

**STATUS HEMATOLOGI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
YANG DITEMUKAN DIDELTA SUNGAI BRANTAS DAN
BENDUNGAN KARANGKATES JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :
JOKO MARGONO
NIM. 0810810047



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013**

LEMBAR PERSETUJUAN

STATUS HEMATOLOGI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
YANG DITEMUKAN DIDELTA SUNGAI BRANTAS DAN
BENDUNGAN KARANGKATES JAWA TIMUR

Usulan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Perikanan pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :

JOKO MARGONO

NIM. 0810810047

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Prof. Ir. YENNY RISJANI, DEA, PhD)

NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal :

(Ir. MUHAMMAD MUSA, MS)

NIP. 19570507 198602 1 002

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS)

NIP. 19650322 198601 1 001

Tanggal :

Pernyataan Orisinalitas Skripsi

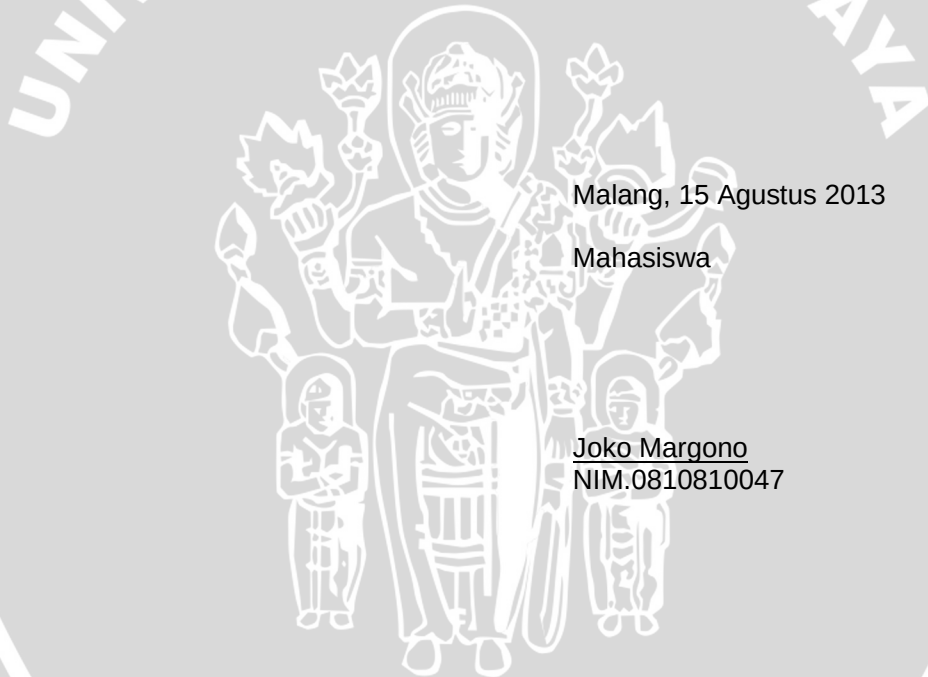
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam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

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 15 Agustus 2013

Mahasiswa

Joko Margono
NIM.0810810047



RINGKASAN

Joko Margono. Status Hematologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Ditemukan Di Delta Sungai Brantas Dan Bendungan Karangates Jawa Timur (dibawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD dan Ir. Muhammad Musa, MS**).

Ikan nila merupakan ikan tropis yang menyukai perairan yang dangkal. Habitat asli ikan ini adalah Sungai Nil dan daerah perairan sekitarnya, tetapi juga hidup di perairan air tawar hampir di seluruh Indonesia. Ikan Nila masuk ke Indonesia yang pertama kali didatangkan dari Taiwan ke Bogor (Balai Perikanan Air Tawar) pada tahun (1969) (Susanto, 2010). Menurut Juliasni (2008), bahwa Ikan Nila memiliki sifat biologi yang menguntungkan antara lain mudah berkembangbiak, pertumbuhannya cepat, termasuk omnivora, daya adaptasinya luas dan toleransinya tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan sehingga ikan Nila mempunyai keunggulan daripada ikan yang lain dengan memiliki karakteristik tersebut. Ikan Nila juga direkomendasikan oleh EPA (Environmental Protection Agency) yang termasuk salah satu jenis hewan uji karena memenuhi persyaratan sebagaimana penjelasan sebelumnya.

Salah satu cara untuk melihat status kesehatan ikan dan kondisi lingkungan yang kurang baik atau tercemar yaitu dengan melihat status hematologi ikan yang memiliki unsur mikronuklei dari hewan uji dan khususnya pada ikan Nila pada penelitian ini.

Mikronuklei merupakan kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal saat proses pembelahan sel pada fase (Anaphase), membentuk struktur yang menyerupai intisel dengan diameter $\frac{1}{3}$ dari inti sel (Ali *et al*, 2008).

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Untuk mengetahui kondisi kesehatan ikan Nila dari Bendungan Karangates dan delta sungai Brantas yang dilihat dari jumlah Eritrosit, Leukosit, dan Mikronuklei; 2) Untuk mengetahui sejauh mana tingkat kerusakan Mikronuklei ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas.

Metode yang digunakan adalah deskriptif, yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada di alam menurut apa adanya dengan cara melakukan analisa laboratorium pada saat penelitian dilaksanakan sedangkan Analisa datanya menggunakan program SPSS 16.0. Pengambilan sampel Ikan dilakukan di Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Kalimas masing – masing lokasi diambil 3 ekor sampel ikannya. Identifikasi Mikronuklei dilakukan di laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan FPIK UB dengan sistem duplo dan pengujian kualitas air dilakukan di Jasa Tirta.

Hasil dari penelitian ini adalah total eritrosit ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates pada ikan 1 = 2.500.000 sel/mm³, ikan 2 = 2.380.000 sel/mm³, dan ikan 3 = 2.680.000 sel/mm³, ikan dari sungai Aloo ikan 1 = 2.390.000 sel/mm³, ikan 2 = 1.930.000 sel/mm³ dan ikan 3 = 2.540.000 sel/mm³, eritrosit ikan Nila dari sungai Surabaya yaitu ikan 1 = 1.040.000 sel/mm³, ikan 2 = 1.120.000 sel/mm³ dan ikan 3 = 1.640.000 sel/mm³ dan eritrosit ikan Nila dari sungai Mas sebagai berikut ikan 1 = 990.000 sel/mm³, ikan 2 = 1.950.000 sel/mm³ dan ikan 3 = 1.450.000 sel/mm³.

Hasil perhitungan dengan menggunakan Anova didapatkan nilai ($P \leq 0,05$) yang artinya bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah eritrosit yang ditemukan di Bendungan karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan Sungai Kalimas dengan selang kepercayaan 95 %.

Total leukosit ikan yang diambil dari Bendungan karang kates pada ikan 1 = 225400 sel/mm³, ikan 2 = 172600 sel/mm³ dan ikan 3 = 213000 sel/mm³, ikan yang diambil dari sungai Aloo jumlah leukosit pada ikan 1 = 417000 sel/mm³, ikan 2 = 276400 sel/mm³ dan ikan 3 = 290200, sungai Surabaya pada ikan 1 = 267200 sel/mm³, ikan 2 = 271600 sel/mm³, ikan 3 = 276200 sel/mm³ dan ikan yang diambil dari sungai Kalimas jumlah Leukosit pada ikan 1= 173800 sel/mm³, ikan2 = 193800 sel/mm³ dan ikan 3 = 255400 sel/mm³.

Hasil perhitungan dengan menggunakan Anova didapatkan nilai ($P>0,05$) yang artinya tidak ada perbedaan yang nyata antara hasil jumlah leukosit yang ditemukan di Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Kalimas dengan selang kepercayaan 95%.

Jumlah mikronuklei ikan Nila yang diambil dari Bendungan karangkates pada ikan 1 = 25/1000 sel, ikan 2 = 20/1000 sel, ikan 3 = 17/1000 sel, jumlah mikronuklei ikan dari sungai Aloo pada ikan 1 = 32/1000 sel, ikan 2 = 35/1000 sel, ikan 3 = 30/1000 sel, jumlah mikronuklei ikan yang diambil dari sungai Surabaya pada ikan 1 = 35/ 1000 sel, ikan 2 = 39/1000 sel, ikan 3 = 30/1000 sel dan jumlah mikronuklei ikan Nila yang diambil dari sungai Mas yaitu pada ikan 1 = 30/1000 sel, ikan 2 = 26/1000 sel dan ikan 3 = 25/1000 sel.

Hasil perhitungan Mikronuklei dengan menggunakan Anova didapatkan nilai ($P<0,00$) yang artinya terdapat perbedaan yang sangat nyata antara hasil jumlah Mikronuklei yang ditemukan di Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Kalimas dengan selang kepercayaan 95%.

Hasil Eritrosit abnormal Ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates yang terbentuk lipofuscine pada ikan 1= 72 sel/1000, ikan 2 = 41 sel/1000, ikan 3 = 104 sel/1000, ikan yang diambil dari sungai aloo jumlah nuclei abnormal pada ikan 1 = 143 sel/1000, ikan 2 = 154 sel/1000, ikan 3 = 151 sel/1000, ikan yang diambil dari sungai Surabaya dan sungai Mas masing – masing jumlah Eritrosit abnormalnya adalah sebagai berikut pada ikan 1 yang ditemukan di sungai Surabaya = 182 sel/1000, ikan 2 = 180 sel/1000, ikan 3 = 160 sel/1000, Dan jumlah Eritrosit abnormal yang ditemukan di sungai Mas pada ikan 1 = 125 sel/1000, ikan 2 = 182 sel/1000 dan ikan 3 = 97 sel/1000. Sedangkan hasil Analisis kualitas air diketahui di Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Kalimas masih berada dalam kisaran hidup ikan tiap-tiap sungai tersebut yaitu DO 3,5 – 5 mg/L; pH 7-8; suhu 31,1-32,5; salinitas 0,05 ppt; TSS 16,8 – 213,7 mg/L; COD 14,6 - 22,48 mg/L; Phenol tt-0,01mg/L dan Pb tt (tidak terdeteksi).

Hasil perhitungan Mikronuklei dengan menggunakan Anova didapatkan nilai ($P<0,00$) yang artinya terdapat perbedaan yang sangat nyata antara hasil jumlah Nukeli abnormal yang ditemukan di Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Kalimas dengan selang kepercayaan 95%.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kondisi kesehatan ikan yang diambil dari bendungan karangkates bisa dikatakan masih dalam kondisi baik dan sehat sedangkan ikan yang ditemukan didelta sungai brantas kondisinya buruk atau bisa dikatakan dalam kondisi sakit karena dari hasil penelitian yang dilihat dari jumlah Eritrosit, leukosit dan Mikronuklei. Sedangkan tingkat kerusakan mikronuklei yang tertinggi pada sungai Surabaya dengan besar rerata 160, 83 sel/mm³ sedangkan tingkat kerusakan mikronuklei yang terendah terdapat pada Bendungan Karangates dengan rerata 82,5 sel/mm³ . Hal ini karena kondisi lingkungan didaerah Delta sungai Brantas masukan bahan kimianya lebih besar dan bermacam –macam. Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut tentang mikronuklei dengan statsiun yang lebih banyak supaya bisa memetakan kondisi lingkungan yang layak dan kurang kurang layak.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkah rahmat dan hidayah-Nya, penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Atas tersusunnya laporan skripsi , penulis mengucapkan kepada :

- Kepada Kedua orang tua (Bapak dan Ibu) tercinta yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materiil serta senantiasa mendoakan anaknya untuk menjadi yang terbaik.
- Kepada semua saudaraku (my brother n sister) yang selalu bertanya “Kapan wisuda?”, yang menjadikan motivasi saya untuk lebih giat dalam mengerjakan laporan skripsi ini yang sudah tertunda setahun.
- Ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD selaku dosen pembimbing 1 dan bapak Ir. Muhammad Musa, MS selaku dosen pembimbing 2 terima kasih banyak atas segala masukan, saran dan koreksinya.
- Ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si dan Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si Sebagai dosen penguji
- Mbak Titin yang selalu memberi dukungan dan arahan ketika di laboratorium Parasit dan penyakit Ikan, terima Kasih Mbak.
- Thanks to adek2 Jl. Kertoleksono No. 42A Malang (Si Uchiel, Naya dan Si Meta)
- Kawan – kawan seperjuangan **IJO HITAM**, yang tetap kompak dan selalu bikin kepala pusing tanyanya “ Kapan lansia iki lulus!! (Kapan orang tua ini lulus!!) ”, tapi itu bagus buat memacu motivasi saya biar cepet kelar.
- **LANCRAZ COMMUNITY** (Sam Fa, Duro, Mbah Mou dan I am), yang kocak dan sangat aneh dengan karakter – karakternya,,semoga persaudaraan kita tidak putus hanya disini.
- 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. 15 Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi Ikan Nila	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila	6
2.1.2 Kepekaan Ikan Terhadap Bahan Pencemar	8
2.1.3 Komposisi Darah Ikan	10
2.1.3.1 Eritrosit	11

2.1.3.2 Leukosit	12
2.1.3.3 Trombosit.....	14
2.2 Pencemaran Air dan Bahan Pencemar	15
2.2.1 Logam Berat	17
2.3 Mikronuklei	19
2.3.1 Peran Mikronuklei.....	20
2.3.2 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemar Oleh Darah	21
2.3.3 Respon Mikronuklei Terhadap Bahan Pencemar Phenol dan Pb	22

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian	24
3.2 Metode Penelitian	24
3.3 Metode Analisa Data.....	24
3.3.1 Data Primer	24
3.3.2 Data Sekunder	25
3.4 Metode Pemeriksaan Darah Ikan.....	25
3.4.1 Metode Pengambilan Darah Ikan.....	25
3.4.2 Metode Pengamatan Sel Darah Ikan	26
3.4.3 Perhitungan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)	27
3.4.4 Perhitungan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)	28
3.4.5 Pengamatan Micronuclei Pada Darah Ikan	29

3.5 Metode Parameter Fisika dan Kimia	29
3.5.1 Suhu	30
3.5.2 Salinitas	30
3.5.3 DO (<i>Dissolved Oxygen</i>)	30
3.5.4 Derajat Keasaman (pH)	31
3.5.5 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	31
3.5.6 Phenol	33
3.5.7 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	33
3.5.8 Pb (Timbal)	34
3.6 Analisa Data	35
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	36
4.1.1 Keadaan Umum Bendungan Karangates	36
4.1.2 Keadaan Umum Sungai Aloo	37
4.1.3 Keadaan Umum Sungai Surabaya dan Sungai Mas	38
4.2 Morfologi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	39
4.2.1 Hubungan Panjang Berat	40
4.3 Kondisi Mikronuclei Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	42
4.3.1 Total Eritrosit	42
4.3.2 Total Leukosit	46
4.3.3 Total Mikronuclei	49
4.3.4 Total Eritrosit Abnormal	52

4.3.5 Mekanisme Terbentuknya Mikronuclei.....	56
---	----

4.4 Pembahasan Secara Umum.....	56
---------------------------------	----

4.5 Hasil Pengukuran Kualitas Air.....	58
--	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	62
---------------------	----

5.2 Saran.....	62
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	63
-----------------------------	----

LAMPIRAN	68
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Halaman

1. Hasil Pengukuran Panjang dan Berat	39
2. Hasil Kualitas Air.....	59

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	6
2. Sel Darah Merah (Eritrosit)	11
3. Sel Darah Putih (Leukosit)	12
4. Trombosit.....	15
5. Mikronuklei.....	20
6. Eritrosit Abnormal	20
7. Mekanisme Terbentuknya MN.....	23
8. Bendungan Karangates	36
9. Sungai Aloo	37
10. Sungai Surabaya dan Sungai Kalimas	38
11. Hubungan Panjang Berat	41
12. Hasil pengamatan penampang sel darah merah ikan Nila	43
13. Jumlah Total eritrosit Ikan Nila	45
14. Jumlah Total Leukosit pada ikan Nila	46
15. Proses Hematopoiesis Sel Darah	48

16. Hasil Apusan Mikronuklei ikan Nila	49
17. Jumlah Total Mikronuklei	51
18. Eritrosit Abnormal	52
19. Jumlah Total Eritrosit Abnormal	53
20. Gambaran Eritrosit Abnormal.....	54
21. Hasil Pengamatan Sel Darah Putih Ikan Nila.....	87



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. Lokasi Penelitian Di S. Aloo, S. Surabaya dan S. Kalimas	69
2. Lokasi Penelitian Bendungan Karangates Bendungan Sutami.....	70
3. Hasil Darah Ikan Nila	71
4. Alat dan Bahan	72
5. Kamar Hitung Haemocytometer	73
6. Hasil-hasil Penelitian Mikronuklei.....	74
7. Hasil Analisa Eritrosit menggunakan program SPSS 16.0	75
8. Hasil Analisa Leukosit menggunakan program SPSS 16.0	78
9. Hasil Analisa Mikronuklei menggunakan program SPSS 16.0	81
10. Hasil Analisa Eritrosit Abnormal menggunakan program SPSS 16.0	84
11. Data Sekunder (Hasil Studi Literatur Tentang Kualitas Air).....	85
12. Gambaran Sel Darah Putih.....	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan Nila pertama kali didatangkan dari Taiwan ke bogor (Balai Perikanan Air Tawar) pada tahun 1969. Setahun kemudian, ikan ini mulai ditebarkan ke beberapa daerah. Pemberian nama nila berdasarkan ketetapan Direktur Jenderal Perikanan pada tahun 1972. Nama tersebut diambil dari nama spesies ikan ini, yakni nilotica yang kemudian diubah menjadi nila. Nama nilotica menunjukkan daerah asal ikan yaitu sungai Nil.

Secara alami ikan ini melakukan migrasi dari habitat aslinya di sungai Nil di Uganda (bagian hulu sungai Nil) ke arah selatan melewati Danau Raft dan Tanganyika hingga ke Mesir (sepanjang sungai Nil). Nila juga terdapat di Afrika bagian tengah dan barat. Populasi terbanyak ditemukan dikolam ikan di Chad dan Nigeria. Dengan adanya campur tangan manusia, saat ini ikan Nila telah menyebar ke seluruh dunia mulai dari benua Afrika, Amerika, Asia dan Australia.

Ikan nila merupakan ikan tropis yang menyukai perairan yang dangkal. Ikan nila dikenal sebagai ikan yang tahan terhadap perubahan lingkungan tempat hidupnya. Nila hidup di lingkungan air tawar, air payau, dan air asin (Suyanto, 2004). Tempat hidup Ikan nila biasanya berada pada perairan yang dangkal dengan arus yang tidak begitu deras, ikan ini tidak suka hidup di perairan yang bergerak (mengalir), akan tetapi jika dilakukan perlakuan terhadap ikan nila seperti pengadaptasian terhadap lingkungan air yang mengalir maka ikan nila juga bisa hidup baik pada perairan yang mengalir (Djarajah, 2002).

Lingkungan tumbuh (habitat) yang paling ideal adalah perairan air tawar yang memiliki suhu antara 14°C – 38°C, atau suhu optimal 25°C – 30°C. Keadaan suhu yang rendah yaitu suhu kurang dari 14°C ataupun suhu yang

terlalu tinggi di atas 30°C akan menghambat pertumbuhan nila. Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan hidup. Keadaan pH yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkan ikan ini adalah 7- 8. Ikan nila masih dapat tumbuh dalam keadaan air asin pada salinitas 0-35 ppt (Rukmana, 1997). Pernyataan tersebut didukung oleh M. Ghufuran H. Kordik., (2010) bahwa habitat ikan nila adalah air tawar, seperti sungai, danau, waduk dan rawa - rawa, tetapi karena toleransinya yang luas terhadap salinitas (euryhaline) sehingga dapat pula hidup dengan baik di air payau dan laut. Salinitas yang cocok untuk nila adalah 0 – 35 ppt (part per thousand), namun salinitas yang memungkinkan nila tumbuh optimal adalah 0 – 30 ppt. Ikan nila masih dapat hidup pada salinitas 31 – 35 ppt, tetapi pertumbuhannya lambat.

Menurut Juliahasni (2008), bahwa Ikan nila memiliki sifat biologi yang menguntungkan antara lain mudah berkembangbiak, pertumbuhannya cepat, pemakan segala bahan makanan (omnivora), daya adaptasinya luas, dan toleransinya tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Sehingga ikan Nila mempunyai keunggulan daripada ikan yang lain dengan memiliki karakteristik - karakteristik tersebut. Bahkan ikan Nila bisa dijadikan sebagai biomonitoring suatu lingkungan yang tercemar sebagaimana pernyataan Rand (1980) dalam Muhammad (2002), mengatakan bahwa salah satu jenis hewan yang direkomendasikan oleh EPA (Environmental Protection Agency) sebagai hewan uji adalah *Oreochromis niloticus*, karena ikan tersebut memenuhi persyaratan yaitu penyebarannya cukup luas, banyak dibudidayakan, mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mentolerir lingkungan yang buruk dan mudah dipelihara di laboratorium. Ikan pada umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air. Namun demikian, pada ikan yang hidup dalam habitat yang

terbatas (seperti sungai, danau, dan teluk), ikan sulit melarikan diri dari pengaruh pencemaran.

Salah satu cara untuk melihat kondisi lingkungan yang telah tercemar yaitu dengan melihat unsur adanya mikronuklei pada darah ikan yang hidup dalam lingkungan perairan dan disekitarnya. Karena apabila kondisi perairan tempat ikan hidup mengalami perubahan karena polutan yang masuk secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama, akan menyebabkan perubahan pada sistem imun, gambaran darah dan struktur organ/jaringan pada ikan (uji histologi). Hal ini terjadi karena darah berfungsi mengalirkan semua zat yang dibutuhkan oleh tubuh seperti zat-zat makanan, hormon, dan nutrien ke seluruh tubuh. Sehingga apabila dalam lingkungan tersebut terdapat benda asing yang masuk, maka darah merupakan agen yang menyalurkan benda asing tersebut masuk kedalam jaringan dan organ ikan (Yuniar, 2009). Sedangkan munculnya mikronuklei menggambarkan perubahan sel darah merah pada tubuh ikan baik karena gangguan penyakit maupun karena adanya gangguan polutan dalam media hidupnya. Sehingga tepat apabila pendekatan biologis tersebut dijadikan acuan untuk melihat kesehatan lingkungan, karena indikator tersebut menggambarkan suatu perubahan sejalan dengan perubahan yang terjadi pada sistem lingkungan.

