

**ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)
YANG DIPAPAR HERBISIDA BERBAHAN AKTIF ISOPROPILAMINA
GLIFOSAT PADA UJI TOKSISITAS AKUT**

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

Oleh :
SITI LESTARI
NIM. 125080100111050



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

**ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)
YANG DIPAPAR HERBISIDA BERBAHAN AKTIF ISOPROPILAMINA
GLIFOSAT PADA UJI TOKSISITAS AKUT**

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

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

**Oleh :
SITI LESTARI
NIM. 125080100111050**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)
YANG DIPAPAR HERBISIDA BERBAHAN AKTIF ISOPROPILAMINA
GLIFOSAT PADA UJI TOKSISITAS AKUT**

Oleh :
SITI LESTARI
NIM. 125080100111050

Telah dipertahankan di depan penguji
pada Tanggal 20 April 2016:
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SK Dekan No. : _____
Tanggal : _____

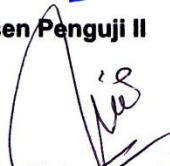
Menyetujui,
Dosen Penguji I



Ir. Putut Widjanarko, MP
NIP. 19540101 198303 1 006
Tanggal :

10 3 MAY 2016

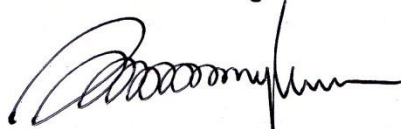
Dosen Penguji II



Dr. Ir. Muhammad Musa, MS
NIP. 19570507 198602 1 002
Tanggal :

10 3 MAY 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Dr. Agus Maizar S. H., SPI, MP
NIP. 19720529 200312 1 001
Tanggal :

10 3 MAY 2016

Dosen Pembimbing II



Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc
NIP. 19790331 200501 1 003
Tanggal :

10 3 MAY 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP



Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal :

10 3 MAY 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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



Malang, 20 April 2016

Mahasiswa

Siti Lestari

NIM.125080100111050

RINGKASAN

Siti Lestari. Analisis Hematologi dan Mikronuklei Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) yang Dipapar Herbisida Berbahan Aktif Isopropilamina Glifosat Pada Uji Toksisitas Akut (di bawah bimbingan **Dr. Asus Maizar S. H., S.Pi, MP** dan **Andi Kurniawan S.Pi, M.Eng, D.Sc.**).

Herbisida isopropilamina glifosat termasuk herbisida non-selektif yang paling banyak digunakan di seluruh dunia karena memiliki efektivitas tinggi dalam mengendalikan gulma dengan biaya yang rendah. Residu dari penggunaan herbisida tersebut akan terbawa ke aliran air dan menyebabkan penurunan kualitas perairan sehingga mengancam kelangsungan hidup organisme di dalamnya. Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) merupakan salah satu ikan teleostei sangat mudah dijumpai diseluruh Indonesia. Uji toksisitas akut merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengetahui toksisitas suatu zat pencemar terhadap makhluk hidup. Hewan uji yang baik untuk mengevaluasi toksisitas dan efek kontaminan pada hewan ialah ikan teleostei.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui toksisitas akut herbisida LC_{50-96jam} isopropilamina glifosat dan profil hematologi, jumlah mikronuklei serta nuklei abnormal lainnya pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Analisis data menggunakan Uji-F, uji lanjutan dengan uji BNT dan untuk mengetahui toksisitas akut LC_{50-96jam} menggunakan analisa model probit. Penelitian ini terbagi atas uji pendahuluan dan uji sesungguhnya. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari hingga Februari 2016. Pelaksanaan uji toksisitas di Laboratorium Reproduksi Ikan dan analisa hematologi serta mikronuklei di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Hasil dari penelitian menunjukkan nilai LC_{50-96jam} herbisida isopropilamina glifosat terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) ditemukan pada konsentrasi 8.57 ppm. Penambahan konsentrasi paparan herbisida isopropilamina glifosat diikuti dengan penurunan rata-rata jumlah eritrosit hingga 666.667 sel/mm³, nilai hematokrit hingga 19%, kadar hemoglobin 4.33 g% dan kenaikan jumlah total leukosit hingga 119.583.3 sel/mm³. Pada setiap perlakuan selama pemaparan 96 jam telah ditemukan adanya mikronuklei dan nuklei abnormal lainnya seperti bebbled, lobed, notched dan binuklei dalam jumlah yang kecil. Rata-rata mikronuklei yang ditemukan terendah ialah 1.04/1000 sel pada konsentrasi 0 ppm (kontrol) dan tertinggi 7.94/1000 sel pada konsentrasi 8,7 ppm, sedangkan rata-rata nuklei abnormal lainnya jumlah terendah ialah 0.51/1000 sel blebbed nuklei pada konsentrasi 0 ppm (kontrol) dan tertinggi 5.30/1000 sel binuklei pada konsentrasi 8.7 ppm. Kualitas air selama penelitian masih dalam kisaran yang normal yakni suhu tertinggi sebesar 26.7°C, pH tertinggi 7.79 dan oksigen terlarut terendah 5.17 mg/L. Hasil uji-F menunjukkan antar perlakuan terdapat perbedaan yang sangat nyata, terutama pada perlakuan 0 ppm (kontrol) dengan perlakuan 8.7 ppm. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh waktu paparan herbisida isopropilamina glifosat terhadap profil hematologi dan mikronuklei ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada uji sub lethal dan perlu adanya perhatian mengenai penggunaan herbisida dengan adanya konsentrasi yang mematikan bagi organisme perairan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul *“Analisis Hematologi dan Mikronuklei Ikan Mas (Cyprinus carpio L.) yang Dipapar Herbisida Berbahan Aktif Isopropilamina Glifosat Pada Uji Toksisitas Akut”*. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari orang tua maupun dosen-dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Semoga segala saran, bimbingan dan kebaikan dari berbagai pihak yang telah diberikan berkaitan dalam penyelesaian pembuatan laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya, semoga mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam pembuatan laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mohon maaf. Selain itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan selanjutnya. Terima kasih.

Malang, 20 April 2016

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkah rahmat dan hidayah-Nya, penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Laporan skripsi yang berjudul "*Analisis Hematologi dan Mikronuklei Ikan Mas (Cyprinus carpio L.) yang Dipapar Herbisida Berbahan Aktif Isopropilamina Glifosat Pada Uji Toksisitas Akut*" ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Atas tersusunnya laporan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

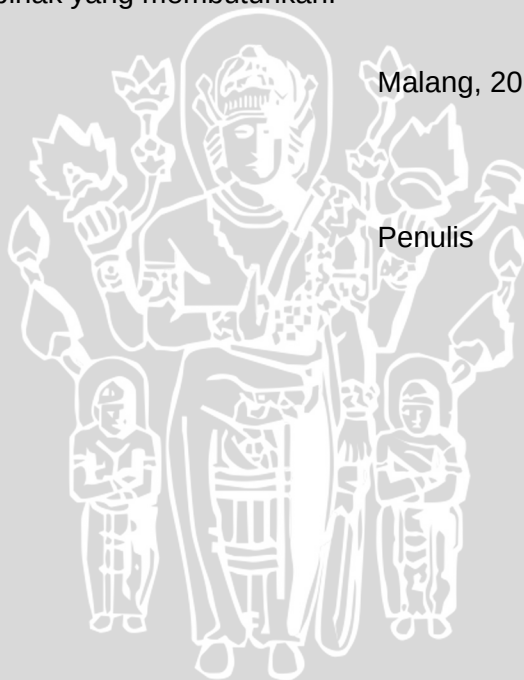
- Kedua orang tua (Ibu dan Bapak) serta Adik tercinta yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun materiil serta senantiasa mendo'akan segala sesuatu yang terbaik.
- Bapak Dr. Asus Maizar S. H., S.Pi, MP dan bapak Andi Kurniawan S.Pi, M.Eng, D.Sc selaku dosen pembimbing, atas segala masukan, koreksi dan ilmu yang telah diberikan selama penyusunan skripsi.
- Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP dan bapak Dr. Ir. Muhammad Musa, MS selaku dosen penguji atas saran, koreksi dan ilmu yang diberikan ketika ujian.
- Pak Udin, Pak Yit dan Mbak Titin yang selalu memberi dukungan dan arahan selama penelitian di laboratorium.
- Keluarga kedua saya (Chingudeul (Eka Ayu Wardani, Mahfudhotul Muhanifah, Meta Dwi A., Asih Rahayu, dan Desti Sara A.), Diana Putri Renitasari, Zachrotun N., A'in Ainul G., Dini Febby P, Swindu Ananti, Kontrakan Cemara 133B (Erni Rahmayani, Addinia Nur A., Al-Miftah Noer A. R., Novia Arista S., Nur Ayu Lestari, Ari Cahyani dan Anik Purwaningsih), Ciwi Akut (Evvy Arvisda M. S., Diklawati Jatayu dan Aisyah Nur A.), 427L, WG17C, FHA Gengs dan Pak Asus Lovers lainnya) yang selalu memberi dukungan dan menjadi pendengar yang baik.
- Tim Riwa Riwi (Satrio Sandi Pamungkas, Ahmad Affandy, Arif Ardiansyah dan Novian Ade Sayitna) yang membantu terlaksananya rangkaian birokrasi dalam proses penyusunan skripsi.

- Tim Penasehat (Mbak Nuryani, Mas Imam Pangestu, Mbak Dwi Yuli Sri Asih, Mbak Sitti Sholehah, Mas M. Fahmirian Noor dan Mas M. Farisal) yang memberi pandangan ilmu dari sudut pandang berbeda.
- Song Joong Ki, Do Kyung Soo, Luhan, Jung Soo Jung, Kim So Hyun dan Lee Won Geun yang telah mengajarkan saya arti sebuah perjuangan.
- Teman-teman se-angkatan MSP'12 yang selalu memberikan dukungan.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat perlu untuk menyempurnakan laporan ini, dengan segala kerendahan hati akan senantiasa penulis harapkan. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 20 April 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	7
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	7
2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	8
2.2 Herbisida	9
2.2.1 Isopropilamina Glifosat	9
2.2.2 Sifat-sifat Isopropilamina Glifosat	10
2.2.3 Pengaruh Isopropilamina Glifosat Terhadap Organisme Perairan ...	12
2.3 Uji Toksisitas	13
2.4 Hematologi Sel Darah Ikan	15
2.4.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)	15
2.4.2 Sel Darah Putih (Leukosit)	16
2.4.3 Hematokrit	17
2.4.4 Hemoglobin	18
2.4.5 Mikronuklei	19
2.4.6 Pengaruh Pestisida Terhadap Profil Hematologi Ikan	21
2.5 Parameter Kualitas Air	23
2.5.1 Suhu	23
2.5.2 pH	23
2.5.3 Oksigen Terlarut	24
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	26
3.1 Materi Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Rancangan Percobaan	27
3.5 Tahapan Penelitian	29
3.5.1 Pemeliharaan	29

3.5.2 Pembuatan Larutan Uji	29
3.5.3 Uji Pendahuluan.....	30
3.5.4 Uji Sesungguhnya	30
3.6 Metode Pemeriksaan Darah Ikan	31
3.6.1 Metode Pengambilan Sampel Darah Ikan	31
3.6.2 Metode Perhitungan Darah	31
3.6.3 Metode Pengamatan dan Perhitungan Mikronuklei	34
3.7 Metode Pengukuran Parameter Pendukung.....	35
3.7.1 Suhu.....	35
3.7.2 pH	35
3.7.3 Oksigen Terlarut.....	36
3.8 Analisis Data.....	36
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Uji Toksisitas Akut Herbisida Isopropilamina Glifosat Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	38
4.1.1 Uji Pendahuluan.....	38
4.1.2 Uji Sesungguhnya.....	39
4.2 Analisis Hematologi dan Mikronuklei	43
4.2.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)	43
4.2.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)	45
4.2.3 Hematokrit.....	48
4.2.4 Hemoglobin (Hb).....	50
4.2.5 Mikronuklei (MN).....	53
4.3 Parameter Pendukung (Kualitas Air)	56
4.3.1 Suhu.....	56
4.3.2 Derajat Keasaman (pH)	57
4.3.3 Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen / DO).....	57
5. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Gambar	Halaman
1. Tabulasi Penelitian Uji Toksisitas Akut dengan Hewan Uji Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	14
2. Tabulasi Hasil Penelitian Pengaruh Pestisida Terhadap Profil Hematologi Ikan	22
3. Rancangan percobaan	28
4. Data Mortalitas Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) Pada Uji Pendahuluan	38
5. Data Mortalitas Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) Pada Uji Toksisitas Akut LC _{50-96jam} Herbisida Isopropilamina Glifosat	40
6. Tingkah Laku Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) pada Uji Toksisitas Akut LC _{50-96jam} Herbisida Isopropilamina Glifosat	41
7. Data Kualitas Air Pada Bak Percobaan Selama Penelitian	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan alir perumusan masalah	4
2. Ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	7
3. Struktur kimia isopropilamina glifosat	10
4. Fotomicrograph eritrosit dengan inti normal (Er), mikronuklei (MN); blebbed (BL); lobed (LB); notched (NT); binuklei (BN) pada <i>Pronotus</i> <i>triacanthus</i>	20
5. Denah Percobaan	28
6. Grafik rata-rata jumlah eritrosit ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	43
7. Grafik rata-rata jumlah total leukosit ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	46
8. Grafik rata-rata nilai hematokrit ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	49
9. Grafik rata-rata kadar hemoglobin ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	51
10. Grafik rata-rata jumlah mikronuklei ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	53
11. Grafik rata-rata jumlah nuklei abnormal ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan	68
2. Tabel Interval <i>Progressive Bisection</i> pada Skala Logaritmik	69
3. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji.....	70
4. Data Mortalitas Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) Selama Penelitian Setiap 6 Jam Sekali	73
5. Perhitungan $LC_{50-96jam}$ dengan Analisa Probit	75
6. Tabel Konversi Probit	77
7. Data Hematologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) Pada Pemaparan Herbisida Isopropilamina Glifosat	80
8. Data Mikronuklei Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) Pada Pemaparan Herbisida Isopropilamina Glifosat	81
9. Perhitungan Analisis Data Hematologi	82
10. Perhitungan Analisis Data Mikronuklei	86
11. Data Kualitas Air Selama Penelitian	91
12. Dokumentasi Selama Penelitian.....	93

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri pertanian di Indonesia semakin meluas. Sejak manusia mengenal pertanian, munculah beberapa masalah pertanian yaitu hama dan penyakit. Salah satu hama pengganggu yang dapat menurunkan produksi pertanian ialah gulma. Beberapa metode pengendalian gulma telah dilakukan, baik dengan metode manual, mekanis, kultur teknis, biologis maupun metode kimiawi dengan menggunakan herbisida, bahkan menggabungkan beberapa metode sekaligus. Metode yang paling banyak digunakan adalah metode kimiawi dengan herbisida. Metode ini dianggap lebih praktis dan menguntungkan dibandingkan dengan metode yang lain, terutama ditinjau dari segi kebutuhan tenaga kerja yang lebih sedikit dan pelaksanaan yang relatif lebih singkat (Barus 2003).

Herbisida mempunyai kemampuan untuk dapat membunuh meskipun dalam konsentrasi rendah. Berdasarkan mekanisme kerjanya herbisida dapat dibedakan menjadi herbisida kontak dan sistemik. Herbisida kontak hanya mematikan bagian yang terkena larutan seperti pada ammonium sulfat, sedangkan bagian tumbuhan yang berada di bawah tanah seperti akar dan rimpang tetap tidak terpengaruh. Herbisida yang bersifat sistemik berbeda dengan herbisida kontak, dimana larutan herbisida yang diserap tumbuhan disalurkan ke seluruh jaringan tubuh tumbuhan (Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1986).

Menurut Riani (2007), ada beberapa jenis herbisida yang toksisitasnya pada hewan belum diketahui dengan pasti. Yang pertama, senyawa klorofenoksi, misalnya 2,4-D (2,4 asam diklorofenoksiasetat) dan 2,4,5-T (2,4,5-asam triklorofenoksi asetat). Senyawa-senyawa ini bekerja pada tumbuhan sebagai hormon pertumbuhan. Toksisitasnya pada hewan relatif rendah. Tetapi klorakne,

mempunyai efek toksik pada manusia disebabkan oleh pencemar 2,3,7,8-tetraklorobenzo-p-dioksin. Yang kedua, herbisida biperidil, misalnya parakuat dan dikuat, telah dipergunakan secara luas. Toksisitas zat ini dilakukan lewat pembentukan radikal bebas. Toksisitas parakuat ditandai oleh efek paru-paru melalui paparan inhalasi dan oral serta herbisida lainnya seperti dinitro-o-kresol (DNOC), amitrol (aminotriazol), karbamat profam dan klorofam dan lain-lain.

Menurut Modesto dan Martinez (2010), glifosat (N-phosphomethyl-glisin) adalah herbisida pasca tumbuh yang banyak digunakan dalam pertanian. Diseluruh dunia, banyak formulasi komersial yang mengandung glifosat sebagai bahan aktif karena efektif dan memiliki toksisitas rendah untuk mamalia. Namun, literatur tentang toksisitas glifosat masih langka, terutama untuk hewan. Penggunaan herbisida yang berlebihan mampu menimbulkan perubahan lingkungan. Herbisida dapat mencemari lingkungan perairan melalui aliran air tempat aktivitas penggunaan herbisida.

Uji toksisitas akut merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengetahui toksisitas suatu zat pencemar terhadap makhluk hidup. Menurut Esmiralda (2010), uji toksisitas akut dengan menggunakan hewan uji merupakan salah satu bentuk penelitian toksikologi perairan yang berfungsi untuk mengetahui kandungan senyawa toksik efluen atau badan perairan penerima dalam konsentrasi yang menyebabkan toksisitas akut. Parameter yang diukur biasanya berupa kematian hewan uji, yang hasilnya dinyatakan sebagai konsentrasi yang menyebabkan 50% kematian hewan uji (LC50) dalam waktu yang relatif pendek satu sampai empat hari.

Hewan uji yang digunakan dalam uji toksisitas ialah hewan yang memiliki kepekaan tinggi terhadap perubahan lingkungan. Menurut Syahrial *et al.* (2013), Ikan mas (*C. carpio*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan, namun sangat peka terhadap perubahan kualitas lingkungan

perairan. Menurut Fachruddin (1997), Ikan mas hidup di air tawar yang hampir dapat dijumpai di seluruh Indonesia. Budidaya ikan mas cukup mudah dan biasanya dipelihara di kolam atau karamba. Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) memiliki bentuk badan memanjang (*compressed*), sisiknya berukuran besar, dan warnanya indah. Menurut Sancho *et al.* (2000) dalam Modesto dan Martinez (2010), Ikan teleostei telah terbukti menjadi hewan uji yang baik untuk mengevaluasi toksisitas dan efek kontaminan pada hewan.

Penerapan hematologi pada hewan penelitian diterima dengan baik dan dianggap sebagai prosedur wajib dalam metode diagnostik. Sebagai tambahan, pengetahuan tentang parameter biokimia, penting untuk memahami interaksi ekologis dan hubungan antara faktor endogen dan eksogen, dengan demikian dapat berfungsi sebagai indikator kesehatan dan efek dari polutan. Namun, penggunaan parameter ini dibatasi oleh kurangnya pengetahuan nilai normal untuk perbandingan, sehingga *ichthyohematology* sangat diperlukan (Seriani *et al.*, 2011).

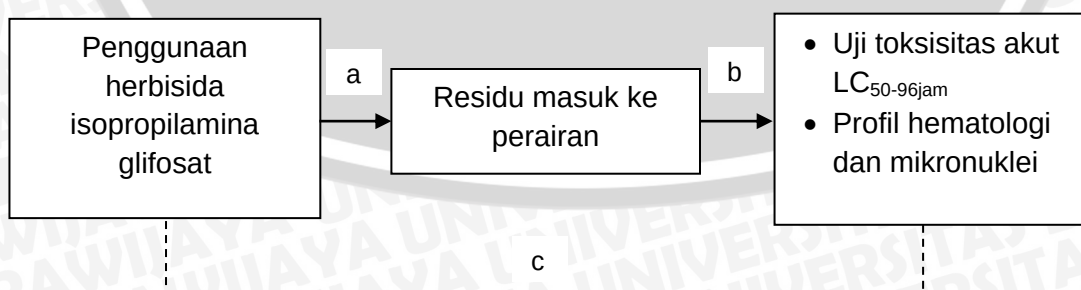
Hematologi adalah ilmu yang mempelajari tentang darah, komponen penyusun darah serta penyakit pada darah. Parameter hematologi seperti jumlah eritrosit, jumlah leukosit, hematokrit, hemoglobin merupakan indikator toksisitas yang dapat diaplikasikan dalam pemantauan lingkungan. Studi mengenai parameter darah sering digunakan untuk mendeteksi fisiopatologis ikan dalam keadaan stress. Selain itu, parameter lain yang digunakan untuk melihat tingkat stress organisme akibat masuknya bahan pencemar ialah mikronuklei. Secara teoritis menurut Rangkuti *et al.* (2012), mikronukleus merupakan kromatin sitoplasmik yang tampak sebagai inti kecil terbentuk dari patahan kromosom yang diasingkan dari inti (nukleus) pada tahap anafase pembelahan sel. Setelah mencapai tahap telofase, elemen sentris menjadi inti sel anak, sedang fragmen

kromosom yang tertinggal tetap berada pada sitoplasma membentuk inti kecil yang disebut mironukleus.

Herbisida berbahan aktif glifosat atau biasa dirumuskan sebagai isopropilamina glifosat paling banyak digunakan oleh petani untuk memberantas gulma. Semakin banyak penggunaannya, diduga semakin besar pula pengaruhnya terhadap perubahan lingkungan perairan. Stress lingkungan yang disebabkan oleh herbisida dengan bahan aktif isopropilamina glifosat yang masuk ke dalam perairan memungkinkan adanya penurunan populasi organisme akuatik di perairan tersebut. Sehingga, perlu untuk mengetahui toksisitas glifosat dan tingkat gangguan fisiologis melalui analisis hematologi dan mikronuklei pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

1.2 Perumusan Masalah

Isopropilamina glifosat merupakan salah satu bahan aktif dalam herbisida yang memiliki keefektifan tinggi dalam memberantas gulma. Penggunaan herbisida ini yang semakin meluas menyebabkan banyaknya residu yang ditinggalkan. Residu dari penggunaan herbisida tersebut akan terbawa ke aliran air dan menyebabkan penurunan kualitas perairan sehingga mengancam kelangsungan hidup organisme di dalamnya. Bagan alir perumusan masalah selengkapnya dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan alir perumusan masalah.

Keterangan:

- a : penggunaan herbisida isopropilamina glifosat di bidang pertanian
- b : perlu dilakukan uji toksisitas akut $LC_{50-96jam}$ untuk mengetahui bahaya penggunaan herbisida isopropilamina glifosat bagi kehidupan organisme perairan, khususnya ikan
- c : nilai $LC_{50-96jam}$ dan profil hematologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dapat digunakan sebagai masukan untuk penggunaan herbisida isopropilamina glifosat agar aman digunakan sehingga bisa ditolerir organisme perairan

Respon fisiologis organisme yang mudah mengalami perubahan ketika ada stress lingkungan ialah hematologi. Selain hematologi, pembentukan inti sel juga rentan terhadap stress lingkungan seperti adanya mikronuklei dan nuklei abnormal lainnya. Oleh sebab itu, pada penelitian ini diperoleh rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana toksisitas herbisida isopropilamina glifosat terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi pemaparan herbisida isopropilamina glifosat terhadap respon hematologi dan mikronuklei ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui nilai toksisitas akut $LC_{50-96jam}$ herbisida isopropilamina glifosat terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).
2. Untuk mengetahui profil hematologi, jumlah mikronuklei dan nuklei abnormal lainnya pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang dipapar herbisida isopropilamina glifosat pada uji sesungguhnya toksisitas akut $LC_{50-96jam}$.

1.4 Kegunaan Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi mahasiswa, dapat menambah ilmu dan pengetahuan mengenai bahaya penggunaan zat kimia didaratan yang mempengaruhi ekologi perairan dan organisme di dalamnya yang berimbas pada kelestarian sumberdaya perikanan.
2. Bagi lembaga ilmiah, dapat dijadikan sebagai materi dan referensi penelitian untuk menambah informasi mengenai dampak berkelanjutan dari penggunaan zat kimia yang tidak tepat.
3. Bagi pemerintah, dapat dijadikan sebagai salah satu informasi untuk mengendalikan penggunaan zat kimia berbahaya pada lingkungan.

1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari hingga Februari 2016. Pelaksanaan uji toksisitas di Laboratorium Reproduksi Ikan dan analisa hematologi serta mikronulei di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Klasifikasi ikan mas berdasarkan ilmu taksonomi menurut Khairuman et al. (2008), ialah sebagai berikut.

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Superkelas	: Pisces
Kelas	: Osteichthyes
Subkelas	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Subordo	: Cyprinoidea
Family	: Cyprinidae
Subfamili	: Cyprininae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio</i> L.



Gambar 2. Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) (Khairuman, 2013).

Menurut Uthamy (2012), ikan mas termasuk famili Cyprinidae yang mempunyai ciri-ciri umum, badan ikan mas berbentuk memanjang dan sedikit pipih ke samping (*Compressed*) dan mulutnya terletak di ujung tengah (terminal),

dan dapat disembulkan, bagian mulut dihiasi dua pasang sungut, yang kadang-kadang satu pasang diantaranya kurang sempurna dengan warna badan yang sangat beragam. Tubuh ikan mas dibagi tiga bagian, yaitu kepala, badan, dan ekor. Pada kepala terdapat alat-alat, seperti sepasang mata, sepasang cekung hidung yang tidak berhubungan dengan rongga mulut, celah-celah insang, sepasang tutup insang, alat pendengar dan keseimbangan yang tampak dari luar. Jaringan tulang atau tulang rawan yang disebut jari-jari. Sirip-sirip ikan ada yang berpasangan dan ada yang tunggal, sirip yang tunggal merupakan anggota gerak yang bebas. Morfologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dapat dilihat pada

Gambar 2.

