



**LAPORAN PENELITIAN
DIPA PNBP UNIVERSITAS AIRLANGGA
TAHUN ANGGARAN 2008**

FKA

**SISTIM PERINGATAN DINI BERDASARKAN PERUBAHAN
WARNA DAN RASIO SEX ANAKAN *Daphnia* sp. TERHADAP
TOKSITAN LOGAM (Cd, Pb) DAN DIAZINON**

OLEH:

A. Shofy Mubarak, SPi., MSi.
RR. Juni Triastuti, S.Pi., M.Si

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYRAKAT
Dibiayai oleh Dana DIPA-PNBP Universitas Airlangga Tahun 2008

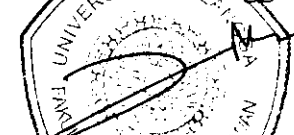
**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2008**

**IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN DIK-PNBP
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

1. Judul : Sistem Peringatan Dini Berdasarkan Perubahan Warna Dan Rasio Sex Anakan *Daphnia Sp* Terhadap Toksitan Logam Dan *Diazinon*
2. Ketua Pelaksana
- a. Nama : A. Shofy Mubarak. S.Pi.,M.Si
 - b. NIP : 132 295 671
 - c. Pangkat/golongan : Penata Tk. I/ III-c
 - d. Jabatan sekarang : Lektor
 - e. Fakultas : Kedokteran Hewan Unair
 - f. Jurusan : Perikanan
 - g. Bidang Penelitian : Lingkungan Perikanan
3. Personalia
- a. Jumlah anggota pelaksana : 2 orang
 - b. Jumlah mahasiswa yang terlibat : 3 orang
4. Jangka waktu kegiatan : 4 bulan
5. Biaya yang diperlukan atas dasar sumbernya
- a. Sumber Dana DIK_PNBP UNAIR : Rp. 5.000.000,-
 - b. Sumber lain : ----

Rp. 5.000.000,- (lima juta rupiah)

Mengetahui
Dekan Fakultas Kedokteran Hewan
Universitas Airlangga



Prof. Hj. Romziah Sidik, Ph.D, drh.
NIP. 130 867 305

Surabaya, 22 Nopember 2008
Ketua Pelaksana,

A. Shofy Mubarak., S.Pi., M.Si
NIP. 132 295 671

Mengetahui
Ketua Lembaga Pengabdian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Airlangga

Prof. Dr. Bambang Sektiari, L., DEA. drh.,
NIP. 131 837 004

RINGKASAN

Penurunan kualitas lingkungan perairan terjadi karena rendahnya kesadaran untuk mengolah limbah, sistem control yang jelek dan deteksi logam pencemar (logam berat) yang dititik beratkan pada organisme tingkatan level tertinggi dalam ekosistem perairan. *Daphnia* sp. merupakan hidup disemua tropic level ekosistem perairan tawar (sungai, danau). dan mulai dikembangkan sebagai *bioassay* berdasarkan sensitifitas sistem endokrinnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkatan perubahan warna *Daphnia* sp. dan perubahan rasio sex anakan *Daphnia* sp. pada beberapa konsentrasi (0 - LC 50 48 jam) logam berat (Cd, Pb) dan *Diazinon* yang berbeda

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 September – 10 November 2008 di Laboratorium, Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga. Penelitian pendahuluan untuk menentukan LD 50 48jam dari Cd, Pb dan *Diazinon* pada *Daphnia* sp. Penelitian utamanya menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas kelompok kadmium, timbal dan *Diazinon*. Tiap kelompok terdiri atas 5 perlakuan dengan 4 ulangan. Sebanyak 20 ekor *Daphnia* sp. matang gonad dipelihara dalam wadah volume 0,5 liter dan di tambahkan beberapa konsentrasi (0 - LD 50 48 jam) logam berat Cd, Pb dan *Diazinon* sesuai kelompoknya. setelah waktu 48 jam diambil 5 ekor sampel *Daphnia* sp. induk, kemudian diskoring menurut perubahan warna yang terjadi. dengan metode skoring warna modifikasi Deken, (2005) menggunakan warna indikator pH kertas. pada hari ke.4 dilakukan identifikasi dan penghitungan jumlah anakan jantan dan betina. Data diolah secara statistik menggunakan ANOVA.

Pemaparan logam berat (Pb, Cd) dan diazenon dengan konsentrasi yang berbeda pada indukan *Daphnia* sp. berpengaruh terhadap rasio sex anakan jantan tetapi tidak berpengaruh terhadap skoring warna (sintesa hemoglobin) pada kondisi konsentrasi oksigen terlarut tinggi. Rasio sex anakan *Daphnia* sp. merupakan parameter yang lebih signifikan untuk melihat respon *Daphnia* sp. terhadap stresor logam berat dan *Dioazinon*. Studi lebih

lanjut pada aplikasi *Daphnia* sp. terhadap kualitas air suatu perairan untuk menguji lebih lanjut efektifitas *Daphnia* sp. sebagai biosensor sebagai metode alternatif untuk mengetahui pencemaran perairan secara lebih dini

SUMMARY

Waters quality was depletion because the low cognizance to cultivate waste, systems control ugly and metal detection in the stage organism level highest in waters ecosystem. *Daphnia* sp. live in all tropic level waters ecosystem (river, lake). It used to bioassay based on sensitifitas the endocrine systems. this watchfulness aim to detects colour change *Daphnia* sp and ratio sex change *Daphnia* sp in several concentrations (0 -lc 50 48 clock)s heavy metal (cd, pb) and *Diazinon* .

This reseach was carried out on 20 septembers - 10 novembers 2008 at laboratory, fishery department, Animal Health Facult, Airlangga university. The foreword reseach was begin to determine LD 50 48' from Cd, Pb and *Diazinon* in *Daphnia* sp. The experiment used group randomized design, that consists of Cd,Pb, and *Diazinon* group. It was consisted of 5 treatments with 4 repetitions. This experiment use 20 *Daphnia* sp. mature/ 0,5L water in several concentrations (0 - LD 50 48 ') Cd, Pb and *Diazinon* group. after 48 times, identification the colour change for 5 samples *Daphnia* sp adult from every treatment, that used skoring color metode Deken, (2005) that was modiflicated with colour indicator pH paper. Fourth days of the experiment, it time to identification and counting male and female offspring *Daphnia* sp. The Result data has procees with Analysis of varian (ANOVA). If there was any different ion each treatment. Use ducan multiple range test.

The result indicate that heavy metal (Pb, Cd) and *Diazinon* with different concentration was influeted ratio sex male offspring but it wasn't influent scoring colour, that dissolved oxygen was hingger. ratio sex offspring *Daphnia* sp will be came parameter to see response *Daphnia* sp in stresor heavy metal and *Diazinon*. Furthermore study focused to *Daphnia* sp biosensor

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, Penelitian ini dapat terselesaikan sesuai jadwal. Hal ini tentunya berkat kerja sama seluruh anggota tim Peneliti beserta mahasiswa yang terlibat didalamnya..

Oleh karena itu pada kesempatan ini disampaikan terimakasih kepada Rektor Universitas Airlangga, Pimpinan Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Airlangga yang telah memberi kepercayaan kepada tim pelaksana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Atas kesempatan untuk dapat melakukan penelitian menunakan dana DIPA-PNBP tahun anggaran 2008.

Akhirnya, diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi awal pengembangan biosensor pencemaran di lingkungan Universitas Airlangga.

Surabaya, Nopember 2008

Tim Pelaksana

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Biologi <i>Daphnia</i> sp.	3
2.2 Reproduksi <i>Daphnia</i> sp.	4
2.3 <i>Daphnia</i> sp. sebagai bioindikator	4
2.4 Sistim Hormonal	5
2.5 Uji Toksisitas	6
2.6 Logam Berat dan Pestisida	7
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	9
3.1 Tujuan Penelitian	9
3.2. Manfaat Penelitian	9
IV. MATERI DAN METODE PENELITIAN	10
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian	10
4.2. Materi Penelitian	10
4.3. Metode Penelitian	10
4.4. Tahapan Penelitian	10
4.5. Analisa Data	12

} 1 sp

V. HASIL DAN PEMBAHASAN	13
5.1. Hasil	13
5.2 Pembahasan	16
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	20
A. Kesimpulan	20
B. Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

1. Persentase jantan anakan <i>Daphnia</i> sp.	13
2. Skoring warna <i>Daphnia</i> sp.	16
3. Nilai kualitas air pada media pemeliharaan <i>Daphnia</i> sp.	16
4. Jumlah <i>Daphnia</i> sp. yang hidup dalam beberapa konsentrasi kadmium (Cd)	24
5. Jumlah <i>Daphnia</i> sp. yang hidup dalam beberapa konsentrasi Diazinon	25
6. Jumlah <i>Daphnia</i> sp. yang hidup dalam beberapa konsentrasi timbal (Pb)	26

DAFTAR GAMBAR

1. Hasil Identifikasi <i>Daphnia</i> sp jantan dan betina.	13
2. Grafik hubungan pemaparan konsentrasi kadmium (Cd) yang berbeda pada indukan <i>Daphnia</i> sp. terhadap prosentasi	14
3. Grafik hubungan pemaparan konsentrasi timbal (Pb) yang berbeda pada indukan <i>Daphnia</i> sp. terhadap prosentasi	14
4. Grafik hubungan pemaparan konsentrasi <i>Diazinon</i> yang berbeda pada indukan <i>Daphnia</i> sp. terhadap prosentasi	15
5. Perhitungan LD 50 48 jam Cd berdasarkan regresi linear konsentrasi Cd terhadap prosentasi hidup <i>Daphnia</i> sp.	24
6. Perhitungan LD 50 48 jam <i>Diazinon</i> berdasarkan regresi linear Konsentrasi <i>Diazinon</i> terhadap prosentasi hidup <i>Daphnia</i> sp.	25
7. Perhitungan LD 50 48 jam Pb berdasarkan regresi linear konsentrasi Pb terhadap prosentasi hidup <i>Daphnia</i> sp.	26

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan nilai LD50 48 jam Cd, Pb dan <i>Diazinon</i>	24
2. Analisa data rasio sex anakan <i>Daphnia</i> sp. pada pemaparan insektisida <i>Diazinon</i>	27
3. Analisa data rasio sex anakan <i>Daphnia</i> sp. pada pemaparan logam berat timbal (Pb)	29
4. Analisa data rasio sex anakan <i>Daphnia</i> sp. pada pemaparan logam berat kadmium (Cd)	31
5. Analisa data skoring warna <i>Daphnia</i> sp. pada pemaparan insektisida <i>Diazinon</i>	33
6. Analisa data skoring warna <i>Daphnia</i> sp. pada pemaparan logam berat timbal (Pb)	35
7. Analisa data skoring warna <i>Daphnia</i> sp. pada pemaparan logam berat kadmium (Cd)	37
8. Foto identifikasi anakan <i>Daphnia</i> sp.	39

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Air memiliki peran penting dalam kehidupan organisme akuatik, manusia dan hewan. Perkembangan pesat industri dan peradapan berdampak negative terhadap baku mutu kualitas air. Hasil penelitian di perairan Indonesia menunjukkan peningkatan kandungan logam berat toksik utama seperti, Hg, Pb, dan Cd dan di beberapa perairan Indonesia melebihi batas ambang yang ditentukan (Mustaruddin .dkk. 2005). Disisi lain golongan logam tersebut dapat merusak sistim syaraf pusat, merusak sisitim imum, kelainan psikologi, kegagalan reproduksi, infertilitas, kerusakan DNA dan Cancer.

