Dc

- Koeman, J.H. 1983. Pengantar Umum Toksikologi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Kordi K. Dan Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kristianingrum, S. 2009. Kajian Berbagai Metode Analisis Residu Pestisida dalam Bahan Pangan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Kumar, A., and J.C. Chapman. 1998. Profenofos Toxicity to the Eastern Rainbow Fish (*Melanotaenia duboulayi*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 17(9): 1799-1806.
- Kurniasari, E. 2003. Uji Toksisitas Senyawa Organofosfat Profenofos Terhadap Ikan Mujair, *Oreochromis mossambica*. Skripsi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Kusriani, P. Widjanarko Dan 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
- Lingga, P. 1985. Ikan Mas Kolam Air Deras. Penebar Swadaya. Jakarta
- Loomis, T. A. 1978. Toksikologi Dasar. Lea & Febiger. Amerika Serikat
- Lukas, A, 2010, Toksisitas Logam Berat Cu Pada Berbagai pH terhadap Konsumsi Oksigen dan Respon Hematologi Ikan Nila Gift (*Oreochromis* sp). Thesis. IPB. Bogor
- Manuaba, I. B. P. 2008. Cemaran Pestisida Fosfat-Organik Di Air Danau Buyan Buleleng Bali. *Jurnal Kimia*. 2 (1) : 7-14
- Mnif, W., A.I.H Hassine., A. Bouaziz., A. Bartegi., O. Thomas and B. Roig. 2013. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review
- Nazir. 2005. Metode Penelitian. Penerbit Ghalia Indonesia. Bogor
- Pedoman Pembinaan Penggunaan Pestisida Tahun 2011. Direktorat Pupuk dan Pestisida Kementerian Pertanian
- Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor. 2012. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 24. 2011. Syarat Dan Tatacara Pendaftaran Pestisida
- Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1973 tentang Pengawasan atas Peredaran, Penyimpanan dan Penggunaan Insektisida.
- Pratiwi, Y., S. Sunarsih., W.F. Windi. 2012. Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry sebelum dan Sesudah Diolah Dengan Tawas dan Karbon Aktif Terhadap

Bioindikator (*Cyprinus carpio* L.). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (Snast) Periode III*. ISSN: 1979-911x

Prayitno, H. 2006. Pengaruh Pasokan Limbah Cair Tekstil PT. Batik Keris Sukoharjo Terhadap Perubahan Suhu, pH, DO, BOD, NO<sub>3</sub>, Ca, Mg dan Plankton Di Sungai Premulung Surakarta. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Prijanto, T.B. 2009. Analisis Faktor Risiko Keracunan Pestisida Organofosfat Pada Keluarga Petani Hortikultura Di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang

Raini, M. 2007. Toksikologi Pestisida Dan Penanganan Akibat Keracunan Pestisida. *Media Litbang Kesehatan*. Vol 17 (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

Rasyid, J. Abd. 2010. Distribusi Suhu Permukaan Pada Musim Peralihan Barat-Timur Terkait Dengan *Fishing Ground* Ikan. *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan* Vol. 20 (1). Issn: 0853-4489.

Raymond, S. M. C. 2008. The toxicity of pulse-exposed insecticides and their mixtures to *Melanotaenia fluviatilis* and *Daphnia carinata*. Thesis. Royal Melbourne Institute of Technology Australia. Melbourne

Rudiyanti, S. Dan A.D. Ekasari. 2009. Pertumbuhan Dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus Carpio Linn*) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G (Growth And Survival Rate Of *Cyprinus Carpio Linn* Juvenile On Different Concentration Of Regent 0.3g Pesticide). *Jurnal Saintek Perikanan*. 5 (1) : 39-47

Runia, Y.A. 2008. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Pestisida Organofosfat, Karbamat Dan Kejadian Anemia Pada Petani Hortikultura Di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang

Sastroutomo, S.S. 1992. Pestisida : Dasar-Dasar Dan Dampak Penggunaannya. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta Selatan.

Setyawati, D. dan Hartati, K. 2005. Diktat Kuliah Toksikologi dan Hygiene. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

SNI (Standart Nasional Indonesia). 1999. Produksi Induk Ikan Mas (*Cyprinus carpio Linneaus*) Strain Majalaya Kelas Induk Pokok (*Parent Stock*).

\_\_\_\_\_. 2000. Produksi Ikan Mas (*Cyprinus carpio Linn*) Strain Majalaya Kelas Pembesaran Di Karamba Jaring Apung.