2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Menurut Cahyono (2000), Ikan mas berasal dari daerah iklim sedang di Asia dan Eropa. Ikan mas banyak dijumpai di sungai-sungai, danau-danau dan genangan-genangan air yang arusnya tidak deras. Ikan mas termasuk salah satu jenis ikan air tawar yang banyak disukai oleh masyarakat. Ikan mas bersifat omnivor (pemakan segala). Makanannya terutama hewan kecil yang hidup di dasar perairan (bottom feeder), misalnya larva Chironomidae, Oligochaeta, Tubificidae, Epemoridae, Trioptera dan Molusca. Cara makan hewan-hewan kecil tersebut dilakukan dengan cara mengambil lumpur, menyeleksi dan menghisap bagian yang dapat dimakan dan jasad yang tidak dimakan dikeluarkan lagi. Ikan mas cukup tahan terhadap penyakit, pertumbuhannya cepat dan setiap saat dapat dipijahkan. Di perairan yang dangkal dan airnya mengalir pelan-pelan, ikan mas juga mampu bertahan hidup. Ikan mas menyukai tempat hidup (habitat) di perairan tawar yang airnya tidak terlalu dalam dan alirannya tidak terlalu deras, seperti di pinggiran sungai atau danau. Biasanya menyukai daerah dengan ketinggian 150 meter - 600 meter di atas permukaan

laut (dpl) dan pada suhu 25°C - 30°C. Kadang-kadang ikan mas dapat hidup diperairan payau atau muara sungai bersalinitas 25 permil - 30 permil. Ikan mas tergolong jenis omnivora, yakni ikan yang dapat memangsa berbagai jenis pakan, baik yang berasal dari tumbuhan maupun binatang renik. Namun, pakan utamanya berupa tumbuhan dan binatang yang terdapat di dasar dan tepi perairan (Khairuman, 2013).

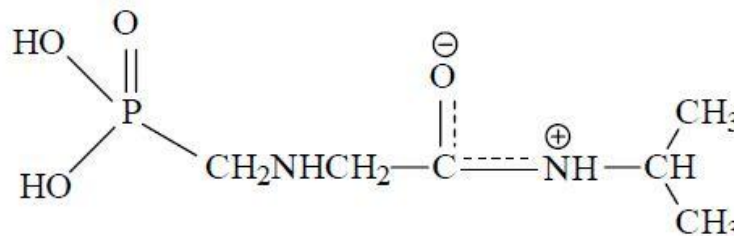
Menurut Supriatna (2013), ikan mas hidup di perairan tawar dengan kedalaman kurang dari 1 meter dan alirannya tidak deras seperti pinggiran sungai atau danau. Sementara itu, larva ikan mas lebih menyukai daerah perairan yang dangkal, tenang dan terbuka (tidak ternaungi pohon-pohon rindang). Setelah berukuran benih, ikan mas menyukai tinggal di perairan yang agak dalam, mengalir dan terbuka. Hewan air yang menjadi mangsa ikan mas diantaranya invertebrata air, udang-udangan, serangga, kerang-kerangan dan larva air. ikan mas juga memakan tumbuhan plankton (fitoplankton) dan plankton hewani (zooplankton).

2.2 Herbisida

2.2.1 Isopropilamina Glifosat

Glifosat adalah salah satu bahan aktif dalam herbisida yang digunakan untuk memberantas gulma dalam perkebunan. Glifosat, N-phosphonomethyl-glycine (garam isopropylamine glifosat) merupakan herbisida tidak selektif yang memiliki spektrum pengendalian yang lebih luas. Struktur kimia isopropilamina glifosat dapat dilihat pada **Gambar 3**. Herbisida glifosat digunakan sebagai pre-planting pada pertanaman pada areal tanpa tanaman (*uncropped area*) dan sebagai semprotan terarah pada perkebunan atau hutan. Di dalam tumbuhan, herbisida glifosat menghambat kerja enzim enol pyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSP synthase) sehingga mengganggu pembentukan asam-asam

amino aromatik seperti phenylalanine, tryptophan dan tyrosine (Tampubolon, 2009).



Gambar 3. Struktur kimia isopropilamina glifosat (El-Shiekh dan Radwan, 2011).

Glifosat digunakan dalam pengendalian gulma di bidang pertanian, kehutanan, perkotaan bahkan budidaya dan biasanya dirumuskan sebagai cairan isopropilamina. Herbisida glifosat termasuk herbisida non-selektif yang paling banyak digunakan di seluruh dunia karena memiliki efektivitas tinggi dalam mengendalikan gulma dengan biaya yang rendah. Semakin berkembangnya rekayasa genetika tanaman tahan glifosat menyebabkan penggunaan glifosat pada tahun-tahun terakhir ini mengalami peningkatan, sehingga menaikkan kekhawatiran mengenai potensi kerusakan lingkungan sebagai dampak dari herbisida ini. Glifosat [N- (fosfonometil) glisin] adalah bahan aktif yang paling banyak digunakan pada daun dan memiliki spektrum penyebaran yang luas (El-Shiekh dan Radwan, 2011). Glifosat aktif ditranslokasikan dari bagian vegetatif ke bagian akar atau rhizome gulma, bergerak dengan lambat dan daya racunnya dapat terlihat selama 7-10 hari setelah aplikasi. Glisofat pengaplikasiannya tidak aktif di dalam tanah (Mercado, 1979).

2.2.2 Sifat-sifat Isopropilamina Glifosat

Mekanisme aktif herbisida kemungkinan timbul dari zona penghambatan biosintesis asam amino aromatik. Asam amino tersebut antara lain fenilalanin, tirosin, dan triptofan yang digunakan dalam sintesis protein dan penting untuk

pertumbuhan serta kelangsungan hidup kebanyakan tanaman. Enzim yang penting dalam sintesis asam amino aromatik disebut *synthase-3-fosfat 5-enolpyruvylshikimate*, dihambat oleh glyphosate. Glifosat juga dapat menghambat atau menekan dua enzim lainnya, *chlorismate mutase* dan *hidratase prephrenate* pada sintesis asam amino yang sama. Enzim ini adalah bagian dari jalur asam shikimat dalam tanaman tingkat tinggi dan mikroorganisme tetapi tidak di hewan. Dua dari tiga asam amino aromatik (tryptophan dan fenilalanin) merupakan asam amino esensial dalam makanan manusia karena manusia, seperti semua hewan tingkat tinggi kekurangan jalur asam shikimat tidak dapat mensintesis asam amino dan bergantung pada makanan untuk memberikan senyawa ini. Tirosin disintesis pada hewan melalui jalur lain. Glifosat dapat mempengaruhi enzim yang tidak terhubung dengan jalur asam shikimat. Pada tanaman tebu, glifosat mengurangi aktivitas salah satu enzim yang terlibat dalam metabolisme gula, asam invertase. Penurunan ini tampaknya dimediasi oleh auksin (hormon tanaman). Glifosat juga mempengaruhi sistem enzim yang ditemukan di hewan dan manusia (Cox, 1995).

Glifosat tergolong herbisida pasca-muncul, sistemik dan non-selektif (atau spektrum luas) yang digunakan pada sektor pertanian dan non-pertanian. Direkomendasikan, tingkat aplikasi tidak melebihi 5,8 kg bahan aktif per hektar (ai/ha). Glifosat digunakan untuk membunuh semua jenis tanaman termasuk rumput, tanaman keras, dan tanaman berkayu. Glifosat diserap ke dalam tanaman melalui daun dan kemudian diangkut ke seluruh tanaman pada sistem enzim tanaman. Glifosat adalah asam organik lemah. Nama kimianya adalah N-(fosfonometil) glisin, biasanya dirumuskan sebagai isopropilamina atau trimetilsulfonium garam glifosat. Bahan lain yang dikenal sebagai inert atau aditif juga ditambahkan ke formulasi. Surfactant (pembasah) dikenal sebagai

polioksietilen amina (atau POEA), yang membantu bahan aktif menembus permukaan tanaman, biasanya ditambahkan ke formulasi glifosat. Aditif lainnya termasuk sulfat dan asam fosfat. Utama produk pemecahan atau metabolit glifosat adalah aminomethyl asam fosfonat (AMPA) (Buffin dan Jewel, 2001).

2.2.3 Pengaruh Isopropilamina Glifosat Terhadap Organisme Perairan

Pestisida disebarkan dalam lingkungan oleh arus dan sistem pengangkutan (udara, air) ke permukaan biotik dimana mereka dijerap dan dari mana mereka dijerap oleh makhluk hidup. Kemudian, penyerapan pestisida tersebut dipartisi melalui permukaan organ, dan pembatas sel melalui sistem aliran air (misalnya air, darah dan getah), serta dikembalikan ke sistem aliran luar baik dalam keadaan tidak berubah atau ditransformasikan oleh proses metabolik. Faktor yang mempengaruhi pengambilan dan penyerapan pestisida dalam sistem biologis dikaitkan dengan sifat fisik dan kimia pestisida, karakteristik fisiologis berbagai spesies ekosistem dan sifat spesifik ekosistem (Connell dan Miller, 2006).

Menurut Astria *et al.* (2013), herbisida adalah substansi kimia dan bahan lain yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Penggunaan pestisida pada usaha pertanian khususnya pada areal persawahan hingga saat ini semakin meningkat, dan memberi efek negatif pada hewan atau organisme yang terdapat pada areal tersebut. Herbisida yang berada di dalam tanah sawah irigasi, baik akibat penyemprotan terus menerus atau terbawa oleh air hujan akan tetap tertinggal melalui proses absorpsi dan sebagian lagi akan berada di dalam air diantara partikel-partikel tanah sehingga berpotensi meracuni semua organisme yang berada pada area tersebut. Salah satu dampak dari herbisida yaitu menyebabkan gangguan pada sistem sirkulasi, pernapasan, reproduksi,

pencernaan, dan saraf. Sistem sirkulasi pada darah ikan merupakan salah satu faktor terpenting yang dapat mempengaruhi metabolisme tubuh.

Glifosat dapat mencemari permukaan air baik secara langsung sebagai akibat dari gulma air kontrol atau tidak langsung ketika glifosat terikat partikel tanah dan terbawa ke aliran sungai. Produk glifosat dirumuskan secara komersial mengandung POEA surfaktan yang beracun untuk ikan dan beberapa invertebrata air. POEA adalah sekitar 30 kali lebih beracun untuk ikan dari glifosat. Penelitian telah menunjukkan bahwa toksisitas akut glifosat bervariasi sesuai dengan jenis ikan, umur ikan dan kondisi lingkungan, seperti kesadahan air, pH dan suhu. Sebuah studi untuk menentukan dampak dari konsentrasi glifosat sublethal pada ikan mas menemukan bahwa efek toksik sub-akut termasuk perubahan dalam beberapa aktivitas enzim terjadi pada serum hati dan ginjal serta perubahan morfologi insang, hati dan ginjal (Buffin, 2001).

2.3 Uji Toksisitas

Toksisitas merupakan kemampuan suatu molekul atau senyawa kimia yang dapat menimbulkan kerusakan pada bagian yang peka di dalam maupun di bagian luar tubuh makhluk hidup (Durham, 1975 dalam Ramdhini, 2010). Suatu senyawa kimia dapat dikatakan sebagai racun jika senyawa tersebut dapat menimbulkan efek yang merusak. Efek yang ditimbulkan sangat tergantung dengan kadar racun (toksin) yang diberikan dengan dilakukan pengukuran besarnya kadar atau konsentrasi bahan yang dapat menimbulkan pengaruh pada organisme uji (Loomis, 1978 dalam Ramdhini, 2010).

Menurut Harmita dan Radji (2008), pengujian toksisitas biasanya dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu:

- 1) Uji toksisitas akut, uji ini dilakukan dengan memberikan zat kimia yang sedang diuji sebanyak satu kali atau beberapa kali dalam jangka waktu 24 jam.
- 2) Uji toksisitas jangka pendek (subkronis), uji ini dilakukan dengan memberikan zat kimia tersebut berulang-ulang, biasanya setiap hari atau lima kali seminggu, selama jangka waktu kurang lebih 10% masa hidup hewan.
- 3) Uji toksisitas jangka panjang (kronis), percobaan jenis ini mencakup pemberian zat kimia secara berulang selama 3-6 bulan atau seumur hidup hewan.

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu ikan yang digunakan dalam uji toksisitas dengan berbagai ukuran dalam beberapa penelitian selengkapannya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabulasi Penelitian Uji Toksisitas Akut dengan Hewan Uji Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

No.	Ukuran Ikan	Bahan Uji	Jenis	Sumber
1.	5 cm	Organofosfat (Dimethoate)	Insektisida	(Singh <i>et al.</i> , 2009)
2.	12-14 cm	Diazinon	Insektisida	(Ahmad, 2011)
3.	12 cm	HgCl ₂ , PbCl ₂ dan ZnSO ₄	Logam Berat	(Hedayati, 2013)
4.	3.6-4.2 cm	Glifosat	Herbisida	(Neskovic, 1996)
5.	9-13 cm	Organofosfat (Chlorfos)	Insektisida	(Al-Mamoori <i>et al.</i> , 2014)
6.	10-13 cm	Cd, Cr, dan Ni	Logam Berat	(Vinodhini dan Narayanan, 2009)
7.	3 ± 0.33 cm	ZnO	Nanopartikel	(Subashkumar dan Selvanayagam, 2014)
8.	11 ± 0.21 cm	Minyak Cengkeh	Bahan Anestesi	(Velisek <i>et al.</i> , 2005)
9.	12.14 ± 2.31 cm	Tribeuron-Methyl	Herbisida	(Baghfalaki <i>et al.</i> , 2012)
10.	3.7 ± 0.42 cm	Paraquat	Herbisida	(Hassan <i>et al.</i> , 2015)

Menurut Sihono *et al.* (2014), toksisitas akut digambarkan oleh nilai *lethal median concentration* (LC₅₀). Tujuan uji toksisitas akut ini adalah untuk

menentukan nilai LC_{50} yaitu nilai yang dapat mematikan 50% jumlah ikan uji pada jam ke-96.

2.4 Hematologi Sel Darah Ikan

Hematologi berasal dari bahasa Romawi *hemat* yang berarti darah dan *ology* yang berarti belajar atau mempelajari, jadi hematologi adalah ilmu yang mempelajari tentang darah. Darah adalah cairan yang terkandung dalam kardiovaskular. Unsur cairan darah adalah plasma dan unsur-unsur pembentuk darah adalah eritrosit, leukosit dan trombosit. Fungsi utama darah antara lain oksigenasi jaringan, gizi jaringan, pemeliharaan keseimbangan asam-basa dan pembuangan produk limbah metabolisme dari jaringan. Dengan demikian, setiap disfungsi darah dapat memiliki efek buruk pada aktivitas fisiologis dari seluruh tubuh (Noercholis *et al.*, 2013).

Hematologi pada dunia medis berkaitan dengan studi darah, jaringan yang menghasilkan darah, penyakit dan gangguan yang berkaitan dengan darah. Hematologi penting dalam biologi dan ekologi berbagai spesies akuatik seperti ikan. Identifikasi sel darah menunjukkan perbedaan kesehatan fisiologis dan kondisi yang menyebabkan stress pada ikan (penyakit, infeksi, parasit, bioakumulasi dan akumulasi polutan) (Dikic *et al.*, 2012).

2.4.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Ikan memiliki sel darah merah atau eritrosit yang berbentuk lonjong dan berinti dengan diameter 7-36 mikron (tergantung spesies ikannya). Warna merah dari darah disebabkan oleh hemoglobin yang terdapat dalam eritrosit. Jumlah eritrosit tiap mm^3 darah berkisar antara 20.000-3.000.000. jumlah sel darah merah masing-masing spesies juga berbeda tergantung aktifitas ikan. Sel darah merah dibentuk dalam sistem reticuloendothelial. Pembentukan sel darah pada saat ikan muda terjadi dalam kantong yolk, kemudian dalam hati, spleen dan

limfa. Setelah ikan dewasa, sumsum tulang merupakan tempat utama pembentukan sel-sel darah merah (Burhanuddin, 2014).

Sel darah merah merupakan sel darah yang paling banyak jumlahnya dibandingkan dengan sel lainnya, dalam keadaan normal mencapai hampir separuh dari volume darah. Sel darah merah mengandung hemoglobin yang membawa oksigen dari insang dan mengantarkannya ke jaringan tubuh (Fawcett, 2002 dalam Putri *et al.*, 2013).

Menurut Rahardjo *et al.* (2011), kebanyakan jumlah eritrosit ikan bertulang sejati ialah 2×10^6 sel/mm³, bahkan beberapa ikan laut yang aktif mempunyai sel darah merah lebih besar yakni berkisar $4-6 \times 10^6$ sel/mm³. Sedangkan, menurut Roberts (2001), jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stres dan suhu lingkungan. Jumlah eritrosit pada teleostei berkisar antara $1,05 \times 10^6$ sel/mm³ dan $3,0 \times 10^6$ sel/mm³.

2.4.2 Sel Darah Putih (Leukosit)

Menurut Sieroslawska dan Rymuszka (2013), leukosit adalah sel-sel dari sistem kekebalan tubuh yang memainkan peran penting dalam mempertahankan homeostasis organisme. Oleh karena itu, penting untuk mengenali faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi kelangsungan hidup dan fungsi normal leukosit. Hal ini diketahui bahwa beberapa zat beracun dapat mengganggu sistem kekebalan tubuh ikan, kecuali untuk efek langsung pada target organ/jaringan dapat langsung mematikannya.

Leukosit terdiri atas dua kelompok sel yakni yang mengandung butir-butir (granula) yang disebut granulosit dan yang mengandung sedikit sekali bahkan tidak mengandung butir-butir disebut agranulosit. Leukosit pada ikan tidak berwarna, berjumlah antara 20.000-150.000 dalam tiap mm³ darah. Leukosit merupakan unsur darah, tetapi fungsi utamanya ada diluar pembuluh darah dan

banyak bergerak secara amoeboid di antara jaringan sekelilingnya. Leukosit tidak hanya bersifat fagosit tetapi kaya akan enzim yang dapat menimbulkan reaksi kimia. Diluar pembuluh darah, leukosit hanya berumur pendek (Burhanuddin, 2014).

Meningkatnya jumlah leukosit disebut leukositosis sedangkan penurunan disebut leukopenia. Leukositosis lebih umum daripada leukopenia dan tidak merupakan hal yang serius, bahkan mungkin bisa fisiologis. Leukositosis yang fisiologis terjadi sebagai reaksi adanya polutan yang dianggap sebagai xenobiotik sehingga neutrofil dan limfosit di mobilisasi ke dalam sirkulasi umum sehingga menaikkan jumlah total sel darah putih (Sabilu, 2010).

2.4.3 Hematokrit

Volume darah pada ikan terdiri dari ruang ekstraseluler pada sistem kardiovaskular dengan tambahan eritrosit, leukosit dan trombosit. Volume darah terbagi atas volume plasma darah dan volume sel-sel darah. Prosentase dari total komponen penyusun darah di sebut hematokrit. Pada ikan baik volume plasma darah maupun hematokrit mudah mengalami perubahan (Hoar dan Randall, 1970).

Hematokrit adalah prosentase volume darah yang tersusun atas sel darah merah dimana setiap 100 mL darah terdiri dari 35 mL sel darah merah. Pada pembuluh darah besar seperti arteri dan vena, viskositas darah meningkat dengan meningkatnya hematokrit dan viskositas hematokrit darah meningkat walaupun pada aliran rendah. Pada aliran rendah sel darah merah bergabung dan menabrak dinding pembuluh sehingga menaikkan viskositas darah (Farrel, 1970).

Hematokrit ditunjukkan oleh prosentase sel darah merah setelah sampel darah di sentrifuge. Jumlah sel darah merah pada setiap spesies ikan berbeda.

Umumnya ikan memiliki nilai hematokrit sebesar 10-25%, namun terdapat ikan yang tidak memiliki sel darah merah seperti *icefish*, dan ikan predator perenang cepat seperti *blue marlin*, *mackerel* dan *Atlantic salmon* yang memiliki nilai hematokrit sebesar 50% (setara dengan manusia dengan nilai hematokrit 47%) (Braunbeck *et al.*, 1998).

2.4.4 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan suatu molekul yang dibentuk oleh 4 sub unit. Setiap gugus subunit mengandung suatu gugusan hem yang dikonjugasi ke suatu polipeptida. Hem merupakan turunan porfirin yang mengandung besi. Polipeptida dinamai secara bersama-sama sebagai bagian globulin dari molekul hemoglobulin. Ada dua pasangan polipeptida dalam tiap molekul hemoglobin, dua subunit mengandung satu jenis polipeptida dan dua mengandung lainnya (Sodikin, 2009).

Hemoglobin adalah pigmen merah pembawa oksigen dalam sel darah merah yang merupakan suatu protein yang kaya akan zat besi. Hemoglobin merupakan komponen utama eritrosit. Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut sebagian besar O_2 dan sebagian kecil fraksi CO_2 . Kadar hemoglobin dapat menurun dengan meningkatnya viskositas darah akibat rusaknya pembuluh darah karena paparan bahan pencemar (Sabilu, 2010).

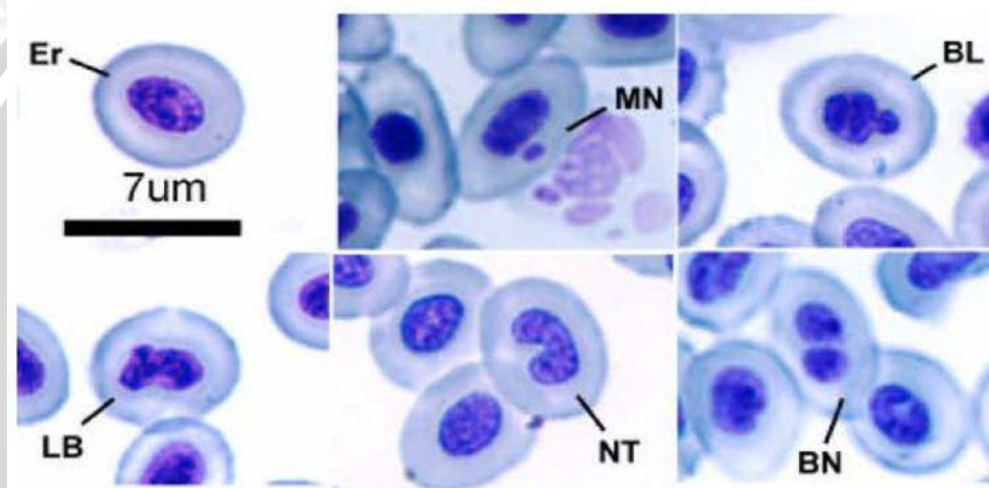
Menurut Syahrial *et al.* (2013), kadar hemoglobin mencerminkan pasokan oksigen dari suatu makhluk hidup dan makhluk hidup itu sendiri mencoba untuk mempertahankan kestabilan hidupnya. Kadar hemoglobin terkait dengan jumlah sel eritrosit, akan tetapi belum tentu berkorelasi dengan jumlah eritrosit dikarenakan hemoglobin adalah kandungan pigmen sel darah merah.

2.4.5 Mikronuklei

Mikronukleus atau dalam dunia hematologi disebut Howell-Jolly bodies adalah massa bundar berukuran kecil bermembran yang secara morfologi mirip dengan nukleus. Mikronukleus berasal dari fragmen kromosom asentrik atau dari keseluruhan kromosom yang gagal tergabung dalam sel anaknya. Terbentuknya mikronukleus menunjukkan adanya kerusakan sitogenetik pada kromosom atau tidak berfungsinya benang spindel pada saat anafase. Mikronukleus terbentuk antara lain karena adanya paparan dari senyawa-senyawa kimia seperti hydroquinone, kolkisin, vinblastin, diazepam, kadmium klorida, econazole dan kloral hidrat. Mikronukleus umumnya berbentuk bulat, akan tetapi dapat ditemukan juga berbentuk lonjong. Mikronukleus terlihat dengan jelas pada eritrosit polikromatik atau retikulosit, yaitu eritrosit yang berumur 72 jam dan berukuran lebih besar dari eritrosit. Eritrosit polikromatik bersifat basofilik sehingga akan terwarnai menjadi biru menggunakan pewarnaan giemsa. Pembentukan dan pematangan sel darah terjadi pada jaringan hematopeitik, antara lain limpa (spleen) dan sumsum tulang (Chairunnisa, 2012).

Struktur mikronukleus yang teramati di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali tampak sebagai bintik hitam berbentuk bulat atau hampir lonjong, terletak eksentrik atau agak perifer pada sel *polychromatic erythrocyte* (PCE). Pengamatan mikronukleus pada preparat dilakukan dengan mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Pada sumsum tulang terdapat berbagai variasi tipe sel yang dapat digunakan untuk penghitungan mikronukleus. Untuk mengurangi jumlah variabel pengganggu yang dapat mempengaruhi pengamatan, maka pemeriksaan mikronukleus hanya dilakukan pada satu tipe sel yaitu hanya pada sel PCE. Keuntungannya adalah sel PCE pada preparat mudah dikenali dari warnanya yang relatif kontras dibandingkan sel lain. Sel PCE merupakan sel eritrosit muda yang baru mengalami mitosis dan sintesis *deoxyribonucleic acid*

(DNA), mengandung banyak ribosom serta memiliki inti. Selain warnanya relatif kontras, ukurannya relatif besar dan penyebarannya lebih terbatas dibandingkan dengan sel lain maupun sel eritrosit dewasa atau sel *normochromatic erythrocyte* (NCE). Pemeriksaan dilakukan dengan cara mengamati struktur mikronukleus pada sel PCE selanjutnya disebut sebagai *micronucleus polychromatic erythrocyte* (MNPCE), kemudian menghitungnya untuk tiap 200 sel PCE (Rangkuti *et al.*, 2012). Gambaran bentuk mikronuklei dan nuklei abnormal dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Fotomicrograph eritrosit dengan inti normal (Er), mikronuklei (MN); blebbed (BL); lobed (LB); notched (NT); binuklei (BN) pada *Pronotus triacanthus* (Jiraungkoorskul, 2007).