Ekosistem akuatik yang tercemari oleh limbah kimia, meliputi pestisida, herbisida, fungisida, metal seperti mercury, cadmium, zincum, cuprum dan mangan serta limbah bahan plastik akan berpengaruh terhadap kehidupan dan reproduksinya. Pengaruh terhadap reproduksi meliputi berkurangnya aktivitas kawin, produksi telur menurun, cangkang telur menipis, daya tetas menurun, interval beranak panjang, produksi hormon GnRH, FSH, estrogen dan testosteron menurun. (Jalius.2006)

Penurunan kualitas perairan ini terjadi karena rendahnya kesadaran untuk mengolah limbah, sistim control yang jelek dan deteksi logam pencemar (logam berat) dititik beratkan pada organisme pada tingkatan level tertinggi dalam ekosistem perairan, yaitu didasarkan pada proses bioakumulasi. (bentos). *Daphnia* sp. adalah organisme pada tingkatan pertama tropic level disemua ekosistem perairan tawar (sungai, danau). Dan mulai dikembangkan sebagai *bioassay* toksisitas di beberapa negara maju., hal ini karena siklus hidup yang cepat (3 minggu), memiliki peran penting dalam ekologi air tawar, sensitif terhadap kimia lingkungan. Uji toksisitas *Daphnia* sp. berguna untuk mengetahui perubahan pola hidup dan fekunditas.(Donson, S *et al.* 2000).

Rider *et al.* (2005) menyatakan bahwa lingkungan dapat mengaktifkan proses neuro endokrin yang berpengaruh terhadap beberapa proses fisiologi *Daphnia magna*. Adanya perubahan kualitas lingkungan akan memicu produksi *Methyl Farnesoate*, yaitu hormon utama *crustacea* yang disintetik oleh organ mandibular *crustacea decapoda* (X organ sinus). Peningkatan konsentrasi *Methyl*

Farnesoate pada *Daphnia magna* juga dapat memacu pembentukan *haemoglobin* sehingga menyebabkan warna *Daphnia magna* menjadi *copper*. Selain itu *Methyl Farnesoate* juga mempengaruhi pembentukan anakan jantan dari *Daphnia magna* (Olmsted and LebBlanc, 2002)

Tingkatan toksik suatu bahan pencemar dapat ditentukan dengan menggunakan parameter lethal dan sub lethal. Efek lethal akan secara langsung berdampak pada kematian individu yang diberlakukan, sedangkan efek sub lethal antara lain: meliputi respon fisiologis, struktur biokimia sel, perilaku serta perkembangbiakan (Waldichuk, 1979 dalam Connel and Miller, 1995). Pada *Daphnia magna*, parameter sub lethal yang diamati meliputi tingkatan perubahan warna dan rasio seks anakan yang dihasilkan. Informasi mengenai tingkatan perubahan warna dan rasio seks anakan *Daphnia magna*. dapat digunakan sebagai dasar analisis lebih lanjut dalam mencegah kerusakan yang lebih besar dari bahaya pencemaran, sehingga dapat menjadi dasar analisis lebih lanjut dan tindakan preventif bahaya pencemaran.

1.2. Perumusan Masalah

Daphnia sp. adalah organisme akuatik yang sensitif terhadap pencemaran, Bagaimana pengaruh konsentrasi logam berat (Cd, pb) dan *Diazinon* terhadap tingkatan perubahan warna *Daphnia* sp. dan bagaimana pengaruh konsentrasi logam berat (Cd, pb dan *Diazinon*) terhadap rasio sex anakan *Daphnia* sp.. Penelitian ini dilakukan untuk melihat perubahan warna dan rasio sex anakan *Daphnia* sp. akibat pemaparan logam berat (Cd, pb) dan *Diazinon* yang nantinya dapat dijadikan dasar Pengembangan *Daphnia* sp. sebagai bioindikator pencemaran akuatik (peringatan dini)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Daphnia* sp.

Daphnia sp. adalah udang renik yang biasa di sebut kutu air, menurut Miller C.(2000) Klasifikasinya adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Sub Kelas	: Entomostraca
Ordo	: Phylopoda
Sub Ordo	: Cladocera
Famili	: Daphnidae
Genus	: <i>Daphnia</i>
Spesies	: <i>Daphnia</i> Sp.

Karakteristik lain dari *Daphnia magna* adalah bagian dari badan, batang atau antenanya melekat di dalam rangka eksternal. Tubuhnya hampir transparan dan dilindungi oleh karapaks (Clare, 2002). Karapaks tersusun atas *chitin*. Karapaks tersebut terdiri dari dinding rangkap diantara aliran *hemolymph* dan bagian rongga tubuh (Ebert, 2005). *Daphnia magna* memiliki *antennules* yang disebut dengan *first antennae* dan 2 *antennae* yang bercabang sebagai alat gerak utama yang biasa disebut sebagai *second antennae* (Ebert, 2005) dan *post abdomen* yang merupakan bagian paling posterior dari tubuh dan bagian ujungnya terdapat dua cakar kutikuler seperti kait (*hook*) yang sering digunakan sebagai identifikasi spesies (Miller, 2000)

Ada perbedaan ukuran *Daphnia magna*, *Daphnia magna* dewasa berukuran 1000 – 5000 μm dengan ukuran betina dewasa berkisar 3 mm – 5 mm (Ebert, 2005) dan kira – kira dua sampai tiga kali dibandingkan panjang rotifera dewasa (Mudjiman, 1995). *Daphnia magna* muda berukuran kurang dari 400 μm , dan ukurannya sama atau lebih besar sedikit dibandingkan dengan rotifera dewasa (Rottmann *et al.*, 2003).

Daphnia magna jantan umumnya lebih kecil dibanding betina, tetapi memiliki *antennules* yang lebih panjang. *Daphnia magna* betina memiliki kantung induk (*brood chamber*) pada dinding tubuh dan permukaan dorsal *carapace* digunakan untuk menyimpan telurnya (Clare, 2002).

Daphnia sp. adalah zooplankton yang hidup di air tawa sungai, tumbuh optimum pada perairan dengan suhu 21- 27 C (Darmanto dkk, 2000), bersifat non selective filter feeder ter. dentritus, fungsi dan bakteri.

2.2. Reproduksi *Daphnia* sp.

Siklus hidupnya, *Daphnia magna* berkembang biak secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan parthenogenesis yaitu kemampuan berkembang biak tanpa adanya fertilisasi (Clare, 2002). Hal ini dapat terjadi apabila *Daphnia magna* hidup pada kondisi yang menguntungkan, yakni ketersediaan pakan yang cukup dan suhu optimal (Lavens dan Sorgeloos, 1996).

Apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan antara lain: kualitas dan kuantitas pakan menurun serta populasi yang terlalu padat, *Daphnia magna* akan memproduksi anakan berjenis kelamin jantan. Kemudian *Daphnia magna* jantan akan melakukan perkawinan secara seksual dengan *Daphnia magna* betina (Hebert, 1978 dalam Rider et al, 2005). Hasil dari perkawinan *Daphnia magna* jantan dan *Daphnia magna* betina dihasilkan *resting egg* yang diselubungi oleh cangkang telur kuat yang disebut dengan *ephippium* (Ebert, 2005).

2.3. *Daphnia* sp. sebagai bioindikator

Bioindikator didefinisikan sebagai spesies atau grup spesies yang selalu bereaksi terhadap kondisi lingkungan biotik atau abiotik, diantaranya sebagai akibat perubahan konsentrasi bahan toksik dalam habitat, komunitas atau ekosistem. Mc Geoch (1998) dalam Hokdksinson (2005); membagi bioindikator dalam indikator lingkungan (perubahan physicochemical lingkungan), indikator ekologi (pengaruh terhadap ekosistem),

Invertebrata digunakan sebagai bioindikator karena beberapa kelebihan, diantaranya ukurannya medium, memiliki pertumbuhan dan periode kematian yang cukup dibanding mikroorganisme, tanaman, hewan dan sangat cepat merespon perubahan lingkungan serta dapat mengindikasikan perubahan fungsi ekosistem.

Uji toksisitas bahan kimia 10 tahun yang lalu masih dititik beratkan pada uji toksisitas akut, toksisitas subkronik yang meliputi; cancer, *immune suppression*, kerusakan sistim endokrin. Perkembangan bidang toksikologi dewasa ini lebih menekankan pada *long-term effect* bahan kimia, peptisida dan plastik di udara, air.

Daphnia sp. merupakan salah satu jenis dari hewan invertebrata yang dapat dikembangkan sebagai bioindikator dan uji toksisitas (Dekken, 2005). Invertebrata sebagai bioindikator memiliki beberapa kelebihan, diantaranya memiliki pertumbuhan dan periode kematian yang cukup singkat dibandingkan organisme lainnya dan sangat cepat merespon perubahan lingkungan, serta dapat mengindikasikan fungsi ekosistem. Pemanfaatan *Daphnia* sp. dalam uji toksisitas dikarenakan siklus hidupnya pendek dan memiliki peran yang sangat penting dalam ekologi air tawar, serta sensitif terhadap pengaruh kimia lingkungan (Dodson *et al.*, 2002).

Pengaruh lingkungan dapat menimbulkan respon fisiologi. Kondisi lingkungan yang buruk dapat mengaktifkan proses neuro endokrin yang berpengaruh terhadap beberapa respon fisiologi *Daphnia* sp.. Adapun respon fisiologis tersebut antara lain berupa perubahan warna akibat akumulasi *haemoglobin* serta perubahan tipe reproduksi dari aseksual menjadi seksual oleh karena produksi anakan *Daphnia* sp. jantan (Rider *et al.*, 2005).

2.4. Sistim Hormonal

LaFont (2000) dalam Olmstead (2003) menjelaskan bahwa sistim hormon (endokrin) *crustacea* dan serangga memiliki persamaan, yaitu memiliki struktur neuro endokrin dan *peptide hormone* dan keduanya menggunakan dua tipe *lipid hormone*, *ecdysones* dan *juvenile hormone*. *Juvenile hormone* pada *crustacea* disebut *Methyl Farnesoate* yang dipercaya sebagai hormon pada kelas *crustacea*. Hormon tersebut disintesis oleh organ mandibular *crustacea decapoda* dan merupakan respon balik dari kelenjar sinus. *Methyl Farnesoate* pada *crustacea* memiliki peran penting dalam proses reproduksi (Homola and Chang, 1997; Laufer and Biggers, 2001 dalam Olmstead, 2003).