Mikronuklei merupakan kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal saat proses pembelahan sel pada fase (Anaphase), membentuk struktur yang menyerupai intisel dengan diameter $\frac{1}{3}$ dari nukleus inti (Ali *et al*, 2008 dalam Muhusini, 2011). Mikronuklei terdapat dalam darah ikan, telah sering dijadikan sebagai Biomonitoring suatu lingkungan yaitu dengan menggunakan uji mikronuklei. Menurut Ozkan *et al* (2011) bahwa uji Mikronuklei merupakan salah satu dari banyak uji yang paling populer untuk lingkungan yang beracun atau tercemar.

Dalam penelitian ini akan lebih membahas tentang karakteristik Mikronuklei pada ikan nila yang diambil dari lokasi yang berbeda – beda yaitu dari Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya, sungai Mas) dan di bendungan Karangates, yang memiliki kondisi yang berbeda-beda karena pengaruh dari masukan disekitar lingkungan perairan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi kesehatan ikan Nila dari Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas yang dilihat dari jumlah Eritrosit, Leukosit, Mikronuklei?
2. Sejauh mana tingkat kerusakan mikronuklei pada ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kondisi kesehatan ikan Nila dari Bendungan Karangates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas yang dilihat dari jumlah Eritrosit, Leukosit dan Mikronuklei.
2. Untuk Mengetahui sejauh mana tingkat kerusakan mikronuklei ikan Nila yang diambil dari delta sungai brantas (S. Aloo, S. Mas, S. surabaya) dan Bendungan Karangates.

1.4 Kegunaan penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat menambah pengetahuan, pengalaman kerja secara real di lapang dan membandingkan teori yang didapatkan di perkuliahan serta menumbuhkan perhatian khusus

terhadap bahaya pencemaran lingkungan terhadap kelestarian ekosistem perairan sungai yang akan berakibat pada sumberdaya perikanan.

2. Bagi lembaga ilmiah atau peneliti bisa dijadikan sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan tentang eritrosit dan mikronuklei ikan.
3. Bagi pihak instansi pemerintahan, sebagai sumber informasi dalam mengambil kebijakan terutama terkait masalah lingkungan

1.5 Tempat dan waktu penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Bendungan Karangates dan di Delta Sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya, Sungai Mas) Provinsi Jawa Timur, perhitungan jumlah Eritrosit, Leukosit dan Mikronuklei dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Parasit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan kegiatan ini dimulai bulan November 2012 – bulan Maret 2013.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Nila

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi ikan Nila

Menurut Prihatman (2000), Klasifikasi ikan nila adalah sebagai berikut :

Kelas : Osteichthyes

Sub-kelas : Acanthopterygii

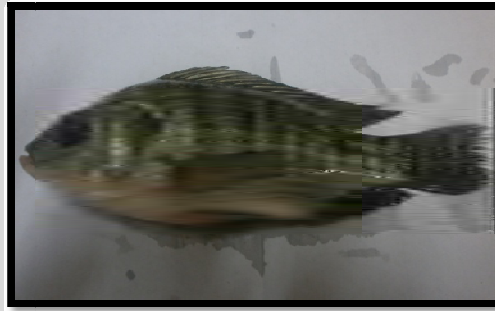
Crdo : Percomorphi

Sub-ordo : Percoidea

Famili : Cichlidae

Genus : *Oreochromis*

Spesies : *Oreochromis niloticus*



Gambar 1. Ikan Nila

Menurut Handajani dan Hastuti (2002), bahwa Ikan nila bukan asli dari Indonesia melainkan berasal dari sungai Nil di Afrika bagian hulu. Ikan ini sekerabat dengan ikan mujair, tetapi tubuhnya lebih besar, pertumbuhannya juga lebih cepat, setelah berumur 5 bulan mencapai berat tiga kali berat ikan mujair. Kebiasaan hidup dan berkembang biaknya sama seperti ikan mujair. Namun secara umum 'nila' itu sering disebut dengan nama 'nilam'. Berdasarkan morfologinya, kelompok ikan *Oreochromis* memang berbeda dengan kelompok

tilapia. Secara umum, bentuk (tubuh nila memanjang dan ramping, dengan sisik berukuran besar. Betuk matanya besar dan menonjol dengan tepi berwarna putih. Gurat sisi (linea lateralis) terputus di bagian tengah tubuh, kemudian berlanjut lagi, tetapi letaknya lebih ke bawah dibandingkan dengan letak garis yang memanjang di atas sirip dada. jumlah sisik pada gurat sisi 34 buah. Sirip punggung, sirip perut, dan sirip duburnya memiliki jari-jari lemah, tetapi keras dan tajam seperti duri. Sirip punggung dan sirip dada berwarna hitam. Nila memiliki lima buah Sirip, yaitu sirip punggung (dorsal fin), sirip dada (pectoral fin) sirip perut (ventral fin), sirip anal (anal fin), dan sirip ekor (caudal fin). Sirip punggungnya memanjang dari bagian atas tutup insang sampai bagian atas sirip ekor. Terdapat juga sepasang sirip dada dan sirip perut yang berukuran kecil dan sirip anus yang hanya satu buah berbentuk agak panjang. Sementara itu, jumlah sirip ekornya hanya satu buah dengan bentuk bulat (Dao dkk, 2011).

Ikan nila merupakan ikan tropis yang menyukai perairan yang dangkal. Ikan nila dikenal sebagai ikan yang tahan terhadap perubahan lingkungan tempat hidupnya. Nila hidup di lingkungan air tawar, air payau, dan air asin. Kadar garam air yang disukai antara 0-35 ppt. Ikan nila air tawar dapat dipindahkan ke air asin dengan proses adaptasi bertahap. Kadar garam air dinaikkan sedikit demi sedikit. Pemindahan ikan nila secara mendadak ke dalam air yang kadar garamnya sangat berbeda dapat mengakibatkan stress dan kematian ikan (Suyanto, 2004). Tempat hidup Ikan nila biasanya berada pada perairan yang dangkal dengan arus yang tidak begitu deras, ikan ini tidak suka hidup di perairan yang bergerak (mengalir), akan tetapi jika dilakukan perlakuan terhadap ikan nila seperti pengadaptasian terhadap lingkungan air yang mengalir maka ikan nila juga bisa hidup baik pada perairan yang mengalir. (Djarjah, 2002). Lingkungan tumbuh (habitat) yang paling ideal adalah perairan air tawar yang memiliki suhu antara 14oC – 38 oC, atau suhu optimal 25oC – 30oC. Keadaan

suhu yang rendah yaitu suhu kurang dari 140C ataupun suhu yang terlalu tinggi di atas 300C akan menghambat pertumbuhan nila. Ikan nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan hidup. Batas bawah dan batas atas suhu yang mematikan ikan nila berturut-turut adalah 11-12oC dan 42oC. Keadaan pH air antara 5 – 11 dapat ditoleransi oleh ikan nila, tetapi pH yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkan ikan ini adalah 7- 8. Ikan nila masih dapat tumbuh dalam keadaan air asin pada salinitas 0-35 ppt. Oleh karena itu, ikan nila dapat dibudidayakan di perairan payau, tambak dan perairan laut, terutama untuk tujuan usaha pembesaran (Rukmana, 1997).

2.1.2. Kepekaan Ikan Terhadap Bahan Pencemar

Menurut Evatona (2011) dalam muhusini (2011), bahwa indikasi pencemaran air dapat kita ketahui baik secara visual maupun pengujian melalui :

1. Perubahan pH (tingkat keasaman/ konsentrasi ion hidrogen) air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki pH netral dengan kisaran nilai 6,5 – 7,5. Air limbah industri yang belum terolah dan memiliki pH diluar nilai pH netral, akan mengubah pH air sungai dan dapat mengganggu kehidupan organisme didalamnya. Hali ini akan semakin parah jika daya dukung lingkungan rendah serta debit air sungai rendah. Limbah dengan pH asam/rendah bersifat korosif terhadap logam.
2. Perubahan warna, bau dan rasa air normal dan air bersih tidak akan berwarna, sehingga tampak bening atau jernih. Bila kondisi air warnanya berubah maka hal tersebut merupakan salah satu indikasi bahwa air telah tercemar. Timbulnya bau pada air lingkungan merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Air yang bau dapat berasal dari limbah industri atau dari hasil degradasi mikroba. Mikroba yang hidup dalam air

akan mengubah organik menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau sehingga mengubah rasa.

3. Timbulnya endapan, koloid dan bahan terlarut endapan, koloid dan bahan endapan terlarut berasal dari adanya limbah industri yang berbentuk padat, bila tidak larut sempurna akan mengendap didasar sungai , dan yang larut sebagian akan menjadi koloid dan akan menghalangi bahan- bahan organik yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit didegradasi melalui reaksi biokimia, namun dapat diukur menjadi uji COD. Adapun komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik.

Ikan sebagai salah satu komponen penting penghuni perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air. Adanya bahan pencemar dapat mempengaruhi kehidupan ikan yang dapat dilihat dari bentuk tubuh, adanya berbagai kelaian dalam tubuh ikan hingga kematian ikan (tidak terdapat ikan pada perairan yang tercemar berat). Berdasarkan kandungan bahan pencemar perairan, kematian ikan tidak hanya disebabkan oleh faktor tunggal tetapi dapat diakibatkan oleh beberapa faktor sekaligus. Kombinasi faktor pencemar yang meracuni ikan dapat dikategorikan dalam :

1. Fenomena sinergis, merupakan kombinasi dari dua zat atau lebih yang bersifat memperkuat daya racun. Adanya satu bahan pencemar tidak terlalu mematikan terhadap ikan, ketika muncul bahan pencemar lain maka gabungan kedua zat tersebut mempunyai toksisitas yang berlipat sehingga mengakibatkan kematian ikan.
2. Fenomena antagonis, merupakan kombinasi antara dua zat atau lebih yang saling menetralkan, sehingga zat-zat yang tadinya beracun berhasil dikurangi dinetralkan daya racunya sehingga tidak membahayakan.

Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator karena mempunyai kemampuan merespon adanya bahan pencemar. Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya. Kemampuan ikan merespon bahan pencemar sering digunakan dalam pengujian penanganan limbah industri. Limbah industri pada umumnya melewati beberapa tahapan pengolahan seperti penyaringan secara mekanis (secara fisik), pengendapan dan penjernihan dengan bahan kimia (secara kimia) serta penghilangan senyawa berbahaya dengan bakteri pengurai limbah (secara biologis) setelah melewati ketiga tahapan tersebut air limbah yang sudah diolah dilewatkan dalam kolam kecil berisi ikan. Apabila masih terdapat bahan pencemar maka ikan akan bereaksi mulai dari gerakan renang, percepatan gerakan operculum hingga kematian pada air yang masih beracun (Setyawan, 2011).

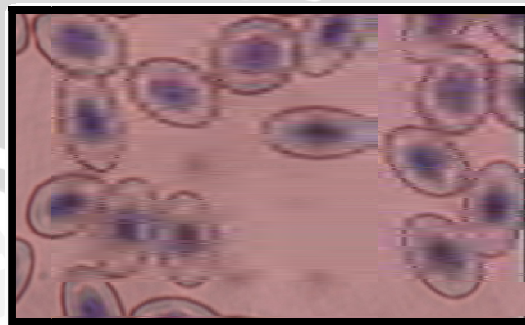
2.1.3 Komposisi Darah Ikan

Menurut Fujaya (2002), darah terdiri atas dua kelompok besar, yaitu sel dan plasma. Sel terdiri atas sel-sel diskret yang memiliki bentuk khusus dan fungsi yang berbeda sedangkan komponen dari plasma, selain fibrinogen juga terdapat ion-ion inorganik dan aneka komponen organik untuk fungsi metabolik. Fungsi dari kedua komponen tersebut kadang – kadang terpisah, kadang – kadang bergabung, contohnya penggumpalan darah dan produksi antibodi. Bahan – bahan untuk menggumpalkan darah yang berasal dari plasma adalah fibrinogen sedangkan sel darah putih adalah trombosit. Sedangkan menurut Affandi *et al* , (2005) dalam Muhusini, (2011) bahwa komposisi darah ikan diantaranya air yang mencakup 91-92%, protein sekitar 8-9% yang terdiri

dari serum globulin dan fibrinogen, garam anorganik dalam bentuk ion sekitar 0,9% seperti : Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{4-} , L^- dan kation : Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} . Subtansi organik bukan protein terdiri dari : non protein nitrogen, misalnya lipid, karbohidrat, glukosa, garam amonium, urea, asam urat dan gas terlarut dalam plasma. Berbagai substansi lain seperti hormon , enzim dan anti toksin. Sel darah ikan memiliki inti yang menonjol dengan jumlah ± 2 juta mm^3 dan memiliki ukuran yang cukup konsisten yaitu umumnya sekitar $12 \times 3 \mu$ dan memiliki sitoplasma yang kecil .

2.1.3.1 Eritrosit

Sel darah merah ikan sebagaimana vertebrata, memiliki sel darah merah berinti dan berwarna merah kekuningan dengan bentuk dan ukuran bervariasi antara satu spesies dengan lainnya. Eritrosit dewasa berbentuk lonjong, kecil dan berdiameter $\sim 36 \mu\text{m}$ tergantung pada spesies ikannya. Jumlah eritrosit pada masing- masing spesies juga berbeda, tergantung aktivitas ikan tersebut. Pada ikan yang memiliki aktivitas tinggi seperti ikan predator blue marlin (*Makaria nigricans*) memiliki hematokrit 43% dan mackerel 52,5 %, sedangkan pada ikan nototheniid (*Pagothenia bermachii*) hanya 21%. Tiap-tiap mm ikan berkisar antara 20000 s.d 3000000. Pengangkutan oksigen dalam darah bergantung kepada jumlah hemoglobin (pigmen pernafasan) yang terdapat dalam eritrosit (Fujaya, 2002).

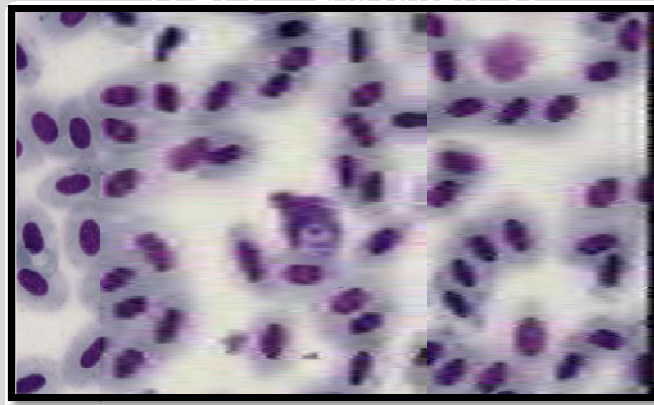


Gambar 2. Sel darah merah (eritrosit) Ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangkates

Pengangkutan oksigen dalam darah bergantung kepada komponen Fe pada hemoglobin (pigmen pernapasan) yang terdapat di dalam erythrocyte. Kemampuan mengikat oksigen pada tingkat kejenuhan 95%, kandungan besi dalam darah dan jumlah sel darah merah sangat bervariasi bergantung pada stadia hidup, kebiasaan hidup dan kondisi lingkungan (Agung S, 2005 dalam Muhusini, 2011).

2.1.3.2 Leukosit

Menurut Bijanti (2005), bahwa ikan mempunyai sel darah putih (leukosit) yang cukup banyak antara $137.000/\text{mm}^3$ – $798.000/\text{mm}^3$. Leukosit ikan dibagi menjadi 2 bagian besar yaitu Granulosit dan Agranulosit. Persentase leukosit dan keseluruhan sel darah yang beredar pada spesies ikan berbeda – beda. Proses pembentukan leukosit pada mamalia terbatas pada sumsum tulang limpa dan limfnode, sedangkan pada ikan selain pada tempat-tempat tersebut juga pada ginjal dan thymus turut berperan dalam proses pembentukan leukosit.



Gambar 3. Sel darah putih (Mumford *dkk*, 2007).

Leukosit pada ikan dibagi menjadindua bagian besar yaitu :

1. Granulosit

Pada ikan, granulosit berbentuk sel dari sel embrionik yang dikenal dengan nama granulosit yang terdapat pada ginjal. Granulosit terbagi atas tiga tipe yaitu neutrofil, eosinofil dan basofil. Pada ikan gambaran granulosit yang paling sering ditemukan adalah netrofil dan eosinofil, sementara basofil jarang ditemukan, sedangkan pada ikan golongan salmon tidak ditemukan adanya basofil pada gambaran darahnya.

Fungsi utama granulosit adalah respon perlindungan tubuh yang non spesifik melalui proses fagositosis maupun respon sitotoksik. Granulosit bersifat responsive terhadap benda asing yang masuk kedalam tubuh, tetapi tidak memiliki kemampuan untuk mengenak antigen yang spesifik. Sela darah putih 1 granulosit yang berfungsi sebagai fagositosis adalah eosinofil dan netrofil.

Eosinofil merupakan fagosit lemah, yang berfungsi sebagai detoksifikasi protein sebelum dapat menyebabkan kerusakan dalam tubuh. Eosinofil masuk kedalam darah dalam jumlah yang cukup besar bila adanya infeksi benda asing sedangkan netrofil dan monosit (kelompok agranulosit) merupakan fagosit kuat. Fagositosis netrofil dilakukan dengan cara mendekati partikel asing/bakteri dan mengeluarkan pseudopodi ke segala arah sekitar partikel , satu netrofil dapat memfagosit 5 -20 bakteri sebelum neutrofil tersebut menjadi tidak aktif.

2. Agranulosit

Kelompok tidak bersifat fagosit terdiri dari limfosit dan monosit. Pada ikan limfosit didapatkan dalam jumlah yang paling banyak diantara jenis leukosit lainnya.

Limfosit tidak bersifat fagosit tetapi memegang peranan penting dalam pembentukan antibodi limfosit pada ikan dibagi menjadi 2 kelompok yang mempunyai fungsi mirip dengan limfosit B dan limfosit T pada mamalia. Fungsi

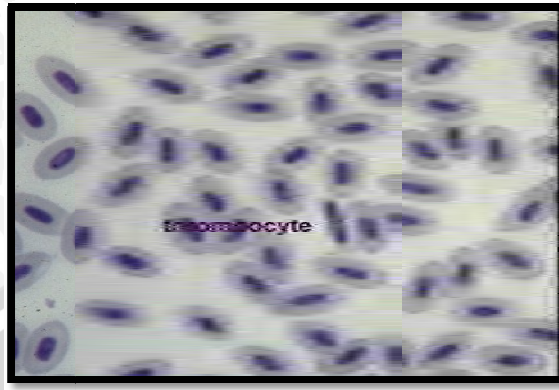
limfosit sendiri sendiri adalah sebagai mediator respon imun humoral dan seluler. Penurunan jumlah limfosit dapat menurunkan konsentrasi antibodi dan menyebabkan penurunan pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit. Jumlah limfosit pada ikan dipengaruhi temperatur dan hormonal. Pada proses pematangan seksual dimana terjadi peningkatan kortisol didalam plasma darah yang berkaitan dengan penurunan jumlah limfosit didalam darah. Demikian pula pada temperatur rendah (50C) dapat menyebabkan gangguan proliferasi limfosit sehingga dapat menurunkan jumlah limfosit darah.

Monosit bersifat fagositosis yang lebih kuat dibandingkan dengan netrofil dan dapat memfagosit partikel yang lebih besar, oleh sebab itu monosit yang matang disebut dengan makrofag. Makrofag dihasilkan oleh organ thymus, ginjal, hati dan limfa.

2.1.3.3 Trombosit

Trombosit sangat penting dalam hemostatis yaitu merupakan proses pencegahan kehilangan darah bila pembuluh darah mengalami cedera. Trombosit merupakan sel tanpa bentuk dengan inti besar dan berbentuk bola (Fujaya, 2004).

Trombosit pada ikan yang paling sering ditemukan dalam 4 bentuk yaitu oval, spindle, spiked dan fragmented. Fungsi trombosit berperan pada proses hemostasis. Hemostasis adalah merupakan proses pencegahan kehilangan darah bila pembuluh darah mengalami cedera. Pembekuan darah pada ikan mirip dengan vertebrata yang lain yaitu : Vasokonstriksi pembuluh darah, terbentuknya fibrin dan fibrinogen, agregasi trombosit sebagai sumbat sementara pada permukaan pembuluh darah yang rusak dan sistem fibrinolitik yang berfungsi melarutkan bekuan.



Gambar 4 : Trombosit (Mumford dkk, 2007).

2.2 Pencemaran Air dan Bahan Pencemar

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti, danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia (Wikipedia, 2013). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 didefinisikan bahwa pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain kedalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya . Industrilisasi dan urbanisasi telah membawa dampak pada lingkungan. Pembuangan limbah industri dan domestik ke badan air merupakan penyebab utama polusi air. Pencemaran air didefinisikan sebagai pembuangan substansi dengan karakteristik dan jumlah yang menyebabkan estetika, bau, dan rasa menjadi terganggu dan atau menimbulkan potensi kontaminasi (suripin, 2002).

Bahan pencemar (polutan) adalah bahan – bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Berdasarkan cara masuknya dalam ke dalam lingkungan, polutan dikelompokkan

menjadi 2, yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik (Effendi, 2003). Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (badan air) secara alamiah, misalnya akibat letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir dan fenomena alam yang lain. Polutan yang memasuki suatu ekosistem secara alamiah sukar dikendalikan. Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik (rumah tangga), kegiatan urban (perkotaan) maupun kegiatan industri. Intensitas polutan antropogenik dapat dikendalikan dengan cara mengontrol aktivitas yang menyebabkan timbulnya polutan tersebut.

Berdasarkan perbedaan sifat-sifatnya, polutan air dapat dikelompokkan menjadi 9 (sembilan) kelompok yaitu : (1) padatan; (2) bahan buangan yang membutuhkan oksigen (*oxygen-demanding waste*); (3) mikroorganisme; (4) komponen organik sintetik; (5) nutrient tanaman; (6) minyak; (7) senyawa anorganik dan mineral; (8) bahan radioaktif dan (9) panas. Pengelompokan tersebut bukan merupakan pengelompokan yang baku, karena suatu jenis polutan dapat dimasukkan ke dalam lebih dari satu kelompok (Fardiaz, 1992).

Sumber pencemar air berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan dapat dibedakan menjadi sumber limbah domestik dan sumber limbah non-domestik. Sumber limbah domestik umumnya berasal dari daerah pemukiman penduduk dan sumber limbah non domestik berasal dari kegiatan seperti industri, pertanian dan peternakan, perikanan, pertambahan atau kegiatan yang bukan berasal dari wilayah pemukiman.