Menurut Ozkan *et al.* (2011), uji mikronuklei merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam mengidentifikasi *genotoxicity* lingkungan dalam bentuk indeks kerusakan *cytogenetic*. Selain mikronuklei, terdapat indikator *genotoxicity* lain yaitu nuklei abnormal, diantaranya lobed (LB), blebbed (BL) dan notched (NT) dan binuklei (BN). Dalam beberapa penelitian presentase mikronuklei dan nuklei abnormal pada ikan yang telah terpapar bahan pencemar menunjukkan frekuensi yang tinggi baik pada penelitian lapang maupun skala laboratorium. Pendeteksian mikronukeli dan nuklei abnormal pada ikan akan

membantu menentukan kualitas air, kesehatan organisme dan resiko potensial yang dimiliki ketika organisme terpapar bahan pencemar. Mikronuklei dan nuklei abnormal dihitung pada setiap 1000 sel darah merah ikan.

2.4.6 Pengaruh Pestisida Terhadap Profil Hematologi Ikan

Pestisida sangat diandalkan dalam bidang pertanian dan perkebunan untuk menjaga dan meningkatkan produksi. Menurut Adriyani (2006), pestisida masih diperlukan dalam kegiatan pertanian. Penggunaan pestisida yang tidak bijaksana dan tidak sesuai dengan aturan yang berlaku dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Di lingkungan perairan, pencemaran air oleh pestisida terutama terjadi melalui aliran air dari tempat kegiatan manusia yang menggunakan pestisida. Pencemaran air oleh pestisida dapat berpengaruh terhadap kehidupan organisme di dalamnya, seperti ikan. Pengaruh terhadap ikan dapat dilihat dari perubahan fisiologis, salah satunya ialah profil hematologi. Menurut Fujaya (2008), fisiologi mencoba menerangkan faktor-faktor fisika dan kimia yang mempengaruhi seluruh proses kehidupan. Sistem peredaran darah pada semua organisme merupakan proses fisiologis yang sangat penting. Untuk melakukan aktivitas sel, jaringan, maupun organ membutuhkan nutrisi dan oksigen. Bahan-bahan ini dapat disuplai hanya bila peredaran darah berjalan normal. Oleh karena itu, semua fungsi dari setiap organ dalam tubuh terkadang dapat dilihat pada darah.

Hematologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang darah dan jaringan pembentuknya (Heath, 1995). Dalam hal ini, hematologi digunakan untuk mengetahui respon fisiologis ikan terhadap adanya stress lingkungan yang dapat disebabkan oleh polutan, seperti pestisida. Pengaruh berbagai macam bahan aktif dalam pestisida terhadap profil hematologi ikan selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tabulasi Hasil Penelitian Pengaruh Pestisida Terhadap Profil Hematologi Ikan

No.	Bahan Uji	Perlakuan	Spesies Ikan/ Ukuran	Lama Pema- paran (hari)	Parameter Hematologi				Sumber
					Eritrosit ($10^6 \times$ sel/mm ³)	Leukosit (10^3 $\times$ sel/mm ³)	Hb (g%)	Hct (%)	
1.	Paraquat	Kontrol 2.57 ppm	<i>Clarias gariepinus</i> / 11.37 $\pm$ 1.23 cm	5	10.11 $\pm$ 0.13 4.68 $\pm$ 0.42	8450 $\pm$ 5.38 8475 $\pm$ 8.11	14.10 $\pm$ 0.54 7.30 $\pm$ 0.33	32 $\pm$ 1.03 16 $\pm$ 0.31	(Nwani et al., 2015)
2.	Malathion	Kontrol 1%KMnO ₄	<i>Channa punctatus</i> / 23 $\pm$ 2 cm	4	3.68 $\pm$ 0.09 2.13 $\pm$ 0.6	60 $\pm$ 1.04 81.56 $\pm$ 1.95	10.44 $\pm$ 0.17 7.33 $\pm$ 0.5	- -	(Magar dan Dube, 2012)
3.	Pendimethalin	Kontrol 0.025 ppm	<i>Cyprinus carpio</i> L./ 80 $\pm$ 5.0 g	3	1.53 $\pm$ 0.1 0.97 $\pm$ 0.1	13 $\pm$ 0.7 21.50 $\pm$ 4.2	7.53 $\pm$ 0.2 7.51 $\pm$ 0.2	27 $\pm$ 0.8 22 $\pm$ 0.8	(Bojarski et al., 2015)
4.	Ethofumesate	Kontrol 1.1 ppm	<i>Cyprinus carpio</i> L./ 80 $\pm$ 5.0 g	3	1.53 $\pm$ 0.1 1.47 $\pm$ 0.1	13 $\pm$ 0.7 22.33 $\pm$ 4.0	7.53 $\pm$ 0.2 9.68 $\pm$ 0.5	27 $\pm$ 0.8 26 $\pm$ 0.6	
5.	Diuron	Kontrol 15 ppm	<i>Clarias gariepinus</i> / 80 $\pm$ 2.2 g	14	1.57 $\pm$ 0.48 1.23 $\pm$ 0.01	16.8 $\pm$ 3.21 22.9 $\pm$ 2.11	8.10 $\pm$ 0.14 4.55 $\pm$ 0.21	25 $\pm$ 0.00 15 $\pm$ 0.70	(Ajani dan Awogabe, 2012)
6.	Triazine	Kontrol 13 ppm	<i>Cyprinus carpio</i> L./ 18.28 $\pm$ 2.15 cm	4	1.24 $\pm$ 0.44 1.10 $\pm$ 0.36	100.9 $\pm$ 38.4 31.58 $\pm$ 11.3	8.62 $\pm$ 1.4 8.67 $\pm$ 1.4	30 $\pm$ 0.4 26 $\pm$ 0.4	(Dobsikova et al., 2011)
7.	Deltamethrin	Kontrol 8 ppm	<i>Cirrhinus mrigala</i> / 15-20 cm	4	1.77 $\pm$ 0.01 0.61 $\pm$ 0.02	10.48 $\pm$ 0.01 6.38 $\pm$ 0.01	7.39 $\pm$ 0.01 3.12 $\pm$ 0.01	26 $\pm$ 0.01 11 $\pm$ 0.01	(David et al., 2015)
8.	Cypermethrin	Kontrol 0.125 ppm	<i>Clarias gariepinus</i> / 14.97 $\pm$ 8.94 cm	4	2.72 $\pm$ 0.07 2.97 $\pm$ 0.08	4.20 $\pm$ 0.49 4.96 $\pm$ 0.17	8.62 $\pm$ 0.41 11.62 $\pm$ 0.43	35 $\pm$ 0.89 46 $\pm$ 1.11	(Ojutiku et al., 2013)
9.	Glyphosate	Kontrol 0.46 ppm	<i>Catla catla</i> / 7-8 cm	4	3.13 $\pm$ 0.01 2.56 $\pm$ 0.01	14.09 $\pm$ 0.01 15.54 $\pm$ 0.01	9.47 $\pm$ 0.01 7.68 $\pm$ 0.01	29 $\pm$ 0.01 23 $\pm$ 0.01	(Felix dan Saradhamani, 2015)
10.	Diazinon	Kontrol 2 ppm	<i>Ctenopharyngodon</i> <i>idella</i> / 250 $\pm$ 55 g	7	1.9 $\pm$ 0.1 1.6 $\pm$ 0.1	2.84 $\pm$ 0.024 2.06 $\pm$ 0.1	5.0 $\pm$ 0.4 4.1 $\pm$ 0.2	20 $\pm$ 0.6 15 $\pm$ 0.5	(Pourgholam et al., 2012)

2.5 Parameter Kualitas Air

2.5.1 Suhu

Ikan merupakan hewan berdarah dingin (poikilothermal) yang metabolisme tubuhnya dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Suhu juga berpengaruh terhadap parameter hematological dan daya tahan terhadap penyakit. Pemberian suhu tinggi ataupun suhu rendah yang mendadak dapat meningkatkan jumlah sel darah putih pada ikan mas. Proses fisiologis dalam ikan yaitu tingkat respirasi, makan, metabolisme, pertumbuhan, perilaku, reproduksi dan tingkat detoksifikasi dan bioakumulasi dipengaruhi oleh suhu. Setiap ikan memiliki rentang suhu yang optimal bagi pertumbuhannya. Ikan yang hidup di lingkungan lebih hangat memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat tetapi cenderung memiliki jangka hidup yang lebih pendek daripada ikan pada lingkungan air dingin. Suhu air yang tinggi dapat meningkatkan sistem metabolisme tubuh ikan sehingga konsumsi pakan meningkat. Meningkatnya suhu dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan yang dapat mempercepat pencernaan nutrisi sehingga dapat meningkatkan hasil buangan (Maulana, 2012).

Suhu air sangat dipengaruhi oleh jumlah sinar matahari yang jatuh ke permukaan air yang sebagian dipantulkan kembali ke atmosfer dan sebagian lagi diserap dalam bentuk energi panas. Pengukuran suhu sangat perlu untuk mengetahui karakteristik perairan. Suhu air merupakan faktor abiotik yang memegang peranan penting bagi hidup dan kehidupan organisme perairan. terjadi penurunan biomassa dan keanekaragaman ketika suhu air meningkat lebih dari 28°C (Suherman *et.al.*, 2002).

2.5.2 pH

Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu parameter kimia perairan yang memiliki pengaruh besar terhadap organisme yang hidup di dalamnya. Nilai

pH akan mempengaruhi pertumbuhan ikan. Kisaran pH yang cocok untuk kehidupan ikan adalah 6,5-9. Batas terendah yang menyebabkan kematian ikan adalah pH 4 dan tertinggi pada pH 11 (Maulana, 2012).

Uji derajat keasaman (pH) adalah suatu metode untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan suatu produk, yang pengukurannya didasarkan pada konsentrasi ion hidrogen pada suatu medium atau pelarut. Nilai pH ikan segera setelah ditangkap dilaporkan berada diantara 6,0 sampai 6,5. Ikan masih dapat diterima sampai pH 6,8 tetapi menjadi busuk dengan pH di atas 7,0 (Huss 1988 dalam Kose, 2003).

Menurut Monalisa dan Infa (2010), dalam budidaya pada pH 5 masih dapat ditolerir oleh ikan tapi pertumbuhan ikan akan terhambat. Namun ikan dapat mengalami pertumbuhan yang optimal pada pH 6,5-9,0. Menurut Suherman *et.al.* (2002), batas toleransi organisme perairan terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, kandungan kation dan anion maupun jenis dan tempat hidup organisme.

2.5.3 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan reaksi biologis yang dilakukan oleh organisme aerobik atau anaerobik. Dalam kondisi aerobik, peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya

adalah nutrisi yang pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrisi dan gas. Karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga (Salmin, 2005).

Oksigen terlarut mempengaruhi pertumbuhan, kelangsungan hidup, distribusi, perilaku dan fisiologi organisme air. Mendapatkan oksigen yang cukup adalah masalah besar bagi organisme akuatik, karena kelarutan oksigen yang rendah dalam air dan kelarutan berkurang dengan peningkatan faktor seperti suhu, salinitas, kelembaban, kelimpahan tanaman terendam, kelimpahan plankton dan penurunan tekanan atmosfer. Deplesi oksigen dalam air menyebabkan ketersediaan pakan yang buruk bagi ikan, sehingga ikan kelaparan, tingkat pertumbuhan mengalami penurunan dan kematian ikan lebih banyak, baik secara langsung maupun tidak langsung (Jha *et al.*, 2008).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah toksisitas akut LC_{50-96jam} herbisida isopropilamina glifosat dan profil ikan mas (*Cyprinus carpio* L.), profil hematologi yang diamati antara lain adalah jumlah eritrosit, jumlah total leukosit, nilai hematokrit dan kadar hemoglobin. Selain itu, juga diamati jumlah mikronuklei dan nuklei abnormal lainnya. Parameter pendukung yang diukur ialah parameter kualitas air yaitu suhu, pH dan DO.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian mengenai analisa hematologi dan mikronuklei ikan mas memerlukan alat dan bahan dalam pelaksanaannya. Alat dan bahan digunakan untuk membantu memperoleh data hasil penelitian. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Menurut Marzuki (1989), penelitian berdasarkan proses berlangsungnya prosedur penelitian disebut penelitian eksperimental. Pada eksperimen peneliti dapat mengatur atau memberikan perlakuan (*treatment*) tertentu pada sesuatu variabel. Eksperimen ini untuk menguji hipotesa tentang adanya hubungan antara variabel-variabel (hubungan sebab akibat). Persoalan dirumuskan dengan jelas dalam bentuk hipotesa, dan percobaan dilakukan untuk menguji hipotesa tersebut.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua macam data, yaitu pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan

dengan cara mencatat hasil observasi, wawancara serta partisipasi aktif, sedangkan data sekunder yaitu data atau informasi yang dikumpulkan dan dilaporkan oleh seseorang untuk suatu tujuan tertentu maupun sebagai pengetahuan ilmiah.

Menurut Narimawati (2008), yang dimaksud data primer adalah data yang diperoleh dari sumber aslinya atau yang biasa disebut sumber pertama. Data primer tidak tersedia dalam bentuk kompilasi maupun dalam bentuk file-file. Data primer pada penelitian ini ialah mortalitas ikan, parameter hematologi meliputi jumlah sel darah merah, sel darah putih, hematokrit, hemoglobin dan mikronuklei serta parameter pendukung meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut. Sedangkan data sekunder adalah data atau informasi yang dikumpulkan dan dilaporkan oleh seseorang untuk suatu tujuan tertentu maupun sebagai pengetahuan ilmiah. Data ini biasanya diperoleh dari pustaka-pustaka atau dari laporan-laporan peneliti terdahulu. Menurut Sugiyono (2008) yang dimaksud data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data sekunder ini merupakan data yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku literatur dan bacaan. Data yang diperoleh melalui sumber lain secara tidak langsung (data sekunder) diperoleh melalui dokumen-dokumen resmi, buku-buku perpustakaan, dokumentasi dan keterangan lain yang berhubungan dengan penelitian.

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan acak lengkap digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, karena media homogen maka media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati (Sastrosupadi, 2000).

Penelitian ini dibagi atas uji pendahuluan dan uji sesungguhnya. Uji pendahuluan bertujuan untuk menentukan ambang atas dan ambang bawah konsentrasi herbisida sebagai acuan penentuan dosis pada uji sesungguhnya. Uji sesungguhnya dilakukan dengan 8 perlakuan dan tiga kali ulangan. Rancangan percobaan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 3. Rancangan percobaan

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
A	A1	A2	A3
B	B1	B2	B3
C	C1	C2	C3
D	D1	D2	D3
E	E1	E2	E3
F	F1	F2	F3
G	G1	G2	G3
K	K1	K2	K3

Keterangan:

- A : Perlakuan konsentrasi herbisida 1.35 ppm
- B : Perlakuan konsentrasi herbisida 1.8 ppm
- C : Perlakuan konsentrasi herbisida 2.4 ppm
- D : Perlakuan konsentrasi herbisida 3.2 ppm
- E : Perlakuan konsentrasi herbisida 4.2 ppm
- F : Perlakuan konsentrasi herbisida 6.5 ppm
- G : Perlakuan konsentrasi herbisida 8.7 ppm
- K : Perlakuan pemberian kadar fenol 0 ppm

Sedangkan untuk denah percobaan antara lain dapat dilihat pada **Gambar 5** sebagai berikut :

K1	A1	B1	C1	D1	E1
F1	G1	K2	A2	B2	C2
A3	K3	G2	F2	E2	D2
B3	C3	D3	E3	F3	G3

Gambar 5. Denah Percobaan.

Adapun rumus umum dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}; i = 1, 2, \dots, t, j = 1, 2, \dots, r$$

Dimana :

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Pemeliharaan

Pemeliharaan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- Memindahkan hewan uji dari lingkungan asal (misalnya kolam) ke air pemeliharaan yang ditempatkan dalam laboratorium.
- Memelihara lebih kurang lebih 7 hari sejak diperoleh dari daerah asal ke tempat pemeliharaan.
- Memberi pakan hewan uji dua kali sehari. Hewan uji yang mati atau abnormal segera dibuang.

3.5.2 Pembuatan Larutan Uji

Bahan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah herbisida dengan bahan aktif isopropilamina glifosat. Konsentrasi isopropilamina glifosat pada herbisida yang digunakan ialah 486 g/L atau 486.000 mg/L (486.000 ppm). Variasi konsentrasi glifosat ditentukan dengan pengenceran larutan stok kedalam 10 liter air menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut.

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan:

$N1$ = Konsentrasi larutan stok (mg/L)

$V1$ = Volume stok (mL)

$N2$ = Konsentrasi perlakuan (mg/L)

$V2$ = Volume larutan uji (mL)

3.5.3 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahap persiapan dan tahap pengujian. Berikut adalah langkah-langkah uji pendahuluan.

- Memasukkan air 10 liter ke dalam bak percobaan dan diaerasi selama 15 menit.
- Mengaklimatisasi hewan uji selama 24 jam sebelum pemaparan tanpa diberi pakan. Lalu, mensipon feses pada bak percobaan.
- Memasukkan bahan pencemar dengan beberapa variasi konsentrasi sesuai skala logaritmik Rand (0.0001 ppm, 0.001 ppm, 0.01 ppm, 0.1 ppm, 0 ppm, 1 ppm, 10 ppm, dan 100 ppm) ke dalam bak percobaan.
- Melakukan pengamatan pola aktivitas hewan uji setiap 24 jam, mulai dari 0 jam sampai dengan 96 jam.
- Menentukan *critical range test* (batas ambang atas dan batas ambang bawah).

3.5.4 Uji Sesungguhnya

Uji sesungguhnya dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Memasukkan air 10 liter ke dalam bak percobaan dan diaerasi selama 15 menit.
- Mengaklimatisasi hewan uji selama 24 jam sebelum pemaparan tanpa diberi pakan. Lalu, mensipon feses pada bak percobaan.
- Berdasarkan nilai batas ambang atas dan batas ambang bawah uji pendahuluan, dilakukan uji toksisitas dengan cara yang sama tetapi dengan variasi konsentrasi antara batas ambang atas dan batas ambang bawah pada skala logaritmik Rand. Pada salah satu bak percobaan diberi perlakuan 0 ppm digunakan sebagai kontrol.

- Dilakukan pengamatan pola aktivitas hewan uji pada 0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam serta pengukuran kualitas air uji pada 0 jam, 48 jam dan 96 jam.
- Penentuan LC50-96 jam dilakukan dengan pendekatan analisis regresi linier sederhana atau dengan cara menginterpolasi titik ordinat 50% (sumbu Y) ke garis regresi linier yang digambar di atas kertas grafik (milimeter blok) kemudian ditarik garis tegak lurus absis (sumbu X).

3.6 Metode Pemeriksaan Darah Ikan

3.6.1 Metode Pengambilan Sampel Darah Ikan

Prosedur pengambilan sampel darah ikan berukuran 7-9 cm ialah sebagai berikut.

- Mengambil ikan mas (*Cyprinus carpio*) dari bak percobaan menggunakan seser dan di tempatkan pada lap basah.
- Menyiapkan spuit 0,1 ml lengkap dengan jarumnya dan dihisap Na sitrat 3,8% sampai memenuhi seluruh spuit.
- Mengeluarkan Na sitrat 3,8% dari spuit, sisakan $\pm 50 \mu\text{l}$ dalam spuit dan memastikan tidak ada gelembung yang masuk dalam spuit.
- Menusukkan spuit pada bagian linea lateralis hingga mengenai tulang dan digeser 0,1 mm ke atas dan kebawah, tunggu darah hingga naik dengan sendirinya dalam spuit.
- Kemudian, tarik dengan perlahan spuit hingga darah memenuhi spuit dan masukkan dalam tabung eppendorf.

3.6.2 Metode Perhitungan Darah

A. Perhitungan Sel Darah Merah (Eritrosit) (Bijanti, 2005)

Perhitungan sel darah merah (eritrosit) ialah sebagai berikut.

- Mengambil sampel darah dari tabung eppendorf dengan pipet toma sampai skala 0,5 μL .
- Mengambil larutan hayem hingga skala 101 μL dan menghomogenkannya dengan cara menggoyang-goyangkan pipet toma.
- Membuang 3 tetes pertama, kemudian ditetaskan ke haemocytometer 1-2 tetes dan ditutup dengan menggunakan cover glass.
- Perhitungan eritrosit dilakukan di bawah mikroskop
- Mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, focus diatur dahulu dengan memakai lensa obyektif 10X, diatur sehingga gambaran kamar hitung bujur sangkar dengan jelas batasnya serta distribusi sel darah merah tampak jelas.
- Selanjutnya lensa obyektif di ubah 45X dengan hati-hati dan sel darah merah dihitung pada kotak bujur sangkar kecil (warna merah), sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri atau garis atas haruslah dihitung, sedangkan sel yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung.
- Jumlah eritrosit dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah Eritrosit (sel/mm}^3\text{)} = N \times 1 \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)}$$

Keterangan:

N = jumlah eritrosit terhitung

B. Perhitungan Sel Darah Putih (Leukosit) (Bijanti, 2005)

Perhitungan sel darah putih (leukosit) ialah sebagai berikut.

- Mengambil sampel darah dari tabung eppendorf dengan pipet toma sampai skala 0,5 μL .
- Mengambil larutan turk hingga skala 11 μL dan menghomogenkannya dengan cara menggoyang-goyangkan pipet toma.

- Membuang 3 tetes pertama, kemudian ditetaskan ke haemocytometer 1-2 tetes dan ditutup dengan menggunakan cover glass.
- Perhitungan leukosit dilakukan di bawah mikroskop.
- Mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, kamar hitung dengan bidang bergarisnya diletakkan di bawah lensa obyektif dan fokus mikroskop diarahkan pada garis-garis tersebut.
- Leukosit dihitung pada keempat bidang besar (kotak warna hijau). Perhitungan dimulai dari sudut kiri atas, terus ke kanan, kemudian turun ke bawah dan dari kanan ke kiri.
- Cara seperti ini dilakukan pada keempat bidang besar. Penghitungan dilakukan dengan catatan sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri atau garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung
- Jumlah leukosit dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} = N \times 1 \frac{1}{4 \text{ area} \times 0.1 \text{ (volume)}} \times 20 \text{ (pengenceran)}$$

Keterangan:

N = jumlah leukosit terhitung

C. Perhitungan Nilai Hematokrit (Santosa dan Waenah, 2005)

Perhitungan nilai hematokrit dengan metode mikro dilakukan dengan langkah berikut.

- Tabung mikro kapiler tanpa antikoagulan diisi dengan darah yang mengandung EDTA 10% yang masing-masing pada volume 10 ul dan 50 ul sampai volume $\frac{3}{4}$ tabung kapiler.
- Salah satu ujung tabung mikro kapiler disumbat dengan alat khusus (malam) atau dibakar. Kemudian dimasukkan ke dalam alat mikro sentrifuge dengan bagian yang disumbat mengarah ke luar.

- Dipusingkan dengan kecepatan 11.000 - 16.000 rpm selama 4 menit. Hasil dibaca volume darah yang dipadatkan menggunakan skala hematokrit dalam satuan persen.

D. Perhitungan Kadar Hemoglobin (Wedemeyer dan Yasutake, 1977 dalam Wahjuningrum et al, 2008)

Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan dengan metode sahli. Prinsip metode ini adalah mengkonversikan hemoglobin dalam darah ke dalam bentuk asam hemotin oleh asam klorida. Langkah-langkah perhitungan kadar hemoglobin ialah sebagai berikut.

- Sampel darah dihisab menggunakan pipet sahli sampai skala 20 mm³.
- Memindahkan sampel darah dari pipet sahli ke dalam tabung hemoglobin yang berisi HCL 0,1 N sampai skala 10 (warna kuning), di dalamnya 3 - 5 menit agar hemoglobin bereaksi dengan HCL membentuk asam hemotin.
- Kemudian diaduk dan ditambahkan akuades sedikit demi sedikit hingga warnanya sama dengan warna standar.
- Pembacaan skala lajur gram/100 ml yang berarti banyaknya hemoglobin dalam gram per 100 ml darah.

3.6.3 Metode Pengamatan dan Perhitungan Mikronuklei

Pengamatan dan perhitungan mikronuklei dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- Mengambil satu tetes sampel darah dengan pipet tetes.
- Melakukan metode smear dengan menggunakan dua objek glass dan ditunggu hingga kering.
- Memfiksasi dengan methanol hingga kering untuk meluruhkan lemak.
- Mewarnai dengan pewarna giemsa 2-3 menit.
- Dibilas dengan aquades mengalir dan dikeringkan

- Diamati di bawah mikroskop. Mikroskop diatur dengan pembesaran 1000X dan dicari titik fokus
- Diamati tiap sel dan dihitung frekuensi mikronuklei dan nuklei abnormal pada setiap 1000 peripheral sel darah merah.