Daphnia magna merupakan salah satu spesies dari kelas *crustacean* yang memiliki *Methyl Farnesoate* dalam sistim endokrinnya. Olmsted and LeBlanc (2002) menyatakan *Methyl Farnesoate* berperan dalam menentukan jenis kelamin anakan *Daphnia magna* pada induk matang telur dalam ovarium. Namun hal tersebut juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama lingkungan yang dapat menimbulkan kondisi stres pada organisme tersebut (Rider *et al.*, 2005).

Stresor kimia lingkungan dapat memberikan respon balik terhadap sintesis *ecdysteroid* yang berperan sebagai *testosterone antagonizes*. Stresor tersebut bergabung dengan protein reseptor E75, kemudian terjadi regulasi negatif yang ditandai dengan aktifnya terpenoid hormon yakni *Methyl Farnesoate* (MF). Hal ini menyebabkan kegagalan pembentukan kelamin betina oleh *ecdysteroid-receptor transcription factor* (E:EcR:RXR), sehingga terbentuklah kelamin jantan (LeBlanc *et al.*, 2005).

Secara alami reproduksi *Daphnia* sp. dipengaruhi oleh beberapa variasi perubahan lingkungan diantaranya, perubahan fotoperiod, oksigen terlarut dan densitas populasi. Bahan kimia (logam, peptisida) dapat mempengaruhi reproduksi seksual *daphnia* sp dengan dua cara pertama. Merusak sistim endokrin hewan yaitu pada substansi seperti estrogen yang berimplikasi terhadap pergantian seksual (Donson, S *et al.* 2000). Mekanisme lain yaitu, logam dan peptisida merusak reseptor endokrin sehingga substansi endokrin tersebut tidak dapat berfungsi.

2.5. Uji toksisitas

Uji toksisitas umumnya dilakukan pada kondisi laboratorium untuk mengukur pengaruh suatu bahan pada organisme yang Pengaruh bahan kimia tersebut meliputi efek akut dan efek kronik. Efek akut suatu toksisitas menyebabkan kematian atau perubahan fungsi fisiologi. efek kronik muncul pada organisme yang diperlakukan komponen toksik pada level yang rendah dan periode yang lama.

Menurut Darmono (1995) Uji toksisitas dari suatu jenis logam biasanya dilakukan di laboratorium dengan standar bioasai, yang mana organisme airnya diekspose dengan logam yang dilarutkan dalam air pada dosis tertentu dalam

bentuk garam logam. Adapun hal yang harus diperhatikan dalam uji toksisitas antara lain temperatur (suhu) air, oksigen terlarut (DO) pada air tawar (Darmono, 1995). Oleh karena itu, pada awal dan akhir pengujian bahan toksik perlu dilakukan pengukuran kualitas air meliputi oksigen terlarut (DO), suhu, dan derajat keasaman (pH) (USEPA, 1996). Bioasai dilakukan dalam bentuk kondisi air statis (tidak mengalir) dengan menggunakan spesies yang relatif tahan dalam jangka waktu 48 jam untuk mendapatkan data toksisitas akut (Soemirat, 1995).

Evaluasi efek partikel toksitan dalam media oleh suatu organisme dinyatakan dalam derajat lethalitas, meliputi *lethal concentration* (LC 50) dan *lethal dose* (LD50). Yaitu konsentrasi atau dosis yang menunjukkan 50 persen organisme yang diperlakukan mati. sub lethal efek dapat dijelaskan sebagai *median effect concentration* (EC 50) atau *median effect doses* (ED 50) yaitu konsentrasi dimana 50 persen populasi terpengaruh oleh perlakuan (Hokdksinson, 2005).

2.6. Logam Berat dan Peptisida

Berawal dari kecelakaan merkuri (minamata) di Jepang tahun 1953, secara intensif isu pencemaran logam berat banyak diublikasikan. sejalam dengan hal tersebut berkembang berbagai penelitian untuk menciptakan teknologi dalam menangani polusi lingkungan dan pengaruh logam berat tersebut dalam seluruh aspek kehidupan mahluk hidup.

2.6.1. Logam Berat

Kadmium bersifat toksik ataupun juga dapat bersifat sangat toksik pada organisme akuatik (alga, invertebrata, dan ikan) pada waktu yang relatif singkat maupun jangka waktu relatif lama. Mikroorganisme invertebrata pada perairan menunjukkan tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap kadmium (Louekari *et al*, 2000). Tubuh biota perairan, jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biomagnifikasi di badan perairan. Tingkatan biota dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah kadmium yang terakumulasi. Apabila jumlah kadmium yang masuk kedalam

tubuh biota melampaui ambang batas, maka biota tersebut akan mengalami kematian. (Sunarto, 2007).

Kadmiun (Cd), timbal (Pb) dan merkury (Hg) merupakan the *big tree heavy metal* yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Timbal sangat beracun, timbal dapat merusak sistim syaraf, *hemetologic*, *hematotoxic* dan mempengaruhi kerja ginjal. (Suhendrayatna. 2001).

2.6.2. Diazinon

Diazinon adalah nama umum dari 0,0- diethyl 0-2-isoprophyl-6-methylpyrimidin-4-yl phosphorothioate (nama IUPAC), suatu pestisida organofosfat. Pestisida ini mempunyai nama dagang Basudin, Diazitol, Neocodol, Nucidol (Anonymous, 2000). Penampilan dasar pestisida ini adalah cairan jernih, tidak berwarna dengan bau busuk.

Diazinon ini diklasifikasikan sebagai pestisida dengan penggunaan terbatas. *Diazinon* diklasifikasikan dalam toksisitas kelas II (sedang) dan III (ringan), *Diazinon* efektif untuk membasmi insekta, spektrum aktivitasnya pada insekta bersayap (lalat, nyamuk), insekta merayap (kecoa, semut dan caplak), laba-laba. Penggunaan yang utama pada pertanian padi, buah-buahan, kebun anggur, tebu, jagung dan tembakau (Exttoxnet, 1996). Di Indonesia, *Diazinon* juga digunakan di tambak-tambak ikan untuk membunuh hewan renik dan serangga air yang menjadi pesaing dalam mencari makanan bagi benih ikan

Menurut Exttoxnet (1996) efek toksik *Diazinon* terjadi akibat dari inhibisi cholinesterase, suatu enzim yang diperlukan dalam sistem saraf pusat. Dosis yang menghasilkan efek toksik bervariasi tergantung jenis spesies.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkatan perubahan warna *Daphnia* sp. pada pemaparan beberapa konsentrasi (0 -LC 50 48 jam) logam berat (Cd, Pb) dan *Diazinon* dan untuk mengetahui perubahan rasio sex anakan *Daphnia* sp. pada beberapa konsentrasi (0 -LC 50 48 jam) logam berat (Cd, Pb) dan *Diazinon*

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi perubahan tingkatan warna, sex rasio anakan *Daphnia* sp. akibat pemaparan beberapa konsentrasi bahan toksik (logam berat & petisida). Hasil penelitian ini akan menjadi dasar pengembangan teknologi alternatif deteksi pencemaran lingkungan perairan menggunakan *Daphnia* sp.. guna membangun kewaspadaan terhadap akibat pencemaran lingkungan (*Early warning*)

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 September – 10 November 2008 di Laboratorium, Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga.

4.2 Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan terdiri dari bahan dan alat penelitian. Bahan yang digunakan adalah *Daphnia* sp. betina dewasa kelamin (D7), senyawa logam berat kadmium klorida ($CdCl_2$), *Diazinon*. Timbal nitrat, bahan titrasi DO Wingkler klorin, air PDAM. dedak padi. Alat penelitian yang digunakan adalah mikroskop binokuler, obyek glass, *cover glass*, pipet, saringan plankton, aerator enam titik, selang aerasi, termometer, amoniak tes kit, pH meter, pH paper, tissue, dan bak hitam, akuarium.

4.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok pada pemberian konsentrasi logam berat kadmium, timbal dan diazenon. Tiap kelompok terdiri atas 5 perlakuan dengan 4 ulangan. konsentrasi bahan toksitan yang diuji (Cd, Pb dan *Diazinon*) untuk masing masing perlakuan pada kisaran antara 0 ppm sampai dengan LD 50 48 jam.

4.4 Tahaan Penelitian

A. Persiapan Media

Media yang digunakan adalah air tawar (PDAM) yang diaerasi terlebih dahulu selama 3 hari untuk menjaga k optimal. Selanjutnya dilakukan pengukuran kualitas: pertumbuhan *Daphnia* sp.

b. Penyediaan Induk Betina *Daphnia* sp.

Daphnia sp. *stater* diperoleh dari hasil penetasan *ephippium*. Kemudian dikultur dengan menggunakan teknologi *Daily feeding* menggunakan rendaman dedak (Shofy, 2008), setelah *Daphnia* sp. telah matang gonad, siap untuk digunakan untuk perlakuan.

c. Penentuan konsentrasi Logam Berat Kadmium

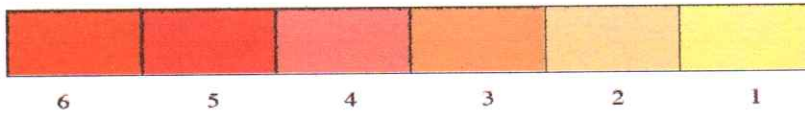
Penentuan konsentrasi logam berat dalam perlakuan ini dilakukan dengan pengujian LD 50 untuk masing –masing toksitan.(Cd, Pb dan *Diazinon*). Dimulai dengan penyediaan air sebanyak 1 liter yang diisi 50 ekor *Daphnia* sp. betina dewasa (D.7), kemudian ditambahkan toksitan untuk 6 perlakuan dengan 2 ulangan, setelah 48 jam pemaparan, diamati berapa jumlah *Daphnia* sp. yang hidup dan mati. Pada penelitian pendahuluan ini didapatkan LD 50 Pb sebesar 3.63 mg/l, LD 50 Cd sebesar 0,0004 mg/l dan LD 50 *Diazinon* sebesar 0, 75 ug/l

d. Penelitian Utama

Penelitian terdiri dari 3 kelompok perlakuan (Cd, Pb dan *Diazinon*), tiap kelompok terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan. dalam penelitian ini adalah perlakuan A dosis 25% (LC₅₀, 48 jam), perlakuan B dosis 50% (LC₅₀, 48 jam), perlakuan C dosis 75% (LC₅₀, 48 jam), perlakuan D 100% (LC₅₀, 48 jam) dan perlakuan kontrol untuk masing masing kelompok

1. Pengamatan Perubahan Warna

Sebanyak 20 ekor *Daphnia* sp. matang gonad dipelihara dalam wadah volume 0,5 liter dan di tambahkan beberapa konsentrasi (0 - LD 50 48 jam) logam berat Cd, Pb dan diazenon sesuai kelompoknya. setelah waktu 48 jam diambil 5 ekor sampel *Daphnia* induk, kemudian diskoring menurut perubahan warna yang terjadi. dengan metode skoring warna modifikasi Deken, (2005) menggunakan warna indikator pH kertas.