Berdasarkan sumbernya (Mudasirin, 2004), jenis limbah cair yang dapat mencemari air dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu :

1. Limbah cair domestik, yaitu limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat komersial (perdagangan, perkantoran, institusi) dan tempat-tempat rekreasi. Air limbah domestik (berasal dari daerah

pemukiman) terutama terdiri atas tinja, air kemih, dan buangan limbah cair (kamar mandi, dapur, cucian yang kira-kira mengandung 99,9% air dan 0,1% padatan). Zat padat yang ada tersebut terbagi atas $\pm 70\%$ zat organik (terutama protein, karbohidrat, dan lemak) serta sisanya 30% zat anorganik terutama pasir, air limbah, garam-garam dan logam.

2. Limbah cair industri merupakan limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi. Limbah cair ini dapat berasal dari air bekas pencuci, bahan pelarut ataupun pendingin dari industri-industri tersebut. Pada umumnya limbah cair industri lebih sulit dalam pengolahannya, hal ini disebabkan karena zat-zat yang terkandung di dalamnya yang berupa bahan atau zat pelarut, mineral, logam berat, zat-zat organik, lemak, garam-garam, zat warna, nitrogen, sulfida, amoniak, dan lain-lain yang bersifat toksik.
3. Limbah pertanian yaitu limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida, fungisida, dan pupuk kimia yang berlebihan.
4. Infiltration/inflow yaitu limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor.

2.2.1 Logam Berat

Logam berat dapat didefinisikan sebagai unsur-unsur yang mempunyai nomor atom 22-92 dan terletak pada periode 4 - 7 pada susunan berkala Mendeleyev. Logam berat mempunyai efek racun terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya. Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr) dan nikel (Ni). Logam-logam tersebut dapat menggumpal di dalam tubuh organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang

lama sebagai racun yang terakumulasi (Fardiaz, 1992). Sedangkan menurut Connell and Gregory (1995), terdapat beberapa jenis unsur kimia di muka bumi ini telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain. Sedangkan menurut Muchyidin dan Purnomo (2007), bahwa Timbal merupakan salah satu logam berat non esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan atau toksisitas pada makhluk hidup. Racun ini bersifat akumulatif, artinya sifat racunya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup. Timbal terdapat dalam air karena kontak antara air dengan tanah atau udara yang tercemar timbal, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa.

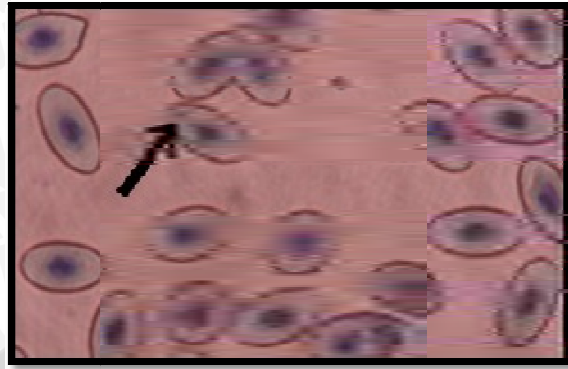
Menurut Ratmini (2009) pada perairan tawar bentuk Pb paling umum dijumpai adalah timbale karbonat, kompleks timbal organik dan bentuk ion logam bebas jumlahnya sedikit. Penurunan pH air menyebabkan daya racun logam berat semakin besar, kesadahan tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat karena akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap didasar perairan. Lebih lanjut dijelaskan keracunan Pb dapat menghambat reaksi enzim, memperpendek umur sel darah merah dan meningkatkan kandungan zat besi (Fe) dalam plasma darah.

2.3 Mikronuklei (MN)

Perkembangan jumlah penduduk dan dibarengi dengan kemajuan teknologi pada saat ini berpengaruh terhadap kondisi lingkungan khususnya pada lingkungan perairan sungai yaitu terjadi pencemaran lingkungan yang semakin berat. Sejalan dengan hal itu maka perlu adanya penelitian tentang respon biologic dan xenobiotic atau senyawa beracun untuk dapat mengetahui efeknya terhadap kondisi biota pada lingkungan perairan sungai khususnya ikan.

Mikronuklei adalah kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal pada saat proses awal pembelahan sel anaphase (Al-Sabt; Metcalfe, 1995; Heddle, 1973; Schmidt, 1975). Menurut Fenech (2000), bahwa mikronuklei adalah pembelahan sel yang berupa pecahan sentromer / kromosom atau seluruh kromosom sehingga tidak dapat melakukan perjalanan ke kutub selama pembelahan mitosis.

Mikronuklei adalah anak inti sel berbentuk bulat kecil yang berada di sekitar sitoplasma sel limfosit dan mempunyai ukuran kurang lebih $\frac{1}{5}$ bagian dari inti sel induknya (limfosit). Para peneliti menganggap bahwa terbentuknya mikronuklei ini berasal dari fragmen asentrik atau kromosom yang tertinggal pada waktu sel melakukan pembelahan mitosis sebagai hasil kerusakan atau cacat pada perlengkapan benang kromosom, sehingga mikronuklei ini mulai terbentuk pada stadium telofase (Lusiyanti dan wa'id, 1999). Sebagaimana yang terdapat pada gambar 6 dibawah ini.

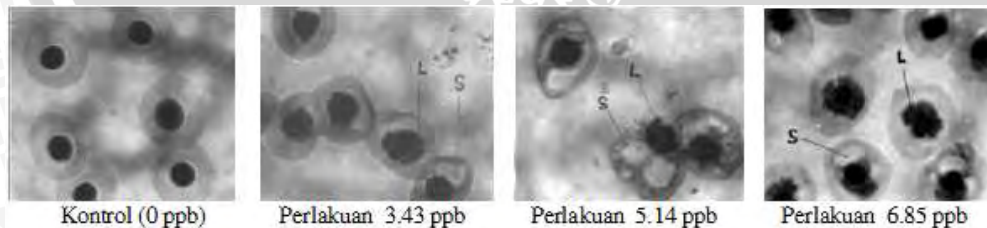


Gambar 5. Mikronuklei Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang diambil dari Sungai Aloo.

2.3.1 Peran Mikronuklei

Menurut Schroder (1966) bahwa untuk pertama kalinya penelitian tentang mikronuklei dilakukan pada hewan mamalia, ternyata penelitian yang sama bisa dilakukan pada ikan. Identifikasi mikronuklei merupakan salah satu metode untuk mendeteksi status kesehatan ikan.

Menurut Moyle dan Cech (1988), kerusakan sel darah merah pada (**Gambar. 6**), akan menyebabkan gangguan dalam transport darah ke jaringan sehingga dapat menghambat proses metabolisme keadaan tersebut menyebabkan keseimbangan energi keseluruhan dapat terganggu yang selanjutnya dapat mempengaruhi keseimbangan energi yang akan dimanfaatkan untuk pengaturan suhu tubuh, pemeliharaan (maintenance), aktivitas maupun untuk pertumbuhan.



Gambar 6. Perbandingan sel darah merah ikan lele dumbo pada kondisi normal (kontrol) dengan sel darah merah yang mengalami kerusakan akibat dipaparkan dalam endosulfan pada konsentrasi subletal selama 6 minggu (1000x)
Ket: L= Lipofuscin, S= Seroid

Dengan melakukan uji mikronuklei kita dapat mengetahui kerusakan kromosom yang terjadi pada ikan yang disebabkan oleh patogen atau bahan pencemar yang ada dalam perairan, karena tingkat pencemaran pada setiap perairan berbeda – beda semakin tinggi jumlah mikronuklei berarti semakin banyak polutan yang ada di perairan.

2.3.2 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemar Oleh Darah

Kemampuan biota mengakumulasi zat dari mediumnya dinyatakan dengan faktor bioakumulasi yaitu perbandingan kandungan zat dalam biota terhadap kandungan zat dalam mediumnya. Menurut Cornell Des W (1990) dalam Haryoto dan wibowo (2004), mekanisme perlindungan ini melibatkan pembentukan kompleks – kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya. Pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam

Menurut Purves (1977) dalam Wahyuni (2001), cara penyerapan logam berat pada ikan melalui insang, kemudian ditransfer melalui darah ke ginjal logam berat dalam bentuk anorganik disimpan dalam jaringan kemudian ditransfer ke ginjal kemudian diekskresikan sedangkan logam organik tidak diekskresikan tetapi terakumulasi dalam jaringan otot.

Menurut Simkiss and Mason (1983) dalam Shindu (2005) logam berat masuk dalam jaringan tubuh biota secara umum melalui 3 cara yaitu :

1. Endositas dimana pengambilan partikel dari permukaan sel dengan membentuk wahana perpindahan oleh membran plasma. Proses ini sepertinya berperan dalam pengambilan logam berat dalam bentuk tidak terlarut.

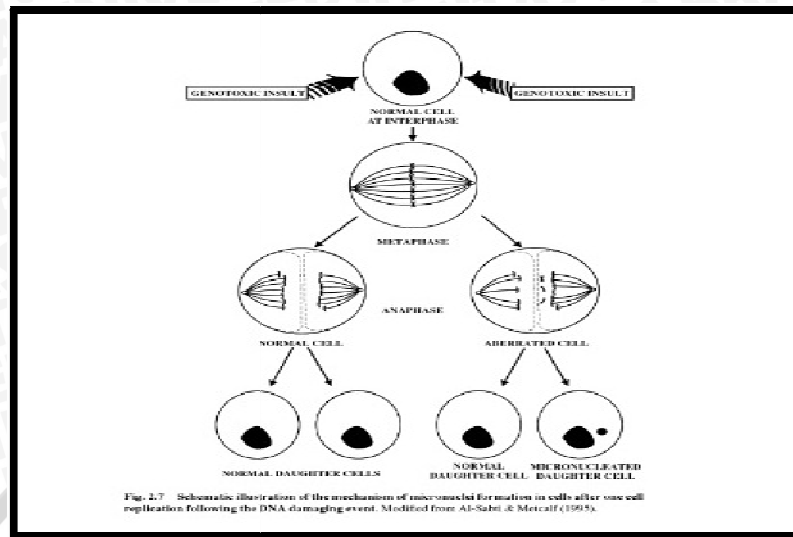
2. Diserap dari air, 90% kandungan logam dalam jaringan berasal dari penyerapan oleh sel epitel insang, insang diduga sebagai organ yang menyerap logam berat dari air.
3. Diserap dari makanan dan sedimen penyerapan logam berat dari makanan dan sedimen oleh biota bergantung pada strategi mendapatkan makanan.

2.3.3 Respon Mikronuklei Terhadap Bahan Pencemar Phenol dan Pb

Menurut savage (2000), Bahwa bahan toksik yang ada dalam tubuh organisme akan menimbulkan penyimpangan sitogenetika. Salah satunya adalah sel darah merah. Pengaruhnya nyata bahan toksik adalah timbulnya Fragmen (AF) yang merupakan benang kromosom yang tidak memiliki sentromer. Pada tahap ini terjadi pemisahan, kumpulan dari benang kromosom yang tidak ikut pada tahap pembelahan akan membentuk inti yang berukuran kecil yang dinamakan dengan mikronuklei (MN), Sedangkan menurut Fenech (2000), bahwa mikronuklei adalah pembelahan sel yang berupa pecahan sentromer / kromosom atau seluruh kromosom sehingga tidak dapat melakukan perjalanan ke kutub selama pembelahan mitosis.

Mekanisme diatas tidak konstan karena tiap sel pada setiap spesies berbeda – beda. Hal ini dipengaruhi oleh dosis polutan, waktu, umur/ usia spesies serta ukurannya. Dengan adanya MN akan menyebabkan delay mitosis (gangguan/ penundaan pembelahan) dan kematian sel.

Menurut Ferraro *et al* (2004), bahwa dalam penelitiannya menyatakan pengaruh logam berat Pb terhadap sel darah merah ikan *malabaricus* selain munculnya Mikronuklei ternyata logam berat berpengaruh pada morfologi / bentuk sel darah merah itu sendiri ada yang intinya membesar, ada juga yang menimbulkan pengaruh pada permukaan yang tidak rata. Mekanisme terbentuknya mikronuklei dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini :



Gambar 7. Proses terbentuknya mikronuklei pada pembelahan sel darah merah (Eritrosit).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambaran status hematologi dari ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang ditemukan di Delta Sungai Brantas dan Bendungan Karangates.

3.2 Metode Penelitian

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif observasional dengan menggunakan teknik sampling acak. Menurut Nasution (1998), dalam Sugiyono (2005), dengan observasi, peneliti dapat melihat hal – hal yang kurang atau tidak diamati orang lain, khususnya orang yang berada dalam lingkungan itu, karena telah dianggap “biasa” dan karena itu tidak akan terungkap dalam wawancara.

3.3 Metode Analisa Data

Menurut Sugiyono (2005), pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai setting, berbagai sumber, dan berbagai cara. Bila dilihat dari sumber datanya, maka pengumpulan data dapat menggunakan sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data, dan sumber sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen.

3.3.1 Data Primer

Pengambilan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung pada materi penelitian.

Pengamatan micronuklei ikan Nila di Delta Sungai Brantas (sungai Aloo, sungai

Surabaya dan sungai Mas) dilakukan sebanyak 1 kali dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Sedangkan sampel ikan Nila sehat yaitu diambil dari perairan Bendungan karangkates dengan menggunakan metode dan pengulangan yang sama. Dalam pengamatan Mikronuklei menggunakan sistem Duplo (dibuat 2 apusan tiap ekor ikan) sehingga total apusan sebanyak 24 buah dari 4 lokasi.

Untuk menunjang data diatas, indikator fisika dan kimia air juga diamati, seperti kadar DO (Dissolved oxygen), pH, TSS (Total Suspended Solid), suhu, salinitas, COD (Chemical Oxygen Demand), phenol, Timbal (Pb).

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak merupakan sumber asli dalam kegiatan penelitian, tetapi merupakan sumber yang dapat dipakai untuk menunjang keberadaan informasi daa primer yang dijadikan informasi utama. Meskipun daa sekunder merupakan data penunjang, tetapi kepentingan data ini untuk membangun informasi cukup penting sehingga dibutuhkan. Kepentingan data sekunder adalah untuk membuat (a) latar belakang masalah penelitian; (b) informasi alternatif yang dapat dibandingkan dengan informasi primer, sehingga diperoleh “ pemahaman” baru bagi periset. Sehingga laporan penelitian lebih memiliki dukungan data yang dapat memperkuat citrea akademis; (c) data sekunder dapat dijadikan sumber rujukan utama ketika peneliti hendak menginformasikan hal – hal yang bersifat makro; (d) untuk jenis penelitian keppustakaan dan studi kajian buku (referensi), maka data sekunder merupakan informasi utama (Salim, 2009).

3.4 Metode Pemeriksaan Darah Ikan

3.4.1 Metode Pengambilan Darah Ikan (Bijanti, 2005)

Teknik ini biasa dipakai untuk pengambilan sampel darah ikan yang berukuran besar (>10cm). Teknik ini mempunyai kelebihan yaitu bisa

dipergunakan berulang pada satu ikan, dengan menggunakan teknik ini dari seekor ikan dengan berat 200 gram dapat diperoleh darah sebanyak 0,5 – 1 ml dalam setiap minggunya tanpa mengakibatkan kelemahan dan kematian pada ikan. Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini adalah :

1. Ikan dibius dengan menggunakan larutan anastesi
2. Disiapkan spuit insulin lengkap dengan jarumnya hisap larutan anti koagulan (Na citrate 3,8%) sampai memenuhi seluruh dinding syringe.
3. Kemudian keluarkan larutan antikoagulan (Na citrate 3,8%) dari spuit, sisakan larutan tersebut sebanyak $\pm 0,05$ ml dalam spuit.
4. Ditusukkan jarum/spuit dengan kemiringan 45% dan jarumnya yang telah berisi larutan antikoagulan pada garis Linea Lateralis.
5. Dimasukkan jarum ke dalam musculus sampai mencapai tulang belakang
6. Kemudian ditarik perlahan – lahan sampai darah masuk ke dalam spuit.
7. Setelah darah didapatkan, kemudian darah dimasukkan ke dalam tabung endov

3.4.2 Metode Pengamatan Sel Darah Ikan

Setelah pengambilan darah selanjutnya persiapan pengamatan darah ikan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Darah dari endov diambil satu tetes dan diletakkan di atas objek glass dan dibuat hapusan darah ditunggu hingga kering kemudian diberi methanol.
2. Hapusan darah yang telah kering kemudian diberi pewarna yaitu giemsa sebanyak 2 tetes, kemudian diratakan hingga semua permukaan terwarnai. Kemudian dibiarkan selama ± 20 menit agar warna terserap.

3. Setelah 20 menit, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir dan dikeringkan. Kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x.

3.4.3 Penghitungan Jumlah Sel Darah Merah

Prosedur kerja yaitu darah ikan dari ependorf yang telah tercampur dengan anti koagulan (Na citrate 3,8%) diambil dengan pipet eritrosit sebanyak 0.5 μ L, kemudian diencerkan dengan larutan hayem dalam pipet eritrosit sampai menunjukkan angka 11 μ L. Setelah itu darah yang telah tercampur dikocok hingga homogen dalam pipet tersebut. Kemudian campuran tersebut diambil 2 tetes dan dimasukkan dalam kamar hitung Haemocytometer dan ditutup dengan cover glass, sebelum memasukkan ke dalam Haemocytometer terlebih dahulu dibuang 2 tetes dimaksudkan agar larutan yang diambil benar – benar yang telah homogen. Dengan menggunakan mikroskop cahaya dihitung banyaknya jumlah eritrosit pada Haemocytometer yang ditunjukkan pada lampiran 5.

a. Penghitungan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensakondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, fokus diatur dahulu dengan memakai lensa obyektif 10x, diatur sehingga gambaran kamar hitung bujur sangkar dengan garis batasnya serta distribusi sel darah merah tampak jelas. Selanjutnya lensa obyektif di ubah 40x dengan hati – hati dan sel darah merah dihitung pada kotak bujur sangkar kecil (warna merah), sel yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung (Bijanti, 2005). Jumlah eritrosit dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times 1/250 \text{ (volume)}} \times 50 \text{ (pengenceran)} \\ &= N \times 2500 \text{ (Bijanti, 2005)} \end{aligned}$$

3.4.4 Penghitungan Jumlah Sel Darah Putih

Prosedur kerja yaitu darah ikan yang telah dicampur dengan anti koagulan diambil dengan pipet leukosit sebanyak 0.5 μL , kemudian diencerkan dengan larutan Turk dalam pipet Leukosit sampai menunjukkan angka 11 μL . Setelah itu darah yang telah tercampur dikocok hingga homogen dalam pipet tersebut. Kemudian campuran tersebut diambil 2 tetes dan dimasukkan dalam kamar hitung Haemocytometer dan ditutup dengan cover glass, sebelum memasukkan ke dalam Haemocytometer terlebih dahulu dibuang 2 tetes dimaksudkan agar larutan yang diambil benar – benar yang telah homogen. Dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 40x dan dihitung banyaknya jumlah Leukosit pada semua kotak Leukosit. Sebagaimana terdapat pada lampiran 5 (Kotak perhitungan untuk Leukosit).

b. Penghitungan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, kamar hitung dengan bidang bergarisnya diletakkan diwabah lensaobyektif dan fokus mikroskop diarahkan pada garis-garis tersebut. Leukosit dihitung pada keempat “bidang besar” (kotak warna hijau) sebagaimana sketsa gambar pada lampiran 5. Penghitungan dimulai dari sudut kiri atas, terus kekanan, kemudian turun kebawah dan dari kanan kekiri. Cara seperti ini dilakukan pada keempat “bidang besar”. Penghitungan dilakukan dengan catatan 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 (Bijanti, 2005). Jumlah Leukosit dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1 \text{ (volume)}} \times 50 \text{ (pengenceran)} \\ &= N \times 125 \text{ (Bijanti, 2005)} \end{aligned}$$

3.4.5 Pengamatan Micronuclei Pada Sel Darah Ikan

Pengamatan Micronuclei darah ikan prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Sample darah diambil satu tetes pada tiap ekor dan diletakkan diatas obyek glass yang bertanda lokasi masing- masing yang terdiri dari 2 obyek glass tiap ekor dan dibuat 2 apusan, darah ditunggu hingga kering kemudian diberi methanol.
2. Hapusan darah yang telah kering kemudian diberi pewarna giemsa sebanyak 1 tetes kemudian dibuat hapusan dan dibiarkan selama ± 20 menit agar warna terserap
3. Setelah 20 menit, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir dan kemudian dikeringkan.
4. Preparat diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 1000X
5. Sel eritrosit yang akan diamati micronukleinya adalah sebanyak 1000 sel.
6. Pada sel eritrosit diamati nukleusnya (inti), perhatikan ada inti sel yang terpisah ukuranya lebih kecil $1/3$ dari inti normal.
7. Diamati tiap sel dan dihitung frekuensi micronuklei dengan menggunakan rumus (Betancur *et al*, 2009) :

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

3.5 Metode Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

3.5.1 Suhu

Pengukuran suhu menggunakan alat termometer Hg dengan satuan derajat celcius. Thermometer dimasukkan kedalam sampel air yang akan diukur suhunya, selama ± 1 menit, kemudian angkat ke permukaan dan diamati dengan cermat nilai suh yang ditunjukkan oleh thermometer lalu dicatat hasilnya.

3.5.2 Salinitas

Pengukuran salinitas/ kadar garam menggunakan alat refraktometer tipe atago Hand Refraktometer S/mill E. Sebelum digunakan , terlebih dahulu kaca refraktometer dikalibrasi dengan aquades dan dikeringkan dengan tissue hingga refraktometer menunjukkan angka nol (0). Setelah itu air sampel uji ditetaskan pada kacarefraktometer kemudian diarahkan pada sumber cahaya dan diamati angka yang ditunjukkan oleh batas biru sebelah kanan refraktometer dan dicatat hasilnya.

3.5.3 Pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO menggunakan alat DO meter dengan tipe DO Meter – 5510. Setelah itu menggabungkan kabel pengukur dengan dengan box digitalnya jika uda terpasang dengan baik dan benar maka langkah selanjutnya yaitu menekan tombol “power” yang berfungsi untuk meng- ON kan DO meter tersebut. Kemudian jika DO meter sudah menyala dengan ditunjukkan adanya angka digital pada Box digital maka dengan segera pengaman karet pada tongkat alat DO dilepas (berwarna merah). Setelah itu mencelupkan tongkat DO meter tersebut kedalam perairan yang diinginkan untuk diukur kadar Oksigennya. Kemudian mengamati angka digital pada box digital DO meter hingga kondisi angka pada box digital yang menunjukkan angka yang terlama berhenti yang terletak di bagian atas yaitu yang menunjukkan nilai DO perairan tersebut, sedangkan angka digital yang lebih kecil ukuranya dan dibawah nilai DO meter menunjukkan kondisi nilai suhu perairan tersebut.