Adapun rumus penghitungan mikronuklei menurut Tarasandi *et al.*, (2015) adalah sebagai berikut :

$$\text{Frekuensi Mikronuklei} = \frac{\sum \text{Micronuklei} \times (1000)}{\text{Total sel yang dihitung}}$$

3.7 Metode Pengukuran Parameter Pendukung

3.7.1 Suhu (Herniwati, 2012)

Pengukuran suhu dengan menggunakan DO meter.

- Mengkalibrasi DO meter terlebih dahulu dengan akuades.
- Menekan tombol ON.
- Mencelupkan DO meter ke dalam bak percobaan.
- Menunggu sampai nilai yang terbaca benar-benar konstan (nilai suhu)
- Mencatat hasil pengukuran dalam satuan °C.

3.7.2 pH (SNI, 2004)

Pengukuran pH menggunakan pH meter dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- Mengkalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- Mengeringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling.
- Membilas elektroda dengan tisu
- Mencelupkan elektroda kedalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

- Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

3.7.3 Oksigen Terlarut (Bloom, 1998)

Pengukuran DO dengan menggunakan alat yaitu DO meter. Pengukuran DO dilakukan dengan cara:

- Mengkalibrasi DO meter terlebih dahulu dengan akuades.
- Menekan tombol ON.
- Mencilupkan DO meter ke dalam bak percobaan.
- Menunggu sampai nilai yang terbaca benar-benar konstan (nilai DO)
- Mencatat hasil pengukuran dalam satuan mg/L.

3.8 Analisis Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa model probit (**Lampiran 5**), uji-F dan uji BNT. Analisa probit digunakan dalam pengujian biologis untuk mengetahui respon subjek yang diamati dan diteliti oleh adanya stimuli limbah atau bahan pencemar dengan mengetahui respon berupa mortalitas (Umniati, 1990 dalam Negara, 2003). Sedangkan uji-F digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada suatu percobaan dan uji BNT merupakan uji lanjutan setelah uji-F untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan pada suatu percobaan.

Menurut Wardlaw (1985), langkah-langkah melakukan analisa probit nilai LC-50 adalah sebagai berikut :

- a. Membuat tabel probit
- b. Memasukkan nilai konsentrasi perlakuan (ppm)
- c. Memasukkan nilai log 10 konsentrasi perlakuan
- d. Memasukkan jumlah sampel atau organisme uji yang digunakan
- e. Memasukkan jumlah mortalitas hewan uji pada setiap konsentrasi perlakuan
- f. Mempersentase jumlah mortalitas (M_{obs})

g. Memasukkan jumlah nilai organisme uji dalam bak percobaan (M_{cont})

h. Menghitung nilai koreksi mortalitas dengan rumus Abbot's :

$$= \text{Koreksi Mortalitas (\%)} = \frac{M_{obs} - M_{cont}}{100 - M_{cont}}$$

i. Menstansformasikan nilai koreksi mortalitas ke dalam tabel trasformasi probit, dengan syarat hanya tiga nilai konsentrasi terbawah yang digunakan dalam penentuan nilai LC-50

j. Membuat grafik regresi untuk nilai LC-50, sumbu Y merupakan nilai transformasi probit sedangkan sumbu X adalah bilangan log 10 konsentrasi perlakuan. Selanjutnya dari grafik tersebut ditentukan rumus regresi yaitu :

$$Y = a + bx$$

$$LC-50 = \text{antilog } X$$

Dengan Y = nilai probit

X = konsentrasi perlakuan

Y = 5,00 (kematian 50%)

Sedangkan menurut Gaspersz (1992), analisa model probit untuk mencari LC-50 menggunakan fungsi peluang normal kumulatif. Model peluang probit sederhana untuk memperoleh suatu dugaan dari indeks Z_i dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$Z_i = F^{-1}(P_i) = \beta_0 + \beta_1 + X_{1i} + \epsilon_i$$

Dari persamaan tersebut dapat diinterpretasikan peluang P yang dihasilkan dari model probit sebagai suatu dugaan dari peluang bersyarat bahwa suatu objek pengamatan atau kelompok akan mengalami kejadian berdasarkan nilai tertentu dari variabel x.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Toksisitas Akut Herbisida Isopropilamina Glifosat Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

4.1.1 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan merupakan suatu uji untuk menentukan batas ambang atas dan batas ambang bawah konsentrasi herbisida isopropilamina glifosat sebagai acuan uji sesungguhnya. Pada penelitian ini, uji pendahuluan dilakukan selama 96 jam dengan 8 perlakuan dan dua kali ulangan dengan dosis sesuai dengan skala logaritmik Rand (1980). Dosis yang digunakan antara lain yaitu 0.0001 ppm, 0.001 ppm, 0.01 ppm, 0.1 ppm, 0 ppm, 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm. Data mortalitas ikan mas pada uji pendahuluan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Data Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Uji Pendahuluan

Konsentrasi Herbisida (ppm)	Ulangan	Jumlah Organisme	Mortalitas (ekor/jam)				Rata-rata Mortalitas	Persen Mortalitas (%)
			24	48	72	96		
0	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
0.0001	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
0.001	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
0.01	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
0.1	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
1	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
10	1	10	0	0	3	4	7.5	75
	2		0	1	3	4		
100	1	10	10	-	-	-	10	100
	2		10	-	-	-		

Tabel tersebut menunjukkan bahwa mortalitas ikan mas pada konsentrasi 100 ppm pada 24 jam telah mencapai 100%, sedangkan pada konsentrasi 0 ppm, 0.0001 ppm, 0.001 ppm, 0.01 ppm dan 0.1 ppm tidak ada kematian hingga 96 jam. Menurut Husni dan Esmiralda (2011), uji pendahuluan dilakukan untuk

menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji lanjutan atau uji toksisitas sesungguhnya, yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian terbesar mendekati 50% dan kematian terkecil mendekati 50%. Pada konsentrasi 10 ppm prosentase kematian sebesar 75% dan pada konsentrasi 1 ppm prosentase kematian sebesar 0%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa batas ambang atas konsentrasi herbisida isopropilamina glifosat pada ikan mas berada pada konsentrasi 10 ppm dan batas ambang bawah pada konsentrasi 1 ppm.

4.1.2 Uji Sesungguhnya

Uji sesungguhnya pada penelitian ini didasarkan pada toksisitas akut LC_{50-96} jam. Pada penelitian ini, uji sesungguhnya dilakukan dalam 96 jam dengan 8 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan menggunakan tabel Rand (1980) pada **Lampiran 2** berdasarkan nilai konsentrasi batas ambang atas dan batas ambang bawah pada uji pendahuluan. Perlakuan yang digunakan pada uji sesungguhnya antara lain adalah 0 ppm (sebagai kontrol), 1.35 ppm, 1.8 ppm, 2.4 ppm, 3.2 ppm, 4.2 ppm, 6.5 ppm dan 8.7 ppm.

Hasil uji sesungguhnya toksisitas akut LC_{50-96} jam herbisida isopropilamina glifosat dapat dilihat selengkapnya pada **Tabel 5**. Tabel tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0 ppm (sebagai kontrol) selama pemaparan 96 jam ikan mas tidak mengalami kematian. Pada konsentrasi 1.35 ppm, 1.8 ppm, 2.4 ppm dan 3.2 ppm juga tidak ada kematian selama pemaparan pada ketiga ulangan. Pada konsentrasi 4.2 ppm terdapat kematian pada ikan mas dengan prosentase mortalitas 33% dengan rata-rata mortalitas 0.33 ekor, sedangkan pada konsentrasi 6.5 ppm prosentase kematian sebesar 16.7% dengan rata-rata

mortalitas 1.67 ekor dan pada konsentrasi 8.7 ppm prosentase kematian sebesar 56.7% dengan rata-rata mortalitas 5.67 ekor.

Tabel 5. Data Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Uji Toksisitas Akut LC_{50-96jam} Herbisida Isopropilamina Glifosat

Konsentrasi Herbisida (ppm)	Ulangan	Jumlah Organisme	Mortalitas (ekor/jam)				Rata-rata Mortalitas	Persen Mortalitas (%)
			24	48	72	96		
0	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
	3		0	0	0	0		
1.35	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
	3		0	0	0	0		
1.8	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
	3		0	0	0	0		
2.4	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
	3		0	0	0	0		
3.2	1	10	0	0	0	0	0	0
	2		0	0	0	0		
	3		0	0	0	0		
4.2	1	10	0	0	0	1	0.33	3.3
	2		0	0	0	0		
	3		0	0	0	0		
6.5	1	10	0	0	0	1	1.67	16.7
	2		0	0	1	1		
	3		0	0	0	2		
8.7	1	10	0	1	2	3	5,67	56.7
	2		0	0	1	4		
	3		0	0	2	4		

Tyas *et al.* (2013), melaporkan tingkat mortalitas ikan mas terhadap paparan HgCl₂ pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang bervariasi. Perlakuan dengan konsentrasi HgCl₂ sebesar 2 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 22 ekor (73%). Perlakuan dengan konsentrasi HgCl₂ sebesar 2.2 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 25 ekor (83%). Perlakuan dengan konsentrasi HgCl₂ sebesar 2.42 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 27 ekor (90%), sedangkan perlakuan dengan konsentrasi HgCl₂ sebesar 2.66 dan 3 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 30 ekor (100%). Sedangkan, Singh *et al.* (2009), melaporkan bahwa tidak terjadi

kematian pada ikan mas terhadap paparan dimethoat dengan konsentrasi 1.35 ppm, akan tetapi terjadi kematian 100% pada konsentrasi 2.10 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kematian ikan mas tergantung dari bahan pencemar dan perlakuan yang diberikan.

Tingkah laku ikan mas saat dilakukan pemaparan herbisida isopropilamina glifosat menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan antara ikan kontrol (perlakuan 0 ppm) dengan ikan perlakuan pemaparan 8.7 ppm. Tingkah laku ikan pada saat uji toksisitas akut $LC_{50-96jam}$ dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 6. Tingkah Laku Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) pada Uji Toksisitas Akut $LC_{50-96jam}$ Herbisida Isopropilamina Glifosat

Konsentrasi Herbisida (ppm)	Tingkah Laku Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)
0	Pergerakan aktif dan normal hingga 96 jam
1.35	Pergerakan aktif dan normal hingga 96 jam
1.8	Pergerakan aktif dan normal hingga 96 jam
2.4	Pergerakan aktif dan normal hingga 72 jam Pergerakan aktif dan berenang menuju aerasi hingga 96 jam
3.2	Pergerakan aktif dan normal hingga 48 jam Pergerakan melambat hingga 72 jam Pergerakan aktif dan berenang menuju aerasi hingga 96 jam
4.2	Pergerakan aktif dan normal hingga 48 jam Pergerakan lambat dan berenang menuju aerasi hingga 72 jam Tubuh miring dan bukaan operculum semakin cepat hingga 96 jam
6.5	Pergerakan aktif dan normal hingga 24 jam Pergerakan lambat dan berenang menuju aerasi hingga 72 jam Berenang lambat dan tubuh miring serta bukaan operculum semakin cepat hingga 96 jam
8.7	Pergerakan aktif dan normal hingga 24 jam Pergerakan lambat dan berenang menuju aerasi hingga 72 jam Tubuh miring dan bukaan operculum semakin cepat Tubuh tergelepar didasar dan bukaan operculum melemah

Menurut El-sheblly dan El-kady (2008), ikan nila yang terpapar glifosat dengan konsentrasi 3 ppm dan 5 ppm menunjukkan adanya tingkah laku yang

abnormal seperti pernafasan yang cepat dengan meningkatnya bukaan operkulum, gerak refleks dan berenang lambat, berenang dipermukaan untuk mengambil oksigen lebih dan bergerak cepat tak terarah pada perairan. Menurut Sudarmo (1992), ikan yang terkena racun bahan pencemar 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 didasar. Hal ini diduga sebagai suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek lethal yang terjadi lebih lambat. Sedangkan menurut Hassan *et al.* (2015), perilaku ikan bertambah agresif dengan meningkatnya konsentrasi bahan pencemar yang diberikan seperti berenang tidak menentu dan lebih sering bergerak di bagian bawah. Tanda-tanda ini menunjukkan adanya gangguan akibat racun dan ikan berupaya untuk mempertahankan hidupnya dari stress lingkungan.

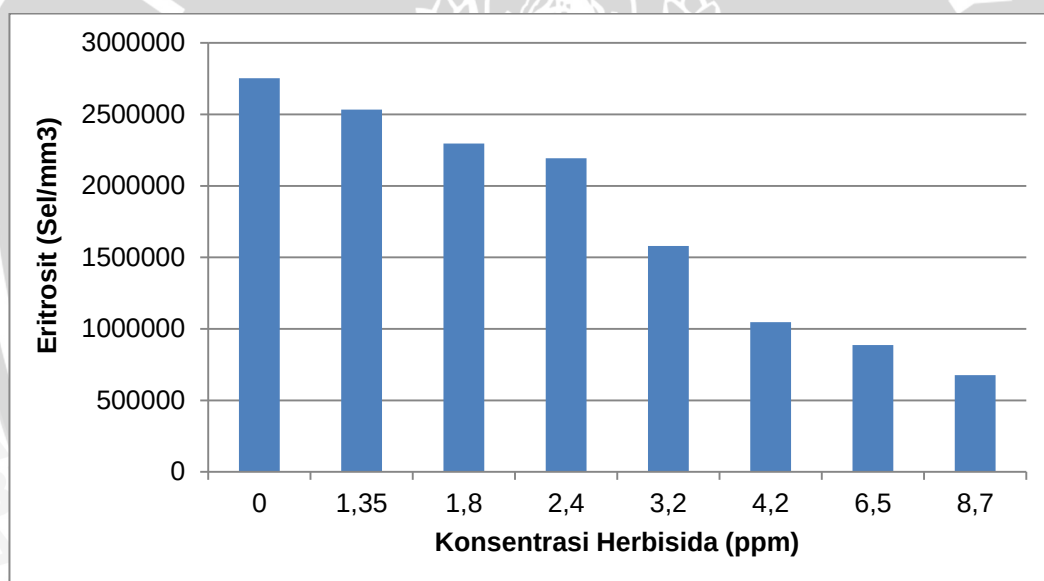
Hasil analisa model probit untuk menentukan nilai $LC_{50-96jam}$ herbisida isopropilamina glifosat pada penelitian ini mendapatkan hasil sebesar 8.57 ppm. Menurut Komisi Pestisida Departemen Pertanian (1983), kriteria daya racun lethal pestisida antara lain $LC_{50-96 jam} < 1$ mg/L, daya racunnya sangat tinggi, $LC_{50-96jam}$ 1-10 mg/L, daya racunnya tinggi, $LC_{50-96jam}$ 10-100 mg/L, daya racunnya sedang, $LC_{50-96 jam}$ 100 mg/L, daya racunnya rendah. Berdasarkan klasifikasi tersebut maka herbisida isopropilamina glifosat memiliki daya racun tinggi. Ahmad (2011), melaporkan bahwa paparan diazinon terhadap ikan mas memiliki nilai $LC_{50-96jam}$ sebesar 9.17 mg/L yang artinya bahwa diazinon juga memiliki daya racun yang tinggi, sedangkan Hassan *et al.* (2015), melaporkan bahwa paparan paraquat terhadap ikan mas memiliki nilai $LC_{50-96jam}$ sebesar

26.07 mg/L yang artinya paraquat memiliki daya racun sedang. Jadi, setiap jenis pestisida memiliki daya racun yang berbeda terhadap ikan mas.

4.2 Analisis Hematologi dan Mikronuklei

4.2.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah (eritrosit) merupakan salah satu parameter hematologi yang digunakan untuk mengetahui respon fisiologis ikan mas terhadap paparan herbisida isopropilamina glifosat. Perhitungan eritrosit ikan mas yang telah dilakukan pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Berikut adalah grafik jumlah eritrosit (sel/mm^3) ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang disajikan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik rata-rata jumlah eritrosit ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Grafik diatas menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara rata-rata jumlah eritrosit pada perlakuan 0 ppm (kontrol) dengan perlakuan 8.7 ppm. Rata-rata jumlah eritrosit pada perlakuan 0 ppm (kontrol) sebesar 2753333 sel/mm^3 , sedangkan pada perlakuan dengan konsentrasi tertinggi yaitu 8.7 ppm sebesar 676667 sel/mm^3 . Pada konsentrasi 1.35 ppm rata-rata jumlah eritrosit sebesar 2533333 sel/mm^3 , selanjutnya pada konsentrasi 1.8 ppm sebesar

2296667 sel/mm³. Pada konsentrasi 2.4 ppm rata-rata jumlah eritrosit sebesar 2193333 sel/mm³ dan pada konsentrasi 3.2 ppm jumlah eritrosit sebesar 1580000 sel/mm³. Selanjutnya, pada konsentrasi 4.2 ppm rata-rata jumlah eritrosit sebesar 1046667 sel/mm³ dan pada konsentrasi 6.5 ppm rata-rata jumlah eritrosit sebesar 886667 sel/mm³. Hasil tersebut menunjukkan penurunan jumlah eritrosit setiap penambahan konsentrasi herbisida isopropilamina glifosat.

Adanya penurunan rata-rata jumlah eritrosit dengan semakin bertambahnya konsentrasi paparan herbisida isopropilamina glifosat mengindikasikan bahwa metabolisme ikan mas terganggu sehingga mengalami stress. Hal ini sesuai dengan pendapat Torres *et al.* (1986), bahwa dalam kondisi stress jumlah eritrosit, hemoglobin dan hematokrit menurun dan leukosit cenderung meningkat. Heath (1995), menambahkan bahwa peningkatan dan penurunan parameter hematologi merupakan respon terhadap stress lingkungan, bahan kimia atau sebaliknya mungkin karena sel darah kehilangan atau kelebihan air. Menurut Rachmawati *et al.* (2010), timbulnya respon stres tersebut menunjukkan terjadinya adaptasi terhadap perubahan yang tidak terduga dan untuk mengembalikan pada kondisi homeostasis.

Pada penelitian Ajani dan Awogbade (2012), penurunan jumlah eritrosit *Clarias gariepinus* terjadi secara signifikan pada pemaparan sub lethal diuron 15 ppm yakni dari $1.57 \pm 0.48 \times 10^6$ sel/mm³ pada kontrol menjadi $1.23 \pm 0.01 \times 10^6$ sel/mm³. Sedangkan pada penelitian Ramesh dan Saravanan (2008), jumlah eritrosit ikan mas mengalami penurunan pada pemaparan toksisitas akut klorpirifos LC_{50-24jam} dengan konsentrasi 5.28 ppm yakni dari $3.24 \pm 0.046 \times 10^6$ sel/mm³ pada kontrol menjadi $0.893 \pm 0.025 \times 10^6$ sel/mm³.

Menurut Suhermanto *et al.* (2013), eritrosit merupakan salah satu komponen penting sel darah ikan, karena dalam eritrosit terdapat zat hemoglobin yang berperan dalam mengikat oksigen dari lingkungan dan dibawa ke seluruh

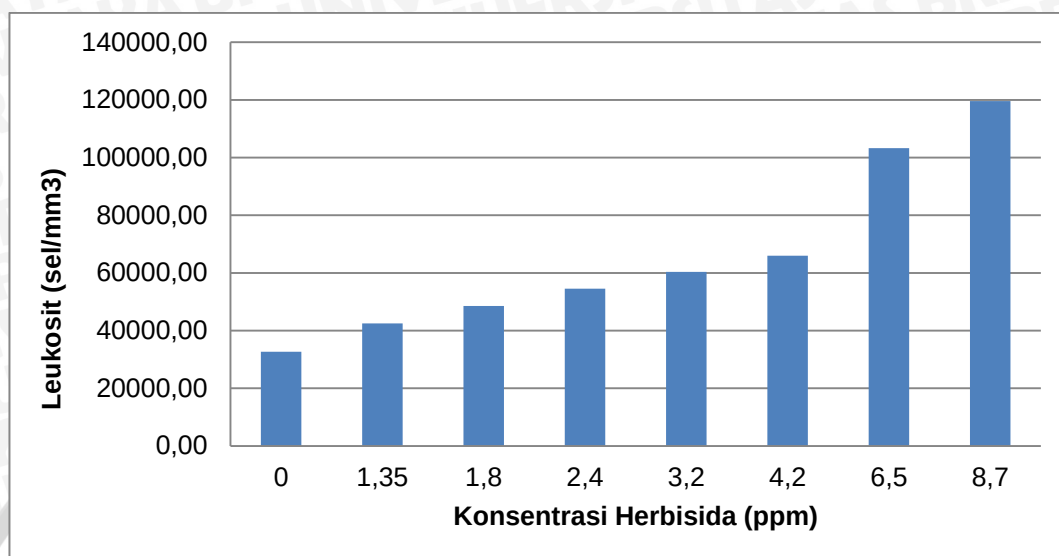
tubuh yang memerlukan. Rendahnya eritrosit akan menyebabkan ikan tidak mampu mengambil oksigen dalam jumlah banyak walaupun ketersediaan oksigen di perairan mencukupi. Akibatnya ikan akan mengalami kekurangan oksigen (*anoxia*).

Berdasarkan hasil analisa data menggunakan Uji-F diperoleh hasil F hitung $(87.86) > F$ tabel 1% (4,03), yang artinya pengaruh perlakuan terhadap jumlah eritrosit berbeda sangat nyata. Dari hasil Uji-F tersebut dilanjutkan dengan uji BNT 1% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa perlakuan 0 ppm dan 3.2 ppm berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 1.35 ppm, 1.8 ppm dan 2.4 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 4.2 ppm dan 6.5 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 6.5 ppm tidak berbeda nyata dengan perlakuan 8.7 ppm. Dapat dikatakan bahwa perlakuan 1.35 ppm, 1.8 ppm dan 2.4 ppm memberikan pengaruh yang sama terhadap perubahan rata-rata jumlah eritrosit dimana tidak ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan tersebut, sama halnya dengan perlakuan 4.2 ppm dan 6.5 ppm, juga antara perlakuan 6.5 dengan 8.7 ppm, akan tetapi hanya perlakuan 0 ppm dan 3.2 ppm yang memiliki pengaruh berbeda terhadap perubahan rata-rata jumlah eritrosit.

4.2.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih (leukosit) merupakan salah satu parameter hematologi pada penelitian ini untuk mengetahui respon fisiologis ikan mas terhadap paparan herbisida isopropilamina glifosat. Perhitungan leukosit dilakukan pada setiap perlakuan dan ulangan. Jumlah total leukosit pada setiap perlakuan

menunjukkan hasil yang berbeda. Berikut grafik rata-rata jumlah total leukosit (sel/mm³) yang disajikan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Grafik rata-rata jumlah total leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Grafik diatas menunjukkan perbedaan rata-rata jumlah total leukosit yang signifikan antara perlakuan 0 ppm (kontrol) dengan konsentrasi 8.7 ppm. Rata-rata jumlah total leukosit pada konsentrasi 0 ppm sebesar 32666.67 sel/mm³, sedangkan pada konsentrasi 8.7 ppm sebesar 119583.3 sel/mm³. Pada konsentrasi 1.35 ppm rata-rata jumlah total leukosit sebesar 425000 sel/mm³, selanjutnya pada konsentrasi 1.8 ppm sebesar 48550 sel/mm³. Pada konsentrasi 2.4 ppm rata-rata jumlah total leukosit sebesar 54516.67 sel/mm³ dan pada konsentrasi 3.2 ppm sebesar 60366.67 sel/mm³. Selanjutnya, pada konsentrasi 4.2 ppm rata-rata jumlah total leukosit sebesar 66000 sel/mm³ dan pada konsentrasi 6.5 ppm sebesar 103283.3 sel/mm³. Hasil tersebut menunjukkan peningkatan jumlah leukosit setiap penambahan konsentrasi herbisida isopropilamina glifosat.

Adanya peningkatan jumlah leukosit setiap penambahan konsentrasi herbisida isopropilamina glifosat mengindikasikan bahwa ikan mas mengalami stress sehingga kondisi kesehatan ikan mas terganggu. Menurut Hastuti (2004),

leukosit total dalam darah menunjukkan kondisi kesehatan ikan. Ikan yang mengalami stres yang disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan maupun karena benda asing memperlihatkan respons kenaikan jumlah sel leukosit. Heath (1995), menambahkan bahwa pemaparan bahan pencemar yang bersifat kimia dan lingkungan *hipoxia* dapat mempengaruhi peningkatan dan penurunan parameter hematologi.

Pada penelitian Ahmad (2011), total leukosit ikan mas yang terhitung mengalami penurunan setiap penambahan paparan konsentrasi diazinon, sedangkan dalam penelitian Sahetapy (2011), konsentrasi timbal yang lebih tinggi dapat menaikkan jumlah leukosit ikan kerapu macan. El-Sayed *et al.* (2007), melaporkan adanya penurunan jumlah total leukosit ikan nila pada uji toksisitas akut $LC_{50-96jam}$ deltamethrin bila dibandingkan dengan kontrol, sedangkan Bojarski *et al.* (2015), melaporkan bahwa jumlah total leukosit *Cirrhinus mrigala* mengalami peningkatan yang signifikan bila dibandingkan dengan kontrol setelah pemaparan ethofumesate 0.11 ppm selama 3 hari yakni dari $13 \pm 0.7 \times 10^3$ sel/mm³ pada kontrol menjadi $36.17 \pm 5.0 \times 10^3$ sel/mm³. Montanha *et al.* (2014), juga melaporkan bahwa jumlah total leukosit *Rhamdia quelen* pada pemaparan cypermethrin 2.5 ppm dengan rata-rata 134.7 ± 21.50 sel/ μ L mengalami peningkatan yang signifikan bila dibandingkan pemaparan 0 ppm dengan rata-rata 104.9 ± 28.8 sel/ μ L. Dapat disimpulkan bahwa, setiap penambahan racun pada tubuh ikan akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap jumlah total leukosit dan perubahan jumlah total leukosit bisa disebabkan oleh faktor lain, seperti halnya yang diungkapkan Yanto *et al.* (2015), bahwa jumlah leukosit pada ikan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya, jenis dan spesies ikan, faktor fisiologis lain seperti umur, aktivitas otot, aksitasi dan masa estras.