Daphnia Color Scale

(modifikasi Dekken, 2005)

2. Pengamatan Rasio Jantan Betina

Pengamatan rasio *sex* jantan dan betina dilakukan pada hari ke – 4 dengan mengambil anakan *Daphnia* sp kurangnnya 5 ekor tiap perlakuan, selanjutnya dilakukan identifikasi dan penghitungan jumlah anakan jantan dan betina menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100 x

3. Pengukuran kualitas air

Parameter kualiatas air yang diamati pada awal dan akhir penelitian meliputi pengukuran oksigen Terlarut (DO), suhu Air, derajat keasaman (pH), amoniak.

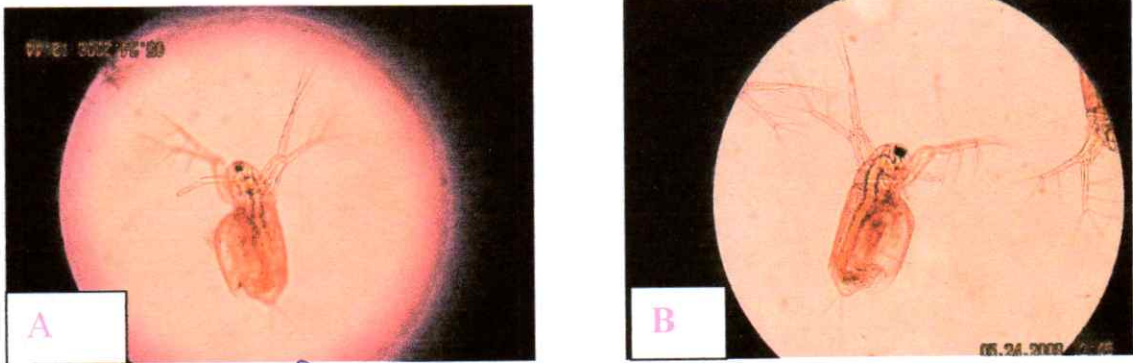
4.3.4 Analisis Data

Data penelitian dianalisis secara statistik dengan mennggunakan ANAVA. Data yang dihasilkan bila terdapat perbedaan dapat dilakukan uji lanjutan. Uji lanjutan yang dapat digunakan adalah Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan' Multiple Range Test*) (Kusriningrum, 2008). untuk mengetahui perbedaan perlakuan pada setiap kelompok terhadap indeko warna dan rasio sex. Hubungan antara perlakuan dalam kelompok dianalisis lebih lanjut dengan regresi linier (logarithmik)

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

Identifikasi *Daphnia* sp. jantan didasarkan ada ukuran tubuh dan panjang dari antenna pertamanya. Dari Gambar 1. terlihat *Daphnia* sp. jantan (A) tubuhnya lebih ramping dan antenna pertamanya lebih panjang dan terlihat dua lekukan, hal ini berbeda dengan *Daphnia* sp. betina (B) yang lebih gemuk dan antenna pertamanya pendek dan satu lekukan.



Gambar 1. Hasil Identifikasi *Daphnia* sp A. Jantan dan B, betina

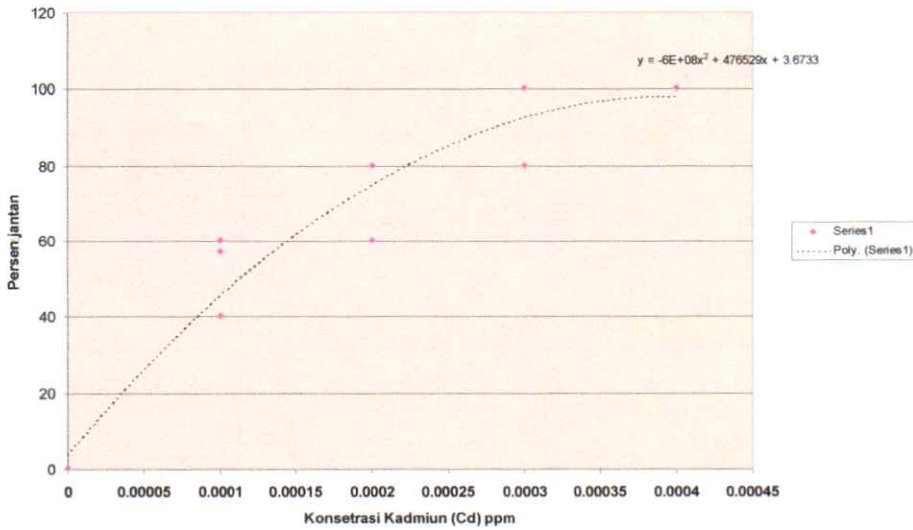
Tabel.1. Rasio sex (persen jantan) anakan *Daphnia* sp pada pemaparan induk dengan logam berat (Cd, Pb) dan diazenonada pada konsentrasi berbeda

Perlakuan	Sex Rasio (persen jantan)		
	Kadmium	Timbal	Diazenon
A (Kontrol)	0 ^c	0 ^d	0 ^d
B (25% LD 50)	54.29 ^d	42.59 ^c	15.42 ^c
C (50% LD 50)	70 ^c	53.13 ^{bc}	31.55 ^b
D (75% Ld 50)	90 ^b	66.82 ^b	38.39 ^b
E (Ld 50)	100 ^a	92.26 ^a	63.33 ^a

Keterangan : superskrip yang berberda pada kolom yang sama menunjukkan hasil rasio sex anakan *Daphnia* sp. yang berbeda nyata ($p < 0.05$)

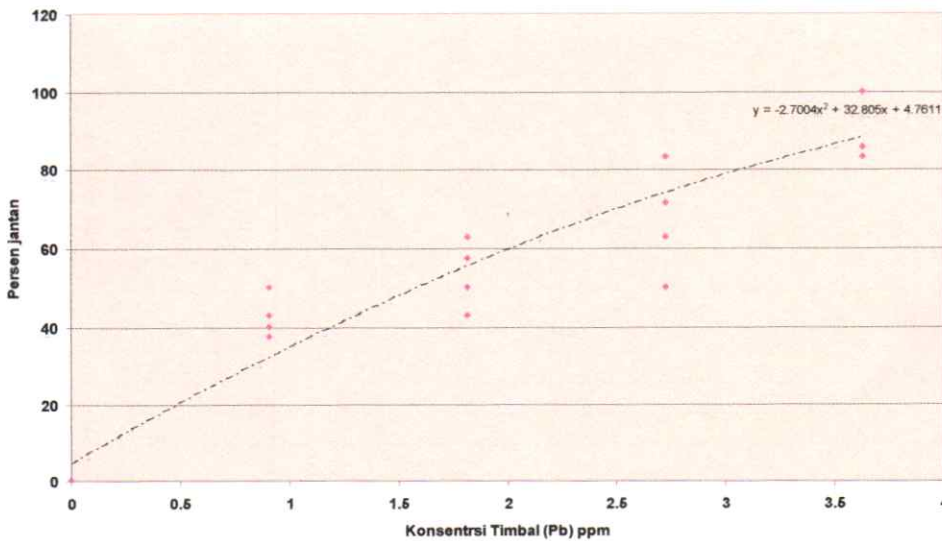
Hasil ANOVA menunjukan perlakuan pemaparan logam berat (Cd, Pb) dan *Diazinon* memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0.05$) terhadap rasio sex anakan *Daphnia* sp. Perlakuan E (LD 50) menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) dengan perlakuan D, C, B dan A.. Rasio sex anakan jantan tertinggi terjadi pada perlakuan E (LD 50) baik untuk kelompok Kadmium: Timbal (92.26%) dan *Diazinon* (63.33%). sedangkan rasio sex ana

pada perlakuan A baik untuk kelompok Kadmium (0%), Timbal (0%) dan Diazinon (0%).



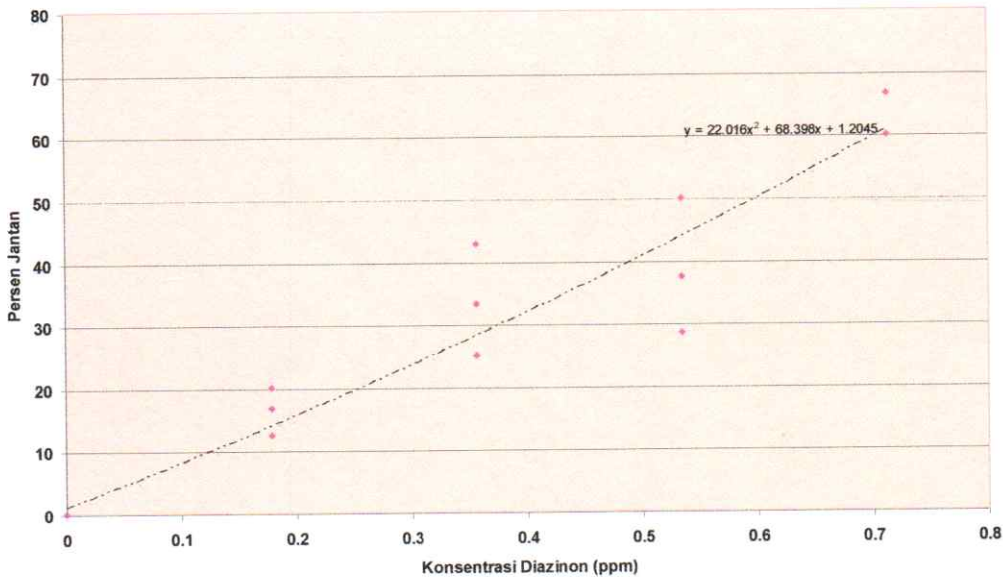
Gambar 2. Hubungan Pemaparan konsentrasi kadmium (Cd) yang berbeda pada indukan *Daphnia* sp. terhadap prosentasi

Gambar 2 menunjukkan peningkatan konsentrasi Cd yang dipaparkan pada induk *Daphnia* sp. berkolerasi positif terhadap jumlah anakan jantan yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi Cd yang dipaparkan pada indukan, semakin besar pula jumlah anakan jantan yang dihasilkan. Pemaparan Cd pada konsentrasi 0.0004 ppm (LD 50) menghasilkan anakan jantan 100%.



Gambar 3.. Hubungan Pemaparan konsentrasi Timbal (Pb) yang berbeda pada indukan *Daphnia* sp. terhadap prosentasi anakan jantan.