Soelistyowati. 2012. Rancangan Acak Kelompok. Universitas Brawijaya. Malang

- Sudarmo, S. 1988. Pestisida Tanaman. Kanisius. Yogyakarta
- \_\_\_\_\_. 1992. Pestisida. Kanisius. Yogyakarta
- Sulistio, E. 2001. Toksisitas Air Waduk Cirata Pada Kedalaman Yang Berbeda Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Dan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus* Sauvage). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sulistyowati, E. 2008. Diktat Toksikologi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Suryani, A. 2013. Paparan Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 EC terhadap Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). Paper. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Sutimin. 2009. Model Matematika Konsentrasi Oksigen Terlarut Pada Ekosistem Perairan Danau. Universitas Diponegoro. Semarang
- Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Viana, O.S. 2010. Pengaruh Perbedaan Dosis Pestisida "Diazinon 60 EC" Terhadap Mortalitas Dan Laju Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* L). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Wardhana, W. A. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Wirausta, I.M.A.G., Rasmaya Niruri. 2006. Toksikologi Umum. Universitas Udayana. Denpasar
- Yuniar, V. 2009. Toksisitas Merkuri (Hg) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Gambaran Darah Dan Kerusakan Organ Pada Ikan Nila *Oreochromis Niloticus*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Lampiran 1. Tabel Skala Rand

Kolom				
1	2	3	4	5
1	-	-	-	-
-	-	-	-	0,87
-	-	-	<b>0.75</b>	-
-	-	-	-	0,65
-	-	0.56	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	<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	-	-	-	-

\*) 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).

**Lampiran 2. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji**

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

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

- e. Membuat larutan 100 ppm

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

**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

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

**Lanjutan Lampiran 2.**

- 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

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

**5. Pengenceran untuk uji pengaruh sublethal**

- a. Membuat larutan 0,056 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,056 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 0,56 \text{ ml}$$

- b. Membuat larutan 0,112 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,112 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1,12 \text{ ml}$$

- c. Membuat larutan 0,168 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,168 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1,68 \text{ ml}$$

- d. Membuat larutan 0,224 ppm

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,224 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 2,24 \text{ ml}$$

Lampiran 3. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan (Per Hari)

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 24 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
0	10	0	0	0	0%	
0.01	10	0	0	0	0%	
0.1	10	0	0	0	0%	
1	10	0	5	5	100%	
10	10	0	10	-	100%	
100	10	10	-	-	100%	

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 48 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
0	10	0	0	0	0%	
0.01	10	0	0	0	0%	
0.1	10	2	3	3	80%	
1	10	-	-	-	-	
10	10	-	-	-	-	
100	10	-	-	-	-	

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 72 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
0	10	0	0	0	0%	
0.01	10	0	0	0	0%	
0.1	10	1	1	-	20%	
1	10	-	-	-	-	
10	10	-	-	-	-	
100	10	-	-	-	-	

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 96 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		15.00	23.00	7.00		
0	10	0	0	0	0%	
0.01	10	0	0	0	0%	
0.1	10	-	-	-	-	
1	10	-	-	-	-	
10	10	-	-	-	-	
100	10	-	-	-	-	

Lampiran 4. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Toksisitas Akut (LC<sub>50</sub>) (Per Hari)

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 24 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
0	10	0	0	0	0	0%
0.135	10	0	0	0	0	0%
0.24	10	0	0	2	2	20%
0.42	10	0	5	4	9	90%
0.75	10	0	8	1	9	90%

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 48 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
0	10	0	0	0	0	0%
0.135	10	0	0	0	0	0%
0.24	10	1	0	0	1	10%
0.42	10	0	0	0	0	0%
0.75	10	0	1	-	1	10%

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 72 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
0	10	0	0	0	0	0%
0.135	10	0	0	0	0	0%
0.24	10	0	0	0	0	0%
0.42	10	0	0	0	0	0%
0.75	10	-	-	-	-	-

Kons. (ppm)	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 96 jam			Σ Ikan yang Mati	% Mortalitas
		Waktu Pengamatan				
		14.00	22.00	6.00		
0	10	0	0	0	0	0%
0.135	10	0	0	0	0	0%
0.24	10	0	0	0	0	0%
0.42	10	0	0	0	0	0%
0.75	10	-	-	-	-	-

Lampiran 5. Perhitungan LC<sub>50</sub> (Analisis Probit)

Kons. (ppm)	Log dose (x)	Jumlah Kematian (r)	Jumlah Ikan (n)	p (r/n)	q (1-p)	z ln(p/q)	w (npq)	wx	wx <sup>2</sup>	wz	wxz
0	-	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
0.135	-2.002	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0
0.24	-1.427	3	10	0.3	0.7	-0.847	2.1	-2.997	4.276	-1.779	2.538
0.42	-0.867	9	10	0.9	0.1	2.197	0.9	-0.780	0.676	1.977	-1.714
0.75	-0.288	10	10	1	0	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>							<b>3</b>	<b>-3.777</b>	<b>4.952</b>	<b>0.218</b>	<b>0.824</b>