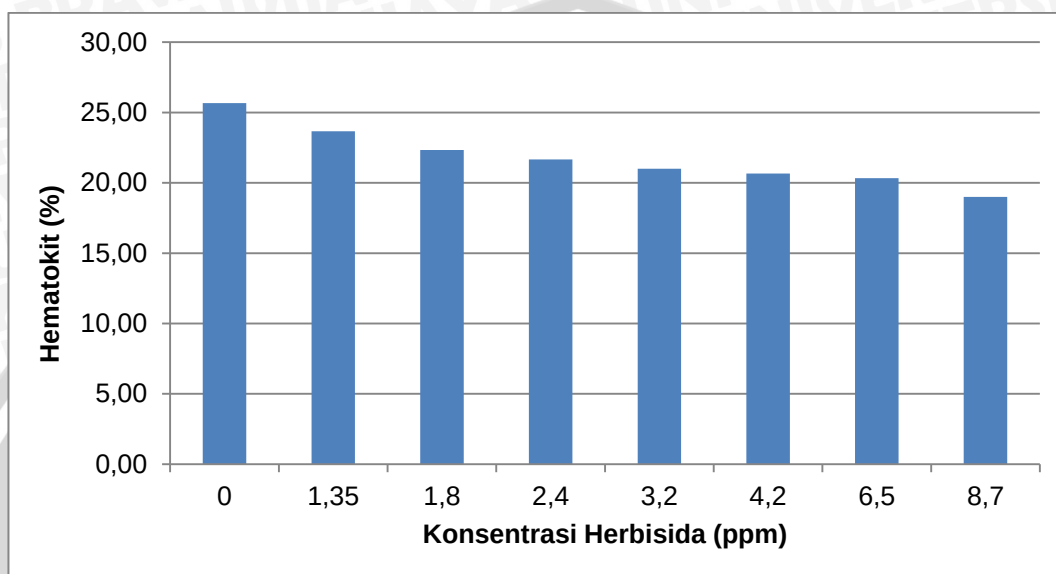
Berdasarkan hasil analisa data dengan Uji-F diperoleh nilai F hitung (102.05) > F tabel 1% (4.03) yang artinya pengaruh perlakuan terhadap jumlah leukosit berbeda sangat nyata. Dari hasil Uji-F tersebut dilanjutkan dengan uji BNT 1% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa perlakuan 0 ppm dan 1.35 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. perlakuan 1.35 ppm, 1.8 ppm dan 2.4 ppm tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 2.4 ppm dan 3.2 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, begitu pula dengan perlakuan 3.2 ppm dan 4.2 ppm, sedangkan perlakuan 6.5 ppm dan 8.7 ppm berbeda nyata pengaruhnya terhadap perlakuan lainnya. Dapat dikatakan bahwa perlakuan 0 ppm hingga 4.2 ppm memiliki pengaruh yang sama terhadap rata-rata jumlah total leukosit dan hanya perlakuan 6.5 ppm dan 8.7 ppm yang memiliki pengaruh berbeda terhadap rata-rata jumlah leukosit.

4.2.3 Hematokrit

Nilai hematokrit digunakan untuk menentukan prosentase sel darah merah. Pada penelitian ini nilai hematokrit ikan mas yang dipapar herbisida isopropilamina glifosat dihitung pada tiap perlakuan dan ulangan. Data nilai hematokrit dapat dilihat selengkapnya di **Lampiran 7**. Grafik rata-rata nilai hematokrit dapat dilihat pada **Gambar 8**.

Grafik pada **Gambar 8**. menunjukkan adanya perbedaan nilai hematokrit pada setiap perlakuan. Rata-rata nilai hematokrit tertinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 0 ppm yaitu 25.67%, sedangkan rata-rata nilai hematokrit terendah yaitu 19% pada konsentrasi 8.7 ppm. Pada konsentrasi 1.35 ppm rata-rata nilai hematokrit sebesar 23.67% dan pada konsentrasi 1.8 ppm rata-rata nilai hematokrit sebesar 22.33%. Selanjutnya, pada konsentrasi 2.4

ppm rata-rata nilai hematokrit sebesar 21.67% dan pada konsentrasi 3.2 ppm rata-rata nilai hematokrit sebesar 21%. Pada konsentrasi 4.2 ppm rata-rata nilai hematokrit sebesar 20.67% dan rata-rata nilai hematokrit pada konsentrasi 6.5 ppm sebesar 20.33%.



Gambar 8. Grafik rata-rata nilai hematokrit ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Penurunan nilai hematokrit pada ikan menunjukkan adanya indikasi anemia, seperti halnya diungkapkan oleh David *et al.* (2015), bahwa penurunan total eritrosit, hemoglobin dan hematokrit merupakan tanda-tanda adanya anemia pada ikan. Menurut Nirmala *et al.* (2012), anemia terjadi karena kemungkinan meningkatnya kerusakan eritrosit di dalam sirkulasi darah. Anemia berdampak pada terhambatnya pertumbuhan ikan, karena rendahnya jumlah eritrosit mengakibatkan suplai makanan ke sel, jaringan dan organ akan berkurang sehingga proses metabolisme ikan akan terhambat.

Montanha *et al.* (2014), melaporkan bahwa pada pemaparan lethal cypermethrin 2.5 ppm nilai hematokrit *Rhamdia quelen* mengalami peningkatan yang signifikan bila dibandingkan pada pemaparan 1.5 ppm dan 0 ppm yaitu dengan rata-rata masing-masing sebagai berikut $35.80 \pm 3.36\%$; $31.33 \pm 2.10\%$ dan

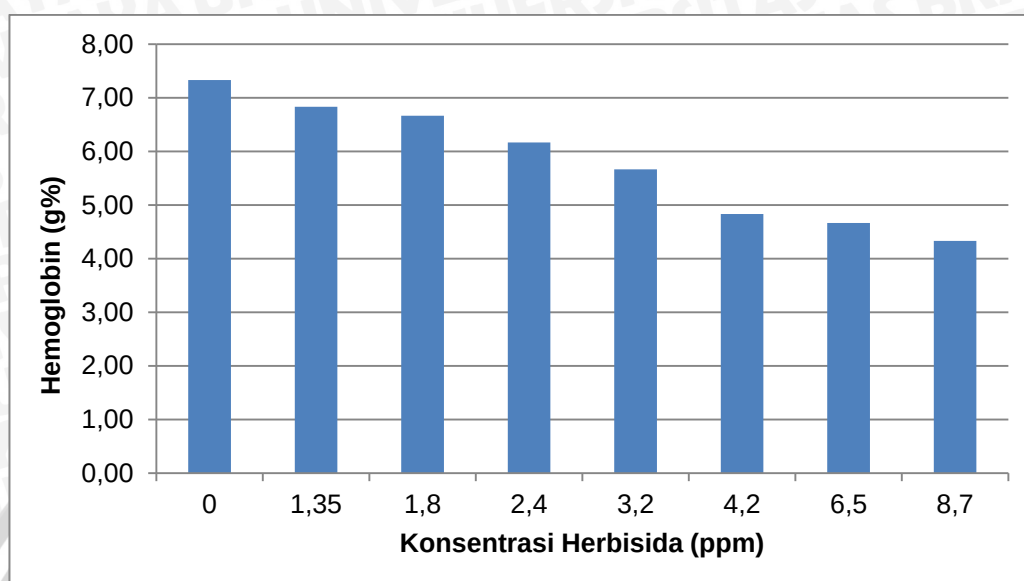
31.17±4.95%, sedangkan Haider dan Rauf (2014), melaporkan bahwa nilai hematokrit *Cirrhinus mrigala* mengalami penurunan yang signifikan dengan pemaparan sub lethal diazinon 1.63 ppm dengan rata-rata $23.02 \pm 0.63\%$ bila dibandingkan kontrol dengan rata-rata $30.14 \pm 0.30\%$. Galeb *et al.* (2013), juga melaporkan bahwa ada penurunan yang signifikan terhadap nilai hematokrit *Rhamdia quelen* yang dipapar deltamethrin 1.5 ppm dengan rata-rata $29.50 \pm 1.95\%$ bila dibandingkan kontrol dengan rata-rata $25.60 \pm 1.40\%$. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan racun kedalam tubuh ikan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap nilai hematokrit.

Berdasarkan hasil analisa data dengan Uji-F diperoleh nilai F hitung $(17.52) > F$ tabel 1% (4.03) yang artinya rata-rata nilai hematokrit pada tiap perlakuan berbeda sangat nyata. Dari hasil Uji-F tersebut dilanjutkan dengan uji BNT 5% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa perlakuan 0 ppm dan 1.35 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 1.8 dan 2.4 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 3.2 ppm, 4.2 ppm, 6.5 ppm dan 8.7 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dapat dikatakan bahwa perlakuan 3.2 ppm hingga 8.7 ppm tidak memiliki perbedaan pengaruh terhadap rata-rata nilai hematokrit, akan tetapi antara perlakuan 0 ppm hingga 2.4 ppm terdapat perbedaan rata-rata nilai hematokrit.

4.2.4 Hemoglobin (Hb)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan kadar hemoglobin ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada setiap perlakuan berbeda. Data pengukuran kadar

hemoglobin dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Rata-rata kadar hemoglobin pada penelitian ini disajikan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Grafik rata-rata kadar hemoglobin ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Grafik diatas menunjukkan rata-rata kadar hemoglobin tertinggi sebesar 7.33g% pada perlakuan kontrol (konsentrasi 0 ppm) dan terendah sebesar 4.33g% pada konsentrasi 8.7 ppm. Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antar kedua perlakuan. Rata-rata kadar hemoglobin pada konsentrasi 1.35 ppm sebesar 6.83g% dan pada konsentrasi 1.8 ppm sebesar 6.67%. Selanjutnya, pada konsentrasi 2.4 ppm rata-rata kadar hemoglobin sebesar 6.17 g% dan pada konsentrasi 3.2 ppm sebesar 5.67g%. pada konsentrasi 4.2 ppm rata-rata kadar hemoglobin sebesar 4.67g% dan pada konsentrasi 6.5 ppm sebesar 4.33g%. Rata-rata kadar hemoglobin menurun dengan bertambahnya konsentrasi paparan herbisida isopropilamina glifosat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ada *et al.* (2012), yang melaporkan adanya penurunan kadar hemoglobin ikan nila setiap penambahan konsentrasi paraquat selama pemaparan 24 jam dengan kosentrasi 0 ppm hingga 10.5 ppm.

Rauf dan Arain (2013), melaporkan bahwa kadar hemoglobin *Cirrhinus mrigala* mengalami penurunan yang cukup signifikan pada pemaparan diazinon 8.15 ppm selama 96 jam dengan rata-rata $5.14 \pm 0.21 \text{g\%}$ bila dibandingkan kontrol dengan rata-rata $3.52 \pm 0.24 \text{g\%}$. Okomoda *et al.* (2013), juga melaporkan adanya penurunan kadar hemoglobin yang signifikan pada pemaparan glifosat 20 ppm selama 96 jam terhadap *Clarias gariepinus* dengan rata-rata $2.25 \pm 0.5 \text{g/dL}$ dibandingkan kontrol dengan rata-rata $0.33 \pm 0.15 \text{g/dL}$. Menurut Nirmala *et al.* (2012), penurunan konsentrasi hemoglobin dapat disebabkan oleh peningkatan laju kerusakan hemoglobin oleh bahan pencemar atau penurunan laju sintesis hemoglobin. Penurunan konsentrasi hemoglobin berarti bahwa kemampuan ikan untuk menyediakan oksigen yang mencukupi untuk jaringan sangat terbatas dan akan menyebabkan penurunan aktivitas fisik ikan.

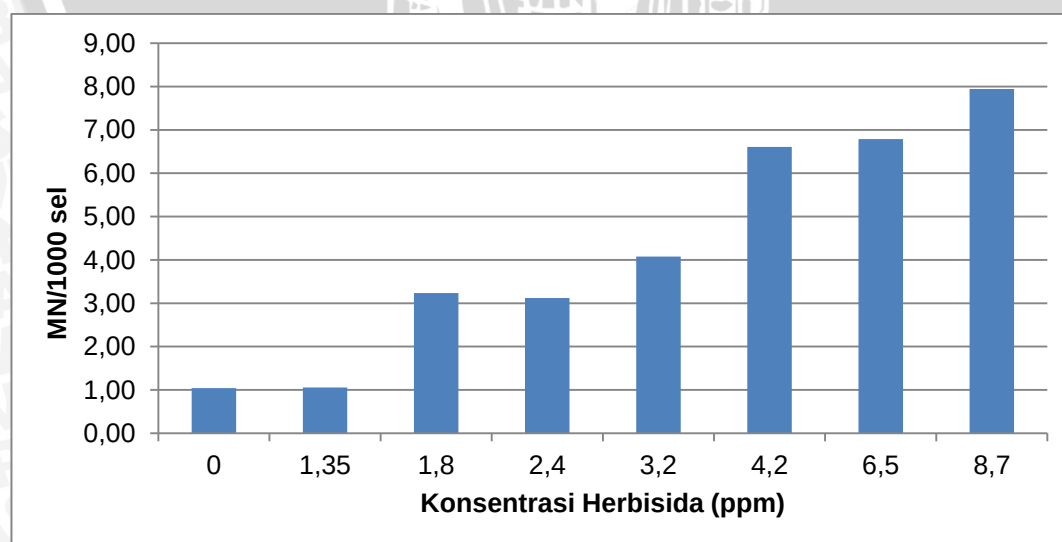
Pigmen respirasi pada hampir semua vertebrata adalah hemoglobin yang terkandung dalam sel darah merah. Hemoglobin terdiri atas empat subunit, masing-masing dengan kofaktor yang disebut dengan gugus hem yang mempunyai sebuah atom besi sebagai pusatnya. Besi itulah yang sesungguhnya berikatan dengan oksigen. Hemoglobin tidak hanya berfungsi sebagai pengangkut oksigen tetapi juga membantu darah untuk mengangkut karbondioksida dan membantu dalam penyanggaan pH darah (Campbell *et al.*, 2004).

Berdasarkan hasil analisa data dengan Uji-F diperoleh nilai F hitung $(11.89) > F \text{ tabel } 1\% (4.03)$ yang artinya rata-rata kadar hemoglobin pada setiap perlakuan berbeda sangat nyata. Dari hasil Uji-F tersebut dilanjutkan dengan uji BNT 1% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa perlakuan 0 ppm berbeda nyata pengaruhnya dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 1.35 ppm, 1.8 ppm dan 3.2 ppm tidak berbeda nyata, namun perlakuan 1.35 ppm dan 1.8 ppm berbeda nyata dengan perilaku

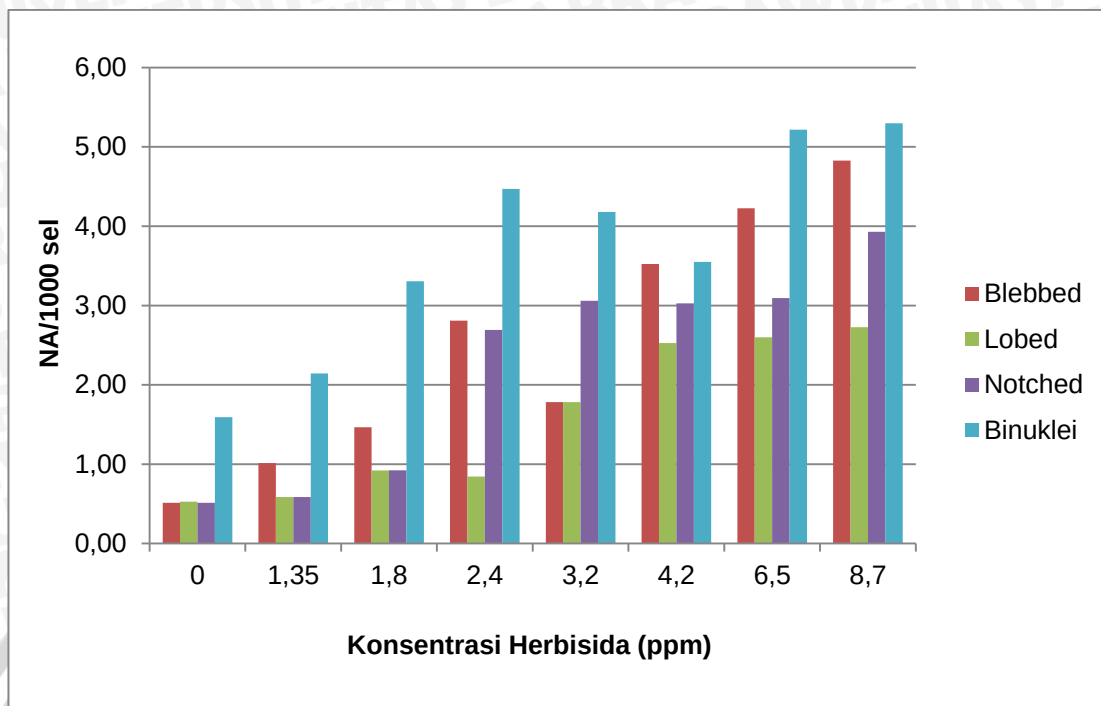
lainnya, sedangkan perlakuan 3.2 ppm, 4.2 ppm dan 6.5 ppm tidak berbeda nyata pengaruhnya. Pada perlakuan 4.2 ppm, 6.5 ppm dan 8.7 ppm tidak berbeda nyata, namun perlakuan 8.7 ppm berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dapat dikatakan bahwa hanya perlakuan 0 ppm yang memiliki pengaruh berbeda terhadap perubahan rata-rata kadar hemoglobin bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, perlakuan 1.35 ppm, 1.8 ppm dan 3.2 ppm memiliki pengaruh yang sama terhadap perubahan rata-rata kadar hemoglobin, seperti halnya perlakuan 4.2 ppm, 6.5 ppm hingga 8.7 ppm.

4.2.5 Mikronuklei (MN)

Mikronuklei merupakan salah satu bentuk kelainan inti sel yang digunakan sebagai salah satu parameter yang mengindikasikan akibat masuknya bahan pencemar kedalam tubuh organisme. Selain mikronuklei, juga terdapat blebbed, lobed, notched dan binuklei sebagai bentuk kelainan inti sel lainnya. Hasil perhitungan mikronuklei dapat dilihat pada **Lampiran 8**. Rata-rata mikronuklei dan kelainan inti sel lainnya (nuklei abnormal) pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang dipapar herbisida isopropilamina glifosat disajikan pada **Gambar 10** dan **Gambar 11**.



Gambar 10. Grafik rata-rata jumlah mikronuklei ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)



Gambar 11. Grafik rata-rata jumlah nuklei abnormal ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Kedua grafik tersebut menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Pada perlakuan 0 ppm (kontrol) rata-rata mikronuklei sejumlah 1.04/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 0.51/1000 sel, lobed nuklei sejumlah 0.53 /1000 sel, notched nuklei sejumlah 0.51/1000 sel, binuklei sejumlah 1.59/1000 sel. Pada konsentrasi 1.35 ppm rata-rata mikronuklei sejumlah 1.06/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 1.01/1000 sel, lobed dan notched nuklei sejumlah 0.59/1000 sel dan binuklei sejumlah 2.14/1000 sel. Pada perlakuan 1.8 ppm rata-rata mikronuklei sejumlah 3.24/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 1.47/1000 sel, lobed dan notched nuklei sejumlah 0.92/1000 sel dan binuklei 3.31/1000 sel. Rata-rata mikronuklei pada konsentrasi 2.4 ppm sejumlah 3.12/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 2.81 1000/sel, lobed nuklei sejumlah 0.84/1000 sel, notched nuklei sejumlah 4.47/1000 sel dan binuklei sejumlah 4.47/1000 sel, selanjutnya pada konsentrasi 3.2 ppm rata-rata mikronuklei sejumlah 4.08/1000 sel, blebbed dan lobed nuklei sejumlah 1.78/1000 sel, notched nuklei sejumlah 3.06/1000 sel

dan binuklei sejumlah 4.18/1000 sel. Pada konsentrasi 4.2 ppm rata-rata mikronuklei sejumlah 6.61/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 3.52/1000 sel, lobed nuklei sejumlah 2.53/1000 sel, notched nuklei sejumlah 3.03/1000 sel, binuklei sejumlah 3.55/1000 sel dan rata-rata mikronuklei pada konsentrasi 6.5 ppm sejumlah 6.79/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 4.23/1000 sel, lobed nuklei sejumlah 2.60/1000 sel, notched nuklei sejumlah 3.09/1000 sel dan binuklei sejumlah 5.22/1000 sel, sedangkan pada konsentrasi 8.7 ppm rata-rata mikronuklei sejumlah 7.94/1000 sel, blebbed nuklei sejumlah 4.83/1000 sel, lobed nuklei sejumlah 2.73 1000/sel, notched nuklei sejumlah 3.93/1000 sel dan binuklei sejumlah 5.30/1000 sel.

Bucker *et al.* (2012) menyatakan bahwa perlakuan pemaparan 10 ppm benzena terhadap *Apteronotus bonapartii* tidak menyebabkan peningkatan mikronuklei yang signifikan selama waktu pemaparan, namun pada pemaparan benzena 25 ppm mikronuklei meningkat pada waktu pemaparan 72 jam diikuti dengan nuklei abnormal lainnya pada eritrosit. Sedangkan, Abu Bakar *et al.* (2014), menyatakan bahwa berbagai macam nuklei abnormal seperti bunuklei, blebbed, lobed, notched, dan *broken egg* terindikasi pada eritrosit ikan nila sepanjang waktu pemaparan Cd, Zn dan kombinasi ketiganya, sedangkan nilai puncak mikronuklei dan nuklei abnormal diperoleh pada 48 jam pemaparan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pemaparan bahan pencemar dalam waktu 96 jam telah menyebabkan adanya gangguan dalam proses pembelahan intisel dengan ditemukannya mikronuklei dan nuklei abnormal lain pada eritrosit ikan.

Hasil analisa data dengan Uji-F untuk jumlah mikronuklei menunjukkan bahwa F hitung (47.35) > F tabel 1% (4.03) yang artinya rata-rata jumlah mikronuklei pada tiap perlakuan berbeda sangat nyata. Dari hasil Uji-F tersebut dilanjutkan dengan uji BNT 1% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa perlakuan 0 ppm dan 1.35 ppm tidak berbeda

nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, perlakuan 1.8 ppm, 2.4 ppm dan 3.2 ppm tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan pada perlakuan 4.2 ppm, 6.5 ppm dan 8.7 ppm tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dapat dikatakan bahwa terdapat tiga kelompok perlakuan yang memiliki persamaan pengaruh terhadap rata-rata jumlah mikronuklei yaitu perlakuan 0 ppm dan 1.35 ppm, perlakuan 1.8 ppm, 2.4 ppm dan 3.2 ppm serta perlakuan 4.2 ppm, 6.5 ppm dan 8.7 ppm, namun antar kelompok perlakuan tersebut memiliki pengaruh yang berbeda.

4.3 Parameter Pendukung (Kualitas Air)

Hasil pengukuran parameter kualitas air yang mendukung kehidupan hewan uji selama penelitian berada pada kisaran yang normal. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH dan DO. hasil pengukuran parameter kualitas air dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 7. Data Kualitas Air Pada Bak Percobaan Selama Penelitian

Konsentrasi Herbisida (ppm)	Nilai Kisaran Parameter Kualitas Air		
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)
0	24.2 - 26.3	7.29 - 7.76	5.17 - 5.88
1,35	24.2 - 26.2	7.30 - 7.62	5.38 - 6.04
1,8	24.6 - 25.6	7.26 - 7.79	5.54 - 5.97
2,4	24.6 - 26.0	7.25 - 7.53	5.56 - 6.33
3,2	24.4 - 26.7	7.29 - 7.63	5.33 - 6.09
4,2	24.5 - 26.7	7.32 - 7.61	5.31 - 6.25
6,5	24.8 - 26.3	7.29 - 7.63	5.33 - 6.48
8,7	24.7 - 26.1	7.20 - 7.63	5.40 - 6.21

4.3.1 Suhu

Penelitian mengenai hematologi dan mikronuklei ikan mas pada pemaparan herbisida isopropilamina glifosat memerlukan pengukuran parameter pendukung kehidupan organisme selama penelitian. Oleh karena itu, dilakukan pengukuran suhu sebagai parameter kualitas air. Suhu selama penelitian

menunjukkan kisaran yang hampir sama pada tiap perlakuan (**Tabel 7**). Suhu pada perlakuan 0 ppm (kontrol) berkisar antara 24.2-26.3⁰C, sedangkan kisaran suhu pada perlakuan paparan herbisida tertinggi yakni 8.7 ppm antara 24.7-26.1⁰C. Suhu merupakan salah satu faktor pembatas kehidupan organisme. Nilai suhu tersebut masih mendukung kehidupan ikan mas selama penelitian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djarijah (2001) dalam Silaban *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa kisaran suhu yang optimun untuk hidup ikan mas yaitu berkisar antara 22 ⁰C hingga 28 ⁰C.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Parameter kimia kualitas air yang sangat mempengaruhi kehidupan organisme air ialah pH. Pada penelitian mengenai hematologi dan mikronuklei ikan mas yang dipapar herbisida isopropilamina glifosat, kisaran pH tidak berbeda jauh antar perlakuan (**Tabel 7**). Kisaran pH pada konsentrasi 0 ppm antara 7.29-7.76 sedangkan pada konsentrasi 8.7 ppm berkisar antara 7.20-7.63. Nilai pH tersebut masih mendukung kehidupan ikan mas selama penelitian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Silaban *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa pH yang baik untuk hidup ikan mas adalah 6-8.