Gambar 3. menunjukkan peningkatan konsentrasi Pb yang dipaparkan pada indukan *Daphnia* sp. berkolerasi positif terhadap jumlah anakan jantan yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi Pb yang dipaparkan pada indukan semakin banyak pula jumlah anakan jantan yang dihasilkan. Pemaparan Cd pada konsentrasi 3.63 ppm (LD 50) menghasilkan anakan jantan 92.26 %.



Gambar 4. Hubungan Pemaparan konsentrasi *Diazinon* yang berbeda pada induk *Daphnia* sp. terhadap prosentasi anakan jantan.

Gambar 4. menunjukkan peningkatan konsentrasi *Diazinon* yang dipaparkan pada induk *Daphnia* sp. berkolerasi positif terhadap jumlah anakan jantan yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi *Diazinon* yang dipaparkan pada indukan semakin besar pula jumlah anakan jantan yang dihasilkan. Pemaparan *Diazinon* pada konsentrasi 0.7112 ug/l (LD 50) menghasilkan anakan jantan 63.33 %. produksi anakan jantan hasil pemaparan *Diazinon* paling rendah bila dibandingkan dengan produksi anakan hasil pemaparan logam berat Cd dan Pb,

Tabel.2. Skoring *Daphnia* sp. pada pemaparan logam berat (Cd, Pb) dan Diazinon pada konsentrasi berbeda

Perlakuan	Skoring Warna		
	Kadmium	Timbal	Diazenon
A (Kontrol)	1.1	1.1	1.05
B (25% LD 50)	1.1	1.1	1.15
C (50% LD 50)	1.2	1.1	1.05
D (75% Ld 50)	1.2	1.1	1.1
E (Ld 50)	1.2	1.15	1.15

Keterangan : superskrip yang berberda pada kolom yang sama menunjukkan hasil rasio sex anakan *Daphnia* sp. yang berbeda nyata ($p < 0.05$)

Hasil ANOVA menunjukkan perlakuan pemaparan logam berat (Cd, Pb) dan Diazenon tidak berpengaruh yang nyata ($p < 0.05$) terhadap skoring warna *Daphnia* sp. induk.. Peningkatan kosentrasi toksitan tidak berpengaruh terhadap perubahan warna *Daphnia* sp. induk.

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian, meliputi; pH. Oksigen terlarut suhu dan amoniak dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan (Tabel. 3.) sehingga kondisi kualitas air tersebut (pH. Oksigen terlarut, suhu dan amoniak) tidak merupakan stresor dan tidak mempengaruhi rasio sex anakan dan skoring warna *Daphnia* sp..

Tabel 3 . Nilai kualitas air pada media pemeliharaan *Daphnia* sp.

Parameter	Nilai
pH	8.0 – 8.5
Oksigen terlarut	8.5 – 9.0 mg/l
Suhu	26 – 27° C
Amoniak	0 – 0.03 mg/l

5.2 Pembahasan

Hasil pengamatan *rasio sex* pada perlakuan pemaparan logam (Cd,Pb) dan Diazinon menunjukkan perbedaan nilai *rasio sex* yang ditandai dengan terbentuknya anakan jantan. *Daphnia* sp. berkembang biak secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan parthenogenesis yaitu kemampuan berkembang biak tanpa adanya fertilisasi (Clare, 2002) yang menghasilkan anakan berkelamin betina.

Secara alami, apabila kualitas dan kuantitas pakan menurun serta populasi yang terlalu padat, akan menginduksi produksi anakan berkelamin jantan (Hebert, 1978 dalam Rider *et al*, 2005). Dalam penelitian ini, dengan jumlah populasi 20 ekor/L, pemberian pakan yang cukup (*diurnal feeding*) dan anakan *Daphnia* sp. kontrol 100 % betina, menunjukkan bahwa pakan dan populasi bukan stresor pembentukan anakan jantan. Demikian juga oksigen terlarut selama penelitian (8.5-9.0 mg/l), suhu (26-27oC), Amoniak (0 -0.03 mg/l) serta Derajat Keasaman (8.0-8.5) masih dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan *Daphnia* sp, sehingga tidak menginduksi pembentukan anakan jantan

Toksitan. logam berat (Cd,Pb) dan *Diazinon* mempengaruhi diferensiasi sex anakan *Daphnia* sp. LeBlanc *et al.*,(2005),menyatakan; Stresor kimia lingkungan dapat memberikan respon balik terhadap sintesis *ecdysteroid* yang berperan sebagai *testosterone antagonizes*. J Ochlmán, S Ochlmán (2003) menambahkan bahwa Cd, Pb dan *Diazinon*, merupakan toksitan yang dapat menurunkan level *ecdysteroid* crustacea, penurunan ini berpengaruh terhadap perkembangan larva dan dapat mempengaruhi perubahan sex hingga terbentuknya spesies inter seksual.

Kelainan sistim endokrin akan mempengaruhi beberapa proses dalam tubuh organisme, antara lain pertumbuhan dan reproduksi. LeBlanc *et al.*,(2005), menyatakan bahwa; stresor kimia akan terikat pada protein reseptor E75, kemudian terjadi regulasi negatif yang ditandai dengan aktifnya terpenoid hormon yakni *Methyl Farnesoate* (MF). Hal ini yang menyebabkan kegagalan pembentukan kelamin betina oleh *ecdysteroid-receptor transcription factor* (E:EcR:RXR), sehingga terbentuklah anakan berkelamin jantan. Semakin meningkat konsentrasi toksitan, semakin meningkat pula persentasi anakan jantan yang dihasilkan indukan *Daphnia* sp.

Hubungan konsentrasi Cd terhadap prosentasi anakan jantan *Daphnia* sp. yaitu $y = -6E+08x^2 + 476529x + 3.6733$. hubungan konsentrasi Pb terhadap anakan jantan *Daphnia* sp. yaitu $y = -2.7004x^2 + 32.805x + 4.7611$. Hubungan Konsentrasi *Diazinon* terhadap persentasi anakan jantan *Daphnia* sp. yaitu; $y = 22.016x^2 + 68.398x + 1.2045$, hal ini menunjukkan, semakin tinggi

konsentrasi pemaparan Cd, Pb dan *Diazinon* semakin tinggi pula anakan jantan *Daphnia* sp. yang dihasilkan. Terbentuknya anakan jantan *Daphnia* sp. ini karena, terjadinya penghambatan terhadap *ecdysteroid* dan teraktifasinya pembentukan *Methyl Farnesoate* (MF). Semakin tinggi konsentrasi toksitan (logam (Cd,Pb) dan *Diazinon*), semakin banyak *Daphnia* sp yang terinduksi untuk memproduksi *Methyl Farnesoate* (MF) sehingga semakin besar persentasi anakan jantan.

Perbedaan persentasi anakan jantan antara pemaparan Cd dan Pb, lebih disebabkan derajat toksisitas Cd yang lebih besar dari Pb. Nilai LD 50 Cd, (0.004 mg/l) dan nilai LD 50 Pb (3.63 mg/l), menunjukkan Cd lebih toksik dibandingkan dengan Pb. Diazinon adalah senyawa kompleks yang mudah menguap. Di perairan alami, waktu paruhnya 5-15 hari (Anonymous, 2000) dan dalam air bersih *Diazinon* hilang dalam waktu 7 hari dari tubuh organisme. Pemberian aerasi selama penelitian menyebabkan diazenon lebih cepat menghilang dalam air sehingga persentasi anakan jantan *Daphnia* sp. lebih rendah dari pemaparan Cd dan Pb

Menurut Rider *et al*, (2005), sintesa hemoglobin diatur oleh hormon terpenoid, konsentrasi hemoglobin meningkat secara signifikan pada pemaparan hormon *Methyl Farnesoate* (MF) dan beberapa sintesis *hormon juvenoid*. Potensi hormon terpenoid untuk meningkatkan konsentrasi hemoglobin dan induksi anakan jantan berkorelasi positif. Lahirnya anakan jantan *Daphnia* sp. pada penelitian ini mengindikasikan peningkatan *Methyl Farnesoate* (MF). Namun demikian tidak terjadi peningkatan sintesa hemoglobin (peningkatan skoring warna) yang signifikan pada pemaparan logam berat (Cd,Pb) dan *Diazinon* sampai pada konsentrasi LD 50 dimana anakan jantannya mencapai 100%.

Dekken A (2005) menyatakan *Daphnia* sp. yang dikondisikan pada oksigen rendah (hypoxia) akan meningkatkan produksi hemoglobinnya, sehingga pada bagian luar karapace akan terlihat berwarna merah, Peningkatan produksi hemoglobin untuk membantu transport oksigen didalam tubuh, sehingga kebutuhan oksigen dapat terpenuhi meskipun oksigen lingkungan rendah

Hemoglobin *Daphnia* sp terdiri atas subunit hb1, hb2 dan hb3. Zeit *at al* (2003) dalam Eads.B.D *et al* (2007) menyatakan, konsentrasi mRNA sub unit

hb2 dan hb3 meningkat selama kondisi *hypoxia*, tidak demikian halnya sub unit hb1.

Gorr et al (2006) dalam Eads.B.D et al (2007) mengidentifikasi adanya ikatan *Juvenoid Resp.on Element* (JRE) dengan *Juvenoid Hormon Analoge* (JHA) di wilayah *promotor region* gen hb2. penambahan *pyriproxyten* (JHA) mengaktifasi sintesa mRNA hb2 hemoglobin *Daphnia magna*. Hasil penelitian lain Gorr et al (2004) dalam Eads.B.D et al (2007) menunjukkan bahwa ikatan *Hypoxia Inducible Factor* (HIF) dengan *Hypoxia Resp.onse Element* (HRE) juga ditemukan di *promotor region* dari gen hb2 *Daphnia magna*. Hal ini menunjukkan, sintesa hemoglobin *Daphnia sp* dipengaruhi oleh jalur signal terpenoid dari hormon *Methyl Farnosoate* (*Juvenoid hormone*) dan jalur *Hypoxia*.

Pemaparan logam berat Cd, Pb dan *Diazinon* yang mempengaruhi rasio sex tetapi tidak mempengaruhi skoring warna, membuktikan dalam kondisi oksigen terlarut tinggi (8.5-9.0), *Methyl Farnosoate* tidak mampu menginduksi produksi hemoglobin. Karena pada prinsipnya Hemoglobin didalam tubuh *Daphnia sp.* adalah bentuk adaptasi terhadap toleransi oksigen terlarut yang rendah. Sehingga ketika oksigen tinggi, sintesa hemoglobin bukan merupakan suatu kebutuhan

Rasio sex anakan *Daphnia sp.* merupakan parameter yang lebih signifikan untuk melihat respon *Daphnia sp.* terhadap stresor logam berat dan *Dioazenon*. Studi lebih lanjut ditekankan pada aplikasi *Daphnia sp.* terhadap kualitas air suatu perairan untuk menguji lebi lanjut efektifitas *Daphnia sp.* sebagai biosensor sebagai salah satu metode alternatif untuk mengetahui pencemaran perairan secara lebih dini.

VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pemaparan logam berat (Pb, Cd) dan diazenon pada indukan *Daphnia* sp. berpengaruh terhadap rasio sex anakan jantan tetapi tidak berpengaruh terhadap skoring warna (sintesa hemoglobin) pada kondisi konsentrasi oksigen terlarut tinggi. Rasio sex anakan *Daphnia* sp. merupakan parameter yang lebih signifikan untuk melihat respon *Daphnia* sp. terhadap stresor logam berat dan *Dioazenon*

6.1. Saran

Studi lebih lanjut pada aplikasi *Daphnia* sp. terhadap kualitas air suatu perairan untuk menguji lebih lanjut efektifitas *Daphnia* sp. sebagai biosensor sebagai metode alternatif untuk mengetahui pencemaran perairan secara lebih dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2000. Pencemaran Pestisida dan Pencegahannya. <http://www.infokes.com/today/artikel.view.html>. 12/05/08.
- Clare, J. 2004. *Daphnia*. An Aquarist's Guide. <http://www.caudata.org/daphnia>. 12/05/08. 13 hal.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 133 hal.
- Dekken, A. 2005. Seeing Red: *Daphnia* and Hemoglobin. Ste. Genevieve du Bois School. Warson Woods, Missouri. Summer Research Fellowship for Science Teachers. Washington University Science Outreach. 35 hal.
- Dodson, S, Merritt, C, Shurin, J, Redman, K. 2000. *Daphnia* Reproductive Bioassay for Testing Toxicity of Aqueous Sample and Presence of an Endocrine Disrupter. P. 1-7.
- Eads. BO., J. Andrews and JK. Colbourne (2007). Ecological Genomics in *Daphnia*: Stress Responses and Environmental Sex Determination. Center For Genomics and Bioinformatics, Indiana University Bloomington, Bloomington, IN USA and Departement of Biology, Indiana University Bloomington, Bloomington , IN USA.
- Ebert, D. 2005. Ecology, Epidemiology and Evolution of Parasitism in *Daphnia*. University of Basel. Switzerland. 11 p.
- Extention Toxicology Network (EXTOXNET). 1996. Pesticide Information Profiles: Diazinon. <http://ace.aceorst.edu/info/extoxnet/pips/diazinon.htm>. 1/07/08. 4 hal.
- Hodkinson, I, D. 2005. Terrestrial and Aquatic Invertebrates as Bioindicators of Environmental Monitoring, with Particular References to Mountain Ecosystems. Liverpool John Moores University, Byrom street. Liverpool. 18 hal.
- J. Ochlan and V. Schnite Ochlman. 2003. Endocrine Disruption in Invertebrata. Pure Applchem. Vol 75. Nos 11 – 12 pp. 2007. 2218.
- Jalius. 2006. Limbah Kimia dan Pengaruhnya Terhadap Reproduksi Hewan. Institut Pertanian Bogor.
- Kusriningrum, R. S. 2008. Perancangan Percobaan. Airlangga University Press. Surabaya. Hal 43-50.

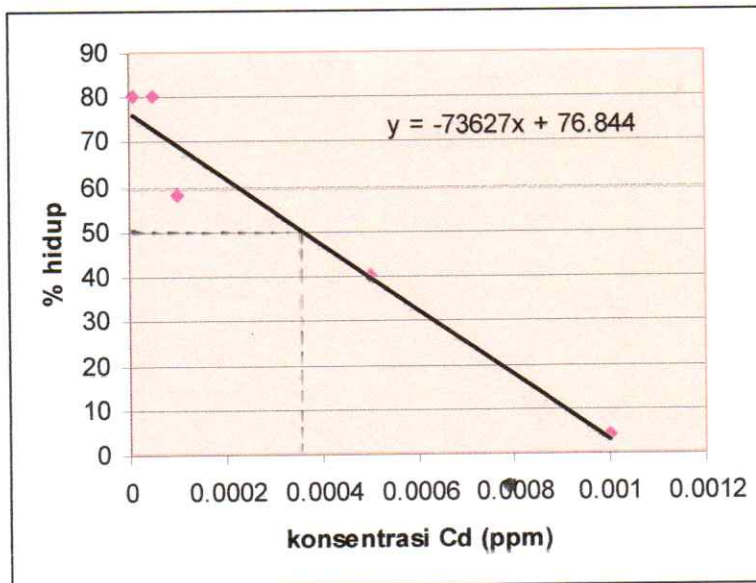
- Laufer, H. and Biggers, W, J. 2001. Unfying Concepts from Methyl Farnesoate for Invertebrate Reproduction and Post – Embryonic Development. Departement of Molecular and Cell Biology. University of Connecticut. Massachussetts. pp 442-457.
- Lavens, P and P. Sorgeloos. 1996. Manual on the Production of Use of Live Food Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Fisheries Technical Paper 361. Rome. 14 hal.
- LeBlanc, G, A., A. W, Olmsteated., Xueyan Mu., H. Y. Wang., B. Reeves and Hong Li. 2002. Mechanistic Approches to Screening Chemicals for Endocrine Toxicity Using an Invertebrate. Departement of Environmental and Molecular Toxicology. North Carolina State University, Raleigh, NC. 1 p.
- Miller, C. 2004. *Daphnia pulex*. Dalam: <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/>. 3 hal.
- Mustaruddin, M., Sri Saeni., S. Hardjomidjojo dan Bunasor Sanim. 2005. Model Pencemaran Perairan Umum dan Ikan Air Tawar oleh Logam Berat Limbah Industri (Studi Kasus pada Perairan Umum Cakung Dalam, Jakarta Utara). Dinas Perikanan dan Kelautan Pusat.
- Olmsteated and LeBlanc. 2002a. Effect of Endocrine Active Chemical on The Development of Sex Characteristic of *Daphnia magna*. Departement of Toxicology North Caroline. USA. pp 731-735.
- Olmsteated and LeBlanc. 2002b. The Juvenoid Hormon Methyl Farnesoate is a Sex Determinant in the Crustacean *Daphnia magna*. Departement of Toxicology North Caroline. USA. pp 736-739.
- Olmsteated, W. A. 2003. Environtmental Toxicant Effect on Sexual Reproduction in *Daphnia Magna*. Dissertasions submitted to the Graduate Faculty of North Caroline State University. USA. 7 hal
- Rider, C. V., Gorr., A. W. Olmstead, B. A. Wasilak and G. A. LeBlanc. 2005. Stress Signaling: Coregulation of Hemoglobin and Male Sex Determination Through a Terpenoid Signaling Pathway in a Crustacean. Departement of Environmental and Molecular Toxicology. North Carolina State University, Raleigh. USA. p. 15-23.
- Rottman, R. W., J. S Graves, C. Watson and R. P. E. Yanong. 2003. Culture Techniques of Moina: The Ideal Daphnia For Feeding Freshwater Fish Fry. Departement of Fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida. <http://www.simplifydiscus.com.all>. 12/05/08. 8 hal.

- Shofy. 2007. Teknologi Daily Feeding Menggunakan Rendaman Dedak Terhadap Kualitas air dan Populasi *Daphnia* sp. Buletin Ilmiah Perikanan. Universitas Airlangga.
- Soemirat, J. 1994. Toksikologi Lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. hal. 137-162.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme. OSTECS. Jepang.
- Sunarto. 2007. Bioindikator Pencemar Logam Berat (Cd) Dengan Analisis Struktur Mikroanatomi, Efisiensi Fungsi Insang, Morfologi dan Kondisi Cangkang Kerang Air Tawar (*Anodonta woodiana* Lea). Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Airlangga. Surabaya. 14 hal.
- USEPA. 1996. Aquatic Invertebrate Acute Toxicity Test Freshwater Daphnids. Report. No. EPA-712C-96-114. United States Environmental Protection Agency, Washington, D. C. p. 96-114.

Lampiran 1. Perhitungan Nilai LD 50 48 jam Cd, Pb dan Diazenon

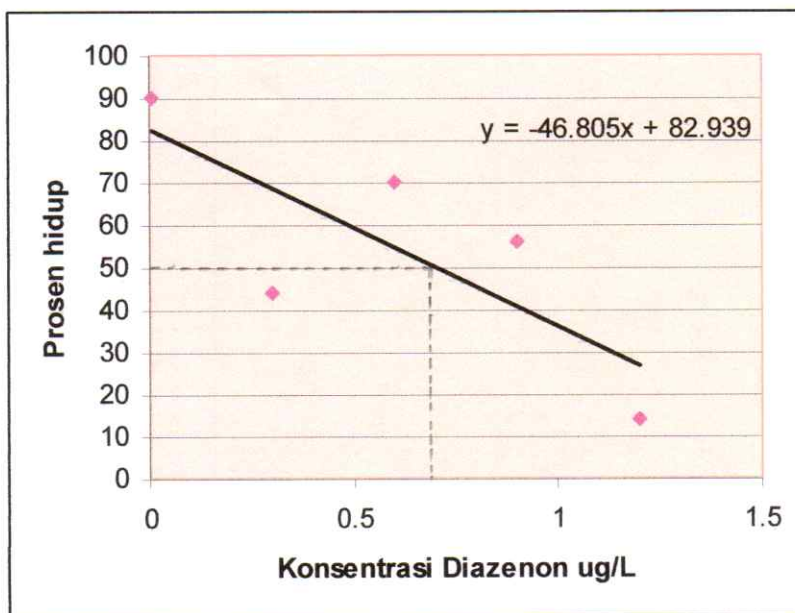
Tabel 4. Jumlah *Daphnia* sp yang hidup dalam beberapa konsentrasi kadmium (Cd)

No	Dosis konsentrasi kadmium (Cd) (mg/l)	Jumlah <i>Daphnia magna</i> hidup (ekor)
1	0,001	2
2	0,0005	20
3	0,0001	29
4	0,00001	40
5	0,000005	40

Gambar 5. Perhitungan LD50 48 jam Cd. berdasarkan regresi linear konsentrasi Cd terhadap prosentasi hidup *Daphnia* sp

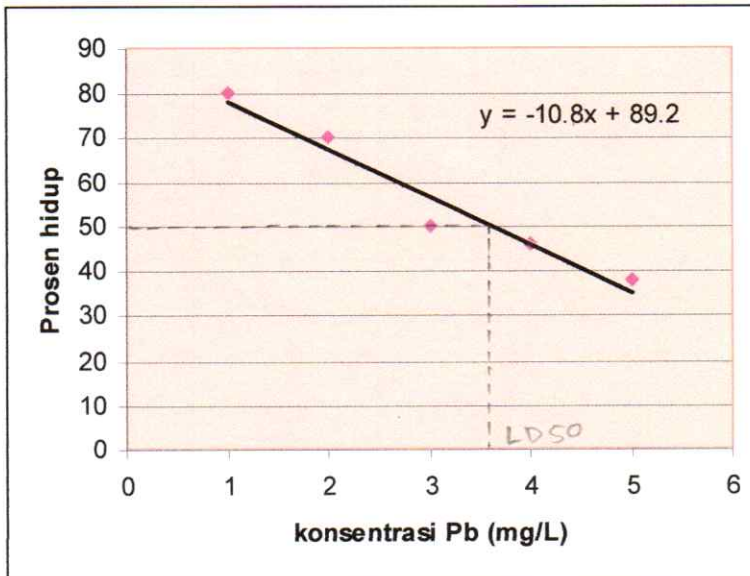
Tabel 5. Jumlah *Daphnia* sp yang hidup dalam beberapa konsentrasi *Diazinon*