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

$$= \frac{-3.777}{3} = -1.259$$

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

$$= \frac{0.218}{3} = 0.073$$

### Lanjutan Lampiran 5.

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

$$= \frac{(3 \times 0.824 - 0.218 \times (-3.777))}{(3 \times 4.952 - (-3.777)^2)}$$

$$= \frac{2.472 - (-0.823)}{14.856 - 14.265} = 5.57$$

$$a = z - bx$$

$$= 0.073 - (5.57)(-1.259)$$

$$= 0.073 - (7.012)$$

$$= 7.085$$

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

$$= \frac{-7.085}{5.57} = -1.272$$

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

$$= \text{anti ln } (-1.272)$$

$$= 0.28$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa kematian hewan uji sebesar 50% yang terpapar insektisida organofosfat dengan bahan aktif profenofos terdapat pada konsentrasi 0,28 ppm, sehingga dari nilai  $LC_{50}$  ini dapat diketahui konsentrasi yang akan digunakan dalam uji sesungguhnya (uji pengaruh sublethal).

Lampiran 6. Data Berat Ikan Mas Selama Penelitian

Konsentrasi	Ulangan	Pengamatan Minggu Ke				
		Awal	1	2	3	4
KONTROL (0 ppm)	1	4,72	5,38	6,35	8,45	9,50
	2	4,10	5,29	6,30	7,45	8,75
	3	4,02	5,00	6,15	7,20	8,50
	4	4,08	5,10	6,25	7,30	8,65
	5	4,05	5,20	6,45	7,40	8,51
	6	4,15	5,55	6,73	7,82	8,70
A (0,056 ppm)	1	3,98	4,25	4,48	4,75	5,02
	2	4,02	4,30	4,59	4,81	5,06
	3	3,80	4,06	4,27	4,45	4,71
	4	4,25	4,54	4,80	5,10	5,25
	5	4,08	4,37	4,61	4,90	5,15
	6	4,27	4,57	4,89	5,09	5,28
B (0,112 ppm)	1	4,04	4,28	4,50	4,85	5,10
	2	3,90	4,14	4,39	4,70	4,99
	3	4,07	4,32	4,58	4,79	5,10
	4	3,90	4,16	4,42	4,70	4,99
	5	4,20	4,48	4,76	4,97	5,26
	6	3,97	4,23	4,49	4,81	5,01
C (0,168 ppm)	1	4,02	4,24	4,48	4,60	4,85
	2	4,26	4,49	4,72	4,99	5,16
	3	3,97	4,20	4,40	4,67	4,89
	4	3,93	4,15	4,31	4,58	4,75
	5	4,07	4,30	4,52	4,75	4,96
	6	4,05	4,27	4,50	4,74	4,98
D (0,224 ppm)	1	4,16	4,35	4,57	4,74	4,95
	2	4,02	4,21	4,42	4,63	4,96
	3	4,08	4,29	4,50	4,71	4,92
	4	4,04	4,25	4,45	4,67	4,88
	5	4,01	4,22	4,40	4,60	4,81
	6	4,10	4,32	4,51	4,73	4,96

Lampiran 7. Data Pertambahan Berat Ikan Mas

Konsentrasi	Ulangan	Pertambahan Berat Ikan Mas Pada Minggu			
		1	2	3	4
KONTROL (0 ppm)	1	0.66	0.97	2.10	1.05
	2	1.19	1.01	1.15	1.30
	3	0.98	1.15	1.05	1.30
	4	1.02	1.15	1.05	1.35
	5	1.15	1.25	0.95	1.11
	6	1.40	1.18	1.09	0.88
A (0,056 ppm)	1	0.27	0.23	0.27	0.27
	2	0.28	0.29	0.22	0.25
	3	0.26	0.21	0.18	0.26
	4	0.29	0.26	0.30	0.15
	5	0.29	0.24	0.29	0.25
	6	0.30	0.32	0.20	0.19
B (0,112 ppm)	1	0.24	0.22	0.35	0.25
	2	0.24	0.25	0.31	0.29
	3	0.25	0.26	0.21	0.31
	4	0.26	0.26	0.28	0.29
	5	0.28	0.28	0.21	0.29
	6	0.26	0.26	0.32	0.20
C (0,168 ppm)	1	0.22	0.24	0.12	0.25
	2	0.23	0.23	0.27	0.17
	3	0.23	0.20	0.27	0.22
	4	0.22	0.16	0.27	0.17
	5	0.23	0.22	0.23	0.21
	6	0.22	0.23	0.24	0.24
D (0,224 ppm)	1	0.19	0.22	0.17	0.21
	2	0.19	0.21	0.21	0.33
	3	0.21	0.21	0.21	0.21
	4	0.21	0.20	0.22	0.21
	5	0.21	0.18	0.20	0.21
	6	0.22	0.19	0.22	0.23