4.3.3 Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen / DO)

Penelitian mengenai hematologi dan mikronuklei ikan mas pada pemaparan herbisida isopropilamina glifosat memerlukan pengukuran parameter pendukung kehidupan organisme selama penelitian. Kisaran oksigen terlarut antar perlakuan tidak berbeda jauh (**Tabel 7**). Pada konsentrasi 0 ppm oksigen 5.17-5.88 mg/L, sedangkan pada konsentrasi 8.7 ppm oksigen terlarut berkisar antara 5.40 - 6.21 mg/L. Kadar oksigen terlarut tersebut masih mendukung kehidupan ikan mas selama penelitian. Menurut Maulana (2012), Ikan mas dapat bertahan hidup pada konsentrasi DO minimum sebesar 2 mg/L

kebutuhan minimum oksigen untuk ikan mas (*C. carpio*) adalah 0,2-2,8 mg/L.

kandungan DO kurang dari 1 mg/L dapat menyebabkan lethal atau menyebabkan kematian dalam beberapa jam.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai $LC_{50-96jam}$ ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada paparan herbisida isopropilamina glifosat ditemukan pada konsentrasi 8.57 ppm.
2. Penambahan konsentrasi paparan herbisida isopropilamina diikuti dengan penurunan rata-rata jumlah eritrosit hingga 666.667 sel/mm³, nilai hematokrit hingga 19%, kadar hemoglobin 4.33 g% dan kenaikan jumlah total leukosit hingga 119.583.3 sel/mm³.
3. Pada setiap perlakuan selama paparan 96 jam telah ditemukan adanya mikronuklei dan nuklei abnormal lainnya dalam jumlah yang kecil.
4. Kualitas air selama penelitian masih dalam kisaran yang normal yakni suhu tertinggi sebesar 26.7°C, pH tertinggi 7.79 dan oksigen terlarut terendah 5.17 mg/L.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh waktu paparan herbisida isopropilamina glifosat terhadap profil hematologi dan mikronuklei ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada uji sub lethal dan perlu adanya perhatian mengenai penggunaan herbisida dengan adanya konsentrasi yang mematikan bagi organisme perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar, S. N. N., A. Ashriya, A. S. Shuib dan S.A. Razak. 2014. Genotoxic effect of zinc and cadmium following single and binary mixture exposures in tilapia (*Oreochromis niloticus*) using micronucleus test. *Sains Malaysiana*. 43 (7): 1053–1059
- Ahmad, Z. 2011. Acute toxicity and haematological changes in common carp (*Cyprinus carpio*) caused by diazinon exposure. *African Journal of Biotechnology*. 10 (63): 13852-13859.
- Ajani, F. dan Awogbade. 2012. Hematological changes of the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) juveniles induced by diuron. *British Biotechnology Journal*. 2 (4): 247-256.
- Al-Mamoori A. M. J., F. M. Al-Zubaidy, A. J. A. Al-Rezzaq, M. A. Hadi dan M. J. Yass. 2014. Biomarkers of chlorfos toxicity in common carp *Cyprinus carpio*. *Journal Of Environmental Science Toxicology And Food Technology*. 8 (1): 109-112.
- Adriyani, R. 2006. Usaha pengendalian pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 3 (1): 95-106.
- Astria, Q., H. W. Maharani dan B. Putri. 2013. Pengaruh metil metsulfuron terhadap sel darah merah ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 2 (1): 169-174.
- Baghfalaki, M., F. Shaluei, A. Hedayati, A. Jahanbakhshi dan M. Khalili. 2012. Acute toxicity assessment of tribenuron-methyl herbicide in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), common carp (*Cyprinus carpio*) and caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*). *Global Veterinaria*. 8 (3): 280-284.
- Barus, E. 2003. *Pengendalian Gulma di Perkebunan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Bijanti, R. 2005. Hematologi ikan: Teknik Pengambilan Darah dan Pemeriksaan Hematologi Bagian ilmu Kedokteran Dasar Veteriner. Universitas Erlangga: Surabaya.
- Bojarski, B., A. Ludwikowska, A. Kurek, K. Pawlak, B. Tombarkiewicz, dan H. Lutnicka. 2015. Hematological alterations in common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to herbicides: pendimethalin and ethofumesate tested separately and in mixture. *Folia Biologica (Krakow)*. 63 (3): 167-174.
- Bolognesi, C. dan M. Hayashi. 2011. Review: Micronucleus assay in aquatic animals. *Mutagenesis*. 26 (1): 205-213.
- Braunbeck, T., D. E. Hinton dan B. Streit. 1998. *Fish Exotoxicology*. EXS: 86.

- Buffin, D. dan T. Jewel. 2001. *Health and environmental impacts of glyphosate: The implications of increased use of glyphosate in association with genetically modified crops*. Pesticide Action Network. UK.
- Bucker, A., M.S. Carvalho, M.B. Conceicao dan J.A. Alves-Gomes. 2012. Micronucleus test and comet assay in erythrocytes of the Amazonian electric fish *Apteronotus bonapartii* exposed to benzene. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* 7 (1): 65-73
- Burhanuddin, A. I. 2014. *Iktiologi: Ikan dan Segala Aspek Kehidupannya*. Deepublish. Yogyakarta.
- Cahyono, B. 2000. *Budidaya Ikan Air Tawar; Ikan Gurame, Ikan Nila, Ikan Mas*. Kanisius. Yogyakarta.
- Chairunnisa, N. 2012. Uji potensi ekstrak kasar teripang *Holothuria atra* Jaeger sebagai pencegah kanker melalui uji mikronukleus pada sumsum tulang mencit (*Mus musculus* L.) jantan galur DDY. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Campbell, N. A., J. B. Reece dan L. G. Mitchell. 2004. *Biologi*. Erlangga. Jakarta.
- Connell, D. W. Dan Miller G. J. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. UI-Press. Jakarta.
- Cox, C. 1995. Glyphosate part 1: toxicology. *Journal of Pesticide Reform.* 15 (3): 1-12.
- David, M., J. Sangeetha, J. Shrinivas, E. R. Harish dan V.R. Naik. 2015. Effects of deltamethrin on haematological indices of indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *International Journal of Pure and Applied Zoology.* 3 (1): 37-43.
- Dikic D., D. Lisicic, S. Matic-Skoko, P. Tutman, D. Skaramuca, Z. Franic dan B. Skaramuca. 2012. Comparative hematology of wild Anguiliformes (*Muraena helena*, L. 1758, *Conger conger*, L. 1758 dan *Anguilla anguilla* L. 1758. *Animal Biology*.
- Dobsikova, R., J. Blahova, H. Modra, M. Skorie, dan Z. Svobodova. 2011. The effect of acute exposure to herbicide Gardoprim Plus Gold 500 SC on haematological and biochemical indicators and histopathological changes in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Vet. Brno.* 80: 359-363.
- El-Sayed, Y. S., T. T. Saad dan S.M. El-Bahr. 2007. Acute intoxication of deltamethrin in monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* with special reference to the clinical, biochemical and haematological effects. *Environmental Toxicology and Pharmacology.* 24: 212-217.
- El-Shebly, A. A. dan M. A. H. El-Kady. 2008. Effects of glyphosate herbicide on serum growth hormone (gh) levels and muscle protein content in nile tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.). *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology.* 3(2): 84-88.

- El-Shiekh, Y. W. A. Dan A. O. Radwan. 2011. Physico-chemical evaluation of broad spectrum herbicide (glyphosate isopropyl ammonium 48%) liquid formulations of highly desirable samples in local market. *Nature and Science*. 9 (8): 111-121.
- Esmiralda. 2010. Uji toksisitas akut limbah cair industri biodiesel hasil biodegradasi secara aerob skala laboratorium. *Teknika*. 1 (33): 73.
- Fachruddin, L. 1997. *Membuat Aneka Abon*. Kanisius: Yogyakarta.
- Farrel, A. P. 1970. *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*. Academic Press. London.
- Felix, F. J. dan D. N. Saradhamani. 2015. Impact of the herbicide glyphosate roundup (41%) on the haematology of the freshwater fish, *Catla catla* (Hamilton). *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 9 (4): 56-60.
- Fujaya, Y. 2008. *Fisiologi Ikan: Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Galeb, L. A. G., L. N. Ganeco, A.C. Fredianelli, R. Wagner, A. L. P. D'Amico Fam, D. C. C. Rocha, P. G. Kirschnik dan C. T. Pimpao. 2013. Acute intoxication by deltamethrin in jundia: emphasis on clinical, biochemical and haematological effects. *Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology*. 2(3): 60-67.
- Gaspersz, V. 1992. *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan*. Tarsito: Bandung.
- Haider, M. J. dan A. Rauf. 2014. Sub-lethal effects of diazinon on hematological indices and blood biochemical parameters in indian carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 57 (6): 947-953.
- Harmita dan M. Radji. 2008. *Buku Ajar Analisis Hayati*. EGC. Jakarta.
- Hassan M., S. Norhan N. A., M. Daud H., Chong J. L., A. H. Shah M. M. Dan Karim N. U. 2015. Behavioral and histopathological changes of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to paraquat. *Journal of Fisheries Livestock Production*. 3 (2): 131-133.
- Hastuti, S. 2004. Respons fisiologis ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac.) yang diberi pakan mengandung kromium-ragi terhadap perubahan suhu lingkungan. *Disertasi*. Institut pertanian Bogor. Bogor.
- Heath, A. G. 1995. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press. USA
- Hedayati A, A. Jahanbakhshi, F. Shalvei, dan S. M. Kolbadinezhad. 2013. Acute Toxicity Test of Mercuric Chloride ($HgCl_2$), Lead Chloride ($PbCl_2$) and Zinc Sulphate ($ZnSO_4$) In Common Carp (*Cyprinus carpio*). *J Clinic Toxicol* 3: 156-159.
- Hoar, W. S. dan D. J. Randall. 1970. *Fish Physiology*. Academic Press. London.

- Husni dan Esmeralda. 2011. Uji toksisitas akut limbah cair tahu terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) (Studi kasus: Limbah cair industri tahu "SUPER", Padang). Penelitian Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Andalas.
- Jha, P., S. Barat dan C. R. Nayak. 2008. Fish production, water quality and bacteriological parameters of koi carp ponds under live-food and manure based management regimes. *Zoological Research*. 29 (2): 165-173.
- Jiraungkoorskul W., Sahaphong S., Kosai P., Kim M. 2007. Micronucleus test: the effect of ascorbic acid on cadmium exposure in fish (*Puntius altus*). *Research Journal of Environmental Toxicology*. 1 (1): 27-36.
- Komisi Pestisida. 1983. *Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Lethal Pestisida Pada Ikan Untuk Keperluan Pendaftaran*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Magar, R. S. dan K. V. Dube. 2012. Impact of malathion on some haematological parameters of *Channa punctatus* (Bloch). *International Journal of Biomedical and Advance Research*. 3 (9): 683-685.
- Maulana, R. A. 2012. Perubahan kondisi fisiologis ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) Akibat pengaruh perbedaan ukuran dan suhu lingkungan. *Skripsi*. Institut Pertaian Bogor. Bogor.
- Mercado, B. I. 1979. *Introduction to Wheel Science: Shoutheast Asian Regional Center for Graduated Study and Research in Agriculture*. Laguna. Philipines.
- Modesto, K. A. dan C. B. R. Martinez. 2010. Effects of Roundup Transorb on fish: Hematology, antioxidant defenses and acetylcholinesterase activity. *Chemosphere*. 81: 781-787.
- Monalisa, S. S. dan M. Infa. 2010. Kualitas Air yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) di Kolam Beton dan Terpal. *Journal of Tropical Fisheries*. 5(2): 526-530.
- Montanha, F.P., A.C. Fredianelli, R. Wagner, S.R. Sacco, D.C.C. Rocha, dan C.T. Pimpao. 2014. Clinical, biochemical and haemathological effects in *Rhamdia quelen* exposed to cypermethrin. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 66 (3): 697-704.
- Negara, Abdi. 2003. Penggunaan analisis probit untuk pendugaan tingkat kepekaan populasi spodoptera exigua terhadap deltametrin di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Informatika Pertanian*. 12: 1-9.
- Neškovic, N. K., V. Poleksic, I. Elezovic, V. Karan, dan M. Budimir. 1996. Biochemical and histopathological effects of glyphosate on carp, *Cyprinus carpio* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 56: 295-302.

- Nirmala, K., Y. P. Hastuti dan V. Yuniar. 2012. Toksisitas merkuri (Hg) dan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah dan kerusakan organ ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 11 (1): 38-48.
- Noercholis, A., M. A. Muslim dan Maftuch. 2013. Ekstraksi fitur roundness untuk menghitung jumlah leukosit dalam citra sel darah ikan. *Jurnal EECCIS*. 7 (1): 35-40.
- Nwani, C. D., H. I. Ekwueme, V. C. Ejere, C. C. Onyeke, C. O. Chukwuka, O. S. Peace, dan A. O. Nwadinigwe. 2015. Physiological effects of paraquat in juvenile African catfish *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). *Journal of Coastal Life Medicine*. 3 (1): 35-43.
- Ojutiku, R. O., F. P. Asuwaju, R. J. Kolo, R. A. Obande dan O. O. Agbelege. 2013. Haematological effect of acute concentration of cypermethrin on juveniles of *Clarias gariepinus*. *International Journal of Engineering Science Invention*. 2 (3): 33-41.
- Okomoda V.T., G. A. Ataguba dan V. O. Ayuba . 2013. Hematological response of *Clarias gariepinus* fingerlings exposed to acute concentrations of sunsate. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 9 (2): 271-278.
- Ozkan, F., A. G. Gunduz, M. Berkoz dan A. O. Hunt. 2011. Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, following exposure to sublethal cadmium doses. *Turk. J. Zool*. 35 (4): 585-592.
- Pourgholam, R., M. D. Hassan, S. Kakoolaki, H. A. K. Rostami, A. M. Rostami dan M. A. Pourgholam. 2012. Some hematological and biochemical changes in blood serum of Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) vaccinated with *Aeromonas hydrophila* following exposure to sublethal concentration of diazinon. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 12(1): 12-23.
- Rachmawati, F. N., U. Susilo dan Y. Sistina. 2010. Respon fisiologi ikan nila, *Oreochromis niloticus*, yang distimulasi dengan daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali. *Seminar Nasional Biologi*. Yogyakarta.
- Ramesh, M. dan M. Saravanan. 2008. Haematological and biochemical responses in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to chlorpyrifos. *International Journal of Integrative Biology*. 3 (1): 80-83.
- Ramdhini, R. N. 2010. Uji toksisitas terhadap *Artemia salina* Leach. dan toksisitas akut komponen bioaktif *Pandanus conoideus* var. *conoideus* Lam. sebagai kandidat antikanker. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rangkuti, R. H., E. Suwarso dan P. Anjelisa Z. 2012. Pengaruh pemberian monosodium glutamat (MSG) pada pembentukan mikronukleus sel darah merah mencit. *Journal of Pharmaceutics and Pharmacology*. 1 (1): 29-36.

- Rauf A. Dan N. Arain. 2013. Acute toxicity of diazinon and its effects on hematological parameters in the Indian carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 37: 535-540.
- Riani, M. 2007. Toksikologi pestisida dan penanganan akibat keracunan pestisida. *Media Litbang Kesehatan*. 17 (3): 10-18.
- Sabilu, K. 2010. Dampak toksisitas nikel terhadap kondisi hematologi ikan bandeng *Chanos chanos* Forsskal, studi lanjut respon fisiologi. *Paradigma*. 14 (2): 205-216.
- Sahetapy, J.M.F. 2011. Toksisitas logam berat timbal (Pb) dan pengaruhnya pada konsumsi oksigen dan respon hematologi juvenil ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biolog (bod) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*. 30 (3): 21-26.
- Santosa, B. dan Waenah. 2005. Perbedaan hasil pengukuran hematokrit metode mikro pada darah yang menggunakan antikoagulan EDTA 75 ul dan 50 ul pada konsentrasi 10%. *Jurnal Litbang*. Universitas Muhammadiyah Semarang: Semarang.
- Seriani, R., M. J. T. Ranzani-Paiva, A. T. Silva-Souza dan S. R. Napoleao. 2011. Hematology, micronuclei and nuclear abnormalities in fishes from Sao Francisco river, Minas Gerais State, Brazil. *Maringa*. 33 (1): 107-112.
- Sihono, D., e. Supriyono dan M. Setiawati. 2014. Toksisitas akut dan subletal tembaga pada juvenil ikan patin Siam *Pangasianodon hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 13 (1): 36-45.
- Silaban, T. F., L. Santoso dan Suparmono. 2012. Dalam peningkatan kinerja filter air untuk menurunkan konsentrasi amonia pada pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*). E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. 1 (1): 47-56.
- Singh, R. N., R. K. Pandey, N. N. Singh dan V. K. Das. 2009. Toxicity and behavioral responses of common carp *Cyprinus carpio* (Linn.) to an organophosphate (dimethoate). *World Journal of Zoology*. 4 (2): 70-75.
- Sodikin. 2009. *Buku Saku Perawatan Tali Pusat*. EGC. Jakarta.
- Subashkumar, S. dan M. Selvanayagam. 2014. First report on: Acute toxicity and gill histopathology of freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to Zinc oxide (ZnO) nanoparticles. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 4 (3): 1-4.
- Suherman, H., Iskandar dan S. Astuy. 2002. Studi kualitas air pada petakan pendederan benih udang windu (*Penaeus monodon* fab.) Di Kabupaten Indramayu. *Laporan Penelitian*. Universitas Padjajaran.

- Suhermanto, A., S. Andayani dan Maftuch. 2013. Pemberian total fenol teripang pasir (*Holothuria scabra*) untuk meningkatkan leukosit dan diferensial leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Kelautan*. 4 (2): 49-56.
- Supriatna, Y. 2013. *Budidaya Ikan Mas di Kolam Hemat Air*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Sudarmo, S. Pestisida Untuk Tanaman. Kanisius. Yogyakarta.
- Susanto A., F. H. Taqwa dan Marsi. 2014. Toksisitas limbah cair lateks terhadap jumlah eritrosit, jumlah leukosit dan kadar glukosa darah Ikan patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 2(2):135-149.
- Syahrial, A. T. R. Setyawati dan S. Khotimah. 2013. Tingkat kerusakan jaringan darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipaparkan pada media Zn-Sulfat ($ZnSO_4$). *Protobiont*. 2 (3): 181-185.
- Tampubolon. 2009. Uji efektivitas herbisida tunggal maupun campuran dalam pengendalian *Stenochlaena palustris* di gawangan kelapa sawit. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Tarasandi, H. 2015. Proses pembentukan mikronuklei akibat pencemaran logam berat Pb dan Cd. *Skripsi*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Tjitrosoedirdjo, S., I. W. Utoma dan W. Wiroatmodjo. 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. Penerbit PT. Gramedia Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Torres, P., L. T. J. Planas and R. Flos. 1986. Effects of confinement stress and additional zinc treatment on some blood parameters in the dogfish *Scyliorhinus canicula*. *Comp. Biochem. Physiol.* 83 (1) : 89-92.
- Tyas, N. M., A. S. Siregar dan I. Sulisty. 2013. Uji toksisitas letal dan subletal merkuri klorida ($HgCl_2$) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) the lethal and sub-lethal toxicity test of mercury chloride ($HgCl_2$) on *Cyprinus carpio* L. Universitas Jenderal Soedirman. 12 (17): 1-10.
- Uthamy, C. P. 2012. Pengaruh substitusi telur ayam pada pakan terhadap laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Velsek, J., Z. Svobodova, V. Piackova, L. Groch dan L. Nepechalova. 2005. Effects of clove oil anaesthesia on common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Vet. Med-Czech*. 50 (6): 269-275.
- Vinodhini, R. dan M. Narayanan. 2009. The impact of toxic heavy metals on the hematological parameters in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.* 6 (1): 23-28.
- Wahjuningrum, D., S. Nuryati dan N. Ashry. 2008. Pemanfaatan ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa*) untuk pencegahan dan pengobatan ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang terinfeksi (*Aeromonas hydrophila*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7 (1): 79-94.

Wardlaw, A. C. 1985. Practical statistics for experimental biologists. John Wiley and Sons. New York.

Yanto, H., H. Hasan dan Sunarto. 2015. Studi hematologi untuk diagnose penyakit ikan secara dini di sentra produksi budidaya ikan air tawar sungai Kapuas kota Pontianak. *Jurnal Akuatika*. 6 (1): 11-20.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

No.	Kegiatan Penelitian	Alat	Bahan
1.	Pemeliharaan	- Kolam Pemeliharaan - Blower - Kabel Roll	- Air - Pakan Pelet 781-1 - Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)
2.	Aklimatisasi	- Bak percobaan - Aerator set - Kabel Roll	- Air - Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)
3.	Pensifonan	- Selang Sifon	- Kain Saring
4.	Pengenceran Larutan Uji	- Bak - Gelas Ukur - Pipet Volume - Mikropipet	- Herbisida Isopropilamina Glifosat - Aquades
5.	Uji Pendahuluan	- Bak Percobaan - Aerator Set - Kabel Roll	- Air - Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)
6.	Uji Sesungguhnya	- Bak Percobaan - Aerator Set - Kabel Roll	- Air - Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)
7.	Darah Ikan	- Spuit 0,1 ml - Ependorf	- Na Sitrat 3,8%
8.	Pembuatan Preparat Darah Ikan	- Mikroskop - Obyek Glass - Pipet Tetes	- Darah Ikan - Methanol - Giemsa - Aquades
9.	Penghitungan Sel Darah Merah	- Pipet Eritrosit - Cover Glass - Kamar Hitung Neubauer - Mikroskop	- Darah Ikan - Larutan Hayem - Aquades
10.	Penghitungan Sel Darah Putih	- Pipet Leukosit - Cover Glass - Haemocytometer - Mikroskop	- Darah Ikan - Larutan Turk - Aquades
11.	Penghitungan Kadar Hemoglobin	- Haemometer - Pipet Sahli	- Darah Ikan - HCL 0,1 N - Aquades
12.	Penghitungan Nilai Hematokrit	- Microhematokrit centrifuge (Haemofuge Darah)	- Darah Ikan - Lilin penyumbat/malam
13.	Pengukuran Suhu	- DO meter	- Air Pada Bak Percobaan - Aquades
14.	Pengukuran DO	- DO meter	- Air Pada Bak Percobaan - Aquades
15.	Pengukuran pH	- pH meter	- Air Pada Bak Percobaan - Aquades

Lampiran 2. Tabel Interval *Progressive Bisection* pada Skala Logaritmik

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5
10				
				8.7
			7.5	
				6.5
		5.6		
			4.2	
	3.2			3.7
				2.8
			2.4	
				2.1
		1.8		
				1,55
			1.35	
				1.15
1				



Lampiran 3. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji

Konsentrasi isopropilamina glifosat pada herbisida yang digunakan ialah 486 g/L atau 486.000 mg/L (486.000 ppm). Variasi konsentrasi glifosat ditentukan dengan pengenceran larutan stok kedalam 10 liter air menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut.

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan:

N1 = Konsentrasi larutan stok (mg/L)

V1 = Volume stok (mL)

N2 = Konsentrasi perlakuan (mg/L)

V2 = Volume larutan uji (mL)

Perhitungan Pembuatan Larutan Stok 10 Liter

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 486.000 \text{ mg/L} \times V1 &= 1000 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 10.000.000/486.000 \\ &= 20,6 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, untuk membuat larutan stok 10 L di ambil 20,6 mL herbisida dan di tambah aquades hingga 10.000 mL.

Cara memberikan konsentrasi pada bak percobaan saat uji pendahuluan, dilakukan dengan mengambil mL larutan pada larutan stok dengan perhitungan sebagai berikut.

Konsentrasi 0.0001 ppm

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 0.0001 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 1/1000 \\ &= 0.001 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 0.001 ppm

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 0.001 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 10/1000 \\ &= 0.01 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 0.01 ppm

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 0.01 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 100/1000 \\ &= 0.1 \text{ mL} \end{aligned}$$

Lampiran 3: Lanjutan

Konsentrasi 0.1 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0.1 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 1000/1000 \\ &= 1 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 1 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 10.000/1000 \\ &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 10 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 10 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 100.000/1000 \\ &= 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 100 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 100 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 1.000.000/1000 \\ &= 1000 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara memberikan konsentrasi pada bak percobaan saat uji sesungguhnya, dilakukan dengan mengambil mL larutan pada larutan stok dengan perhitungan sebagai berikut.