No	Dosis konsentrasi Diazinon (ug/l)	Jumlah <i>Daphnia magna</i> hidup (ekor)
1	1.2	7
2	0.9	28
3	0.6	35
4	0.3	22
5	0.06	45

Gambar 6. Perhitungan LD50 48 jam *Diazinon*. berdasarkan regresi linear konsentrasi *Diazinon* terhadap prosentasi hidup *Daphnia* sp

Tabel 6. Jumlah *Daphnia* sp yang hidup dalam beberapa konsentrasi logam berat Timbal (Pb)

No	Dosis konsentrasi Pb.(mg/l)	Jumlah <i>Daphnia magna</i> hidup (ekor)
1	1	40
2	2	35
3	3	26
4	4	23
5	5	19



Gambar 7. Perhitungan LD50 48 jam Pb. berdasarkan regresi linear konsentrasi Pb terhadap prosentasi hidup *Daphnia* sp

Lampiran 2. Analisa data rasio sex anakan *Daphnia* sp pada pemaparan insektisida Diazinon

Perlakuan	Ulangan	Jumlah	Jantan	Prosentase
A	1	10	0	0
	2	10	0	0
	3	10	0	0
	4	10	0	0
	Total	40	0	0
	Rata – rata	10	0	0
B	1	10	2	20
	2	6	1	16,67
	3	8	1	12,5
	4	8	1	12,5
	Total	32	5	61,67
	Rata – rata	8	1,2	15,42
C	1	8	2	25
	2	7	3	42,86
	3	6	2	33,33
	4	8	2	25
	Total	29	10	126,19
	Rata – rata	7,25	2,5	31,55
D	1	6	3	50
	2	7	2	28,57
	3	8	3	37,5
	4	8	3	37,5
	Total	29	11	153,57
	Rata – rata	7,29	2,75	38,39
E	1	5	3	60
	2	6	4	66,67
	3	5	3	60
	4	6	4	66,67
	Total	22	14	253,34
	Rata – rata	5,5	3,5	63,33

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata - rata
	1	2	3	4		
A	0	0	0	0	0	0
B	20	16,67	12,5	12,5	61,67	15,42
C	25	42,86	33,33	25	126,19	31,55
D	50	28,57	37,5	37,5	153,57	38,39
E	60	66,67	60	66,67	253,34	63,33
Total	155	154,77	143,33	141,67	594,77	
Rata - rata	31	30,95	28,67	28,33	118,95	

$$FK = \frac{594,77^2}{5 \times 4} = 17687,57$$

$$\begin{aligned} JKT &= 0^2 + 20^2 + 25^2 + \dots + 66,67^2 - FK \\ &= 27406,78 - 17687,57 \\ &= 9719,21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{0^2 + 61,67^2 + 126,19^2 + 153,57^2 + 253,34^2}{4} - FK \\ &= 26873,001 - 17687,57 \\ &= 9185,43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKS &= JKT - JKP \\ &= 9719,21 - 9185,43 \\ &= 533,78 \end{aligned}$$

Sidik Ragam

S.K	d.b	J.K	K.T	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	9185,43	2296,36	64,52**	3,06	4,89
Sisa	15	533,78	35,59			
Total	19	9719,21				

Uji jarak Duncan :

$$\begin{aligned} Se &= \sqrt{\frac{KTS}{n}} = \sqrt{\frac{35,59}{4}} \\ &= \sqrt{8,89} = 2,98 \end{aligned}$$

LSR = SSR x Se

Perlakuan	Rata-rata (x)	BEDA				P	SSR	LSR
		(x-A)	(x-B)	(x-C)	(x-D)			
E	63,33 ^a	63,33*	47,91*	31,78*	24,94*	5	3,31	9,86
D	38,39 ^b	38,39*	22,97*	6,84		4	3,25	9,68
C	31,55 ^b	31,55*	16,13*			3	3,16	9,42
B	15,42 ^c	15,42*				2	3,01	8,97
A	0 ^d							

Lampiran 3. Analisa data rasio sex anakan *Daphnia* sp pada pemaparan logam berat timbal (Pb)

Perlakuan	Ulangan	Jumlah	Jantan	Prosentase
A	1	10	0	0
	2	10	0	0
	3	10	0	0
	4	10	0	0
	Total	40	0	0
	Rata – rata	10	0	0
B	1	8	4	50
	2	10	4	40
	3	7	3	42,86
	4	8	3	37,5
	Total	33	14	170,36
	Rata – rata	8,25	3,5	42,59
C	1	8	5	62,5
	2	7	4	57,14
	3	7	3	42,86
	4	6	3	50
	Total	28	15	212,5
	Rata – rata	7	3,75	53,13
D	1	6	3	50
	2	6	5	83,33
	3	7	5	71,43
	4	8	5	62,5
	Total	27	18	267,26
	Rata – rata	6,75	4,5	66,82
E	1	5	5	100
	2	7	6	85,71
	3	6	5	83,33
	4	6	6	100
	Total	24	22	369,04
	Rata – rata	6	5,5	92,26

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata - rata
	1	2	3	4		
A	0	0	0	0	0	0
B	50	40	42,86	37,5	170,36	42,59
C	62,5	57,14	42,86	50	212,5	53,13
D	50	83,33	71,43	62,5	267,26	66,82
E	100	85,71	83,33	100	369,04	92,26
Total	262,5	266,18	240,48	250	1019,16	
Rata - rata	52,5	53,24	48,09	50	203,83	

$$FK = \frac{1019,83^2}{5 \times 4} = 52002,66$$

$$JKT = 0^2 + 50^2 + 62,5^2 + \dots + 100^2 - FK$$

$$= 71593,92 - 52002,66$$

$$= 19591,26$$

$$JKP = \frac{0^2 + 170,36^2 + 212,5^2 + 267,26^2 + 369,04^2}{4} - FK$$

$$= 70449,30 - 52002,6$$

$$= 18446,64$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 19591,26 - 18446,64$$

$$= 1144,62$$

Sidik Ragam

S.K	d.b	J.K	K.T	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	18446,64	4611,66	60,43**	3,06	4,89
Sisa	15	1144,62	76,31			
Total	19	19591,26				

Uji jarak Duncan :

$$Se = \sqrt{\frac{KTS}{n}} = \sqrt{\frac{76,31}{4}}$$

$$= \sqrt{19,08} = 4,37$$

$$LSR = SSR \times Se$$

Perlakuan	Rata-rata (x)	BEDA				P	SSR	LSR
		(x-A)	(x-B)	(x-C)	(x-D)			
E	92,26 ^a	92,26*	49,67*	39,13*	25,44*	5	3,31	14,46
D	66,82 ^b	66,82*	24,23*	13,69*		4	3,25	14,20
C	53,13 ^{bc}	53,13*	10,54			3	3,16	13,81
B	42,59 ^c	42,59*				2	3,01	13,15
A	0 ^d							

Lampiran 4. Analisa data rasio sex anakan *Daphnia* sp. pada pemaparan logam berat cadmium (Cd)

Perlakuan	Ulangan	Jumlah	Jantan	Prosentase
A	1	10	0	0
	2	10	0	0
	3	10	0	0
	4	10	0	0
	Total	40	0	0
	Rata - rata	10	0	0
B	1	7	4	57,14
	2	10	4	40
	3	10	6	60
	4	5	3	60
	Total	32	17	217,14
	Rata - rata	8	4,25	54,29
C	1	10	6	60
	2	5	4	80
	3	10	6	60
	4	5	4	80
	Total	30	20	280
	Rata - rata	7,5	5	70
D	1	5	4	70
	2	8	8	80
	3	6	6	100
	4	5	4	100
	Total	24	22	80
	Rata - rata	6	5,5	360
E	1	5	5	90
	2	7	7	100
	3	6	6	100
	4	5	5	100
	Total	23	23	400
	Rata - rata	5,75	5,75	100

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata - rata
	1	2	3	4		
A	0	0	0	0	0	0
B	57,14	40	60	60	217,14	54,29
C	60	80	60	80	280	70
D	80	100	100	80	360	90
E	100	100	100	100	400	100
Total	297,14	320	320	320	1257,14	
Rata - rata	59,43	64	64	64	251,43	

$$FK = \frac{1257,14^2}{4 \times 5} = 79020,04$$

$$JKT = 0^2 + 57,14^2 + 60^2 + \dots + 100^2 - FK$$

$$= 104864,979 - 79020,04$$

$$= 25844,94$$

$$JKP = \frac{217,14^2 + 280^2 + 360^2 + 400^2}{4} - FK$$

$$= 103787,444 - 79020,04$$

$$= 24767,40$$

$$JKS = JKT - JKP$$

$$= 1077,54$$

Sidik Ragam

S.K	d.b	J.K	K.T	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	24767,40	6191,85	86,19 ^{***}	3,06	4,89
Sisa	15	1077,54	71,84			
Total	19	25844,94				

Uji jarak Duncan :

$$Se = \sqrt{\frac{KTS}{n}} = \sqrt{\frac{71,84}{4}}$$

$$= \sqrt{17,96} = 4,24$$

$$LSR = Se \times SSR$$

Perlakuan	Rata-rata (x)	BEDA				P	SSR	LSR
		(x-A)	(x-B)	(x-C)	(x-D)			
E	100 ^a	100*	45,71*	30*	10*	5	3,31	14,03
D	90 ^b	90*	35,71*	2*		4	3,25	13,78
C	70 ^c	70*	15,71*			3	3,16	13,39
B	54,29 ^d	54,29*				2	3,01	12,76
A	0 ^e							

Lampiran 5. Analisa data skoring warna *Daphnia* sp pada pemaparan insektisida Diazinon

Perlakuan	Ulangan	Organism ke-					Rata - rata
		1	2	3	4	5	
A	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	2	1	1	1	1,2
	3	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	2	1,2
	2	2	2	1	1	1	1,4
	3	1	2	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	2	1	1	1	1,2
	3	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1
D	1	1	2	1	1	1	1,2
	2	1	1	1	1	2	1,2
	3	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	2	1	1	1,2
	3	2	1	2	1	1	1,2
	4	2	1	1	1	1	1,2