3.5.4 Derajat Keasaman

Pengukuran pH menggunakan pH paper. pH paper tersebut dicelupkan bagian lakmusnya kedalam perairan dan ditunggu ± 2 menit, lalu diangkat dan dikibas – kibaskan dengan tujuan agar pH paper tersebut cepat kering dan akan lebih mudah terlihat jelas perubahan warna pH paper dan dicocokkan dengan warna pada kotak standart kemudian dicatat hasilnya.

3.5.5 TSS (Total Suspended Solid)

TSS menunjukkan besarnya padatan tersuspensi di dalam air atau limbah . Metode yang digunakan adalah metode Gravimetri. Adapun prosedur pengukuran TSS menurut SNI (2004), adalah sebagai berikut :

Persiapan kertas saring atau cawan Gooch.

1. Kertas saring diletakkan pada peralatan filtrasi. Dipasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 ml. Penyedotan dilanjutkan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum dan hentikan pencucian.
2. Kertas saring dipindahkan dari peralatan filtrasi ke wadah timbang alumunium. Jika menggunakan cawan gooch dapat langsung dikeringkan.
3. Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator lalu ditimbang.
4. Diulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4 % terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Penyaringan sampel uji

- a. Sampel disaring dengan peralatan vakum, basahi saringan dengan sedikit air suling

- b. Sampel uji diaduk dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen
- c. Lalu ambil sampel uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- d. Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3x10 mL air suling, biarkan kering sempurna dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Sampel uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e. Kertas saring dipindahkan hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang alumunium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan goorc pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Dikeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyemibangkan suhu dan ditimbang
- g. Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg
- h. Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Vol. Air sampel (ml)}}$$

Keterangan : A: Berat kertas saring berisi residu tersuspensi (mg)
B: Berat kertas saring kosong (mg)

3.5.6 Phenol

1. Disiapkan 50 ml sample air, blanko, dan standart yang telah didestilasi
2. Pipet 1,25 ml larutan ammonium hidroksida dan tambahkan tetes demi tetes larutan buffer fosfat pada sampel air sampai pJ $7,9 \pm 0,1$ lalu kocok.
3. Pipet 0,5 ml larutan 4-amino antipyrine, kocok dan 0,5 ml larutan kalium ferri sianida, tambahkan pada sampel air uji kemudian kocok dan tunggu 15-20 menit
4. Ukur konsentrasi pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 500nm.

3.5.7 COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Air sampel diambil sebanyak 10 ml
2. Memasukkan air sampel tersebut ke dalam cuvet sebanyak 3 ml
3. Menambahkan 0,006 g HgSO_4
4. Menambahkan 1,5 ml larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Kalium Bikromat) 0,1 M
5. Menambahkan larutan $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{AgSO}_4$ (Perak sulfat) sebanyak 4,5 ml
6. Menutup cuvet rapat –rapat agar saat dipanaskan cairan yang ada di dalamnya tidak keluar.
7. Memanaskan sampel tersebut di dalam reaktor COD selama 2 jam pada suhu 148°C
8. Setelah itu dinginkan sampel tersebut dan kemudian menuangkannya dalam erlenmeyer 250ml
9. Menambahkan 1 tetes $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{N}_2$ sebagai indikator
10. Mentitrasi sampel dengan larutan $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$
11. Cara membuat larutan blanko seperti point 5-12, point 5 diganti dengan aquades dan catat volume titrasi larutan blanko (V_0)

12. Cara membuat larutan standart seperti point 5-12 tanpa dipanasi, point 5 diganti aquadest dan catat volume titrasi larutan standart (V_t)

13. Perhitungan :

Keterangan : V = volume sampel

$$\text{COD} = \frac{50.000 \times (V_o - V_t)}{V \times V_t} \text{ ppm}$$

3.5.8 Pb (Timbal)

Menurut Nieuwenhuize (1985) dalam Kiswara (1992) Prosedur pengukuran logam berat untuk sampel cair adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan sampel air kedalam beaker glass 50 ml
2. Ditambahkan HNO_3 encer 2,5 N sebanyak 10 – 15 ml
3. Di panaskan sampai mendidih
4. Kemudian disaring ke dalam labu ukur
5. Tambahkan aquades sampai tanda batas, kocok sampai homogen.
6. Selanjutnya dianalisa menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrofotometer) dengan panjang gelombang 283,3 nm

Prosedur pengukuran logam berat timbal menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) atau Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS). Metode Spektrofotometer Serapan Atom tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Metode ini sangat tepat untuk analisa zat pada konsentrasi rendah dan logam-logam yang membentuk campuran kompleks (Khopkar, 1990).

SSA digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah renik karena mempunyai kepekaan tinggi. Cara analisis dengan alat ini akan didapatkan kadar total unsur dalam cuplikan. Untuk analisis suatu logam tertentu dapat dilakukan dengan campuran unsur –unsur lain tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu (Day dan Underwood, 1990).

3.6 Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode uji Analisis varians yang merupakan teknik statistik yang digunakan untuk memutuskan apakah sampel yang berasal dari populasi mempunyai mean yang sama, Analisis univariat menggunakan satu sampel bebas (dependen), sedangkan analisis multivariat membandingkan satu atau lebih sampel bebas. Ketika perbandingan rata-rata melibatkan paling sedikit tiga kelompok data, maka dapat menggunakan analisis varians diformulasikan sebagai :

ANOVA

$$\begin{array}{l} Y_1 \\ \text{(Metrik)} \end{array} = \begin{array}{l} X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n \\ \text{(Non metrik)} \end{array}$$

(Yamin. S dan Kurniawan. H, 2011).

Penelitian ini menggunakan uji dua arah karena hasil uji menentukan apakah terdapat perbedaan Status Hematologi yang dilihat dari : 1) Total Eritrosit, 2) Total Leikosit, 3) Total Mikronuklei dan 4) Total Eritrosit Abnormal pada ikan yang ditemukan di Delta Sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sugai Mas) dan Bendungan Karangates.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Keadaan Umum Bendungan Karangkates

Bendungan Karangkates atau yang sekarang biasa disebut dengan Bendungan Sutami terletak di Desa Karangkates, Kecamatan Sumberpucung, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Memiliki luas permukaan 15 km², dengan kedalaman air 31 m dan volume air 343.000.000 m³. Bendungan Karangkates merupakan bendungan dari aliran sungai Brantas yang bersumber dari mata air gunung Arjuno. Bendungan ini dikelola oleh Perum Jasa Tirta I. Bendungan ini mulai dibangun oleh pemerintah antara tahun 1975-1977 untuk dijadikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), pengendali banjir aliran Sungai Brantas, penyediaan air irigasi, keramba ikan jaring terapung dan area wisata keluarga. Air waduknya hanya berasal dari Sungai Brantas yang semakin hari bertambah keruh dan kotor karena polusi yang merupakan dampak dari polusi limbah cair berbahaya yang berasal dari deterjen dan limbah industri yang merangsang berkembang biaknya tumbuhan algae, sebagaimana terdapat pada gambar 8.



Gamabar 8. Bendungan Karangkates

4.1.2 Keadaan Umum Sungai Aloo

Sungai Aloo merupakan sungai yang terletak di desa Penatarsewu, kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, sungai ini merupakan pertemuan antara dua sungai yaitu sungai kalitengah dan sungai kalidawir. Pada awalnya Sungai Aloo berfungsi sebagai sumber kegiatan ekonomi masyarakat daerah aliran sungai, antara lain sebagai mata pencaharian nelayan, irigasi pertanian dan pertambakan serta keperluan domestik bagi penduduk. Namun sungai ini disinyalir telah mendapat banyak masukan bahan pencemar seperti air limbah industri, limbah domestik, maupun limbah pertanian. Sehingga hal ini jika semakin banyak terakumulasi dalam badan air maka akan mempengaruhi kualitas air dari sungai aloo tersebut maupun sungai – sungai kecil disekitarnya. Bahkan sejak munculnya lumpur panas Sidoarjo di Kecamatan Porong tanggal 27 Mei 2006 dengan luapan lumpur antara 120.000 sampai 130.000 m³ setiap harinya, turut memperparah beban Sungai Aloo terhadap polutan atau pencemar, dikarenakan penampung atau tanggul tidak dapat menampung lumpur tersebut, sehingga lumpur harus dialirkan ke laut melalui sungai tersebut, sebagaimana yang terdapat pada Gambar 9.

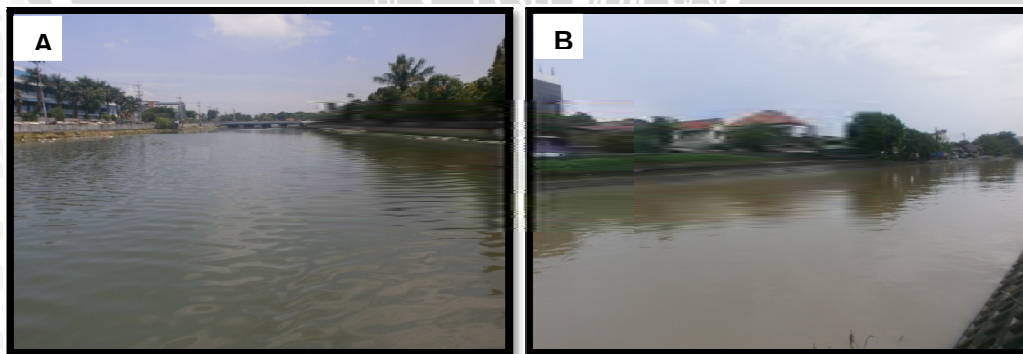


Gambar 9. Sungai Aloo

4.1.3 Keadaan Umum Sungai Surabaya dan Sungai Mas

Lokasi Sungai Surabaya dan Sungai Mas berdekatan dan sejalur serta jarak antar keduanya ± 200 M. Kedua sungai tersebut terdapat di kota Surabaya, yang merupakan kota yang banyak industrinya baik skala rumah tangga, menengah maupun nasional yang sebagian besar hasil limbah produksinya di alirkan ke sungai tersebut. Disamping itu disekitar sungai Surabaya dan Sungai Mas merupakan daerah yang padat penduduknya yang seringkali juga tidak sadar akan kebersihan lingkungan yaitu membuang sampah plastik langsung ke sungai tersebut dan juga limbah hasil cucian juga secara langsung pembuangannya dialirkan ke sungai Surabaya yang akan berdampak langsung ke sungai Mas. Bahkan kerap kali terlihat kumuh sungai ini dengan kondisi sampah yang berserakan di sungai baik itu sampah dari warga sekitar maupun sampah kiriman dari daerah lain. Hal ini yang dapat berdampak pada perubahan kualitas air di sungai Surabaya dan Sungai Mas.

Sungai Surabaya kerap kali dijadikan tempat reflesing oleh warga sekitar maupun bukan warga sekitar yaitu sebagai tempat memancing sedangkan kali Mas selain sebagai tempat reflesing/memancing dijadikan sumber ekonomi masyarakat dengan menjala ikan di sungai Mas dan juga ada yang mencari cacing sutra. Sebagaimana terdapat pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10 . a) Sungai Surabaya, b) Sungai Kalimas

4.2 Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*)

Hasil pengamatan di lapang ikan Nila yang didapatkan dari delta Sungai Brantas (Sungai. Aloo, Sungai Surabaya, Sungai Mas) dan di Bendungan Karangates masing - masing lokasi berjumlah 3 ekor yang diambil sebagai sampel. Masing – masing ikan yang diambil dari lokasi yang telah ditentukan diatas memiliki ukuran panjang dan berat seperti pada Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 1. Ukuran Panjang dan Berat Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

No	Kode	P (cm)	B (gram)
1	BKT ₁	15	45,64
2	BKT ₂	14,5	46,51
3	BKT ₃	14	45
4	SA ₁	15,5	46,90
5	SA ₂	15,5	64,45
6	SA ₃	16	69,12
7	SS ₁	14,5	47,21
8	SS ₂	14	45,15
9	SS ₃	15	65,62
10	SM ₁	15	49,82
11	SM ₂	14	45
12	SM ₃	16	60,85

Ket Lokasi : **BKT** = Bendungan Karangates **SA** = sungai Aloo,
SS = sungai Surabaya **SM** = sungai Mas

Ikan Nila yang ditemukan di Bendungan Karang kates memiliki morfologi sebagai berikut warna tubuh putih kehitaman, kondisi badan sehat, gerakan aktif sehingga menandakan kondisi ikan masih sehat dan tidak ada yang cacat pada fisiknya baik dari mulut, sirip anal, caudal, dorsal, ventral, pectoral semua dalam kondisi baik selain itu kondisi insang juga baik. Sedangkan ikan yang ditemukan di sungai aloo mempunyai morfologi tubuh kecil, warna hitam keputihan, kondisi fisik baik semua, baik dari insang, sirip anal, caudal, dorsal, ventral, pectoral dalam keadaan baik tanpa ada jamur maupun penyakit yang lainnya. Gerakan

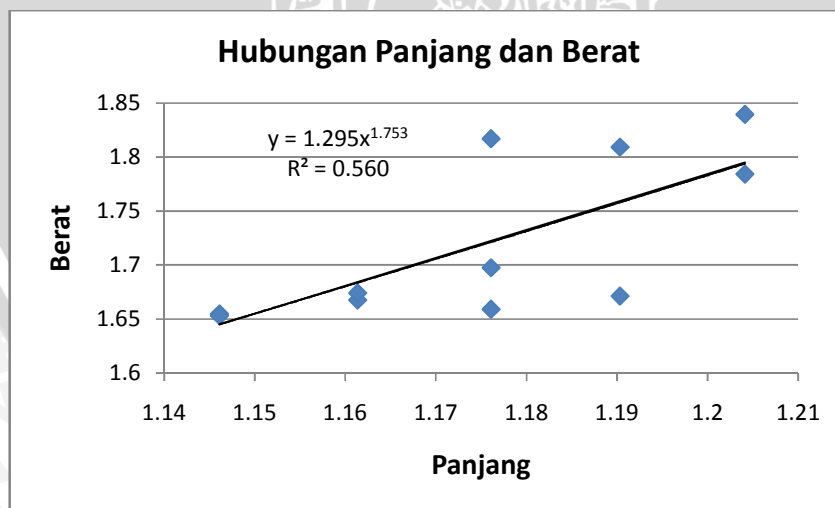
dari ikan yang terjaring di sungai Aloo sangat aktif. Sedangkan ikan yang ditemukan di sungai Surabaya dan sungai Mas mempunyai morfologi yang hampir sama kondisi tubuhnya ada bekas lecet dan berwarna merah dibagian kepala dan dekat insang, sirip caudalnya tidak rata seperti berlubang gerakannya pasif, kadar lendir yang dikeluarkan lebih banyak dari ikan yang tertangkap disungai lain serta warnanya putih pucat.

4.2.1 Hubungan Panjang Berat

Berdasarkan pengamatan kondisi eksternal dari ikan yang dijelaskan diatas, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa kondisi ikan yang diambil disungai Aloo sebagian besar yang tertangkap ukurannya kecil antara 12-18 cm, hal ini dikarenakan ada faktor lingkungan ataupun bahan pencemar yang masuk dalam tubuh sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan dari ikan tersebut sebagaimana menurut Fujaya (2004), bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah faktor genetik, hormon, dan lingkungan(zat hara). Ketiga faktor tersebut saling bekerja sama mempengaruhi, baik dalam arti saling menunjang maupun saling menghalangi untuk perkembangan ikan sedangkan menurut Hepper dan Prugin (1984), Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh dua factor, yaitu factor internal yang meliputi genetic dan kondisi fisiologis ikan serta factor eksternal yang berhubungan dengan lingkungan. factor eksternal tersebut yaitu komposisi kualitas kimia dan fisika air, bahan buangan metabolic, ketersediaan pakan, dan penyakit. Sedangkan ikan yang ditemukan di sungai Surabaya dan di sungai Mas kondisi fisiologinya mengalami stres atau dalam kondisi sakit saat pengambilan penelitian karena dilihat dari fisik ikan ini terdapat bercak merah pada daerah kepala dan gerakannya tidak terlalu aktif serta mengeluarkan lendir yang banyak ditubuhnya daripada ikan yang ditemukan dilokasi yang lain. Menurut Irianto (2005), Kondisi tubuh yang stres akan mempengaruhi faktor perlindungan pada

ikan seperti mukus, sisik, kulit, lisozim, antibodi dan reaksi inflamasi. Pada dasarnya hewan mampu beradaptasi terhadap stres untuk jangka waktu yang terbatas. Selama masa tersebut ikan akan tampak dalam kondisi yang normal tetapi cadangan energinya terus menyusut. Hal ini karena digunakan untuk menjaga aktivitas normalnya, sehingga dapat mempengaruhi kondisi fisiologis dari organisme air yang tinggal di perairan tersebut.

Berdasarkan tabel 2. diatas bahwa hasil penelitian didapatkan ukuran panjang dan berat ikan Nila. Ikan Nila sebagian besar memiliki ukuran panjang yang tidak terlalu jauh bedanya antar masing – masing lokasi, dengan kisaran panjang antara 14 – 16 cm sedangkan beratnya dengan kisaran antara 45 – 60,85 gram. Namun dengan ukuran panjang ikan Nila yang sama terdapat perbedaan berat, yang seharusnya berat yang dimiliki ikan dengan panjang yang sama memiliki berat yang sama pula, tetapi hasil penelitian terdapat perbedaan berat dengan panjang yang sama antara ikan Nila yang ditemukan di lokasi yang berbeda – beda. sebagaimana pada gambar 11 dibawah ini.



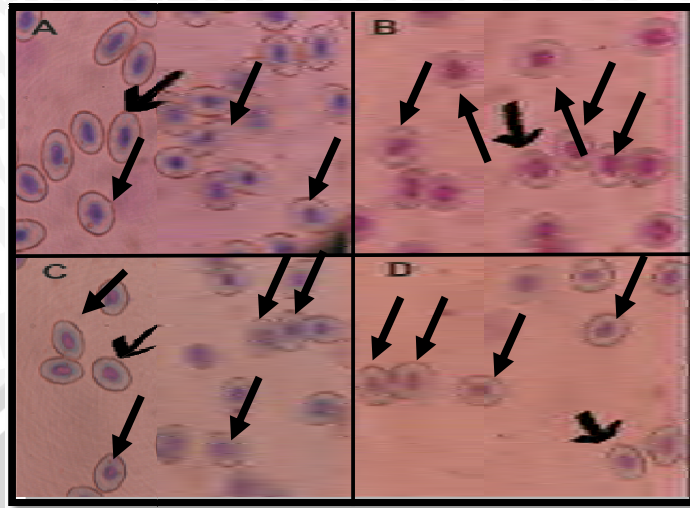
Gambar 11. Grafik hubungan panjang berat ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) yang memiliki perbedaan berat dengan panjang yang sebagian besar sama dan tidak berbeda jauh selisih panjangnya.

Hubungan panjang dan berat ikan di Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) dapat diambil suatu kesimpulan bahwa pada lokasi penelitian masing – masing pertumbuhan ikan Nila berbeda – beda. Hal ini dapat disebabkan karena berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhinya, sebagaimana pernyataan Dani dan Murni (1985), proses pertumbuhan ikan tergantung pada jenis ikan, kebiasaan hidup dan lingkungannya. Akan tetapi makanan juga merupakan salah satu faktor yang penting juga dalam mendukung proses pertumbuhan ikan, karena persediaan makanan yang terbatas kemungkinan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan kecilnya ukuran tubuh karena makanan akan diolah dalam tubuh dan menghasilkan energi, energi tersebut dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan. Adanya parasit juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan, sebagaimana menurut Setyohadi., *at al* (2004) bahwa tidak semua energi dari makanan bisa dimanfaatkan secara langsung dalam proses tumbuh. Jika aktivitas pergerakan dan parasit tinggi, maka energi untuk tumbuh semakin kecil karena sebagian besar digunakan untuk memperbaiki sel-sel yang rusak akibat melakukan pergerakan dan penyakit

4.3 Kondisi Hematologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

4.3.1 Total Eritrosit

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil sel darah merah ikan nila pada masing – masing lokasi penelitian antara lain di Bendungan Karangates dan di Delta sungai brantas (Sungai Aloo, Sungai Surabaya dan Sungai Mas), untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 11 dibawah ini :



Gambar 12. Hasil pengamatan penampang sel darah merah ikan Nila (tanda panah) : a) Eritrosit dari Bendungan Karangates, b) Eritrosit dari Sungai Aloo, c) Eritrosit dari Sungai Surabaya, d) Eritrosit dari Sungai Mas

Hasil pengamatan total eritrosit ikan Nila dari 4 lokasi penelitian didapatkan hasil sebagai berikut : total eritrosit ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates pada ikan 1 = $2.500.000 \text{ sel/mm}^3$, ikan 2 = $2.380.000 \text{ sel/mm}^3$, dan ikan 3 = $2.680.000 \text{ sel/mm}^3$. Jumlah eritrosit Ikan Nila yang ditemukan di Sungai Aloo lebih sedikit dibanding eritrosit ikan nila yang ditemukan di Bendungan Karangates, dimana lokasi sungai Aloo letaknya dekat dengan pemukiman warga, persawahan, tambak ikan bandeng dan lele serta dapat masukan lumpur lapindo brantas dan hasil eritrosit yaitu sebagai berikut : ikan 1 = $2.390.000 \text{ sel/mm}^3$, ikan 2 = $1.930.000 \text{ sel/mm}^3$ dan ikan 3 = $2.540.000 \text{ sel/mm}^3$. Sedangkan jumlah eritrosit ikan Nila yang ditemukan di Sungai Surabaya dan Sungai Mas jumlah eritrositnya lebih rendah dibandingkan dengan jumlah eritrositnya Bendungan Karangates dan Sungai Aloo. Sebagaimana lokasi Sungai Surabaya dan Sungai Mas merupakan satu Jalur yang sama dan sungai Mas merupakan percabangan dari sungai Surabaya serta lokasi kedua sungai ini di daerah padat penduduk yang sebagian besar masyarakat

memanfaatkan sungai ini untuk mencuci pakaian maupun MCK serta banyak perusahaan industri disekitar sungai ini yang membuang hasil produksinya ke sungai Surabaya yang mengalir ke sungai Mas. Total eritrosit ikan Nila dari sungai Surabaya yaitu ikan 1 = $1.040.000 \text{ sel/mm}^3$, ikan 2 = $1.120.000 \text{ sel/mm}^3$ dan ikan 3 = $1.640.000 \text{ sel/mm}^3$ sedangkan jumlah eritrosit ikan Nila dari sungai Mas sebagai berikut ikan 1 = 990.000 sel/mm^3 , ikan 2 = $1.950.000 \text{ sel/mm}^3$ dan ikan 3 = $1.450.000 \text{ sel/mm}^3$.

