

**PROFIL HEMATOLOGI IKAN WADER (*Rasbora argyrotaenia*) DI PERAIRAN
SUNGAI REJOSO, KABUPATEN PASURUAN, PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh :

SUKO HARSONO

NIM. 115080113111012



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**PROFIL HEMATOLOGI IKAN WADER (*Rasbora argyrotaenia*) DI PERAIRAN
SUNGAI REJOSO, KABUPATEN PASURUAN, PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

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

Oleh :

SUKO HARSONO

NIM. 115080113111012



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

PROFIL HEMATOLOGI IKAN WADER (*Rasbora argyrotaenia*) DI PERAIRAN
SUNGAI REJOSO, KABUPATEN PASURUAN, PROVINSI JAWA TIMUR

Oleh :
SUKO HARSONO
NIM. 115080113111012

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal _____
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Prof. Dr. Endang Yuli Herawati, MS)

NIP. 19570704 198403 2 001

Tanggal :

(Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS)

NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

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

NIP. 19730702 20051 2 001

Tanggal

(Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi., MP)

NIP. 19720529 20032 1 001

Tanggal :

Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilueng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, Agustus 2015

Mahasiswa

Suko Harsono

NIM. 115080113111012



RINGKASAN

SUKO HARSONO. Skripsi. Profil Hematologi Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) di Perairan Sungai Rejoso Pasuruan, Jawa Timur. (Dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS** dan **Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP**).

Sungai Rejoso Pasuruan merupakan badan air yang terletak di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Dampak dari aktivitas penduduk sekitar sungai tersebut seperti pertanian, pemukiman, industri dan perikanan dapat mengakibatkan penurunan kualitas air sungai, yang apabila tidak dikendalikan dapat berpengaruh negatif pada keanekaragaman biota air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui profil hematologi ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang tertangkap di Sungai Rejoso Pasuruan, yang dilihat dari jumlah eritrosit, leukosit, konsentrasi hemoglobin, nilai hematokrit, serta untuk mengetahui kondisi terkini kualitas perairan Sungai Rejoso. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei deskriptif observasional dengan pengambilan sampel secara acak. Sampel ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) diambil dari tiga lokasi stasiun penelitian yang berbeda, yang dimulai dari bagian tengah ke arah hilir sungai. Stasiun 1 merupakan lokasi sebelum pembuangan limbah cair industri, dan dekat area pertanian. Stasiun 2 merupakan lokasi setelah pembuangan limbah cair industri. Stasiun 3 merupakan daerah permukiman dan pertanian. Masing-masing stasiun diambil 3 ekor ikan setiap minggunya selama 2 minggu berturut-turut, sehingga total ikan seluruhnya berjumlah 18 ekor. Jumlah rata-rata eritrosit, leukosit, hemoglobin dan nilai hematokrit ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) pada stasiun 2 (lokasi pembuangan limbah cair industri) dalam keadaan tidak normal, karena jumlahnya berada di atas rata-rata ikan sehat. Ikan sehat memiliki jumlah rata-rata eritrosit dengan kisaran $(1,05 - 3,0) \times 10^6$ sel/mm³, leukosit 20.000 sel/mm³ – 150.000 sel/mm³, hemoglobin 5,05 – 8,33 G%, hematokrit 20 – 30%. Kondisi kesehatan ikan yang tidak normal pada stasiun 2 ini diduga disebabkan karena adanya buangan limbah cair industri, pertanian dan domestik yang cukup tinggi dikawasan Sungai Rejoso Pasuruan, sehingga menyebabkan kualitas air sungai dalam kondisi buruk, dibuktikan dari hasil uji kualitas air yang untuk keseluruhan parameter telah melebihi baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Baku Mutu Air Kelas II. Ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang tertangkap pada stasiun 1 (daerah sebelum lokasi pembuangan limbah cair industri) dan stasiun 3 (daerah permukiman dan pertanian) dalam keadaan baik dan cukup baik. Melihat kondisi kualitas perairan Sungai Rejoso Pasuruan yang cukup buruk mengarah ke pencemaran ini, maka diperlukan pengawasan (*monitoring*) dan penegakan hukum (*law enforcement*) terhadap pelaku pembuang limbah yang tidak mentaati aturan yang berlaku. Disamping itu juga diperlukan adanya upaya pengelolaan wilayah aliran sungai secara terpadu oleh *stakeholder* dan pihak terkait agar pencemaran dapat ditanggulangi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat limpahan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **“Profil Hematologi Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) di Perairan Sungai Rejoso Pasuruan”** dengan baik dan lancar. Laporan Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Dalam kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-sebesaranya kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi, diantaranya :