Lampiran 8. Data Panjang Ikan Mas Selama Penelitian

Konsentrasi	Ulangan	Pertambahan Panjang Ikan Mas Pada Minggu				
		Awal	1	2	3	4
KONTROL (0 ppm)	1	7,30	7,50	8,00	8,20	8,60
	2	6,50	7,00	7,65	8,00	8,40
	3	6,10	6,80	7,20	7,80	8,20
	4	6,10	6,80	7,10	7,90	8,30
	5	6,10	6,90	7,50	8,00	8,30
	6	6,00	6,90	7,60	8,10	8,40
A (0,056 ppm)	1	6,00	6,20	6,40	6,60	6,90
	2	6,10	6,30	6,50	6,70	6,90
	3	5,90	6,10	6,30	6,50	6,70
	4	6,20	6,50	6,70	6,80	7,00
	5	6,30	6,40	6,50	6,80	6,90
	6	6,20	6,40	6,70	6,90	7,00
B (0,112 ppm)	1	6,10	6,30	6,50	6,60	6,90
	2	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80
	3	6,10	6,30	6,50	6,70	6,90
	4	6,00	6,30	6,50	6,70	6,90
	5	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00
	6	6,00	6,20	6,40	6,60	6,70
C (0,168 ppm)	1	6,10	6,30	6,40	6,50	6,65
	2	6,20	6,30	6,50	6,65	6,80
	3	6,00	6,20	6,30	6,40	6,60
	4	6,00	6,10	6,30	6,40	6,60
	5	6,10	6,30	6,50	6,70	6,80
	6	6,10	6,25	6,40	6,60	6,70
D (0,224 ppm)	1	6,20	6,40	6,50	6,70	6,80
	2	6,10	6,30	6,40	6,50	6,70
	3	6,20	6,40	6,50	6,70	6,80
	4	6,10	6,30	6,40	6,50	6,60
	5	6,10	6,30	6,40	6,45	6,60
	6	6,20	6,40	6,50	6,70	6,80

Lampiran 9. Data Pertambahan Panjang Ikan Mas

Konsentrasi	Ulangan	Pengamatan Minggu Ke			
		1	2	3	4
KONTROL (0 ppm)	1	0.20	0.50	0.20	0.40
	2	0.50	0.65	0.35	0.40
	3	0.70	0.40	0.60	0.40
	4	0.70	0.30	0.80	0.40
	5	0.80	0.60	0.50	0.30
	6	0.90	0.70	0.50	0.30
A (0,056 ppm)	1	0.20	0.20	0.20	0.30
	2	0.20	0.20	0.20	0.20
	3	0.20	0.20	0.20	0.20
	4	0.30	0.20	0.10	0.20
	5	0.10	0.10	0.30	0.10
	6	0.20	0.30	0.20	0.10
B (0,112 ppm)	1	0.20	0.20	0.10	0.30
	2	0.20	0.20	0.20	0.20
	3	0.20	0.20	0.20	0.20
	4	0.30	0.20	0.20	0.20
	5	0.20	0.20	0.20	0.20
	6	0.20	0.20	0.20	0.10
C (0,168 ppm)	1	0.20	0.10	0.10	0.15
	2	0.10	0.20	0.15	0.15
	3	0.20	0.10	0.10	0.20
	4	0.10	0.20	0.10	0.20
	5	0.20	0.20	0.20	0.10
	6	0.15	0.15	0.20	0.10
D (0,224 ppm)	1	0.20	0.10	0.20	0.10
	2	0.20	0.10	0.10	0.20
	3	0.20	0.10	0.20	0.10
	4	0.20	0.10	0.10	0.10
	5	0.20	0.10	0.05	0.15
	6	0.20	0.10	0.20	0.10

**Lampiran 10. Uji Normalitas**

a) Pertambahan Berat Ikan Mas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		120
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.27306535
Most Extreme Differences	Absolute	.079
	Positive	.079
	Negative	-.076
Kolmogorov-Smirnov Z		.861
Asymp. Sig. (2-tailed)		.448

a. Test distribution is Normal.

b) Pertambahan Panjang Ikan Mas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		120
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.12470308
Most Extreme Differences	Absolute	.165
	Positive	.165
	Negative	-.115
Kolmogorov-Smirnov Z		1.809
Asymp. Sig. (2-tailed)		.003

a. Test distribution is Normal.

c) Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Berat Ikan Mas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		30
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.51129603
Most Extreme Differences	Absolute	.119
	Positive	.115
	Negative	-.119
Kolmogorov-Smirnov Z		.650
Asymp. Sig. (2-tailed)		.792

a. Test distribution is Normal.



d) Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan Mas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		30
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.17440897
Most Extreme Differences	Absolute	.112
	Positive	.112
	Negative	-.075
Kolmogorov-Smirnov Z		.612
Asymp. Sig. (2-tailed)		.847

a. Test distribution is Normal.