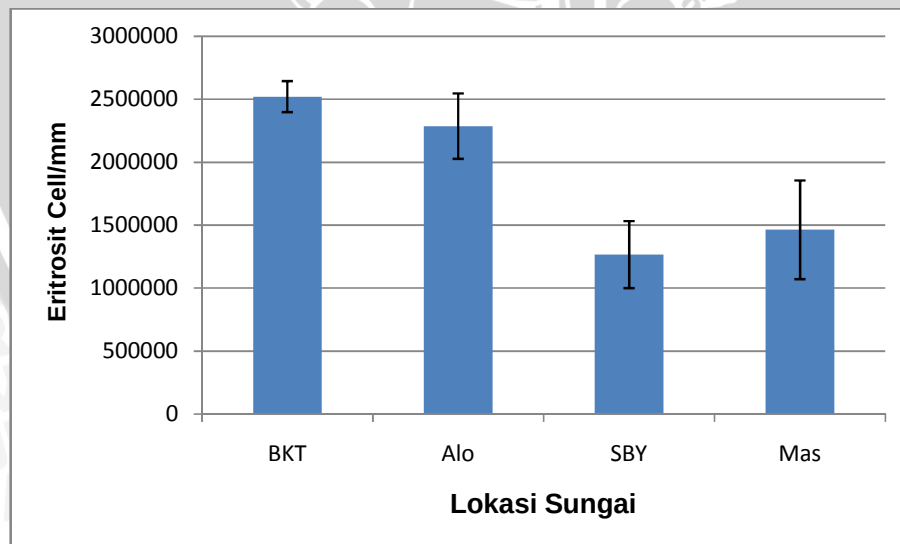
Berdasarkan hasil pengamatan di laboratorium mengenai jumlah total sel darah merah (Eritrosit) dari ikan Nila yang diambil dari bendungan karangkates didapatkan bahwa jumlah total eritrositnya lebih banyak dibandingkan dengan ikan Nila yang diambil dari sungai Aloo sedangkan total jumlah eritrosit ikan Nila yang diambil dari sungai surabaya lebih sedikit dibanding jumlah eritrosit ikan Nila yang diambil di sungai Mas. Jumlah total eritrosit yang diambil dari sungai Surabaya dan sungai mas lebih rendah dibandingkan jumlah eritrosit ikan yang diambil dari sungai Aloo dan Bendungan Karangates. Hasil perbandingan antar lokasi semua sebagai berikut : Bendungan Karangates < sungai Aloo < sungai Mas < sungai Surabaya.

Kondisi sel darah merah perlu diketahui untuk menilai fisiologi tubuh. Eritrosit yang cukup ikut menjamin jumlah oksigen yang cukup untuk sel – sel di berbagai jaringan sehingga sel – sel tersebut dapat bekerja sebaik- baiknya. Sebaliknya apabila jumlah eritrosit berkurang maka keadaan tersebut ada indikasi masuknya benda asing atau toksik kedalam tubuh (Sadikin (2002) dalam Muhusini (2005)).

Sel darah merah (eritrosit) mempunyai komponen penyusun yang sangat banyak apabila tiap komponen ini mengalami gangguan maka akan menyebabkan kerusakan sel eritrosit tidak dapat berfungsi dengan baik. Tingkat kerusakan dapat terjadi pada tingkat membran itu sendiri, tepatnya protein yang

berada di bawa membran dan berperan dalam mempertahankan membran. Keberadaan pathogen ternyata juga mampu merusak membran sel eritrosit dalam kondisi akut (Muhusini, 2005).

Untuk mengetahui pengaruh lokasi yaitu Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya, sungai Mas) yang diduga tercemar terhadap jumlah eritrosit dengan menggunakan Analysis of Variance (Anova). Hasil seperti yang disajikan pada lampiran 6. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap jumlah eritrosit ikan Nila yang ditemukan di lokasi Bendungan Karangates yang diduga tidak tercemar. Dari hasil uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 5 %. Hal ini berarti jumlah eritrosit dari ikan Nila yang ditemukan di Bendungan Karangates memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap jumlah eritrosit ikan Nila yang diambil dari Delta sungai Brantas. Berikut adalah grafik total jumlah eritrosit dari ikan yang diambil dari Bendungan Karaangkates dan dari Delta sungai Brantas yang ditunjukkan pada Gambar 13.

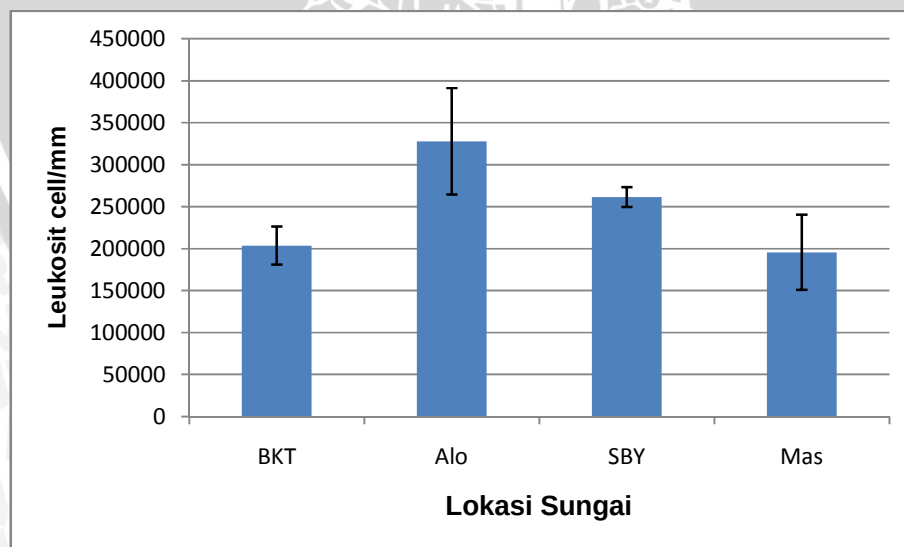


Gambar 13. Jumlah total eritrosit pada 3 ekor ikan yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) dengan selang kepercayaan 95%

Tingginya jumlah eritrosit pada ikan dengan kondisi yang sehat disebabkan karena kondisi lingkungan yang sesuai dan mendukung untuk perkembangan, pertumbuhan serta reproduksi ikan dan juga tidak adanya faktor stres. Hal ini beda lagi dengan ikan dalam kondisi sakit, karena adanya benda asing atau toksin yang masuk dalam tubuh sehingga jumlah eritrosit berkurang karena tubuh harus melawan benda asing tersebut. Perbedaan tersebut karena adanya pengaruh dari berbagai faktor baik faktor dari luar (eksternal) maupun faktor dari dalam (internal). Faktor internal salah satunya yaitu umur dari ikan nila sedangkan faktor eksternal sangat banyak yaitu kondisi lingkungan, temperatur dan penyakit. Menurut Fujaya (2004), jumlah eritrosit pada setiap jenis ikan bervariasi tergantung pada spesies ikan, kondisi lingkungan, keadaan stress dan temperatur.

4.3.2 Total Leukosit

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil Jumlah Total Leukosit dari ikan nila yang diambil dari Bendungan karangkates dan Delta sungai Brantas. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14. Jumlah Total Leukosit dari ikan Nila yang ditemukan di Bendungan Karangkates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai surabaya, sungai Mas).

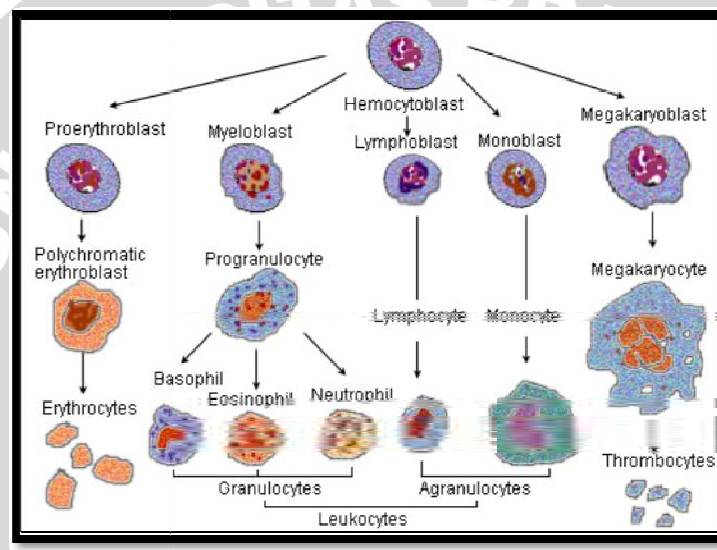
Berdasarkan gambar diatas menunjukkan hasil perhitungan rata – rata total Leukosit pada ikan Nila dari 4 lokasi penelitian yang berbeda adalah sebagai berikut : total leukosit ikan Nila yang diambil dari Bendungan karangkates pada ikan 1 = 225400 sel/mm³, ikan 2 = 172600 sel/mm³ dan ikan 3 = 213000 sel/mm³. Sedangkan ikan Nila yang diambil dari sungai aloo jumlah leukosit pada ikan 1 = 417000 sel/mm³, ikan 2 = 276400 sel/mm³ dan ikan 3 = 290200 sel/mm³. Sedangkan jumlah Leukosit dari ikan yang diambil dari sungai Surabaya pada ikan 1 = 267200 sel/mm³, ikan 2 = 271600 sel/mm³, ikan 3 = 276200 sel/mm³ dan ikan yang diambil dari sungai Mas jumlah Leukosit pada ikan 1= 173800 sel/mm³, ikan2 = 193800 sel/mm³ dan ikan 3 = 255400 sel/mm³.

Berdasarkan dari pengamatan jumlah total Leukosit dari ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) yang disajikan pada lampiran 12 (Gambar 22) didapatkan hasil total Leukosit yang berbeda. Nilai total leukosit tertinggi pada ikan nila yang diambil dari sungai aloo, kemudian dari ikan Nila yang diambil dari sungai Surabaya dan ikan Nila yang diambil dari sungai Mas dan Bendungan Karangates, Nilai total Leukosit terendah pada ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates. Hal tersebut berdasarkan hasil uji Anova (Analysis of Variance) menunjukkan nilai rerata leukosit ikan Nila dari 4 lokasi penelitian yang berbeda adalah tidak berbeda nyata dengan nilai ($p>0,05$).

Perbedaan ini oleh karena leukosit tidak diperlukan setiap saat oleh tubuh, tetapi sel ini diperlukan pada tempat terjadinya konflik dengan benda asing. Leukosit akan dikerahkan untuk menghadang benda asing yang masuk ke dalam tubuh melalui aliran darah menuju tempat terjadinya konflik dengan benda asing (Sadikin, 2002). Pendapat ini didukung oleh Fujaya (2004) yang mengatakan bahwa apabila terjadi penyerangan benda asing dalam tubuh maka leukosit akan

memberikan respon dengan meningkatkan jumlahnya dalam mempertahankan tubuh dari penyerangan benda asing tersebut.

Leukosit merupakan sel darah yang mengkhususkan diri untuk mempertahankan tubuh dari benda dan sel asing. Fungsi leukosit tercermin dari asal usulnya yang sama dengan eritrosit yaitu sel-sel “akar” (stem cells) yang secara terus menerus membelah didalam ginjal, limpa dan thymus, sebagaimana ditunjukkan Gambar 15 dibawah ini.



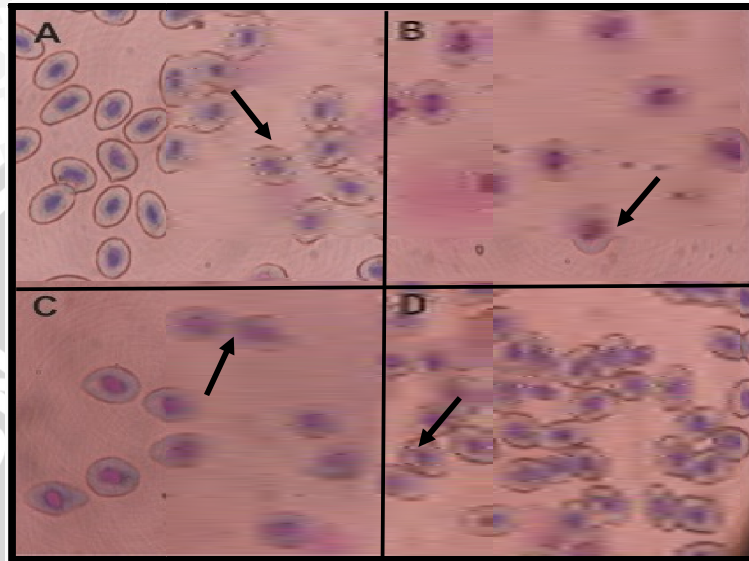
Gambar 15. Proses Hematopoiesis Sel Darah (Proses pembentukan sel darah merah) yang membentuk induk sel darah (stem sel) yang berfungsi memproduksi sel darah merah untuk mengganti sel – sel yang rusak atau mati

<http://www.google.com/imgres?q=proses+hematopoiesis&sa=X&hl=id2.bp.blogspot.com/-2XUG9hxxzUc/UIC7s1600/struktur-darah.jpg>

Ketika benda asing masuk dalam tubuh ikan maka secara otomatis stem cells akan memproduksi leukosit dalam jumlah besar untuk melawan benda asing yang selalu dipandang mempunyai kemungkinan untuk mendatangkan bahaya bagi kelangsungan hidup individu. Apabila benda asing tersebut cukup banyak dan memerlukan waktu yang cukup lama dalam hal penanganannya maka sebagian dari leukosit dapat memperbanyak diri dengan mitosis (Sadikin, 2002).

4.3.3 Total Mikronuklei

Berdasarkan hasil penelitian mikronuklei dari ikan Nila di 4 lokasi penelitian yang berbeda didapatkan hasil gambaran mikronuklei sebagaimana diperjelas dengan Gambar 16 dibawah ini.



Gambar 16. Hasil pengamatan Mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) (tanda panah) : a) Mikronuklei dari Bendungan Karangates, b) Mikronuklei dari Sungai Aloo, c) Mikronuklei dari Sungai Surabaya, d) Mikronuklei dari Sungai Mas

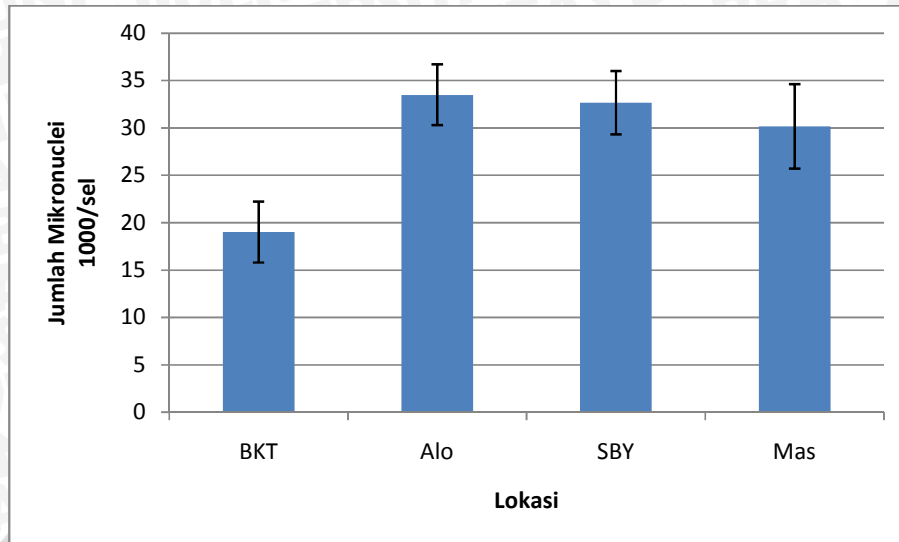
Mikronuklei adalah kromatin sitoplasmik yang berukuran kecil yang berasal dari pecahan kromosom yang tertinggal pada saat proses awal pembelahan sel anaphase (Al-Sabt; Metcalfe, 1995; Heddle, 1973; Schmidt, 1975). Menurut Fenech (2000), bahwa mikronuklei adalah pembelahan sel yang berupa pecahan sentromer / kromosom atau seluruh kromosom sehingga tidak dapat melakukan perjalanan ke kutub selama pembelahan mitosis.

Mikronuklei adalah anak inti sel berbentuk bulat kecil yang berada di sekitar sitoplasma sel limfosit dan mempunyai ukuran kurang lebih $\frac{1}{5}$ bagian dari inti sel induknya (limfosit). Para peneliti menganggap bahwa terbentuknya mikronuklei ini berasal dari fragmen asentrik atau kromosom yang tertinggal pada waktu sel melakukan pembelahan mitosis sebagai hasil kerusakan atau cacat

pada perlengkapan benang kromosom, sehingga mikronuklei ini mulai terbentuk pada stadium telofase (Lusiyanti dan wa'id, 1999). Sebagaimana yang terdapat pada gambar 16.

Hasil pengamatan mikronuklei pada ikan Nila yang diambil di Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) didapatkan hasil sebagai berikut : Jumlah mikronuklei ikan Nila yang diambil dari Bendungan karangkates pada ikan 1 = 25/1000 sel, ikan 2 = 20/1000 sel, ikan 3 = 17/1000 sel. Sedangkan jumlah mikronuklei ikan dari sungai Aloo pada ikan 1 = 32/1000 sel, ikan 2 = 35/1000 sel, ikan 3 = 30/1000 sel. Dan jumlah mikronuklei ikan yang diambil dari sungai Surabaya pada ikan 1 = 35/1000 sel, ikan 2 = 39/1000 sel, ikan 3 = 30/1000 sel. Sedangkan jumlah mikronuklei ikan Nila yang diambil dari sungai Mas yaitu pada ikan 1 = 30/1000 sel, ikan 2 = 26/1000 sel dan ikan 3 = 25/1000 sel.

Berdasarkan dari uji Anova (Analysis of Variance) untuk mengetahui pengaruh perbedaan lokasi terhadap jumlah mikronuklei dapat dilihat pada lampiran 8. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan antara jumlah total mikronuklei dari ikan yang diambil di Bendungan Karangates dan ikan Nila yang diambil dari Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas). Sebagaimana Nilai ($P < 0,00$) yang berarti berbeda sangat nyata (highly significant). Ini berarti ikan yang diambil dari Karangates memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan ikan yang diambil dari Delta sungai Brantas. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada grafik yang terdapat di Gambar 17 dibawah ini.



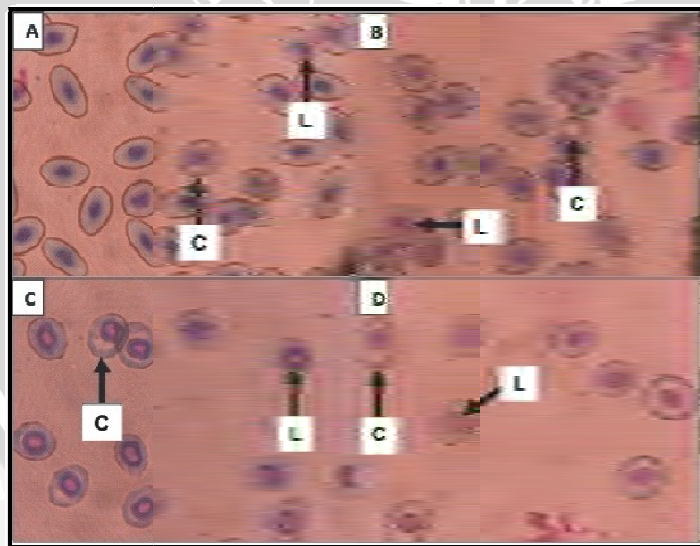
Gambar 17. Jumlah Total Mikronuklei pada 3 ulangan ikan yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) dengan selang kepercayaan 95%.

Berdasarkan dari hasil uji tukey diketahui jumlah total mikronuklei tertinggi terdapat pada ikan yang ditemukan pada sungai Aloo yaitu sebesar 33,50, kemudian ikan yang diambil dari sungai surabaya dan sungai Mas yaitu masing – masing sebesar 32,66 dan 30,16 sedangkan ikan yang diambil dari Bendungan Karangates yaitu sebesar 19,00. Terjadinya peningkatan jumlah mikronuklei pada ikan Nila di sungai Aloo diduga karena adanya pengaruh stress kimiawi yaitu kualitas air yang buruk dan tidak mendukung, polutan dari lumpur lapindo, limbah domestik serta banyaknya kandungan logam berat yang ada disungai tersebut, sedangkan peningkatan jumlah mikronuklei di sungai Surabaya dan sungai Mas karena kondisi lingkungan yang kurang sesuai atau kualitas lingkungan yang buruk, adanya buangan limbah domestik, limbah industri serta kandungan logam berat yang ada sebelum penelitian ini dimulai, Sebagaimana pada penelitian (Al- sharif, 2012), (Saleh dan Kumar, 2011) dan (Napocemuno dan Spano, 1995) yang disajikan pada (Lampiran. 8) yang secara umum hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan jumlah sel mikronuklei seiring

meningkatnya kadar bahan kimia dalam lokasi penelitian. Sedangkan menurut irfanto (2005), bahwa respon sekunder ikan terhadap stress adalah berupa perubahan metabolic, seluler, gangguan osmoregulasi, perubahan gambaran darah dan fungsi imun. Sedangkan menurut Setyawati dan Hartati (2005) dalam Muhusini (2005) adalah adanya zat racun dalam tubuh organisme dapat menimbulkan reaksi antara zat beracun dengan struktur molekul tertentu dari badan. Namun kepekaan terhadap zat toksik sangat bervariasi tergantung dari kemampuan pertahanan tubuh masing- masing individu. Perbedaan tersebut didasarkan pada anatomi dan fisiologi tubuh, sifat keturunan dan kondisi tubuh.