Konsentrasi 1.35 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1.35 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 13500/1000 \\ &= 13.5 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 1.8 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1.8 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 18000/1000 \\ &= 18 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 2.4 ppm

$$\begin{aligned} N_1 \times V_1 &= N_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V_1 &= 2.4 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V_1 &= 24000/1000 \\ &= 24 \text{ mL} \end{aligned}$$

Lampiran 3: Lanjutan

Konsentrasi 3.2 ppm

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 3.2 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 32000/1000 \\ &= 32 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 4.2 ppm

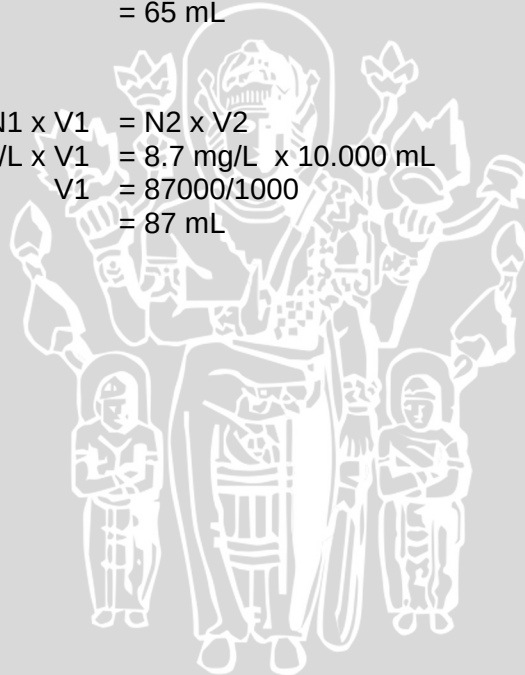
$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 4.2 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 42000/1000 \\ &= 42 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 6.5 ppm

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 6.5 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 65000/1000 \\ &= 65 \text{ mL} \end{aligned}$$

Konsentrasi 8.7 ppm

$$\begin{aligned} N1 \times V1 &= N2 \times V2 \\ 1000 \text{ mg/L} \times V1 &= 8.7 \text{ mg/L} \times 10.000 \text{ mL} \\ V1 &= 87000/1000 \\ &= 87 \text{ mL} \end{aligned}$$



Lampiran 4. Data Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Selama Penelitian Setiap 6 Jam Sekali

Data Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Uji Pendahuluan

Konsetntrasi Pencemar (ppm)	Ulangan	Jumlah Organisme	Mortalitas Organisme Uji (ekor/jam)																		Jumlah Mortalitas (ekor)
			0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96		
0,0001	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,001	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,01	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	2	0	7	7
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	3	0	1	8	8
100	1	10	0	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
	2	10	0	3	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10

Lampiran 4: Lanjutan

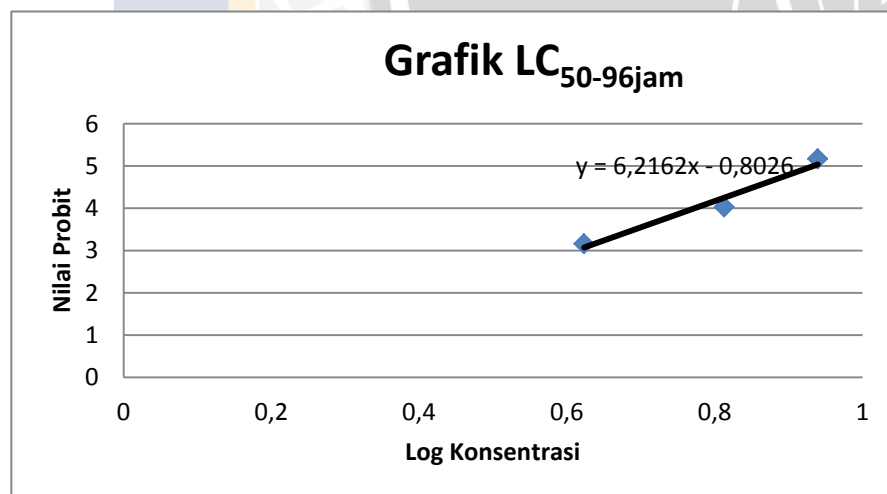
Data Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Uji Sesungguhnya

Konsetntrasi Pencemar (ppm)	Ulangan	Jumlah Organisme	Mortalitas Organisme Uji (Dalam Jam)																		Jumlah Mortalitas
			0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96		
0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,35	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,8	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2,4	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3,2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4,2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6,5	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	
8,7	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	2	
	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	5	
	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3	

Lampiran 5. Perhitungan $LC_{50-96jam}$ dengan Analisa Probit

Tabel Analisa Model Probit Wardlaw (1985)

Konsetntrasi Pencemar (ppm)	Log Konsentrasi (x)	Jumlah Organisme	Ulangan			Rata-rata Mortalitas	Persen Mortalitas (%)	Konversi Probit (y)
			1	2	3			
0	-	10	0	0	0	0	0	
1,35	0,130334	10	0	0	0	0	0	
1,8	0,255273	10	0	0	0	0	0	
2,4	0,380211	10	0	0	0	0	0	
3,2	0,50515	10	0	0	0	0	0	
4,2	0,623249	10	1	0	0	0,33	3,3	3,16
6,5	0,812913	10	1	2	2	1,67	16,7	4,03
8,7	0,939519	10	6	5	6	5,67	56,7	5,17



$$Y = 6,2162x - 0,8026$$

$$5 = 6,2162x - 0,8026$$

$$X = 0,93346$$

$$LC_{50-96jam} = \text{antilog}x = 0,93346$$

$$= 8,57 \text{ ppm}$$

Jadi, toksisitas akut $LC_{50-96jam}$ Herbisida Isopropilamina Glifosat

terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) adalah 8,57 ppm.

Lampiran 5: Lanjutan

Tabel Analisa Model Probit Gaspersz (1992)

Konsetnrasi Pencemar (ppm)	n	r	P = r/n	Z	V = n/(r(n-r))	w = 1/√v	x	y	X ²
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
1,35	10	0	0	0	0	0	0	0	0
1,8	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2,4	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3,2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
4,2	10	1	0,1	-1,28	0,111	3,002	12,6084	-3,842	158,97
6,5	10	2	0,2	-0,84	0,125	2,828	18,382	-2,376	337,898
8,7	10	6	0,6	0,26	0,250	2	17,4	0,52	302,76
Jumlah (Σ)							48,3904	-5,699	799,628

$$b = (n\sum x - \sum x \sum y) / (n\sum x^2 - (\sum x)^2)$$

$$= 3(48,3904) - (48,3904)(-5,699) / 3(799,628) - (48,3904)^2$$

$$= 7,35$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$= -1,89967 - (7,35)(16,130)$$

$$= -120,455$$

Z = 0, (tabel distribusi normal kumulatif z jika P=50%)

$$Z = a + bx$$

$$0 = -120,455 + (7,35)x$$

$$X = 16,4$$

$$LC_{50-96jam} = 16,4 \text{ ppm}$$

Analisa model probit menurut Gaspersz (1992) menggunakan fungsi normal kumulatif. Hasil perhitungan dipengaruhi oleh jumlah hewan uji yang sedikit sehingga nilai toksisitas akut $LC_{50-96jam}$ Herbisida Isopropilamina Glifosat terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) adalah 16,4 ppm, dimana konsentrasi tersebut berada diluar konsentrasi uji tertinggi 8,7 ppm.

Lampiran 6. Tabel Konversi Probit

Tabel 28. Transformasi Persen-Probit

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	-	1,0098	2,1218	2,2522	2,3479	2,4242	2,4879	2,5427	2,5914	2,6344
1	2,6737	2,7096	2,7429	2,7738	2,8027	2,8299	2,8556	2,8799	2,3031	2,9251
2	2,9463	2,9665	2,9859	3,0646	3,0226	3,0400	3,0569	3,0732	3,0896	3,1043
3	3,1192	3,1337	3,1478	3,1616	3,1750	3,1881	3,2009	3,2134	3,2256	3,2376
4	3,2493	3,2608	3,2721	3,2831	3,2940	3,3046	3,3151	3,3253	3,3354	3,3454
5	3,3351	3,3668	3,3742	3,3836	3,3028	3,4018	3,4107	3,4195	3,4282	3,4368
6	3,4452	3,4536	3,4618	3,4694	3,4780	3,4850	3,4937	3,5015	3,5091	3,5167
7	3,5242	3,5316	3,5380	3,5462	3,5534	3,5605	3,5675	3,5745	3,5813	3,5882
8	3,5949	3,6016	3,6083	3,6148	3,6213	3,6278	3,6342	3,6405	3,6408	3,6427
9	3,6692	3,6654	3,6715	3,6775	3,6835	3,6894	3,6953	3,7012	3,7070	3,7127
10	3,7184	3,7241	3,7298	3,7354	3,7409	3,7464	3,7519	3,7574	3,7628	3,7681
11	3,7735	3,7784	3,7840	3,7893	3,7945	3,7996	3,8048	3,8099	3,8150	3,8200
12	3,8250	3,8300	3,8350	3,8399	3,8448	3,8497	3,8545	3,8593	3,8641	3,8689
13	3,8736	3,8783	3,8830	3,8877	3,8923	3,8969	3,9015	3,9061	3,9107	3,9152
14	3,9197	3,9242	3,9286	3,9331	3,9375	3,9419	3,9463	3,9506	3,9550	3,9593
15	3,9636	3,9678	3,9721	3,9763	3,9800	3,9848	3,9890	3,9931	3,9973	4,0014
16	4,0055	4,0096	4,0137	4,0178	4,0218	4,0259	4,0299	4,0339	4,0379	4,0410
17	4,0458	4,0408	4,0537	4,0576	4,0615	4,0693	4,0693	4,0731	4,0770	4,0808
18	4,0846	4,0884	4,0960	4,0960	4,0998	4,1035	4,1073	4,1110	4,1147	4,1184
19	4,1221	4,1258	4,1331	4,1331	4,1367	4,1404	4,1440	4,1476	4,1512	4,1548
20	4,1684	4,1019	4,1035	4,1690	4,1726	4,1761	4,1796	4,1831	4,1866	4,1901
21	4,1936	4,1970	4,2005	4,2039	4,2074	4,2108	4,2142	4,2176	4,2210	4,2244
22	4,2278	4,2312	4,2345	4,2379	4,2412	4,2446	4,2479	4,2512	4,2546	4,2579
23	4,2612	4,2644	4,2677	4,2710	4,2743	4,2775	4,2808	4,2840	4,2872	4,2905
24	4,2937	4,2969	4,3001	4,3033	4,3065	4,3097	4,3129	4,3160	4,3192	4,3224
25	4,3255	4,3287	4,3318	4,3349	4,3380	4,3412	4,3443	4,3474	4,3505	4,3536
26	4,3567	4,3597	4,3628	4,3659	4,3689	4,3720	4,3750	4,3781	4,3811	4,3842
27	4,3872	4,3902	4,3932	4,3962	4,3992	4,4022	4,4052	4,4082	4,4112	4,4142
28	4,4172	4,4201	4,4231	4,4260	4,4290	4,4319	4,4349	4,4378	4,4408	4,4437
29	4,4466	4,4405	4,4524	4,4554	4,4583	4,4612	4,4641	4,4670	4,4698	4,4727
30	4,4756	4,4785	4,4813	4,4842	4,4871	4,4899	4,4928	4,4956	4,4985	4,5013
31	4,5041	4,5070	4,5098	4,5126	4,5155	4,5183	4,5211	4,5239	4,5267	4,5295
32	4,5323	4,5351	4,5370	4,5407	4,5435	4,5462	4,5490	4,5518	4,5546	4,5573
33	4,5601	4,5628	4,5656	4,5684	4,5711	4,5739	4,5766	4,5793	4,5821	4,5848
34	4,5875	4,5903	4,5930	4,5957	4,5984	4,6011	4,6039	4,6066	4,6093	4,6120
35	4,6147	4,6174	4,6201	4,6228	4,6255	4,6281	4,6308	4,6335	4,6362	4,6389
36	4,6415	4,6442	4,6469	4,6495	4,6522	4,6549	4,6575	4,6602	4,6628	4,6655
37	4,6681	4,6708	4,6734	4,6761	4,6787	4,6814	4,6840	4,6866	4,6893	4,6919
38	4,6945	4,6971	4,6998	4,7024	4,7050	4,7078	4,7102	4,7129	4,7155	4,7181
39	4,7207	4,7233	4,7259	4,7285	4,7311	4,7337	4,7363	4,7389	4,7415	4,7441
40	4,7467	4,7402	4,7518	4,7544	4,7570	4,7595	4,7622	4,7647	4,7673	4,7699
41	4,7725	4,7750	4,7776	4,7802	4,7827	4,7853	4,7879	4,7904	4,7930	4,7955
42	4,7981	4,8007	4,8032	4,8058	4,8083	4,8109	4,8134	4,8160	4,8185	4,8211
43	4,8230	4,8202	4,8287	4,8313	4,8338	4,8363	4,8389	4,8414	4,8440	4,8465
44	4,8490	4,8516	4,8541	4,8566	4,8592	4,8617	4,8642	4,8668	4,8693	4,8718
45	4,8743	4,8769	4,8704	4,8819	4,8844	4,8870	4,8895	4,8920	4,8945	4,8970
46	4,8996	4,9021	4,9046	4,9071	4,9096	4,9122	4,9147	4,9172	4,9197	4,9222
47	4,9247	4,9272	4,9298	4,9323	4,9348	4,9373	4,9398	4,9423	4,9448	4,9473
48	4,9408	4,9524	4,9549	4,9574	4,9599	4,9624	4,9649	4,9674	4,9699	4,9724
49	4,9740	4,9774	4,9799	4,9825	4,9850	4,9876	4,9900	4,9925	4,9950	4,9975

Lampiran 6: Lanjutan

50	5,0000	5,0025	5,0050	5,0075	5,0100	5,0125	5,0150	5,0175	5,0201	5,0226
51	5,0251	5,0276	5,0301	5,0326	5,0351	5,0376	5,0401	5,0426	5,0451	5,0476
52	5,0502	5,0527	5,0552	5,0577	5,0602	5,0627	5,0652	5,0677	5,0702	5,0728
53	5,0753	5,0778	5,0803	5,0828	5,0853	5,0878	5,0904	5,0929	5,0954	5,0979
54	5,1004	5,1030	5,1055	5,1080	5,1105	5,1130	5,1156	5,1181	5,1206	5,1231
55	5,1257	5,1282	5,1307	5,1332	5,1358	5,1383	5,1408	5,1434	5,1459	5,1484
56	5,1510	5,1535	5,1560	5,1586	5,1614	5,1637	5,1662	5,1687	5,1713	5,1738
57	5,1764	5,1789	5,1815	5,1840	5,1866	5,1891	5,1917	5,1942	5,1968	5,1993
58	5,2019	5,2045	5,2070	5,2096	5,2121	5,2147	5,2173	5,2198	5,2224	5,2250
59	5,2275	5,2301	5,2327	5,2353	5,2378	5,2404	5,2430	5,2468	5,2482	5,2508
60	5,2533	5,2559	5,2585	5,2611	5,2637	5,2663	5,2689	5,2715	5,2741	5,2767
61	5,2793	5,2819	5,2845	5,2871	5,2898	5,2924	5,2950	5,2976	5,3002	5,3029
62	5,3055	5,3081	5,3107	5,3134	5,3160	5,3186	5,3213	5,3239	5,3266	5,3292
63	5,3319	5,3345	5,3372	5,3398	5,3425	5,3451	5,3478	5,3505	5,3531	5,3558
64	5,3585	5,3611	5,3638	5,3665	5,3692	5,3719	5,3745	5,3772	5,3799	5,3826
65	5,3853	5,3880	5,3907	5,3934	5,3961	5,3988	5,4016	5,4043	5,4070	5,4097
66	5,4125	5,4152	5,4179	5,4207	5,4234	5,4261	5,4289	5,4316	5,4344	5,4372
67	5,4399	5,4427	5,4454	5,4482	5,4510	5,4538	5,4565	5,4593	5,4621	5,4649
68	5,4677	5,4705	5,4733	5,4761	5,4789	5,4817	5,4845	5,4874	5,4902	5,4930
69	5,4959	5,4987	5,5015	5,5044	5,5072	5,5101	5,5129	5,5158	5,5187	5,5215
70	5,5244	5,5273	5,5302	5,5330	5,5359	5,5388	5,5417	5,5446	5,5476	5,5505
71	5,5534	5,5563	5,5592	5,5622	5,5651	5,5681	5,5710	5,5740	5,5770	5,5799
72	5,5828	5,5858	5,5888	5,5918	5,5948	5,5978	5,6008	5,6038	5,6068	5,6098
73	5,6128	5,6158	5,6189	5,6219	5,6250	5,6280	5,6311	5,6341	5,6372	5,6403
74	5,6435	5,6464	5,6495	5,6526	5,6557	5,6588	5,6620	5,6651	5,6682	5,6713
75	5,6745	5,6776	5,6808	5,6840	5,6871	5,6903	5,6935	5,6967	5,6998	5,7031
76	5,7083	5,7095	5,7128	5,7160	5,7192	5,7225	5,7257	5,7290	5,7323	5,7356
77	5,7388	5,7424	5,7454	5,7488	5,7521	5,7554	5,7588	5,7621	5,7666	5,7688
78	5,7722	5,7756	5,7796	5,7824	5,7858	5,7892	5,7926	5,7961	5,7995	5,8030
79	5,8834	5,8899	5,8134	5,8169	5,8204	5,8239	5,8274	5,8310	5,8345	5,8381
80	5,8416	5,8452	5,8488	5,8524	5,8560	5,8596	5,8633	5,8669	5,8705	5,8742
81	5,8779	5,8816	5,8853	5,8890	5,8927	5,8965	5,9002	5,9040	5,9078	5,9116
82	5,9154	5,9192	5,9230	5,9269	5,9307	5,9346	5,9386	5,9424	5,9463	5,9502
83	5,9542	5,9581	5,9624	5,9661	5,9701	5,9741	5,9782	5,9822	5,9863	5,9904
84	5,9945	5,9986	6,0027	6,0069	6,0110	6,0152	6,0194	6,0237	6,0279	6,0322
85	6,0364	6,0407	6,0450	6,0494	6,0537	6,0581	6,0625	6,0669	6,0714	6,0758
86	6,0803	6,0818	6,0893	6,0939	6,0985	6,1031	6,1077	6,1123	6,1170	6,1217
87	6,1264	6,1311	6,1359	6,1407	6,1455	6,1503	6,1552	6,1601	6,1650	6,1700
88	6,1750	6,1800	6,1856	6,1901	6,1952	6,2004	6,2055	6,2107	6,2160	6,2212
89	6,2205	6,2319	6,2372	6,2426	6,2481	6,2536	6,2591	6,2646	6,2702	6,2750
90	6,2816	6,2873	6,2936	6,2988	6,3047	6,3106	6,3165	6,3225	6,3285	6,3346
91	6,3408	6,3469	6,3532	6,3595	6,3658	6,3722	6,3787	6,3852	6,3917	6,3984
92	6,4031	6,4118	6,4187	6,4255	6,4325	6,4395	6,4466	6,4538	6,4611	6,4684
93	6,4758	6,4833	6,4909	6,4985	6,5063	6,5141	6,5220	6,5301	6,5382	6,5464
94	6,5548	6,5632	6,5718	6,5805	6,5893	6,5982	6,6078	6,6164	6,6258	6,6352
95	6,6449	6,6546	6,6646	6,6747	6,6849	6,6954	6,7060	6,7169	6,7279	6,7392
96	6,7507	6,7624	6,7784	6,7806	6,7991	6,8119	6,8260	6,8084	6,8522	6,8663
97	6,8808	6,8957	6,9110	6,9268	6,9431	6,9600	6,9774	6,9954	7,0141	7,0335
98.0	7,0537	7,0558	7,0579	7,0660	7,0621	7,0612	7,0663	7,0684	7,0706	7,0727
98.1	7,0749	7,0770	7,0792	7,0814	7,0836	7,0858	7,0880	7,0902	7,0924	7,0947
98.2	7,0969	7,0992	7,1015	7,1038	7,1061	7,1084	7,1107	7,1130	7,1154	7,1177
98.3	7,1204	7,1224	7,1248	7,1272	7,1297	7,1321	7,1345	7,1370	7,1384	7,1419
98.4	7,1444	7,1469	7,1494	7,1520	7,1545	7,1571	7,1596	7,1622	7,1648	7,1675
98.5	7,1701	7,1727	7,1754	7,1781	7,1808	7,1835	7,1862	7,1890	7,1917	7,1945
98.6	7,1973	7,2001	7,2029	7,2058	7,2086	7,2115	7,2144	7,2173	7,2203	7,2232
98.7	7,2262	7,2292	7,2322	7,2353	7,2383	7,2414	7,2445	7,2476	7,2508	7,2539
98.8	7,2374	7,2663	7,2636	7,2668	7,2701	7,2734	7,2768	7,2801	7,2835	7,2869
98.9	7,2904	7,2938	7,2973	7,3009	7,3044	7,3080	7,3116	7,3152	7,3189	7,3226

Lampiran 6: Lanjutan

99.0	7,3263	7,3301	7,3339	7,3378	7,3416	7,3455	7,3495	7,3535	7,3575	7,3615
99.1	7,3656	7,3698	7,3739	7,3781	7,3824	7,3867	7,3911	7,3954	7,3999	7,4044
99.2	7,4059	7,4135	7,4181	7,4228	7,4276	7,4324	7,4372	7,4422	7,4474	7,4522
99.3	7,4373	7,4624	7,4677	7,4730	7,4783	7,4838	7,4893	7,4940	7,5006	7,5063
99.4	7,5121	7,5181	7,5241	7,5302	7,5364	7,5427	7,5401	7,5550	7,5622	7,5690
99.5	7,5758	7,5828	7,5890	7,5972	7,6045	7,6121	7,6107	7,6276	7,6356	7,6437
99.6	7,6521	7,6606	7,6693	7,6783	7,6874	7,6968	7,7065	7,7104	7,7266	7,7370
99.7	7,7478	7,7589	7,7703	7,7822	7,7944	7,8070	7,8202	7,8338	7,8480	7,8027
99.8	7,8782	7,8943	7,9112	7,9299	7,9478	7,9677	7,9889	8,0115	8,0357	8,0618
99.9	8,0902	8,1214	8,1550	8,1847	8,2380	8,2905	8,3528	8,4316	8,5401	8,7190



Lampiran 7. Data Hematologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Pemaparan Herbisida Isopropilamina Glifosat

Perlakuan (ppm)	Ulangan	Hematologi			
		Hemoglobin (g%)	Hematokrit (%)	Eritrosit (sel/mm ³)	Leukosit (sel/mm ³)
0	1	7	25	2.740.000	33.000
	2	8	27	2.930.000	31.400
	3	7	25	2.590.000	33.600
	Rata-rata	7,33	25,67	2753333,33	32666,67
	Standar Deviasi	0,58	1,15	170391,71	1137,25
1,35	1	6,5	23	2.560.000	40.900
	2	7	24	2.280.000	46.400
	3	7	24	2.760.000	40.200
	Rata-rata	6,83	23,67	2533333,33	42500,00
	Standar Deviasi	0,29	0,58	241108,55	3395,59
1,8	1	7	23	2.350.000	50.400
	2	7	23	2.320.000	47.350
	3	6	21	2.220.000	47.900
	Rata-rata	6,67	22,33	2296666,67	48550,00
	Standar Deviasi	0,58	1,15	68068,59	1625,58
2,4	1	6	21	2.140.000	56.500
	2	6,5	22	2.290.000	52.250
	3	6	22	2.150.000	54.800
	Rata-rata	6,17	21,67	2193333,33	54516,67
	Standar Deviasi	0,29	0,58	83864,97	2139,12
3,2	1	5	20	1.370.000	62.000
	2	6	21	1.520.000	60.600
	3	6	22	1.850.000	58.500
	Rata-rata	5,67	21,00	1580000,00	60366,67
	Standar Deviasi	0,58	1,00	245560,58	1761,63
4,2	1	5	21	950.000	69.850
	2	5,5	21	1.120.000	60.350
	3	4	20	1.070.000	67.800
	Rata-rata	4,83	20,67	1046666,67	66000,00
	Standar Deviasi	0,76	0,58	87368,95	4999,25
6,5	1	5	21	950.000	114.800
	2	5	20	860.000	97.450
	3	4	20	850.000	97.600
	Rata-rata	4,67	20,33	886666,67	103283,33
	Standar Deviasi	0,58	0,58	55075,71	9974,01
8,7	1	4	18	590.000	125.600
	2	5	20	760.000	110.250
	3	4	19	680.000	122.900
	Rata-rata	4,33	19,00	676666,67	119583,33
	Standar Deviasi	0,58	1,00	85049,01	8194,87

Lampiran 8. Data Mikronuklei Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Pada Pemaparan Herbisida Isopropilamina Glifosat

Perlakuan (ppm)	r	MN	NA				Jumlah sel terhitung	MN/1000 sel	NA/1000 sel			
			BL	LB	NC	BN			BL	LB	NC	BN
0	1	1	0	1	0	1	632	1,58	0	1,58	0	1,58
	2	1	1	0	1	1	650	1,54	1,54	0	1,54	1,54
	3	0	0	0	0	1	601	0	0	0	0	1,66
Rata-rata								1,04	0,51	0,53	0,51	1,59
Standar Deviasi								0,90	0,89	0,91	0,89	0,06
1,35	1	1	0	1	1	1	569	1,76	0	1,76	1,76	1,76
	2	0	1	0	0	2	613	0	1,63	0	0	3,26
	3	1	1	0	0	1	710	1,41	1,41	0	0	1,41
Rata-rata								1,06	1,01	0,59	0,59	2,14
Standar Deviasi								0,93	0,88	1,02	1,02	0,98
1,8	1	2	2	0	0	2	687	2,91	2,91	0	0	2,91
	2	2	1	1	1	3	673	2,97	1,49	1,49	1,49	4,46
	3	3	0	1	1	2	784	3,83	0	1,28	1,28	2,55
Rata-rata								3,24	1,47	0,92	0,92	3,31
Standar Deviasi								0,51	1,46	0,81	0,81	1,01
2,4	1	3	0	1	3	4	803	3,74	0	1,25	3,74	4,98
	2	2	3	1	1	3	781	2,56	3,84	1,28	1,28	3,84
	3	2	3	0	2	3	654	3,06	4,59	0	3,06	4,59
Rata-rata								3,12	2,81	0,84	2,69	4,47
Standar Deviasi								0,59	2,46	0,73	1,27	0,58
3,2	1	3	1	1	1	2	657	4,57	1,52	1,52	1,52	3,04
	2	2	1	1	2	2	502	3,98	1,99	1,99	3,98	3,98
	3	2	1	1	2	3	543	3,68	1,84	1,84	3,68	5,52
Rata-rata								4,08	1,78	1,78	3,06	4,18
Standar Deviasi								0,45	0,24	0,24	1,34	1,25
4,2	1	5	3	2	3	2	667	7,5	4,5	3	4,5	3
	2	4	3	2	2	3	670	5,97	4,48	2,99	2,99	4,48
	3	4	1	1	1	2	630	6,35	1,59	1,59	1,59	3,17
Rata-rata								6,61	3,52	2,53	3,03	3,55
Standar Deviasi								0,80	1,67	0,81	1,46	0,81
6,5	1	4	3	2	2	3	623	6,42	4,82	3,21	3,21	4,82
	2	4	3	1	1	3	612	6,54	4,9	1,63	1,63	4,9
	3	5	2	2	3	4	675	7,41	2,96	2,96	4,44	5,93
Rata-rata								6,79	4,23	2,60	3,09	5,22
Standar Deviasi								0,54	1,10	0,85	1,41	0,62
8,7	1	6	3	2	2	4	711	8,44	4,22	2,81	2,81	5,63
	2	6	4	2	3	4	781	7,68	5,12	2,56	3,84	5,12
	3	6	4	2	4	4	778	7,71	5,14	2,57	5,14	5,14
Rata-rata								7,94	4,83	2,65	3,93	5,30
Standar Deviasi								0,43	0,53	0,14	1,17	0,29