Lampiran 11. Data Hasil Pertambahan Berat Ikan Mas (gr)

Perlakuan (ppm)	Ulangan						Total	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6		
A (0)	4,78	4,65	4,48	4,57	4,46	4,55	27,49	4,58
B (0,056)	1,04	1,04	0,91	1,00	1,07	1,01	6,07	1,01
C (0,112)	1,06	1,09	1,03	1,09	1,06	1,04	6,37	1,06
D (0,168)	0,83	0,90	0,92	0,82	,89	0,93	5,29	0,88
E (0,224)	0,79	0,94	0,84	0,84	0,80	0,86	5,07	0,85
Total	-	-	-	-	-	-	50,29	-

Perhitungan:

$$FK = (\sum y)^2 / (r \times t) = (50,29)^2 / (6 \times 5) = 84,3028$$

$$JKT = (4,78)^2 + (4,65)^2 + \dots + (0,86)^2 - FK$$

$$= 147,9157 - 84,3028$$

$$= 63,6129$$

$$JKP = (27,49)^2 + (6,07)^2 + (6,37)^2 + (5,29)^2 + (5,07)^2 / 6 - FK$$

$$= 147,8018 - 84,3028$$

$$= 63,49901$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 63,6129 - 63,49901$$

$$= 0,113883$$

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sb Keragaman	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Perlakuan	4	63.49901	15.87475	3484.882	2.6	3.85
Galat	25	0.113883	0.004555			
Total	29					

Keterangan : Berbeda sangat nyata (\*\*)

### Lanjutan Lampiran 11

Karena F hitung > F tabel 1 % atau 3484,882 > 3,85 maka berbeda sangat nyata.

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji BNT.

Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t_{(0,025)} \times \sqrt{(2 \times \text{KT Galat})/r} \\ &= 2,060 \times \sqrt{(2 \times 0,004555)/6} \\ &= 0,0803 \end{aligned}$$

Rata-rata Perlakuan	E= 0,85	D= 0,88	B=1,01	C=1,06	A=4,58	Notasi
E = 0,85	-					a
D = 0,88	0,03	-				a
B = 1,01	0,16*	0,13*	-			b
C = 1,06	0,21*	0,18*	0,05	-		b
A = 4,58	3,73*	3,7*	3,57*	3,52*	-	c

## Lampiran 12. Data Hasil Pertambahan Panjang Ikan Mas

### a) Uji Kruskal Wallis

Ranks			
	PERLAKUAN	N	Mean Rank
PB	K	24	105.21
	A	24	58.15
	B	24	65.38
	C	24	37.44
	D	24	36.33
	Total	120	

Test Statistics <sup>a,b</sup>	
	PB
Chi-Square	72.066
df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Karena nilai Asymp. Sig  $0,000 < 0,05$  maka signifikan, sehingga dilakukan uji lanjutan yaitu uji Mann Whitney U Test untuk mengetahui apakah ada persamaan pertambahan panjang tiap perlakuan.

#### 1) Perlakuan 0 ppm dengan perlakuan 0,056 ppm

Ranks				
	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	K	24	35.29	847.00
	A	24	13.71	329.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	PB
Mann-Whitney U	29.000
Wilcoxon W	329.000
Z	-5.480
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

#### 2) Perlakuan 0 ppm dengan perlakuan 0,112 ppm

Ranks				
	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	K	24	35.29	847.00
	B	24	13.71	329.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	PB
Mann-Whitney U	29.000
Wilcoxon W	329.000
Z	-5.719
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

3) Perlakuan 0 ppm dengan perlakuan 0,168 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	K	24	36.08	866.00
	C	24	12.92	310.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		10.000
Wilcoxon W		310.000
Z		-5.806
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

4) Perlakuan 0 ppm dengan perlakuan 0,224 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	K	24	36.04	865.00
	D	24	12.96	311.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		11.000
Wilcoxon W		311.000
Z		-5.811
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

5) perlakuan 0,056 ppm dengan perlakuan 0,112 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	A	24	23.21	557.00
	B	24	25.79	619.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		257.000
Wilcoxon W		557.000
Z		-.871
Asymp. Sig. (2-tailed)		.384