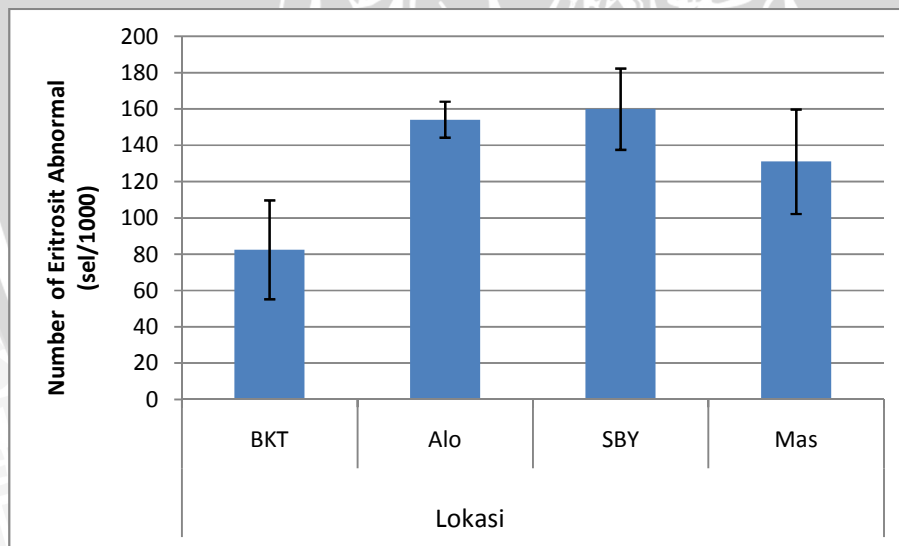
4.3.4 Total Eritrosit Abnormal

Pada pengamatan apusan sel darah merah ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas didapatkan hasil bahwa terdapat sel darah merah yang rusak. Kerusakan sel darah merah ini terlihat jelas pada kondisi intinya dan sitoplasma sel darah merah. Lebih jelasnya kerusakan sel darah merah dapat diamati gambar 18. (menurut Yudha, 2011) dibawah ini.



Gambar 18. Perbandingan Hasil Gambaran a) Kerusakan darah merah pada Bendungan Karangates, b) Kerusakan darah merah Pada sungai Aloo, c) Kerusakan sel darah merah pada sungai Surabaya, d) Kerusakan sel darah merah pada sungai Mas (Ket: L= Lipofuscin, C= Ceroid).

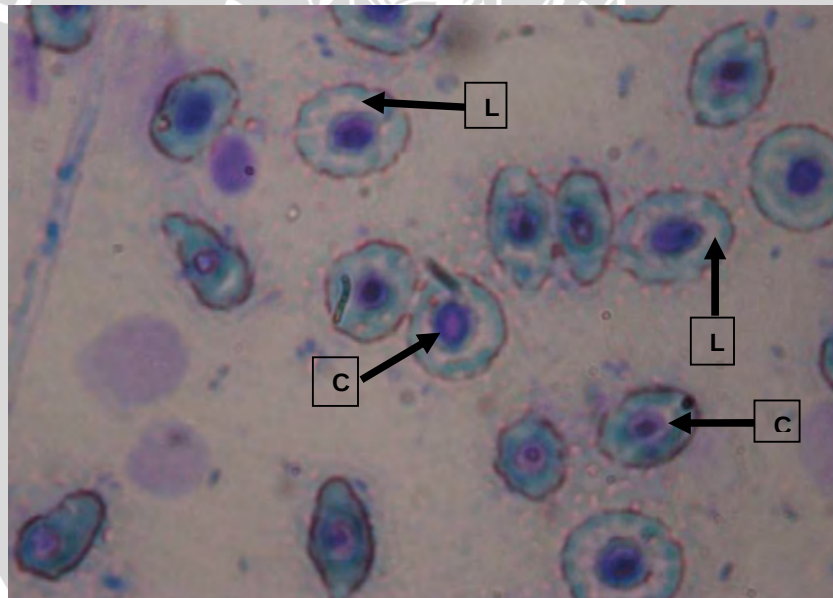
Hasil pengamatan nuklei abnormal pada ikan Nila yang diambil dari 4 lokasi sungai yang berbeda sebagai berikut : Ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates yang terbentuk lipofuscine pada ikan 1 = 72 sel/1000, ikan 2 = 41 sel/1000, ikan 3 = 104 sel/1000. Sedangkan ikan yang diambil dari sungai aloo jumlah nuklei abnormal pada ikan 1 = 143 sel/1000, ikan 2 = 154 sel/1000, ikan 3 = 151 sel/1000. Dan ikan yang diambil dari sungai Surabaya dan sungai Mas masing – masing jumlah nuklei abnormalnya adalah sebagai berikut pada ikan 1 yang ditemukan di sungai Surabaya = 182 sel/1000, ikan 2 = 180 sel/1000, ikan 3 = 160 sel/1000. Dan jumlah nuklei abnormal yang ditemukan di sungai Mas pada ikan 1 = 125 sel/1000, ikan 2 = 182 sel/1000 dan ikan 3 = 97 sel/1000. Untuk lebih jelasnya mengenai jumlah nuklei abnormal dari ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas dapat dilihat pada grafik dibawah ini yang disajikan dalam Gambar 19 berikut :



Gambar 19. Jumlah Total Eritrosit Abnormal pada 3 ulangan ikan yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) dengan selang kepercayaan 95%.

Berdasarkan gambar diatas didapatkan hasil rerata eritrosit abnormal Ikan Nila pada lokasi yang berbeda yaitu dengan nilai ($P < 0,00$) menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata antara jumlah Nuklei Abnormal ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (Sungai Aloo, sungai Surabaya, sungai Mas).

Kerusakan dari inti sel eritrosit (Eritrosit Abnormal) salah satunya adalah terbentuknya Lipofuscine dan terbentuknya Seroid. Dalam proses pembentukan kompleks lipofuscine dan seroid diduga karena adanya radikal bebas yang timbul akibat pengaruh dari logam berat yang terdapat pada perairan ataupun pada sedimen terhadap sel darah merah, yang ditunjukkan pada Gambar 20 dibawah ini.



Gambar 20. Gambaran Eritrosit Abnormal dari ikan Nila yang ditemukan di Sungai Aloo yang terbentuk Lipofusin (L) dan Seroid (C) (yang ditunjukkan oleh tanda panah pada gambar diatas)

Menurut Wijaya (1996) dalam Muhusini (2005) yang menyatakan bahwa suatu bahan toksik atau racun dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan pada gilirannya dapat menimbulkan pelepasan protein heme, yang akan bereaksi dengan peroksidase dan melepaskan ion Fe^{2+} , dengan adanya ion Fe^{2+} akan

terjadi reaksi Fenton dan menghasilkan radikal bebas hidroksil ($\text{OH}^\bullet$) yang sangat reaktif dengan persamaan sebagai berikut :



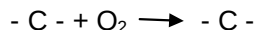
Radikal hidroksil tersebut dapat merusak DNA, protein dan asam lemak tak jenuh jamak (PUFA : *Poli Unsaturated Fatty Acid*) yang merupakan komponen penting fosfolipid penyusun membran sel. Serangan radikal hidroksi terhadap membran sel dapat menimbulkan reaksi berantai yang terus berlanjut yang disebut peroksida lipid, dengan tahapan sebagai berikut (Wijaya, 1996 dalam Muhusini 2005).

a) ROS (Reactive Oxygen Species) akan menarik atom H dari rantai samping

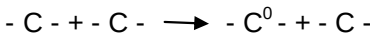
PUFA :



b) Radikal kar



c) Radikal peroksil yang terbentuk akan menyerang rantai samping PUFA lain untuk membentuk radikal karbon.



d) Reaksi berantai akan terus berlanjut , yang hanya dapat berhenti bila dua radikal bebas bertemu.

Akibat akhir dari reaksi berantai tersebut adalah terputusnya rantai asam lemak menjadi berbagai senyawa yang bersifat toksik terhadap sel, seperti aldehid dan berbagai hidrokarbon yang dapat mengakibatkan kerusakan membran sel yang parah dan membahayakan kehidupan sel. Reaksi tersebut

menurut Azhar dan Tjahjono (1999) *dalam* muhusini (2005) juga menyebabkan pembentukan kompleks lipofuscine dan seroid yang besar dan tidak larut, yang semakin lama akan semakin membesar hingga memenuhi seluruh sel.

4.3.5 Mekanisme Terbentuknya Mikronuklei

Proses terbentuknya mikronuklei dalam tubuh ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) tidak terbentuk dengan cepat tetapi melalui beberapa tahapan – tahapan tertentu hingga terbentuk sebuah mikronuklei. Sebelum bahan pencemar (toksik) masuk kedalam sel (nucleus), ada lapisan lipida (Lipid billayer) yang mengikat bahan toksik (rompas, 2010), sehingga terbentuk seroid didalam sitoplasma (Yudha. I, 2011). Pengaruh toksik terhadap organisme tergantung pada konsentrasi dan lamanya kontak organisme dengan bahan toksik tersebut (Mason, 1992). Meningkatnya akumulasi toksik yang ada di lapisan lipid menyebabkan tidak mampunya lapisan bilyer mengikat toksik sehingga toksik mampu masuk kedalam nucleus (inti sel) dan merusak susunan DNA (kromosom), protein, dan asam lemak penyusun sel darah (Feraro *et al.*, 2004), Sehingga muncul lipofuscin pada nucleus, kondisi ini menyebabkan intisel terlihat membesar dan seolah – olah pecah dengan permukaan yang tidak merata. Pada fase ini kumpulan dari kromosom – kromosom yang rusak tidak ikut dalam proses pembelahan dan akan membentuk struktur sendiri yang menyerupai intisel dengan ukuran 1/3 lebih kecil dari nucleus pada umumnya yang disebut dengan mikronuklei (Ali *et al.*, 2008). Seiring meningkatnya jumlah mikronuklei karena dipengaruhi kondisi lingkungan yang buruk dan tidak sesuai.

4.4 Pembahasan Umum

Berdasarkan pengamatan secara eksternal kondisi ikan Nila yang diambil dari Bendungan Karangates dan Delta sungai berantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai mas). Kondisi ikan yang diambil dari bendungan

karangkates bisa dikatakan sehat karena jika dilihat dari kondisi fisik seperti gerakannya yang aktif, warna tubuh yang cerah (Hitam kehijaun), kondisi mata pupil bening, warna insang merah hati, sisik yang kuat dan produksi lendir yang normal tetapi kondisi saat berada di laboratorium gerakan ikan mulai kurang aktif, hal ini mungkin karena kondisi lingkungan atau habitat yang baru kurang sesuai dengan kondisi yang sebelumnya atau kondisi awal. Sedangkan ikan yang diambil dari sungai Aloo menunjukkan kondisi yang kurang sehat karena ikan yang ditemukan di sungai ini ukurannya kecil – kecil tidak seperti ikan yang ditemukan di Bendungan karangkates, sungai Surabaya dan sungai Mas ukurannya yang cukup besar tetapi ikan yang dari sungai Aloo ini menunjukkan gerakan yang aktif, warna tubuh agak pucat, kondisi sirip semua normal tidak ada penyakit/ parasit yang menempel, kondisi pupil mata yang bening. Kondisi seperti ini kemungkinan besar pengaruh dari kondisi lingkungan yang kurang mendukung atau lingkungan yang tercemar sebagaimana sungai aloo ini selain mendapat masukan limbah domestik, limbah industri serta masukan buangan lumpur lapindo sejak tahun 2006, sehingga hanya ikan – ikan tertentu yang dapat bertahan hidup seperti halnya ikan Nila yang diambil dalam penelitian kali ini. Dalam kondisi habitat yang kurang mendukung ikan Nila pada sungai Aloo masih tetap bertahan hidup yang memungkinkan kondisi spesies ikan yang bertahan di sungai tersebut dalam kondisi stress karena menekan tubuhnya untuk menerima kondisi lingkungan yang tercemar untuk bertahan hidup. Sedangkan ikan yang ditemukan di sungai Surabaya dan sungai Mas mengalami kondisi yang hampir sama yaitu warna tubuh pucat, gerakan kurang aktif, sering berenang kepermukaan untuk mencari oksigen, warna insang yang pucat, pelindung insang yang terdapat bercak merah seperti ada parasit yang menempel, serta kondisi tubuh yang kasar terlihat produksi lendir yang kurang normal dan ikan yang diambil dari kedua sungai ini juga bisa dikatakan ikan yang

dalam kondisi stress. Menurut Irianto (2005), bahwa stress juga akan mempengaruhi faktor perlindungan alami ikan seperti mukus, sisik, kulit, lisozim, antibodi dan reaksi inflamasi. Namun pada dasarnya kemampuan suatu organisme bertahan dan beradaptasi terhadap stress untuk jangka waktu yang terbatas. Selama masa tersebut hewan akan tampak kelihatan normal padahal secara kimiawi terjadi reaksi yaitu cadangan energinya secara terus menerus akan menyusut karena digunakan tubuh untuk menjaga aktivitas normalnya, sehingga dapat mempengaruhi kondisi fisiologi dari organisme yang hidup dilingkungan perairan tersebut.

Menurut Connel (1995), sebagian besar pengaruh sublethal dari bahan toksik muncul dalam bentuk biokimiawi, dan sering dihubungkan dengan proses metabolik. Lebih jelasnya bahwa pengaruh sublethal yang telah diteliti adalah sebagai perubahan dalam morfologi atau histologi, fisiologi (pertumbuhan, perkembangan, kemampuan berenang, pernapasan dan sirkulasi), biokimiawi (keadaan kimia darah, kegiatan enzim, endokrinologi), perilaku atau neurofisiologi dan perkembangbiakan.

4.5 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air berperan sangat penting dalam lingkungan perairan, karena sebagai media hidup (pertumbuhan, reproduksi dan berkembangbiak) bagi organisme yang hidup disekitar lingkungan itu. Karena kualitas air akan menentukan kondisi kesehatan dari ikan tersebut serta kemampuan beradaptasi. Menurut tresno (2013), bahwa Perairan memang merupakan media hidup bagi ikan yang sangat penting, karena segala aktivitas maupun fungsi kehidupannya ikan memerlukan media air seperti mulai dari mengambil makanan, bergerak, bernafas, respirasi, pertumbuhan, reproduksi, ekskresi, karena apapun yang terjadi pada perairan akan berakibat langsung pada kesehatan ikan sehingga ikan adalah hewan yang sangat tergantung

dengan air. Pengaruh yang ditimbulkan akibat pencemaran perairan tersebut sangat beragam tergantung dari jenis bahan pencemarnya dan ketahanan organisme air dalam menghadapi perubahan lingkungan akibat dari pencemaran. Pencemaran yang terjadi secara terus menerus tersebut menyebabkan menurunnya kualitas perairan, yang akan berakibat pada menurunnya derajat kesehatan organisme perairan dan kelangsungan hidup ikan akan terganggu, sehingga mengakibatkan ikan keracunan bahkan dapat menyebabkan kematian (Tresno, 2013). Parameter yang kami teliti dalam penelitian kali ini adalah melingkupi parameter fisika dan parameter kimia yang berfungsi sebagai data penunjang dari data primer. Data hasil pengukuran kualitas air di Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) disajikan pada tabel 3.

Tabel 2. Data Kualitas Air dari Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas.

No	Para Meter	BKT	Sungai Aloo	Sungai SBY	Sungai Mas	Baku Mutu Kualitas Air 2 menurut PP No 82, 2001 (mg/l)	
1	DO (mg/L)	4,1	4	5	3,5	>3 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
2	pH	7	8	7	7	6 – 9	PP No. 82 Tahun 2001
3	Suhu (°C)	31,2	31,5	32,3	31,1	Deviasi 3	PP No. 82 Tahun 2001
4	Salinitas (ppt)	0,05	0,05	0,05	0,05	>0,5 ppt < 5 – 10	Effendi (2003), Nandal and Pickering (2004)
5	TSS (mg/L)	16,8	131,7	213,7	213,7	50 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
6	COD (mg/L)	22,48	18,79	14, 06	14, 06	25 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
7	Phenol	tt*	tt*	0,01	tt*	1 mg/L	PP No. 82 Tahun 2001
8	Pb	tt*	tt	tt*	tt*	0,03 ppm	PP No. 82 Tahun 2001

*) tt = Tidak terdeteksi

Sumber : Data no. 5 – 8 diperoleh dari Jasa tirta I

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air diatas pada masing – masing lokasi penelitian hasil kualitas air tidak terdapat perbedaan antara Bendungan Karangates dan Delta sungai Brantas. Kondisi kualitas air pada Bendungan karangates masih bisa dikatakan layak untuk kelangsungan hidup ikan karena hasil kualitas air dari parameter fisika maupun kimia masih dalam batas baku mutu yang diperlukan dalam kehidupan perikanan. Sedangkan hasil kualitas air di Delta sungai Brantas (antara sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) tidak jauh beda selisih hasilnya dan masih dalam baku mutu. namun ada beberapa parameter yang tidak terdeteksi pada sungai Aloo dan sungai Mas yaitu pada parameter Phenol dan logam berat Pb sedangkan di sungai Surabaya parameter Phenol hasilnya 0,01 mg/L dan parameter phenol tidak terdeteksi, hal ini karena hasil nilai yang keluar terlalu kecil sehingga alat pendeteksi tidak bisa memunculkan hasilnya. Namun dari hasil penelitian Herawati (2007) (Lampiran 13.) di sungai Aloo menunjukkan hasil fenol sebesar 1,197 mg/L.

Nilai DO di Bendungan Karangates dan di Delta sungai Brantas berkisar antara 3,1 – 5 mg/L, nilai tersebut masih sesuai untuk kehidupan ikan karena masih dalam batas nilai baku mutu. Menurut Zooneveld *et al* (1991), bahwa oksigen diperlukan ikan sebagai energi dalam metabolisme tubuh untuk dapat menghasilkan aktivitas seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi. Konsumsi oksigen bagi ikan akan menurun dengan penurunan kandungan oksigen terlarut diperairan dimana kelarutan gas dalam air tergantung pada tekanan dan suhu.

Nilai suhu pada Bendungan karangates maupun di Delta sungai Brantas yang berkisar antara 31,1 – 32,3°C masih dalam batas nilai baku mutu untuk kehidupan perikanan sebagaimana menurut Barus (2002), bahwa suhu yang baik dalam perairan untuk kehidupan ikan yaitu berkisar antara 23 – 32°C. Sedangkan nilai pH masih dalam kisaran normal baik di Bendungan Karangates

maupun di Delta sungai Brantas yaitu berkisar antara 7 – 8 ppt. Menurut Cahyono (2010), bahwa ikan Nila hidup pada nilai pH antara 6 – 6,8.

Nilai salinitas pada keempat lokasi penelitian nilainya sama yaitu sebesar 0,05 ppt, nilai ini masih dalam kisaran dibawah nilai baku mutu karena nilai baku mutu sebesar $> 0,05$ ppt. Menurut ECOTON (2006), bahwa kadar garam (salinitas) lumpur sangat tinggi, sehingga bersifat asin dengan salinitas 38 – 40 yang dapat membunuh biota air tawar jika dibuang ke sungai dan merusak kesuburan lahan pertanian produktif.

Padatan tersuspensi (Total Suspended Solid) adalah bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas berpori-pori 0,45 mikrometer. Hasil pengukuran nilai TSS sebagai berikut, nilai TSS tertinggi pada sungai Surabaya dan sungai Mas yaitu sebesar 213,7 mg/L, sedangkan nilai TSS di sungai Aloo sebesar 131,7 mg/L dan nilai TSS dari bendungan Karangkates paling kecil dibanding ketiga lokasi yang lain yaitu sebesar 16,8 mg/L. Tingginya nilai TSS pada sungai Surabaya dan sungai mas karena pada saat pengambilan sampel air dalam keadaan hujan sehingga kondisi lumpur yang berada di hulu sungai brantas terbawa hingga ke daerah hilir serta banyaknya industri di sepanjang aliran sungai dan pemukiman penduduk yang begitu padat sehingga nilai TSS menjadi tinggi. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 golongan II tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa nilai tersebut diatas baku mutu yaitu sebesar 50 mg/L.

Nilai COD secara berurutan dari yang tertinggi hingga terendah yaitu terdapat pada Bendungan karangkates, sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas dengan nilai sebesar 22,48 mg/L, 18,79mg/L, 14,06mg/L dan 14,06 mg/L. Tetapi nilai tersebut berdasarkan Perda No. 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa masih dalam standart nilai baku mutu yang ditentukan yaitu sebesar 50mg/L.

Menurut Barus (2002), bahwa nilai COD akan meningkat sejalan dengan meningkatnya nilai bahan organik di perairan. Tingginya nilai COD juga menunjukkan tebalnya lapisan bahan organik yang ada di perairan sehingga dapat menyebabkan rendahnya kadar oksigen terlarut di perairan yang dibutuhkan oleh organisme untuk melakukan respirasi .

Nilai phenol yang diketahui hanya di sungai Surabaya yaitu sebesar 0,01 mg/L sedangkan nilai phenol pada Bendungan Karangates, sungai Aloo dan sungai Mas tidak terdeteksi. Menurut Jasa Tirta I bahwa nilai yang dihasilkan dari phenol pada ketiga sungai tersebut sangat kecil yang sangat jauh dibawah standart baku mutu itu sendiri sehingga alat tidak bisa mendeteksi kadar phenol yang ada. Namun hasil nilai phenol yang dihasilkan pada sungai Surabaya diatas nilai Baku mutu. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa nilai phenol yang standart baku mutu yaitu sebesar 1 mg/l. Menurut Herawati (2007), bahwa phenol merupakan senyawa berwarna merah muda yang mudah masuk dalam kulit sehat dan menimbulkan rasa terbakar. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Nahed dan Saad (2008), bahwa dalam penelitiannya tentang respon ikan nila terhadap toksik phenol, dimana nafsu makan ikan Nila berkurang hal ini menyebabkan laju pertumbuhan ikan Nila sangat lambat, semakin tinggi dosis Phenol semakin banyak jumlah mikronuklei yang terbentuk.