Keterangan: r: ulangan; MN: Mikronuklei; BL: Blebbled; LB: Lobed; NC: Notched; BN: Binuklei

Lampiran 9. Perhitungan Analisis Data Hematologi

Perhitungan Uji-F Eritrosit

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	2740000	2930000	2590000	8260000	2753333
1,35 ppm	2560000	2280000	2760000	7600000	2533333
1,8 ppm	2350000	2320000	2220000	6890000	2296667
2,4 ppm	2140000	2290000	2150000	6580000	2193333
3,2 ppm	1370000	1520000	1850000	4740000	1580000
4,2 ppm	950000	1120000	1070000	3140000	1046667
6,5 ppm	950000	860000	850000	2660000	886667
8,7 ppm	590000	760000	680000	2030000	676667
Jumlah	13650000	14080000	14170000	41900000	1745833

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 4190000^2/24 \\
 &= 73.150.416.666.667 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 87.114.000.000.000 - 73.150.416.666.667 \\
 &= 13.963.583.333.333 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (86.759.933.333.333/3) - 73.150.416.666.667 \\
 &= 13.609.516.666.667 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 13.963.583.333.333 - 13.609.516.666.667 \\
 &= 354.066.666.667
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	13.609.516.666.667	1.944.216.666.667	87,86**	2,66	4,03
Galat	16	354.066.666.667	22.129.166.667			
Total	23	13.963.583.333.333				

Karena $F_{hit}(87.86) > F_{tabel1\%}(4.03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2.921 \\
 &= \sqrt{2(22.129.166.667)/3} \times 2.921 \\
 &= 354788
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	8,7	6,5	4,2	3,2	2,4	1,8	1,35	0	Notasi
	Rata-rata	676667	886667	1046667	1580000	2293333	2296667	2533333	2753333	
8,7	676667	0								a
6,5	886667	210000	0							ab
4,2	1046667	1046662*	160000	0						bc
3,2	1580000	1579996*	693333*	533333*	0					d
2,4	2293333	2293329*	1406667*	1246667*	713333*	0				ef
1,8	2296667	2296662*	1410000*	1250000*	716667*	3333	0			ef
1,35	2533333	2533329*	1646667*	1486667*	953333*	240000*	236667	0		ef
0	3786667	2753333*	1866666*	1706666*	1173333*	460000*	456666*	220000*	0	g

Lampiran 9: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Leukosit

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	33000	31400	33600	98000	32666,67
1,35 ppm	40900	46400	40200	127500	42500,00
1,8 ppm	50400	47350	47900	145650	48550,00
2,4 ppm	56500	52250	54800	163550	54516,67
3,2 ppm	62000	60600	58500	181100	60366,67
4,2 ppm	69850	60350	67800	198000	66000,00
6,5 ppm	114800	97450	97600	309850	103283,33
8,7 ppm	125600	110250	122900	358750	119583,33
Jumlah	553050	506050	523300	1582400	65933,33

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 1582400^2/24 \\
 &= 104.332.906.667 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 123.940.405.000 - 104.332.906.667 \\
 &= 19.607.498.333 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (370.532.570.000/3) - 104.332.906.667 \\
 &= 19.177.950.000 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 19.607.498.333 - 13.609.516.666.667 \\
 &= 429.548.333
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	19.177.950.000	2.739.707.143	102,05**	2,66	4,03
Galat	16	429.548.333	26.846.771			
Total	23	19.607.498.333				

Karena $F_{hit}(102.05) > F_{tabel1\%}(4,03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(26.846.771)/3} \times 2,921 \\
 &= 12357,54
 \end{aligned}$$

Perla- kuan	Perlakuan	0	1,35	1,8	2,4	3,2	4,2	6,5	8,7	N
	Rata-rata	32667	42500	48550	54527	60367	66000	103283	119583	
0	32667	0								a
1,35	42500	9833	0							ab
1,8	48550	15883*	6050	0						bc
2,4	54527	21860*	12027*	5977	0					bc
3,2	60367	27700*	178667*	11817	5840	0				cd
4,2	66000	33333*	23500*	17450*	11473	5633	0			d
6,5	103283	70617*	60783*	54733*	48757*	42917*	37283*	0		f
8,7	119583	86917*	77083*	71033*	65057*	59217*	53583*	16300*	0	g

Lampiran 9: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Hematokrit

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	25	27	25	77	25,67
1,35 ppm	23	24	24	71	23,67
1,8 ppm	23	23	21	67	22,33
2,4 ppm	21	22	22	65	21,67
3,2 ppm	20	21	22	63	21,00
4,2 ppm	21	21	20	62	20,67
6,5 ppm	21	20	20	61	20,33
8,7 ppm	18	20	19	57	19,00
Jumlah	172	178	173	523	21,79

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 523^2/24 \\
 &= 11.397 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 11.501 - 11.397 \\
 &= 104 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (34467/3) - 11.397 \\
 &= 92 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 104 - 92 \\
 &= 12
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	92	13	17,52**	2,66	4,03
Galat	16	12	0,75			
Total	23	104				

Karena $F_{hit}(17,52) > F_{tabel1\%}(4,03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(0,75)/3} \times 2,921 \\
 &= 2,07
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	8,7	6,5	4,2	3,2	2,4	1,8	1,35	0	Notasi
	Rata-rata	19,00	20,30	20,67	21,00	21,67	22,30	23,67	25,67	
8,7	19,00	0								a
6,5	20,30	1,30	0,00							ab
4,2	20,67	1,67	0,37	0,00						ab
3,2	21,00	2,00	0,70	0,33	0					ab
2,4	21,67	2,67*	1,37	1,00	0,67	0				bc
1,8	22,30	3,30*	2,00	1,63	1,30	0,63	0,00			bc
1,35	23,67	4,67*	3,37*	3,00*	2,67*	2,00	1,37	0,00		d
0	25,67	6,67*	5,37*	5,00*	4,67*	4,00*	3,37*	2,00	0,00	d

Lampiran 9: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Hemoglobin

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	7	8	7	22	7,33
1,35 ppm	6,5	7	7	20,5	6,83
1,8 ppm	7	7	6	20	6,67
2,4 ppm	6	6,5	6	18,5	6,17
3,2 ppm	5	6	6	17	5,67
4,2 ppm	5	5,5	4	14,5	4,83
6,5 ppm	5	5	4	14	4,67
8,7 ppm	4	5	4	13	4,33
Jumlah	45,5	50	44	139,5	5,81

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 139,5^2/24 \\
 &= 811 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 841,75 - 811 \\
 &= 30,91 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (2510,75/3) - 811 \\
 &= 26,07 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 30,91 - 26,07 \\
 &= 4,83
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	26,07	4	12,34**	2,66	4,03
Galat	16	4,83	0,30			
Total	23	30,91				

Karena $F_{hit}(12.34) > F_{tabel1\%}(4.03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(0,30)/3} \times 2,921 \\
 &= 1,31
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	8,7	6,5	4,2	3,2	2,4	1,8	1,35	0	Notasi
	Rata-rata	4,33	4,67	4,83	5,67	6,17	6,67	6,83	7,30	
8,7	4,33	0								a
6,5	4,67	0,34	0,00							ab
4,2	4,83	0,50	0,16	0,00						ab
3,2	5,67	1,34*	1,00	0,84	0					bc
2,4	6,17	1,84*	1,50*	1,34*	0,5	0				cd
1,8	6,67	2,34*	2,00*	1,84*	1,00	0,50	0,00			cd
1,35	6,83	2,50*	2,16*	2,00*	1,16	0,66	0,16	0,00		cd
0	7,30	2,97*	2,63*	2,47*	1,63*	1,13	0,63	0,47	0,00	d

Lampiran 10. Perhitungan Analisis Data Mikronuklei

Perhitungan Uji-F Mikronuklei

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	1,58	1,54	0,00	3,12	1,04
1,35 ppm	1,76	0,00	1,41	3,17	1,06
1,8 ppm	2,91	2,97	3,83	9,71	3,24
2,4 ppm	3,74	2,56	3,06	9,36	3,12
3,2 ppm	4,57	3,98	3,68	12,23	4,08
4,2 ppm	7,5	5,97	6,35	19,82	6,61
6,5 ppm	6,42	6,54	7,41	20,37	6,79
8,7 ppm	8,44	7,68	7,71	23,83	7,94
TOTAL	36,92	31,24	33,45	101,61	

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 101,61^2/24 \\
 &= 430 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 582,85 - 430 \\
 &= 153 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (1726,89/3) - 430 \\
 &= 145 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 153 - 145 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	145	21	47,35**	2,66	4,03
Galat	16	7	0,44			
Total	23	153				

Karena $F_{hit}(47.35) > F_{tabel1\%}(4,03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata.

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(0,44)/3} \times 2,921 \\
 &= 1,57
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	0	1,35	2,4	1,8	3,2	4,2	6,5	8,7	Notasi
	Rata-rata	1,04	1,06	3,12	3,24	4,08	6,61	6,79	7,94	
0	1,04	0,00								a
1,35	1,06	0,02	0,00							ab
2,4	3,12	2,08*	2,06*	0,00						c
1,8	3,24	2,20*	2,18*	0,12	0,00					cd
3,2	4,08	3,04*	3,02*	0,96	0,84	0,00				cd
4,2	6,61	5,57*	5,55*	3,49*	3,37*	2,53*	0,00			e
6,5	6,79	5,75*	5,73*	3,67*	3,55*	2,71*	0,18	0,00		e
8,7	7,94	6,90*	6,88*	4,82*	4,70*	3,86*	1,33	1,15	0,00	e

Lampiran 10: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Blebbed

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	0	1,54	0	1,54	0,51
1,35 ppm	0	1,63	1,41	3,04	1,01
1,8 ppm	2,91	1,49	0	4,4	1,47
2,4 ppm	0	3,84	4,59	8,43	2,81
3,2 ppm	1,52	1,99	1,84	5,35	1,78
4,2 ppm	4,5	4,48	1,59	10,57	3,52
6,5 ppm	4,82	4,9	2,96	12,68	4,23
8,7 ppm	4,22	5,12	5,14	14,48	4,83
TOTAL	17,97	24,99	17,53	60,49	

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 60,49^2/24 \\
 &= 152,46 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 232,47 - 152,46 \\
 &= 80 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (621,84/3) - 152,46 \\
 &= 51,82 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 80 - 51,82 \\
 &= 28,19
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	51,82	7	4,20**	2,66	4,03
Galat	16	28,19	1,76			
Total	23	80				

Karena $F_{hit}(4,20) > F_{tabel1\%}(4,03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0,01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(1,76)/3} \times 2,921 \\
 &= 3,16
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	0	1,35	1,8	3,2	2,4	4,2	6,5	8,7	Notasi
	Rata-rata	0,51	1,01	1,47	1,78	2,81	3,52	4,23	4,83	
0	0,51	0,00								a
1,35	1,01	0,50	0,00							ab
1,8	1,47	0,96	0,46	0,00						ab
3,2	1,78	1,27	0,77	0,31	0,00					ab
2,4	2,81	2,30	1,80	1,34	1,03	0,00				ab
4,2	3,52	3,01	2,51	2,05	1,74	0,71	0,00			ab
6,5	4,23	3,72*	3,22*	2,76	2,45	1,42	0,71	0,00		c
8,7	4,83	4,32*	3,82*	3,36*	3,05	2,02	1,31	0,60	0,00	c

Lampiran 10: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Lobed

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	1,58	0	0	1,58	0,53
1,35 ppm	1,76	0,00	0,00	1,76	0,59
1,8 ppm	0,00	1,49	1,28	2,76	0,92
2,4 ppm	1,25	1,28	0,00	2,53	0,84
3,2 ppm	1,52	1,99	1,84	5,35	1,78
4,2 ppm	3	2,99	1,59	7,58	2,53
6,5 ppm	3,21	1,63	2,96	7,80	2,60
8,7 ppm	2,81	2,56	2,81	8,18	2,73
TOTAL	15,13	11,94	10,48	37,54	

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 37,54^2/24 \\
 &= 58,72 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 86,82 - 58,72 \\
 &= 28,10 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (233,45/3) - 58,72 \\
 &= 19,09 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 28,10 - 19,09 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	19,09	3	4,85**	2,66	4,03
Galat	16	9	0,56			
Total	23	28,10				

Karena $F_{hit}(4,85) > F_{tabel1\%}(4,03)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T)..

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(0,56)/3} \times 2,921 \\
 &= 1,78
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	0	1,35	2,4	1,8	3,2	4,2	6,5	8,7	Notasi
	Rata-rata	0,53	0,59	0,84	0,92	1,78	2,53	2,60	2,73	
0	0,53	0,00								a
1,35	0,59	0,06	0,00							ab
2,4	0,84	0,31	0,25	0,00						ab
1,8	0,92	0,39	0,33	0,08	0,00					ab
3,2	1,78*	1,25	1,19	0,94	0,86	0,00				ab
4,2	2,53*	2,00*	1,94*	1,69	1,61	0,75	0,00			cd
6,5	2,60*	2,07*	2,01*	1,76	1,68	0,82	0,07	0,00		cd
8,7	2,73*	2,20*	2,14*	1,89*	1,81*	0,95	0,20	0,13	0,00	d

Lampiran 10: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Notched

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	0	1,54	0	1,54	0,51
1,35 ppm	1,76	0	0	1,76	0,59
1,8 ppm	0	1,49	1,28	2,77	0,92
2,4 ppm	3,74	1,28	3,06	8,08	2,69
3,2 ppm	1,52	3,98	3,68	9,18	3,06
4,2 ppm	4,5	2,99	1,59	9,08	3,03
6,5 ppm	3,21	1,63	4,44	9,28	3,09
8,7 ppm	2,81	3,84	5,14	11,79	3,93
TOTAL	17,54	16,75	19,19	53,48	

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 53,48^2/24 \\
 &= 119,17 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 179,46 - 119,17 \\
 &= 60,29 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (470,27/3) - 119,17 \\
 &= 37,59 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 60,29 - 37,59 \\
 &= 22,71
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	37,59	5,37	3,78*	2,66	4,03
Galat	16	22,71	1,42			
Total	23	60,29				

Karena $F_{hit}(3,78) > F_{tabel5\%}(2,66)$ (**) maka pengaruh perlakuan berbeda nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.05) &= \sqrt{2KTG/r} \times 2,12 \\
 &= \sqrt{2(1,42)/3} \times 2,12 \\
 &= 2,15
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	0	1,35	1,8	3,2	4,2	3,2	6,5	8,7	Notasi
	Rata-rata	0,51	0,59	0,91	2,69	3,03	3,06	3,09	3,93	
0	0,51	0,00								a
1,35	0,59	0,08	0,00							ab
1,8	0,91	0,40	0,32	0,00						ab
3,2	2,69	2,18*	2,10	1,78	0,00					ab
4,2	3,03	2,52*	2,44*	2,12	0,34	0,00				c
3,2	3,06	2,55*	2,47*	2,15*	0,37	0,03	0,00			c
6,5	3,09	2,58*	2,50*	2,18*	0,40	0,06	0,03	0,00		c
8,7	3,93	3,42*	3,34*	3,02*	1,24	0,90	0,87	0,84	0,00	c

Lampiran 10: Lanjutan

Perhitungan Uji-F Binuklei

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 ppm	1,58	1,54	1,66	4,78	1,59
1,35 ppm	1,76	3,26	1,41	6,43	2,14
1,8 ppm	2,91	4,46	2,55	9,92	3,31
2,4 ppm	4,98	3,84	4,59	13,41	4,47
3,2 ppm	3,04	3,98	5,52	12,54	4,18
4,2 ppm	3	4,48	3,17	10,65	3,55
6,5 ppm	4,82	4,9	5,93	15,65	5,22
8,7 ppm	5,63	5,12	5,14	15,89	5,30
TOTAL	27,72	31,58	29,97	89,27	

$$\begin{aligned}
 FK &= \sum X^2/n \\
 &= 89,27^2/24 \\
 &= 332,05 \\
 JK \text{ TOTAL} &= (A1^2 + A2^2 + \dots + D3^2) - FK \\
 &= 380,22 - 332,05 \\
 &= 48,18 \\
 JK \text{ PERLAKUAN} &= (\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2) / 3 - FK \\
 &= (1110,52/3) - 332,05 \\
 &= 38,12 \\
 JK \text{ GALAT} &= JKT - JKP \\
 &= 48,18 - 38,12 \\
 &= 10,05
 \end{aligned}$$

sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	38,18	5,45	8,68**	2,66	4,03
Galat	16	10,05	0,63			
Total	23	48,18				

Karena F_{hit} (8,68) > $F_{tabel1\%}$ (4,03) (**) maka pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata. Untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (uji T).

Perhitungan Uji BNT

$$\begin{aligned}
 LSD(0.01) &= \sqrt{KTG/r} \times 2,921 \\
 &= \sqrt{2(0,63)/3} \times 2,921 \\
 &= 1,88
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Perlakuan	0	1,35	1,8	4,2	3,2	2,4	6,5	8,7	Notasi
	Rata-rata	1,59	2,14	3,31	3,55	4,18	4,47	5,22	5,30	
0	1,59	0,00								a
1,35	2,14	0,55	0,00							ab
1,8	3,31	1,72	1,17	0,00						ab
4,2	3,55	1,96*	1,41	0,24	0,00					ab
3,2	4,18	2,59*	2,04*	0,87	0,63	0,00				bc
2,4	4,47	2,88*	2,33*	1,16	0,92	0,29	0,00			c
6,5	5,22	3,63*	3,08*	1,91*	1,67	1,04	0,75			c
8,7	5,30	3,71*	3,16*	1,99*	1,75	1,12	0,83	0,08	0,00	c

Lampiran 11. Data Kualitas Air Selama Penelitian

Data Pengukuran Suhu (°C)

Konsentrasi (ppm)	Suhu (°C)														
	Kamis			Jum'at			Sabtu			Minggu			Senin		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	26,3	26,3	26,3	24,3	24,2	24,4	25,5	25,4	25,5	24,5	24,4	24,3	24,7	25,7	25,8
1,35	26,2	25,5	25,7	24,7	24,4	24,4	25,4	25,4	25,4	24,4	24,2	24,4	24,9	25,9	25,8
1,8	25,6	25,4	25,4	24,6	24,6	24,6	25,3	25,3	25,3	25,1	25,0	24,8	24,8	25,1	25,1
2,4	25,7	25,8	26,0	24,6	25,0	25,0	25,3	25,2	25,2	24,7	24,9	25,0	25,1	25,1	25,1
3,2	26,6	26,7	26,5	24,8	24,9	24,9	25,2	25,2	25,2	24,4	24,5	24,6	25,2	25,2	25,2
4,2	26,7	26,6	26,4	24,5	25,0	25,1	25,2	25,1	25,1	24,6	24,7	24,6	25,2	25,2	25,2
6,5	26,3	26,3	26,1	25,4	25,1	24,9	25,8	25,1	25,1	24,8	24,9	25,0	25,2	25,2	25,2
8,7	25,9	26,1	26,1	24,8	24,7	24,7	25,1	25,1	25,0	24,9	24,9	25,1	25,2	25,2	25,2

Data Pengukuran pH

Konsentrasi (ppm)	pH														
	Kamis			Jum'at			Sabtu			Minggu			Senin		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kontrol	7,49	7,42	7,76	7,53	7,51	7,54	7,45	7,35	7,29	7,54	7,52	7,5	7,62	7,61	7,63
1,35	7,62	7,82	7,78	7,52	7,55	7,49	7,35	7,3	7,32	7,46	7,46	7,48	7,71	7,73	7,75
1,8	7,53	7,53	7,49	7,55	7,58	7,55	7,39	7,41	7,38	7,47	7,48	7,48	7,79	7,28	7,26
2,4	7,27	7,41	7,46	7,51	7,53	7,45	7,38	7,41	7,38	7,43	7,5	7,47	7,28	7,25	7,3
3,2	7,44	7,63	7,56	7,42	7,43	7,44	7,38	7,4	7,42	7,61	7,49	7,48	7,29	7,34	7,32
4,2	7,57	7,37	7,49	7,46	7,54	7,46	7,4	7,61	7,55	7,47	7,47	7,48	7,35	7,32	7,34
6,5	7,45	7,43	7,29	7,53	7,5	7,49	7,51	7,45	7,53	7,63	7,44	7,5	7,39	7,37	7,35
8,7	7,56	7,44	7,41	7,48	7,44	7,43	7,52	7,49	7,48	7,63	7,39	7,6	7,32	7,2	7,34

Lampiran 11: Lanjutan

Data Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)

Konsentrasi (ppm)	DO (mg/L)														
	Kamis			Jum'at			Sabtu			Minggu			Senin		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kontrol	5,49	5,51	5,75	5,86	5,77	5,88	5,88	5,81	5,81	5,74	5,65	5,73	5,41	5,81	5,17
1,35	5,7	5,77	5,72	5,96	5,92	5,8	6,04	6,02	5,97	5,78	5,52	5,83	5,38	5,58	5,52
1,8	5,65	5,78	5,65	5,82	5,78	5,9	5,74	5,73	5,97	5,91	5,92	5,96	5,55	5,54	5,6
2,4	5,67	5,67	5,56	5,82	6,33	5,78	5,89	5,82	6,05	5,92	5,99	5,95	5,71	5,61	5,72
3,2	5,8	5,8	5,75	5,33	5,49	5,99	6,09	6,04	6,06	5,93	5,86	5,96	5,61	5,7	5,52
4,2	5,64	5,71	5,46	6,07	6,2	6,25	6,05	6,08	6,07	6,07	6,06	6,07	5,47	5,48	5,31
6,5	5,39	5,53	5,35	6,21	6,48	6,4	6,08	6,11	6,06	6,16	6,1	6,01	5,33	5,48	5,45
8,7	5,6	5,82	5,4	6,16	6,15	6,21	6,03	6,02	6,09	6,08	5,84	5,93	5,89	5,73	5,78

Lampiran 12. Dokumentasi Selama Penelitian



Kolam Pemeliharaan



Pensifonan



Bak percobaan



Pengambilan sampel darah



Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

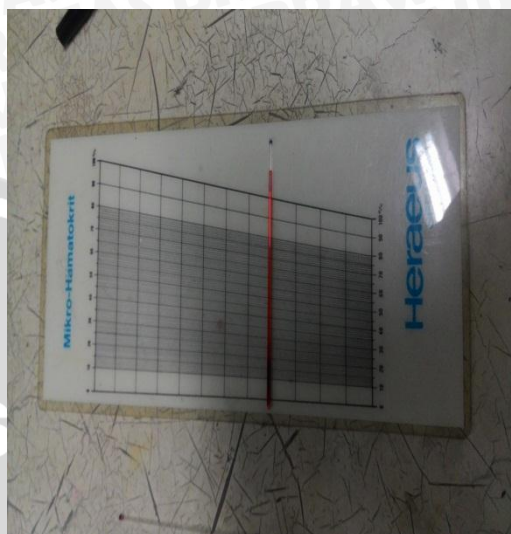


Bahan untuk analisis hematologi

Lampiran 12: Lanjutan



Haemosentrifuge



Pengukuran nilai hematokrit



Pengukuran hemoglobin



Hemocytometer



Presparat mikronuklei

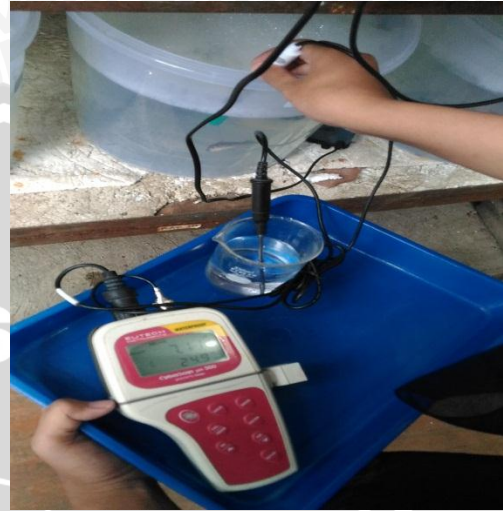


Pengamatan dengan mikroskop

Lampiran 12: Lanjutan



Pengukuran DO dan suhu



Pengukuran pH