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

6) Perlakuan 0,056 ppm dengan perlakuan 0,168 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	A	24	29.31	703.50
	C	24	19.69	472.50
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		172.500
Wilcoxon W		472.500
Z		-2.610
Asymp. Sig. (2-tailed)		.009

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

7) Perlakuan 0,056 ppm dengan perlakuan 0,224 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	A	24	29.42	706.00
	D	24	19.58	470.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		170.000
Wilcoxon W		470.000
Z		-2.714
Asymp. Sig. (2-tailed)		.007

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

8) Perlakuan 0,112 ppm dengan perlakuan 0,168 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	B	24	31.92	766.00
	C	24	17.08	410.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		110.000
Wilcoxon W		410.000
Z		-4.399
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

9) Perlakuan 0,112 ppm dengan perlakuan 0,224 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	B	24	31.46	755.00
	D	24	17.54	421.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		121.000
Wilcoxon W		421.000
Z		-4.228
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

10) Perlakuan 0,168 ppm dengan perlakuan 0,224 ppm

Ranks				
PERLA KUAN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PB	C	24	25.25	606.00
	D	24	23.75	570.00
	Total	48		

Test Statistics <sup>a</sup>		PB
Mann-Whitney U		270.000
Wilcoxon W		570.000
Z		-.404
Asymp. Sig. (2-tailed)		.686

a. Grouping Variable: PERLAKUAN

**Lampiran 13.** Data Hasil Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Berat (%/hari)

Perlakuan (ppm)	Ulangan						Total	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6		
A (0)	2,498	2,707	2,674	2,684	2,652	2,644	15,859	2,643
B (0,056)	0,829	0,822	0,767	0,755	0,832	0,758	4,763	0,794
C (0,112)	0,832	0,880	0,806	0,880	0,804	0,831	5,033	0,839
D (0,168)	0,670	0,685	0,744	0,677	0,706	0,738	4,220	0,703
E (0,224)	0,621	0,750	0,669	0,675	0,650	0,680	4,045	0,674
Total	-	-	-	-	-	-	33,920	-

Perhitungan:

$$FK = (\sum y)^2 / (r \times t) = (33,92)^2 / (6 \times 5) = 1150,57 / 30 = 38,35$$

$$JKT = (2,498)^2 + (2,707)^2 + \dots + (0,680)^2 - FK$$

$$= 55,6708 - 38,35$$

$$= 17,3186$$

$$JKP = (15,859)^2 + (4,763)^2 + (5,033)^2 + (4,22)^2 + (4,045)^2 / 6 - FK$$

$$= 55,6159 - 38,35$$

$$= 17,2637$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 17,3186 - 17,2637$$

$$= 0,054859$$

Tabel Analisa Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Perlakuan	4	17.2637	4.315928	1966.827**	2.60	3.85
Galat	25	0.054859	0.002194			
Total	29	17.31857	-	-	-	-

Keterangan : Berbeda sangat nyata (\*\*)

### Lanjutan Lampiran 13.

Karena F hitung > F tabel 1 % atau 1966,827 > 3,85 maka berbeda sangat nyata.

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji BNT.

Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t_{(0,025)} \times \sqrt{(2 \times \text{KT Galat})/r} \\ &= 2,060 \times \sqrt{(2 \times 0,002194)/6} \\ &= 2,060 \times 0,027 \\ &= 0,0557 \end{aligned}$$

Rata-rata Perlakuan	E= 0,6742	D= 0,7033	B=0,7938	C=0,8388	A=2,6432	Notasi
E = 0,6742	-					a
D = 0,7033	0,0291	-				a
B = 0,7938	0,1196*	0,0905*	-			b
C = 0,8388	0,1646*	0,1355*	0,045	-		b
A = 2,6432	0,1969*	1,9399*	1,8494*	1,8044*	-	c

Lampiran 14. Data Hasil Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang Ikan Mas

Perlakuan (ppm)	Ulangan						Total	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6		
A (0)	0,585	0,916	1,057	1,100	1,100	1,202	5,960	0,9933
B (0,056)	0,499	0,440	0,454	0,433	0,325	0,433	2,584	0,4307
C (0,112)	0,440	0,447	0,440	0,499	0,433	0,394	2,653	0,4422
D (0,168)	0,308	0,330	0,340	0,340	0,388	0,335	2,041	0,3402
E (0,224)	0,330	0,335	0,330	0,281	0,281	0,330	1,887	0,3145
Total	-	-	-	-	-	-	15,125	-