Nilai Pb pada Bendungan Karangates maupun Delta sungai Brantas (sungai Aloo, sungai Surabaya dan sungai Mas) tidak didapatkan hasilnya . Hal ini karena nilai logam Pb pada semua lokasi penelitian nilainya sangat kecil sehingga alat tidak dapat menangkap maupun mendeteksi kadar logam berat pada keempat lokasi penelitian tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- ❖ kondisi kesehatan ikan yang diambil dari bendungan karangkates bisa dikatakan masih dalam kondisi baik dan sehat sedangkan ikan yang ditemukan di delta sungai brantas kondisinya buruk atau bisa dikatakan dalam kondisi sakit karena dari hasil penelitian yang dilihat dari jumlah Eritrosit, leukosit dan Mikronuklei.
- ❖ Sedangkan tingkat kerusakan mikronuklei yang tertinggi pada sungai Surabaya dengan besar rerata 160, 83 sel/mm³ sedangkan tingkat kerusakan mikronuklei yang terendah terdapat pada Bendungan Karangkates dengan rerata 82,5 sel/mm³

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan sebagai berikut :

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang mikronuklei dengan stasiun yang lebih banyak, supaya bisa memetakan kondisi lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005. Fish Hematologi. [Http://www.aqualex.org/elearning/fish-haematology/english](http://www.aqualex.org/elearning/fish-haematology/english). Aqualex multimedia Consortium Ltd. 4 Feb.2006.
- Ambarwati, I. dkk. 2012. Kualitas Air Sungai Musi di Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 Palembang.
- Al-Sharif, M. M. 2012. Genotoxicity of 4-Nonylphenol (4NP) on *Oreochromis spilurs* Fish. *Journal of Toxicological Sciences* 4 (1): 41-47.
- Ali. F. K., Shehawi A. M., Seehy M. A. 2008. Micronucleus Test in Fish Genome: a sensitive Monitor For Aquatic Pollution. *African Jurnal of Biotechnology*. 7 (5) : 606-612.
- Arisandi, P. 2004. Air, dua juta orang Surabaya sulit mendapatkannya, *Ecological Observation and Wetlands Conservation (Ecoton)*, Driyorejo, Gresik.
- Batoran. Y. 2008. Gambaran Hematologi Dan Hispatologi Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Yang Terinfeksi *Aerosomonas Hydrophila* dan Alga Coklat (*Sargassum Polycytum*). Publikasi Ilmiah. Program Studi Budidaya Perairan Pascasarjana. Universitas Brawijaya.
- Betancur, I. P., Baena, J. A., Guerro, M. C. 2009. Micronuclei Test Application to Wild Tropical Ichthyic Species Common in Two Lentic Environments of the Low Zones In Colombia. *Journal Actual Biol* 31 (90): 67-77.
- Bijanti R, 2005. Hematologi ikan – tehnikpengambilan darah dan pemeriksaan hematologi ikan. Fakultas kedokteran hewan universitas airangga. Surabaya.
- Bucker, A., Carvalho, M, S., Conceicao, M.B., Gomes, J.A. Micronucleus Test and Comet Assay in Erithrocytes of the Amazonian Electric Fish *Apteronotus bonapartii* Exposed to Benzene. *Journal. Braz Soc. Ecotoxicol.*, V.7, n.1 (65-73).
- Cahyono, B., 2000, Budidaya Ikan Air Tawar, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Dani, A. R dan Murni, S.1985. Ekologi Ikan . Universitas Brawijaya. Fakultas Perikanan. Malang
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. Kanisius
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta. Kanisius

- Fenech, M. 2000. The in vitro micronucleus technique. CSIRO Health Sciences and Nutrition, Po Box 10041, Adelaide BC 5000, South Australia, Australia
- Fujaya, Y. 2004. Fisiologi ikan – dasar pengembangan tehnik perikanan. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Gad N, S and Saad. S. A. 2008. Effect Of Environmental By Phenol On Some Physiological Parameter Of *Oreochromis niloticus*. Global Veterinaria. 2 (6): 312-319 (Teleostei, Gobiidae). Journal Genetic and Molecular Biology, 32, 2, 394-398.
- Galindo, T P, Moreira, L M. 2009. Evaluation of Genotoxicity Using the Micronucleus Assay and Nuclear Abnormalities in the Tropical Sea Fish *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837)
- Herawati, N. 2007. Analisis Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo Ke Badan Air (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo-Kabupaten Sidoarjo). Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. pp. (32-37).
- Jasa Tirta [PJT I]. 2009. Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Brantas. Malang: Laboratorium PJT-I.
- 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.
- Kumar, S. A. 2012. Micronucleus Assay: a sensitive indicator for aquatic pollution. Journal of Research in BioSciences. Vol. 1. Issue 2,
- Madarisin. 2004. Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur). Jakarta. Universitas Indonesia.
- Malla, T. M., Kumar, C. S., Akhtar., Ganesh. 2011. Micronuclei As An Evidence Of DNA Damage In Fresh Water Catfish *Heteropneustes fossilis* (BLOCH) Exposed to Synthetic Sindoor. ARPN Journal of Agriculture and Biological Science. Vol 6, No. 5.
- Manahan, S.E., 2002, Environmental Chemistry, Seventh Edition, Lewis Publisher, New York.
- Mason, C, F. 1992. Biology of freshwater pollution. Longman Inc. London. 250p.
- Muchyidin dan Purnomo, T. 2007. Analisa Kandungan Timbal (Pb) pada ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forsk) di Tambak Kecamatan Gresik. Jurusan Biologi MIPA. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya

- Muhusini. S. M. 2011. Karakteristik Mikronuclei ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) di Bendungan Karangates dan di Sungai Aloo Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya.
- Nepomuceno. J. C and Spano. M. A. 1995. Induction Of Micronuclei In Peripheral Eritthrocytes Of *Cyprinus Carpio* Fish By Methyl Parathon. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 11 (1),9-12.
- Okonkwo J.C., Obiakor M. O., Nnabude P. C. 2011. Micronuclei Profile: an Index of Chromosomal Aberrations in Freshwater Fishes (*Synodontis clarias* and *Tilapia Nilotica*). *Journal of Animal and Feed Research*. V 1. Issues 1: 40-45.
- Ozkan, F., Gunduz, S., Berkoz, M., Hunt, A, O. 2011. Induction of Mocronuclei and Other Nuclear Abnormalities in Peripheral Eritthrocytes of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Following Exposure to sublethal Cadmium Doss. *Turk J Zool.* 35 (4): 585-592
- Pramitha, S. 2010. Analisis Kualitas Sungai Aloo, Sidoarjo berdasarkan Keanekaragaman dan Komposisi Fitoplankton [Penelitian Skripsi] Fakultas MIPA ITS Surabaya.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2003 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Perovic. I. S., Lisici. D., Rokavac., Pepovic. N. T., Jadan. M., Benkovic. V., Tadic. Z. 2010. Evaluation Of Micronucleus And Eritrocytic Nuclear Abnormalities In Balkan Whip Snake *Heerophis gemonensis*. *Ecotoxicologi.* 19.:1460-1465
- Polard T., Jeans S., Merlina G., Laplanche C., Pinelli E., Gauthier L. 2011. Giemsa versus acridine orange staining in the fish micronucleus assay and validation for use in water quality monitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 74 (n°1). pp. 144-149. ISSN 0147-6513.
- Putri, N.A, N. Abdulgani dan I. Trisnawati. 2011. Biomonitoring in situ Kalimas Surabaya menggunakan Perubahan Histopatologis Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). [Penelitian Skripsi] Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, ITS, Surabaya.
- Ramadan, A.R., N.Abdulgani dan N.Triyani. 2012. Perbandingan prevalensi parasit pada insang dan usus ikan Mujair (*O. mosambicus*) yang tertangkap di Sungai Aloo dan Tambak Kecamatan Kedung Peluk, Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo. *J.Sains dan Seni ITS*, 1(1):E36-E39.
- Roberts R J. 1989. Second edition. *Fish Patology*. Wyvern Typesetting Ltd, Briston _ british.

- Rocha, C., Almeida, V., Pinheiro, R., Cunha. 2010. Micronuclei and other /nuclear Abnormalities in Acara *Aequidens tetramerus* (Perciform: Cichlidae) Exposed to Copper Sulfate. UAARI, V.6, n.2. p. 57-66
- Rocha, C., Gomes, C., Fernando, Junior, G., Pinheiro, R. 2011. Detection of Micronuclei and other Nuclear Abnormalities in *Oreochromis niloticus* Exposed to Potassium Dichromate. *Global Veterinaria* 7 (3): 301-304.
- Rompas. R. M. 2010. Toksikologi Kelautan. PT Walaw Bengkulu. Jakarta
- Sadikin H. M. 2002. Biokimia Darah. Cetakan pertama. Penerbit Widya Medika.
- Salim, A. 2009. Deskripsi dan Interpretasi. www.ktguru.org. Diakses 25 April 2013
- Saleh K. A., Alshershri. M. A. 2011. The Intensity of Pollutant Genotoxicity in Lake Uluabat: Investigation of the Peripheral Erythrocytes of *Cyprinus carpio*. *Journal of Biotechnology* 10(71), pp. 16045-16050.
- Seriani, R., Paiva, M. J. T., Souza, A. T. S., Napoleao. Hematology, Micronuclei and Nuclear Anormalities in Fishes from Sao Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Journal, Acta Scientiarum. Biological Sciences. Maringa*, V.33. n. 1. P. 107-112.
- Setiawan, P. 2013. Ikan sebagai Indikator Pencemaran Air. Diakses pada tanggal 8 maret pukul 19.00 Wib
- Setiawan. M. G. 2012. Gambaran Histopatologi Organ Insang, Hati, Dan Ginjal Pada Ikan Gabus (*Channa striata*) dan Ikan Mujair (*Oreochromis mozambicus*) Di Sungai Alo Desa Peanatarsewu Kabupaten Sidoarjo. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya.
- Setyohadi, D., T. D. Lelono dan D. G. R. Wiaadnya. 2004. Dinamika Populasi Ikan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air . Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Suwari, E. Riani, B. Pramudya dan I. Djuwita. 2010. Penentuan status mutu air Kali Surabaya dengan metode stroret dan indeks pencemaran. *Majalah Ilmiah Widya*, 59-63.
- Utomo, Y., Sudarmadji, Sudibyacto dan E. Sugiharto. 2008. Analisis kromium dalam sedimen sebagai parameter kualitas air kadar kromium pada perairan di Sungai Surabaya. *Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia. ITS*.
- Widjatiningrum. L. 2007. Penggunaan Sampel Darah Ikan Koi (*Cyprinus caprio* Koi) yang terinfeksi KHF (Koi Herpes Virus) dalam Penggunaan PCR (Polimerase Chain Reaction) dan Analisis Hematologinya.

Publikasi Ilmiah. Program Studi Budidaya Perairan. Pascasarjana Universitas Brawijaya

Wijaya, A. 1996. Radikal Bebas dan Parameter status Antioksidan. Forum Diagnosticum No.1. Prodia Diagnosticum Educational Service. 12p.

Wikipedia. 2013. Pencemaran Air. Diakses pada tanggal 8 Maret pukul 19.00 Wib.

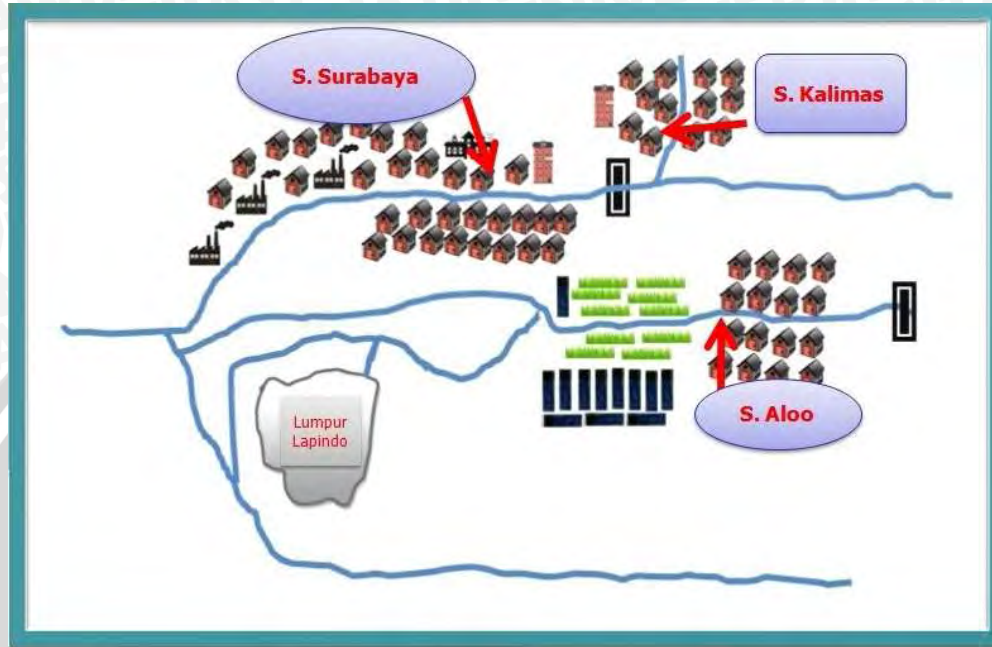
Yudha. I. G. 2011. Tingkat kerusakan Sel Darah Merah Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Yang Dipaparkan Dalam Endosulfan Pada Konsentrasi Sublethal. Unila. Lampung

Yamin, S dan Kurniawan H. 2011. Teknik Analisis Statistik Terlengkap dengan Software SPSS. Jakarta. Salemba Infotek.

Zonneveld, N., E. A. Huisman dan J. H. Boon. 1991. Prinsip – prinsip Budidaya Ikan, hal : 48 – 66. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.



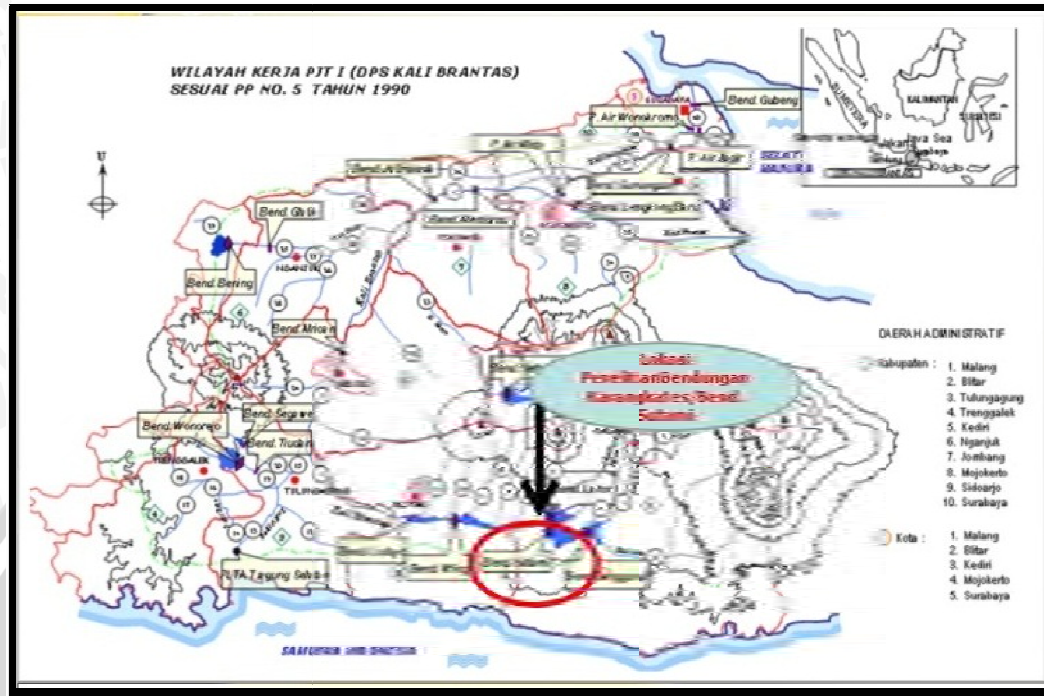
Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian Di Sungai Aloo, Sungai Surabaya dan Sungai Kalimas



Keterangan :

1.  = Rumah warga
2.  = Gedung/Apartemen
3.  = Gedung pertemuan
4.  = Pabrik
5.  = Persawahan
6.  = Pertambakan
7.  = Sungai

Lampiran 2. Peta Lokasi Penelitian Bendungan Karangates/ Bendungan Sutami



Lampiran 3. Hasil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)



Hasil darah Ikan Nila



Hasil Apusan darah Ikan Nila

Lampiran 4. Alat dan Bahan



Mikroskop Olympus CX21



Haemocytometer



Timbangan Digital



Syringe

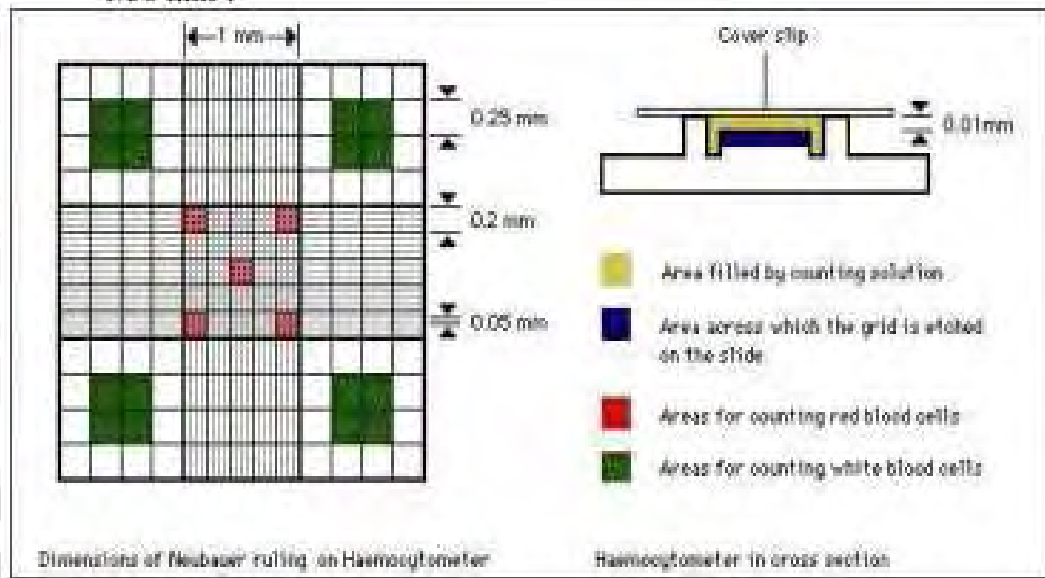


Bahan larutan yang digunakan



Tissu

Lampiran 5. Kamar Hitung Hemocytometer (Vonti, 2009)



Lampiran 6. Hasil penelitian tentang Mikronuklei

Tabel 4. Hasil Penelitian Tentang Mikronuclei Pada Ikan

No	Obyek	Pelakuan	Hasil Penelitian	Sumber
1	<i>Apternotus bonapartii</i> (<i>Gymnotiformes</i> , <i>Apternotidae</i>)	Perlakuan dengan memberi BZN dengan konsentrasi 10 dan 25 ppm pada selang waktu 24, 48, 72 dan 96 jam pada skala laboratorium	- Pada konsentrasi 10 jumlah comet < T0 setelah 48 jam sedangkan MN tidak mengalami kenaikan sebagaimana kontrol hingga 96 jam. - Pada konsentrasi 25 ppm MN mengalami peningkatan setelah 72 jam sedangkan comet mengalami kenaikan jumlah mulai durasi waktu 24-72 jam	Bucker <i>et al</i> (2012)
2	<i>Bathygobius soporator</i>	Perlakuan di perairan umum (laut tropis), Pengambilan sampel di 3 lokasi, Stella mares, Boa viagem, Penha	- Stella mares frekuensi MN 6,63 - Boa viagem frekuensi MN 17,47 - Penha frekuensi MN 15,53	Galindo dan Moreira (2009)
3	<i>Hierophis gemonensis</i>	Perlakuan pada perairan yang diduga dicemari limbah pabrik tekstil diantaranya hidrokarbon (piren, naphtaline, naptoflavon) dan logam berat (Cadmium dan Mercury)	- Perlakuan pada ikan Jantan frekuensi MN $0,03 \pm 0,03$ - Perlakuan pada ikan betina frekuensi MN $0,02 \pm 0,03$	Perovic <i>et al</i> (2010)
4	<i>Oreochromis niloticus</i> (Ikan Nila)	Dicemari logam Cadmium (Cd) dengan dosis yang berbeda di	Negatif kontrol frekuensi Mikronucleinya (MN) sangat rendah 0-2 Positif kontrol dengan penambahan zat	Ozkan <i>et al</i> (2011)

		laboratorium	chyclophosphamid frekuensi MN antara 5-20 Penambahan Cd 0,5mg/L frekuensi MN sebesar 1-17 Penambahan Cd 1 mg/L frekuensi MN 3-17	
5	<i>Cyphocharax magdalenae</i> <i>Prochilodus magdalenae</i> <i>Hoplias malabaricus</i> <i>Pimelodus blochii</i> <i>Caquetaia krausii</i>	Ikan pada perairan umum (Danau Santader) yang dicemari oleh sisa endapan pertambangan emas	Pada ikan <i>Cyphocharax magdalenae</i> frekuensi MN =1,23; S. D = 2.12 Pada Ikan <i>Prochilodus magdalenae</i> frekuensi MN= 0,61; S. D= 0.60 Pada Ikan <i>Hoplias malabaricus</i> frekuensi MN= 2,5; S. D= 2.12 Pada Ikan <i>Pimelodus blochii</i> frekuensi MN= 0,57; S. D= 0.67 Pada Ikan <i>Caquetaia krausii</i> frekuensi MN= 0,46; S. D= 0,63	Betancur <i>at al</i> (2009)
6	<i>Cyprinus carpio</i> (ikan Mas)	Dicemari Methil (CH ₃) dengan dosis yang berbeda	Perlakuan dengan dosis (CH ₃) sebesar 1,25 ppm total MN 51 sel dari 1400 yang diidentifikasi. Perlakuan dengan dosis (CH ₃) sebesar 2,50 ppm total MN 40 sel Perlakuan dengan dosis (CH ₃) sebesar 5,00 ppm total MN 72 sel Perlakuan dengan dosis (CH ₃) sebesar 7,50 ppm total MN 168 sel	Nepomuceno dan Spano (1995)
7	<i>P. argenteus</i> <i>P. maculatus</i>	Perlakuan di sungai Francisco pada musim	Pada musim panas • <i>P. argenteus</i> frekuensi MN $0,7 \pm 0,4$	Seriani <i>at al</i> (2011)