Ulangan	A		B		C		D		E	
	Ns	R	Ns	R	Ns	R	Ns	R	Ns	R
1	1	6	1,2	15,5	1	6	1,2	15,5	1	6
2	1,2	15,5	1,4	20	1,2	15,5	1,2	15,5	1,2	15,5
3	1	6	1	6	1	6	1	6	1,2	15,5
4	1	6	1	6	1	6	1	6	1,2	15,5
Total	4,2	33,5	4,6	47,5	4,2	33,5	4,4	43	4,6	52,5
Rata - rata	1,05	8,375	1,15	11,875	1,05	8,375	1,1	10,75	1,15	13,125

Ket : Ns = nilai scoring, R = rank, T = nilai yang sama

$$\begin{aligned}
 H_{hitung} &= \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1) \\
 &= \frac{12}{20(20+1)} \left\{ \frac{33,5^2 + 47,5^2 + 33,5^2 + 43^2 + 52,5^2}{4} \right\} - 3(20+1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{12}{400 + 20} \left\{ \frac{1122,25 + 2256,25 + 1122,25 + 1849 + 2756,25}{4} \right\} - 3(20 + 1) \\
&= \frac{12}{420} \left\{ \frac{9106}{4} \right\} - 63 \\
&= 0,0286 \times (2276,5) - 63 \\
&= 2,1079
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H_{hit \text{ terkoreksi}} &= \frac{H_{hit}}{1 - \frac{T}{N^3 - N}} = \frac{2,1079}{1 - \frac{1824}{20^3 - 20}} \\
&= \frac{2,1079}{1 - 0,2286} \\
&= \frac{2,1079}{0,7714} = 1,3365
\end{aligned}$$

$$T(1) = 11^3 - 11 = 1320$$

$$T(1,2) = 8^3 - 8 = 504$$

$$T(1,4) = 1^3 - 1 = 0$$

$$= 1824$$

$$H_{tabel} = 9,49 \quad (\alpha = 0,05)$$

$$H_{hit \text{ terkoreksi}} = 1,3365$$

Sehingga $H_{hit \text{ terkoreksi}} < H_{tabel}$, H_0 diterima (tidak berbeda nyata)

Lampiran 6. Analisa data skoring warna *Daphnia* sp pada pemaparan logam berat timbal (Pb)

Perlakuan	Ulangan	Organism ke-					Rata - rata
		1	2	3	4	5	
A	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	1	1,2
	3	1	2	1	1	1	1,2
	4	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	2	1	1	1	1,2
	4	1	2	1	1	1	1,2
C	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	2	1	1	1,2
	3	1	1	1	1	2	1,2
	4	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	2	2	1	1	1,4
	4	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	2	2	1	1,4
	3	2	1	1	1	1	1,2
	4	1	1	1	1	1	1

Ulangan	A		B		C		D		E	
	Ns	R	Ns	R	Ns	R	Ns	R	Ns	R
1	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6
2	1,2	15	1	6	1,2	15	1	6	1,4	19,5
3	1,2	15	1,2	15	1,2	15	1,4	19,5	1,2	15
4	1	6	1,2	15	1	6	1	6	1	6
Total	4,4	42	4,4	42	4,4	42	4,4	37,5	4,6	46,5
Rata - rata	1,1	10,5	1,1	10,5	1,1	10,5	1,1	9,375	1,15	11,625

Ket : Ns = nilai scoring, R = rank, T = nilai yang sama

$$\begin{aligned}
 H_{hitung} &= \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1) \\
 &= \frac{12}{20(20+1)} \left\{ \frac{42^2 + 42^2 + 42^2 + 37,5^2 + 46,5^2}{4} \right\} - 3(20+1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{12}{400 + 20} \left\{ \frac{1764 + 1764 + 1764 + 1406,25 + 2162,25}{4} \right\} - 3(20 + 1) \\
&= \frac{12}{420} \left\{ \frac{8860,5}{4} \right\} - 63 \\
&= 0,0286 \times (2215,125) - 63 \\
&= 0,3526
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H_{\text{hit terkoreksi}} &= \frac{H_{\text{hit}}}{1 - \frac{T}{N^3 - N}} = \frac{0,3526}{1 - \frac{1662}{20^3 - 20}} \\
&= 0,4454
\end{aligned}$$

$$T(1) = 11^3 - 11 = 1320$$

$$T(2) = 7^3 - 7 = 336$$

$$T(1,4) = 2^3 - 2 = 3$$

$$H_{\text{tabel}} = 9,49 \quad (\alpha = 0,05)$$

$$H_{\text{hit terkoreksi}} = 0,4454$$

Sehingga $H_{\text{hit terkoreksi}} < H_{\text{tabel}}$, H_0 diterima (tidak berbeda nyata)

Lampiran 7. Analisa data skoring warna *Daphnia* sp. pada pemaparan logam berat Cd

Perlakuan	Ulangan	Organisme ke-					Rata - rata
		1	2	3	4	5	
A	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	2	1	1	1	1,2
	3	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	2	1	1	1,2
B	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	2	1	1,2
	4	1	2	1	1	1	1,2
C	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	2	1	1	1	1,2
	3	1	1	2	2	1	1,4
	4	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	2	1	1,2
	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	2	1	2	1	1,4
	4	1	1	2	1	2	1,2
E	1	1	2	1	1	1	1,2
	2	2	2	1	1	1	1,4
	3	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	2	1	1	1,2

Ulangan	A		B		C		D		E	
	Ns	R	Ns	R	Ns	R	Ns	R	Ns	R
1	1	4,5	1	4,5	1	4,5	1,2	13	1,2	13
2	1,2	13	1	4,5	1,2	13	1	4,5	1,4	19
3	1	4,5	1,2	13	1,4	19	1,4	19	1	4,5
4	1,2	13	1,2	13	1	4,5	1,2	13	1,2	13
Total	4,4	35	4,4	35	4,6	41	4,8	49,5	4,8	49,5
Rata-rata	1,1	8,75	1,1	8,75	1,15	10,25	1,2	12,375	1,2	12,375

Ket : Ns = nilai skoring, R = rank, T = nilai yang sama

$$\begin{aligned}
 H_{hitung} &= \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1) \\
 &= \frac{12}{20(20+1)} \left\{ \frac{35^2 + 35^2 + 41^2 + 49,5^2 + 49,5^2}{4} \right\} - 3(20+1) \\
 &= \frac{12}{400+20} \left\{ \frac{1225 + 1225 + 1681 + 2450,25 + 2450,25}{4} \right\} - 63
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{12}{420} \left\{ \frac{2450 + 1681 + 4900,5}{4} \right\} - 63 \\
&= \frac{12}{420} \left\{ \frac{9031,5}{4} \right\} - 63 \\
&= \frac{12}{420} \{2257,875\} - 63 \\
&= 0,0285714 \{2257,875\} - 63 \\
&= 64,510649 - 63 \\
&= 1,510649
\end{aligned}$$

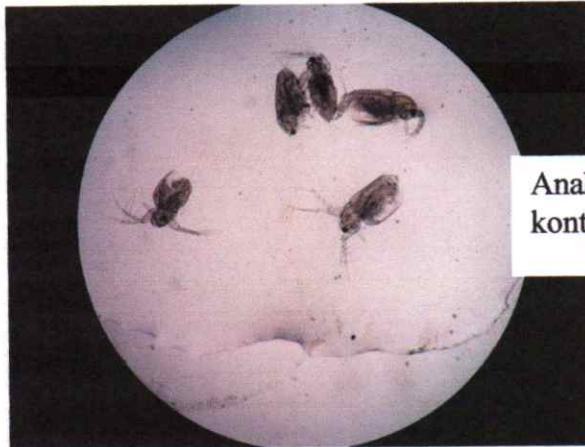
$$\begin{aligned}
H_{\text{hitung terkoreksi}} &= \frac{H_{\text{hit}}}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}} = \frac{1,510645}{1 - \frac{1248}{20^3 - 20}} = \frac{1,510645}{1 - \frac{1248}{7980}} \\
&= \frac{1,510649}{1 - \frac{1248}{7980}} \\
&= \frac{1,510649}{1 - 0,1563909} \\
&= \frac{1,510649}{0,8436091} \\
&= 1,7906978 = 1,79
\end{aligned}$$

$$H_{\text{tabel}} = 9,49 \quad (\alpha = 0,05) \quad \text{db} = 4$$

$$H_{\text{hitung terkoreksi}} = 1,79$$

Sehingga $H_{\text{hitung terkoreksi}} < H_{\text{tabel}}$, H_0 diterima (tidak berbeda nyata)

Lampiran 8. Foto identifikasi anakan *Daphnia* sp

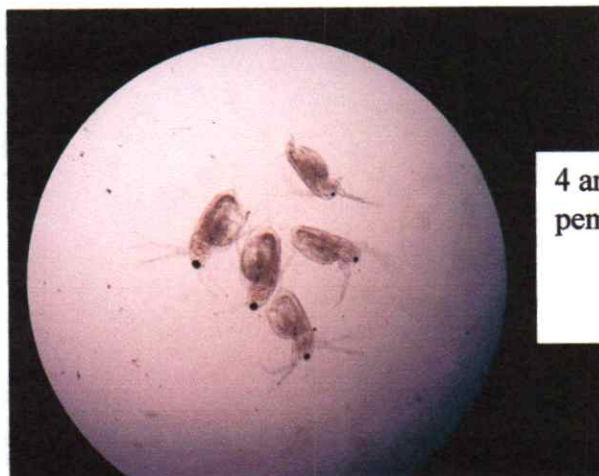


Anakan daphnia betina pada kontrol



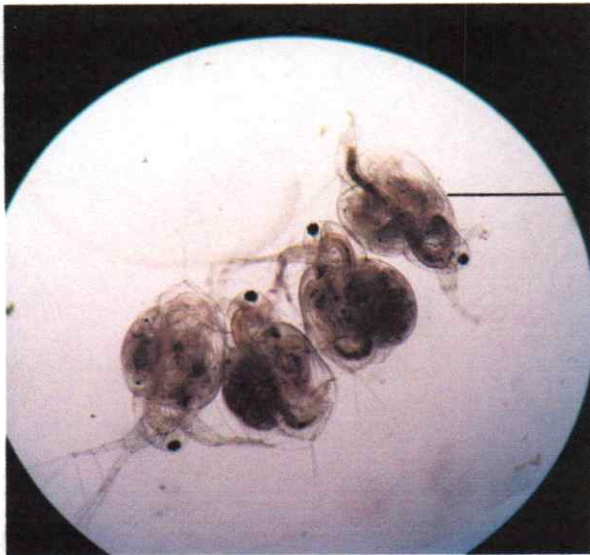
3 anakan jantan, 2 anakan betina pada perlakuan pemaparan logam berat Diazinon 0.712 ug/l

jantan



4 anakan jantan, 1 betina pada pemaparan Cd 0.003 mg/l

Lampiran 9. Pengamatan warna *Daphnia* sp. Pembesaran 100 x



Pengamatan warna