Perhitungan :

$$FK = (\sum y)^2 / (rxt) = (15,125)^2 / (6 \times 5) = 228,766 / 30 = 0,5042$$

$$JKT = (0,584)^2 + (0,916)^2 + \dots + (0,330)^2 - FK$$

$$= 9,7660 - 0,5042$$

$$= 9,2618$$

$$JKP = (5,960)^2 + (2,584)^2 + (2,653)^2 + (2,041)^2 + (1,887)^2 / 6 - FK$$

$$= 9,4939 - 0,5042$$

$$= 8,9896$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 9,2618 - 8,9896$$

$$= 0,2721$$

Tabel Analisa Sidik Ragam

SK	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Perlakuan	4	8,9896	2,2474	206,5281**	2.60	3.85
Galat	25	0,2721	0,0109			
Total	29	9,2618	-	-	-	-

Keterangan : Berbeda Sangat Nyata (\*\*)

**Lanjutan Lampiran 14.**

Karena F hitung > F tabel 1 % atau 206,5281 > 3,85 maka berbeda sangat nyata.

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji BNT.

Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t_{(0,025)} \times \sqrt{(2 \times \text{KT Galat})/r} \\
 &= 2,060 \times \sqrt{(2 \times 0,0109)/6} \\
 &= 2,060 \times 0,0603 \\
 &= 0,1242
 \end{aligned}$$

Rata-rata Perlakuan	E= 0,3145	D= 0,3402	B=0,4307	C=0,4422	A=0,9933	Notasi
E = 0,3145	-					a
D = 0,3402	0,0257	-				a
B = 0,4307	0,1162	0,0905	-			ab
C = 0,4422	0,1277*	0,1020	0,0115	-		b
A = 2,9933	0,6788*	0,6531*	0,5626*	0,5511*	-	c

**Lampiran 15. Data Parameter Kualitas Air**

## a. Data rata-rata suhu selama penelitian

Konsentrasi	Suhu (°C) Pada Minggu ke			
	1	2	3	4
A (0 ppm)	25,7	25,0	24,9	24,4
B (0,056 ppm)	25,4	24,7	24,7	23,9
C (0,112 ppm)	25,5	24,7	24,6	23,9
D (0,168 ppm)	25,5	24,5	24,7	23,8
E (0,224 ppm)	25,1	24,9	24,7	23,9

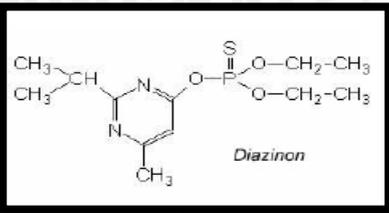
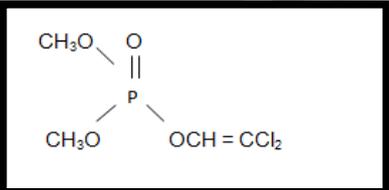
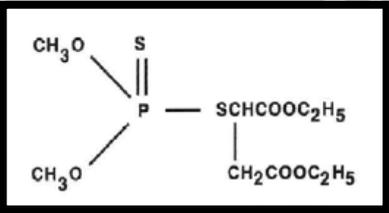
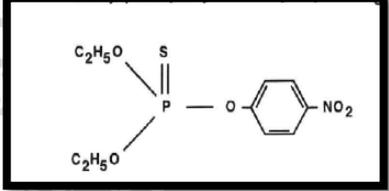
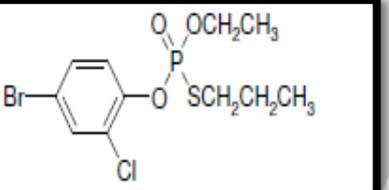
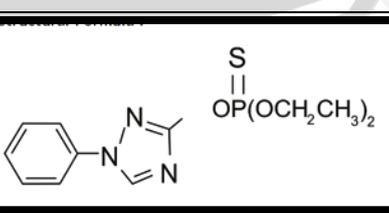
## b. Data rata-rata pH selama penelitian

Konsentrasi (ppm)	pH Pada Minggu ke			
	1	2	3	4
A (0 ppm)	7,94	7,45	7,14	7,02
B (0,056 ppm)	8,38	7,81	7,32	7,06
C (0,112 ppm)	8,39	7,70	7,34	7,07
D (0,168 ppm)	8,34	7,69	7,29	7,07
E (0,224 ppm)	8,28	7,71	7,27	7,00