	<i>M. micans</i>	panas dan musim salju	dari 2000 sel • <i>P. maculatus</i> frekuensi MN $0,1 \pm 0,04$ dari 2000 sel • <i>M. micans</i> frekuensi MN $0,7 \pm 0,3$ dari 2000 sel Pada musim salju • <i>P. argenteus</i> frekuensi MN $0,7 \pm 0,3$ dari 2000 sel • <i>P. maculatus</i> frekuensi MN $0,2 \pm 0,1$ dari 2000 sel • <i>M. micans</i> frekuensi MN $0,1 \pm 0,04$ dari 2000 sel	
8	<i>Cyprinus carpio</i> (Ikan Mas)	Perlakuan di danau Uluabet Turkey yang terkontaminasi dari limbah pertanian dan limbah domestik/limbah rumah tangga	Jumlah MN Kontrol sebesar 28 sel • Pada periode 1 jumlah MN ikan mas yang dari danau sebesar 62 sel. • Pada periode 2 jumlah MN ikan mas yang dari danau sebesar 68 sel. • Pada periode 3 jumlah MN ikan mas yang dari danau sebesar 78 sel.	Saleh dan Alsheri (2011)
9	<i>Channa punctatus</i>	Perlakuan di laboratorium dengan diberi Malathion ($250 \mu/L$, $125 \mu/L$, $67,5 \mu/L$ dan $25 \mu/L$) Dan diberi Chlorophyriphos ($10 \mu/L$,	Hasil penelitian bahwa: • Diberi Chlorpyriphos Terjadi peningkatan nilai MN dan Na seiring meningkatnya jumlah dosis dan lama pemaparan. • Diberi Melathion Terjadi peningkatan Nilai MN dan Na	Kumar. S. P (2012)

		5 µ/L, 2,5 µ/L dan 1 µ/L)	seiring meningkatnya jumlah dosis sampai hari ke 20 sedangkan pada hari ke 25 terjadi penurunan jumlah MN dan NA	
10	<i>Heteropneustes fossilis</i> Bloch	Perlakuan diberi <i>synthetic sindoor</i> dengan dosis (50, 100, 500, 1000 dan 2000 ppm)	MN pada Ginjal eritrosit : - Dosis 00 = $5,00 \pm 1,225$ - Dosis 50 = $5,500 \pm 0,645$ - Dosis 100 = $10,00 \pm 1,414$ - Dosis 500 = $12,00 \pm 0,816$ - Dosis 1000 = $14,00 \pm 0,816$ - Dosis 2000 = $29,00 \pm 0,912$ MN pada PB eritrosit : - Dosis 00 = $5,00 \pm 0,577$ - Dosis 50 = $5,00 \pm 0,707$ - Dosis 100 = $9,00 \pm 0,577$ - Dosis 500 = $9,00 \pm 0,577$ - Dosis 1000 = $13,00 \pm 0,408$ - Dosis 2000 = $30,75 \pm 1,493$	Malla. T. M. et al (2011)
11	<i>Synodontis clarias</i> dan <i>Tilapia nilotica</i>	Lokasi di sungai Anambra yang terdiri dari beberapa stasiun (A. Enugu Otu, B. Ezi Aguleri, C. Otuocho, D. Otu Nsugbe. E. Onono)	Hasil penelitian pada ikan T. Nilotica di Gill dan kidney: - A = $0,4 \pm 0,3$ A = $0,2 \pm 0,3$ - B = $0,3 \pm 0,4$ B = $0,2 \pm 0,3$ - C = $3,0 \pm 2,2$ C = $1,6 \pm 0,8$ - D = $2,3 \pm 1,5$ D = $2,1 \pm 1,0$ - E = $4,8 \pm 2,1$ E = $2,1 \pm 1,2$ Hasil penelitian pada ikan S clarias di bagian Gill dan Kidney : - A = $1,4 \pm 0,8$ A = $0,3 \pm 0,4$ - B = $2,7 \pm 1,1$ B = $1,8 \pm 1,8$ - C = $5,3 \pm 1,9$ C = $2,1 \pm 0,4$	Okonkwo, obiakor, nnabude (2011)

			• D = 4,9±2,9 D = 1,6±0,8 • E = 6,4±3,1 E = 4,6±1,7 •	
12	<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis aureus</i> <i>Tilapia zilli</i> <i>Clarias gariepinus</i>	Eksperimen dengan uji Cyclophosphamide Per 2000 unit	Control: <i>Oreochromis niloticus</i> : blood 0,4±0,12 ;Kidney 0,3±0,11 % <i>Oreochromis aureus</i> : Blood 0,2±0,1 ;kidney 0,2±0,1% <i>Tilapia zilli</i> Blood dan kidney 0,4±0,12% <i>Clarias gariepinus</i> Blood dan kidney 1,8±0,66 % Perlakuan: <i>Oreochromis niloticus</i> : blood 2,1±0,4;kidney 4,2±0,46% <i>Oreochromis aureus</i> : Blood 2,3±0,14 ;kidney 3,2±0,6 % <i>Tilapia zilli</i> Blood 4,1±0,8 dan kidney 5,3±1,1 % <i>Clarias gariepinus</i> Blood 4,8±0,6 dan kidney 6,4±1,1 %	Ali et al, 2008
13	<i>Puntius altus</i>	Eksperimen dengan Asam askorbat dan Cd Per 1000 unit	✓ Waktu dedah 24 jam: Control :0,003±0,058 % Cd: 0,023±0,058% AA:0,007±0,058% ✓ Waktu dedah 48 jam Control:0,003±0,058% Cd:0,043±0,058% AA:0,010±0,000% ✓ Waktu dedah 72 jam. Control: 0,003±0,058% Cd:0,027±0,058%	Jiraungkoorskul et al, 2007.

			AA:0,007±0,058% ✓ Waktu dedah 96 jam. Control: 0,003±0,058% Cd:0,013±0,058% AA:0,007±0,058%	
14	<i>Carassius sp</i>	Eksperimen Giemsa dan Acridine orange Per 5000 unit	Giemsa Control 2,41±0,76 ‰ Terpapar 2,97±1,28 ‰ Acridine orange Control: 0,66±0,36 ‰ Terpapar:1,58±0,36 ‰	Polard et al, 2010
15	<i>Oreochromis niloticus</i> (Ikan Nila)	Perlakuan dengan diberi cemaran phenol - Kontrol tanpa diberi phenol - A = dosis phenol 0,7 mg/L - B = 1,4 mg/L - C = 2,8 mg/L	Hasil penelitian - A (0,7 mg/L) = 38 sel / 0,38 % - B (1,4 mg/L) = 59 sel / 0,59 % - C (2,8 mg/L) = 87 sel / 0,87 % - D (Kontrol) = 19 sel / 0,19 %	Gad N. S dan Saad A. S (2008)
16	<i>Oreochromis spilurs</i>	Penelitian dilaboratorium Perlakuan terdiri dari 2 group : setiap group berisi 30 ikan dan terdiri dari 3 sub group: Group 1 (4-nonylphenol) Sub group 1 kontrol Sub group 2 (15µg/L) Sub group 3 (30 µg/L)	Hasil penelitian : Group 1 Sub group 1 kontrol = 50 0,5 Sub group 2 (15µg/L)= 231 2,31 Sub group 3 (30 µg/L)=397 3,97 Group 2 Sub group 1 kontrol = 52 0,52 Sub group 2 (15µg/L) = 398 3,89 Sub group 3 (30 µg/L) = 768 7,68	Al-sharif (2012)

		Group 2 (4-nonylphenol) Sub group 1 kontrol Sub group 2 (15µg/L) Sub group 3 (30 µg/L)		
17	<i>Oreochromis niloticus</i> (ikan Nila)	Penelitian dalam laboratorium dengan Perlakuan dikontaminasi dengan potassium dichromate at 12 mg/L selama 24 jam dan 48 jam.	Hasil penelitian : MN (per 2000 sel) (kontrol) = 0.0 ± 0.0 24 jam = 1.0 ± 1.15 48 jam = 2.43 ± 0.98 NA (kontrol) = 4.29 ± 4.50 24 jam = 5.86 ± 3.03 48 jam = 11.0 ± 3.74	Rocha et al (2011)
18	<i>Aequidens tetramerus</i>	Penelitian didalam laboratorium: perlakuan dengan diberi copper sulfate (CuSO_4) dengan konsentrasi 7.975 mg.L^{-1} , yang dibagi menjadi 2 group dari 4. 1 group dipapar copper sulfate dan yang lainnya tidak dipapar yaitu digunakan sebagai kontrol.	Hasil penelitian : Mean $\pm$ SD for MN/1500 cells • Kontrol 0.75 ± 1.73 • Exposed 4.50 ± 1.73	Rocha et. al (2010)

Lampiran 7. Hasil Analisa data Eritrosit dengan menggunakan program SPSS 16.0

```
UNIANOVA Eritrosit BY Sungai
/METHOD=SSTYPE(3)
/INTERCEPT=INCLUDE
/POSTHOC=Sungai(TUKEY)
/CRITERIA=ALPHA(0.05)

/DESIGN=Sungai.
```

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors		
		N
Sungai	Alo	3
	BKT	3
	Mas	3
	SBY	3

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Eritrosit					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.374E12 ^a	3	1.125E12	9.769	.005
Intercept	4.260E13	1	4.260E13	370.041	.000
Sungai	3.374E12	3	1.125E12	9.769	.005
Error	9.210E11	8	1.151E11		
Total	4.690E13	12			
Corrected Total	4.295E12	11			

a. R Squared = ,786 (Adjusted R Squared = ,705)

Post Hoc Tests Sungai

Multiple Comparisons

Eritrosit

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Alo	BKT	-233333.3333	2.77038E5	.833	-1.1205E6	653839.5525
	Mas	823333.3333	2.77038E5	.069	-63839.5525	1.7105E6
	SBY	1.0200E6*	2.77038E5	.026	132827.1142	1.9072E6
BKT	Alo	233333.3333	2.77038E5	.833	-6.5384E5	1.1205E6
	Mas	1.0567E6*	2.77038E5	.021	169493.7808	1.9438E6
	SBY	1.2533E6*	2.77038E5	.008	366160.4475	2.1405E6
Mas	Alo	-823333.3333	2.77038E5	.069	-1.7105E6	63839.5525
	BKT	-1.0567E6*	2.77038E5	.021	-1.9438E6	-1.6949E5
	SBY	196666.6667	2.77038E5	.890	-6.9051E5	1.0838E6
SBY	Alo	-1.0200E6*	2.77038E5	.026	-1.9072E6	-1.3283E5
	BKT	-1.2533E6*	2.77038E5	.008	-2.1405E6	-3.6616E5
	Mas	-196666.6667	2.77038E5	.890	-1.0838E6	690506.2192

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 11512500000,001.

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Homogeneous Subsets

Eritrosit

Tukey HSD

Sungai	N	Subset		
		1	2	3
SBY	3	1.2667E6		
Mas	3	1.4633E6	1.4633E6	
Alo	3		2.2867E6	2.2867E6
BKT	3			2.5200E6
Sig.		.890	.069	.833

Eritrosit

Tukey HSD

Sungai	N	Subset		
		1	2	3
SBY	3	1.2667E6		
Mas	3	1.4633E6	1.4633E6	
Alo	3		2.2867E6	2.2867E6
BKT	3			2.5200E6
Sig.		.890	.069	.833

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) =

11512500000,001.



Lampiran 8. Hasil Analisa data Leukosit dengan menggunakan program SPSS

16.0

UNIANOVA Leukosit BY Sungai
 /METHOD=SSTYPE(3)
 /INTERCEPT=INCLUDE
 /POSTHOC=Sungai(TUKEY)
 /CRITERIA=ALPHA(0.05)

/DESIGN=Sungai.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Sungai	Alo	3
	BKT	3
	Mas	3
	SBY	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Leukosit

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.376E10 ^a	3	1.125E10	4.513	.039
Intercept	7.331E11	1	7.331E11	294.003	.000
Sungai	3.376E10	3	1.125E10	4.513	.039
Error	1.995E10	8	2.494E9		
Total	7.868E11	12			
Corrected Total	5.371E10	11			

a. R Squared = ,629 (Adjusted R Squared = ,489)

Post Hoc Tests

Sungai

Multiple Comparisons

Leukosit

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Sungai	BKT	124200.0000	4.07717E4	.062	-6365.4064	254765.4064
	Mas	132133.3333*	4.07717E4	.047	1567.9269	262698.7397
	SBY	66466.6667	4.07717E4	.415	-64098.7397	197032.0731
BKT	Alo	-124200.0000	4.07717E4	.062	-2.5477E5	6365.4064
	Mas	7933.3333	4.07717E4	.997	-1.2263E5	138498.7397
	SBY	-57733.3333	4.07717E4	.524	-1.8830E5	72832.0731
Mas	Alo	-1.3213E5*	4.07717E4	.047	-2.6270E5	-1567.9269
	BKT	-7933.3333	4.07717E4	.997	-1.3850E5	122632.0731
	SBY	-65666.6667	4.07717E4	.425	-1.9623E5	64898.7397
SBY	Alo	-66466.6667	4.07717E4	.415	-1.9703E5	64098.7397
	BKT	57733.3333	4.07717E4	.524	-72832.0731	188298.7397
	Mas	65666.6667	4.07717E4	.425	-64898.7397	196232.0731

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2493500000,000.

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Homogeneous Subsets

Leukosit

Tukey HSD

Sungai	N	Subset	
		1	2
Mas	3	1.9573E5	
BKT	3	2.0367E5	2.0367E5
SBY	3	2.6140E5	2.6140E5
Alo	3		3.2787E5
Sig.		.425	.062

Leukosit

Tukey HSD

Sungai	N	Subset	
		1	2
Mas	3	1.9573E5	
BKT	3	2.0367E5	2.0367E5
SBY	3	2.6140E5	2.6140E5
Alo	3		3.2787E5
Sig.		.425	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2493500000,000.



Lampiran 9. Hasil Analisa data Mikronuklei dengan menggunakan program SPSS
16.0

UNIANOVA Mikronuklei BY Sungai

/METHOD=SSTYPE(3)

/INTERCEPT=INCLUDE

/POSTHOC=Sungai(TUKEY)

/CRITERIA=ALPHA(0.05)

/DESIGN=Sungai.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Sungai	Alo	6
	BKT	6
	Mas	6
	SBY	6

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Mikronuklei

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	849.500 ^a	3	283.167	17.643	.000
Intercept	19837.500	1	19837.500	1.236E3	.000
Sungai	849.500	3	283.167	17.643	.000
Error	321.000	20	16.050		
Total	21008.000	24			
Corrected Total	1170.500	23			

a. R Squared = ,726 (Adjusted R Squared = ,685)

Post Hoc Tests

Sungai

Multiple Comparisons

Mikronuklei

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Alo	BKT	14.8333*	2.31301	.000	8.3594	21.3073
	Mas	3.3333	2.31301	.490	-3.1406	9.8073
	SBY	.8333	2.31301	.984	-5.6406	7.3073
BKT	Alo	-14.8333*	2.31301	.000	-21.3073	-8.3594
	Mas	-11.5000*	2.31301	.000	-17.9740	-5.0260
	SBY	-14.0000*	2.31301	.000	-20.4740	-7.5260
Mas	Alo	-3.3333	2.31301	.490	-9.8073	3.1406
	BKT	11.5000*	2.31301	.000	5.0260	17.9740
	SBY	-2.5000	2.31301	.705	-8.9740	3.9740
SBY	Alo	-.8333	2.31301	.984	-7.3073	5.6406
	BKT	14.0000*	2.31301	.000	7.5260	20.4740
	Mas	2.5000	2.31301	.705	-3.9740	8.9740

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 16,050.

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Homogeneous Subsets

Mikronuklei

Tukey HSD

Sungai	N	Subset	
		1	2
BKT	6	18.6667	
Mas	6		30.1667
SBY	6		32.6667
Alo	6		33.5000
Sig.		1.000	.490

Mikronuklei

Tukey HSD

Sungai	N	Subset	
		1	2
BKT	6	18.6667	
Mas	6		30.1667
SBY	6		32.6667
Alo	6		33.5000
Sig.		1.000	.490

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 16,050.



Lampiran 10. Hasil Analisa data Nuklei Abnormal (Eritrosit abnormal) dengan
SPSS 16.0

```
UNIANOVA NA BY Sungai
/METHOD=SSTYPE(3)
/INTERCEPT=INCLUDE
/POSTHOC=Sungai(TUKEY)
/CRITERIA=ALPHA(0.05)
/DESIGN=Sungai.
```

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Sungai	Alo	6
	BKT	6
	Mas	6
	SBY	6

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	22643.458 ^a	3	7547.819	11.613	.000
Intercept	418968.375	1	418968.375	644.608	.000
Sungai	22643.458	3	7547.819	11.613	.000
Error	12999.167	20	649.958		
Total	454611.000	24			
Corrected Total	35642.625	23			

a. R Squared = ,635 (Adjusted R Squared = ,581)

Post Hoc Tests

Sungai

Multiple Comparisons

NA

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Alo	BKT	71.6667*	14.71913	.000	30.4688	112.8646
	Mas	23.1667	14.71913	.415	-18.0312	64.3646
	SBY	-6.6667	14.71913	.968	-47.8646	34.5312
BKT	Alo	-71.6667*	14.71913	.000	-112.8646	-30.4688
	Mas	-48.5000*	14.71913	.017	-89.6979	-7.3021
	SBY	-78.3333*	14.71913	.000	-119.5312	-37.1354
Mas	Alo	-23.1667	14.71913	.415	-64.3646	18.0312
	BKT	48.5000*	14.71913	.017	7.3021	89.6979
	SBY	-29.8333	14.71913	.212	-71.0312	11.3646
SBY	Alo	6.6667	14.71913	.968	-34.5312	47.8646
	BKT	78.3333*	14.71913	.000	37.1354	119.5312
	Mas	29.8333	14.71913	.212	-11.3646	71.0312

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 649,958.

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Homogeneous Subsets

NA

Tukey HSD

Sungai	N	Subset	
		1	2
BKT	6	82.5000	
Mas	6		1.3100E2
Alo	6		1.5417E2
SBY	6		1.6083E2
Sig.		1.000	.212

NA

Tukey HSD

Sungai	N	Subset	
		1	2
BKT	6	82.5000	
Mas	6		1.3100E2
Alo	6		1.5417E2
SBY	6		1.6083E2
Sig.		1.000	.212

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 649,958.

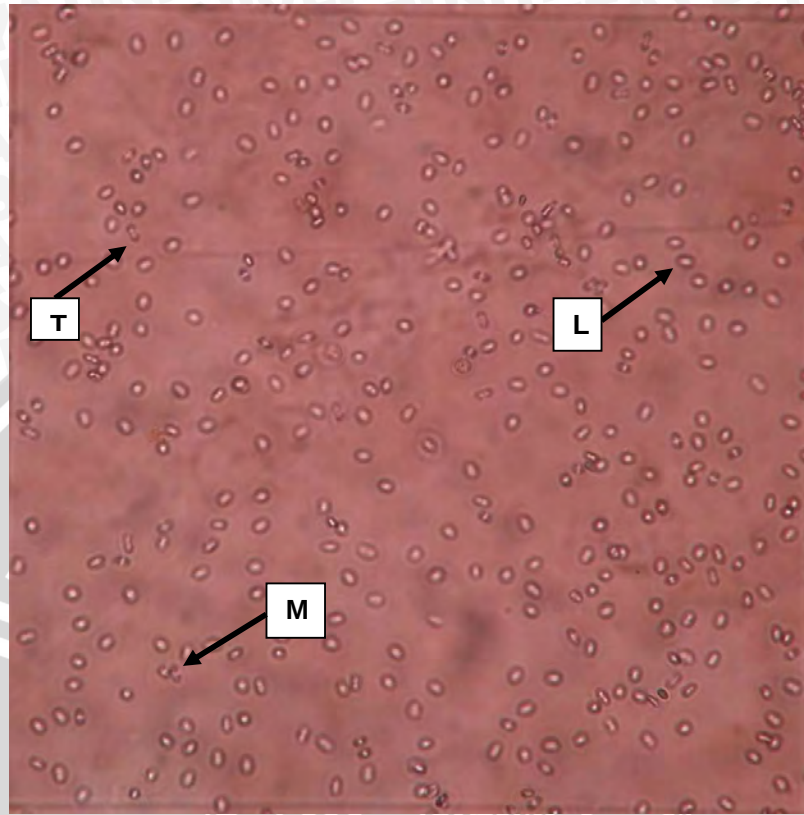


Lampiran 11. Data Sekunder (Hasil Studi Literatur Tentang Kualitas Air)

No	Parameter	Lokasi				Baku Mutu Kualitas Air 2 menurut PP No 28, 2001 (mg/l)
		Bend. Karangates	Sungai Aloo	Sungai Surabaya	Sungai Kalimas	
1	DO	4,1	4 (Penelitian sendiri) 2,34-2,63 (Pramitha,2010)	5 () 3,10-3,80 (Jasa tirta,2009) 2,7-6,6 (suwari et al.,2010) 1,27-3,04 (Febryanto,2011)	3,5 2,42 (Tryanto,1997) 2,26-3,36 (Sutantri et al, 2011) 1,27-3,04 (Putri et al, 2011)	4
2	Suhu	31,2	31,5	32,3	31,1	Deviasi 3
3	pH	7	8	7	7	6-9
4	Salinitas	0,05	0,05	0,05	0,05	
5	TSS (mg/L)	16,8 7 (Muhusini, 2011)	131,7 (Hasil penelitian) 24-370 (Paramitha, 2010) 538 (Malinda, 2012)	213,7 56,67 (Suwari et al,2010) 142-182 (Febryanto et al,2011) 65,01 (Suwari et al, 2011) 30-220 (Surabayakita, 2010)	213,7 160-232 (Suyantri et al.,2011) 142-182 (Putri et al.,2011)	50
6	COD (mg/L)	22,48 28 (Muhusini, 2011)	18 22-30 (Paramitha,2010) 48 (Malinda, 2012)	14,06 41,5 (Jasa tirta,2007) 8,93-39,26 (Jasa tirta, 2009) 11,21-28,89 (Suwari et al, 2010) 11,2-26,3 (Surabayakita,2010)	14,06 1,24-80 (Suyantri et al.,2011) 16-60 (Putri et al.,2011)	25

7	Phenol (mg/L)	Tt 0.207 (Mihusini,2011)	Tt 1,197 (Herawati, 2007) 1,04-3,09 (Galih, 2012)) 2,27 (Malinda, 2012)	0,01	Tt	1
8	Pb (mg/L) (Timbal)	Tt Tt (Muhusini, 2011)	Tt 1,58 (Muhusini,2011)	Tt 7,56-14,49 (Febryanto et al,2011)	Tt 0,067-0,636 (Suyantri et al,2011) 0,064-0,545 (Putri et al.,2011)	0,03
9	Hg (mg/L) (Merkuri)		0,023-0,04 (Galih, 2012)			
	Cr (mg/L) (Khromium)		0,06 (Setyowati et al., 2010)			

Lampiran 12. Gambaran sel darah putih



Gambar 21. Hasil Pengamatan Sel Darah Putih Ikan Nila dari sungai Aloo, (L= leukosit, M= monosit, T= trombosit)