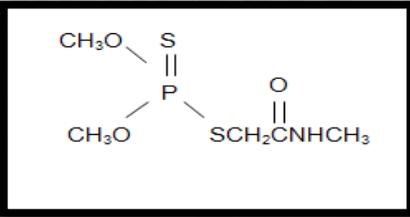
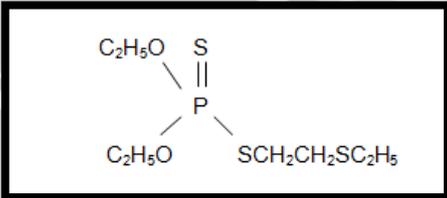
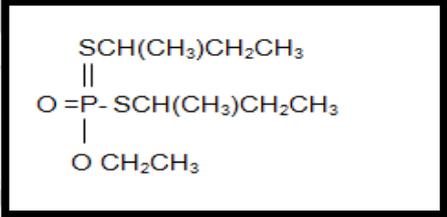
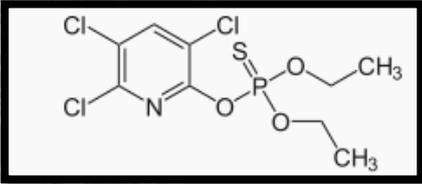
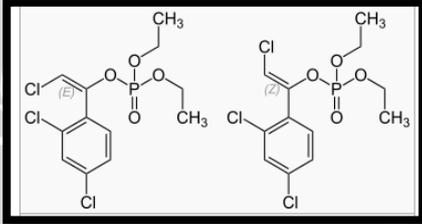
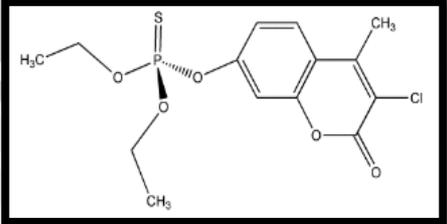
## c. Data rata-rata DO selama penelitian

Konsentrasi (ppm)	DO (mg/l) Pada Minggu ke			
	1	2	3	4
A (0 ppm)	10,97	10,4	10,02	11,70
B (0,056 ppm)	11,21	11,42	11,70	11,78
C (0,112 ppm)	10,94	12,20	11,72	11,49
D (0,168 ppm)	10,96	11,33	11,65	11,77
E (0,224 ppm)	11,15	11,20	11,56	11,85

Lampiran 16. Bahan Aktif Insektisida Organofosfat dan Struktur Kimia

Bahan Aktif	Nama Kimia	Struktur Kimia
Diazinon	O,O-Diethyl-O-(2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidyl)-phosphorothioate	 Diazinon
Dichlorvos	O-2,2-Dichlorovinyl-O,O-dimethyl phosphate	
Malathion	O,O-Dimethyl-S-1,2-di(carboethoxy)ethyl phosphorodithioate	
Parathion	O,O-Diethyl-O-4-nitrophenyl phosphorothioate	
Profenofos	(O-(4-bromo-2-chlorophenyl) O-ethyl S propyl phosphorothioate)	
Triazofos	O, O-diethyl O-(1- Phenyl -1 H -1,2,4-triazol -3 yl)	

Lanjutan Lampiran 16.

Bahan Aktif	Nama Kimia	Struktur Kimia
Dimethoate	O,O-Dimethyl-S-(N-methylcarbamoylmethyl)phosphorodithioate	
Disulfoton	O,O-Diethyl-S-2-[(ethylthio)ethyl]phosphorothioate	
Kadusafos	O-ethyl S,S-bis(1methylpropyl)phosphorodithioate	
Klorpirifos	O,O-Diethyl O-3,5,6-trichloropyridin-2-yl phosphorothioate	
klorfenvinfos	[(E)-2-Chloro-1-(2,4-dichlorophenyl)ethenyl] diethyl phosphate	
Kumafos	O-3-Chloro-4-methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yl O,O-diethyl phosphorothioate	

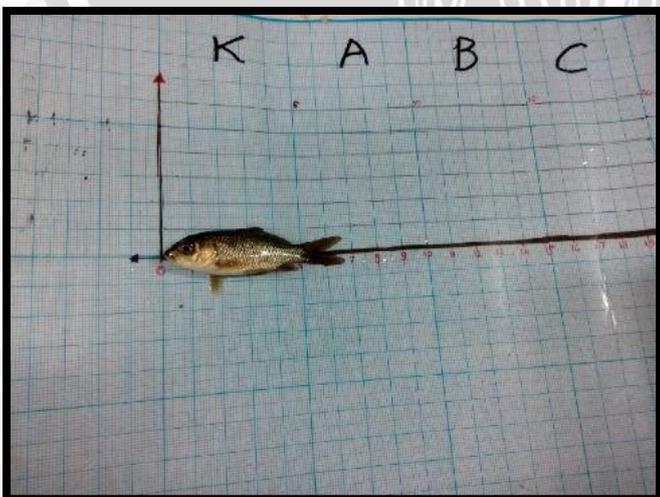
### Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian



Denah Percobaan



Penimbangan Ikan



Pengukuran Panjang Ikan