- Universitas Brawijaya, khususnya Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah memberikan fasilitas dan tempat bagi penulis untuk berkembang;
- Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang telah mewadahi penulis dalam menuntut ilmu sehingga penulis bisa dalam posisi saat ini;
- Kedua orang tua, Bpk. Suryadi dan Ibu. Sri Rejeki, yang telah memberikan kasih sayang, arahan dan wejangan yang tidak mungkin dapat penulis balas;
- Dosen Pembimbing, Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS dan Dr. Agus Maizar Suryanto H, S.Pi., MP yang telah memberikan arahan dan masukan yang sangat berarti bagi penulis;
- Dosen Penguji, _____ dan _____, yang telah memberikan masukan yang sangat bermanfaat bagi terselesaikannya Laporan Skripsi ini;

Meskipun telah berusaha semaksimal mungkin, penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih ditemui kesalahan disana-sini. Oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif sangat penulis harapkan demi kesempurnaan dimasa mendatang. Akhirnya penulis berharap semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapapun pihak yang berkepentingan.

Malang, Agustus 2015

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan terselesaikannya Laporan Skripsi ini dengan judul “Profil Hematologi Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) di Perairan Sungai Rejoso, Pasuruan”, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai rasa syukur kepada berbagai pihak, diantaranya :

- Pemerintah Republik Indonesia melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti), yang melalui salah satu program beasiswanya, yakni Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) Bidikmisi, dimana telah memberikan beasiswa penuh (*full scholarship*) kepada penulis untuk menempuh jenjang pendidikan Strata 1 dengan sepenuh hati;
- Kakak saya tercinta, Sepdiyanto, yang telah memberikan motivasi, semangat dan bantuan yang begitu besar, baik materiil maupun moril, sehingga saya bisa menyelesaikan studi ini dengan baik;
- Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan/ti FPIK UB, atas bantuan dan kerjasamanya dalam memfasilitasi penulis untuk menempuh pendidikan Strata 1 nya dengan sebaik-baiknya;
- Rekan-rekan sejawat di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, yang telah bersedia menerima penulis – dengan segala kekurangannya – untuk berbagi banyak hal, baik seputar kampus, organisasi, sosial, politik, kemasyarakatan dan banyak hal lainnya;
- Rekan-rekan sejawat di Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP) angkatan 2011 FPIK UB, *ARM Eleven*, yang telah berkenan menjadikan penulis menjadi bagian dari “keluarga kecil”-nya, semoga silaturahmi ini akan terus terjaga sampai kapanpun, *special thanks* to Ella, Vigaboy, Horas, Yogie, Yovie, Zaeyzar.

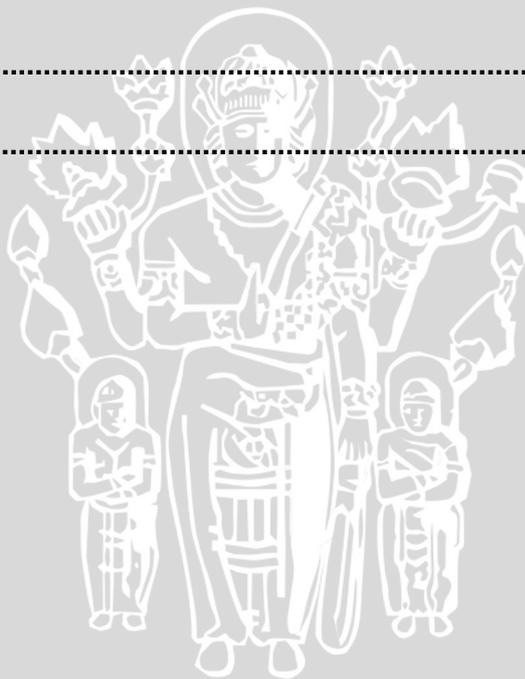
Dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu disini.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sungai.....	6
2.2 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Wader (<i>Rasbora argyrotaenia</i>)	7
2.3 Hematologi Ikan	8
2.3.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)	9
2.3.2 Sel Darah Putih (Leukosit)	10
2.3.4 Konsentrasi Hemoglobin.....	12
2.3.5 Nilai Hematokrit	13
2.4 Mikronukleus (Mn).....	13
2.5 Bahan Pencemar dan Pencemaran Air	15
2.6 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemaran Oleh Darah.....	16
2.7 Parameter Kualitas Air	17
2.7.1 Suhu.....	17
2.7.2 Derajat Keasaman (pH)	18
2.7.3. Oksigen Terlarut (<i>Dissolve Oxygen</i>)	19

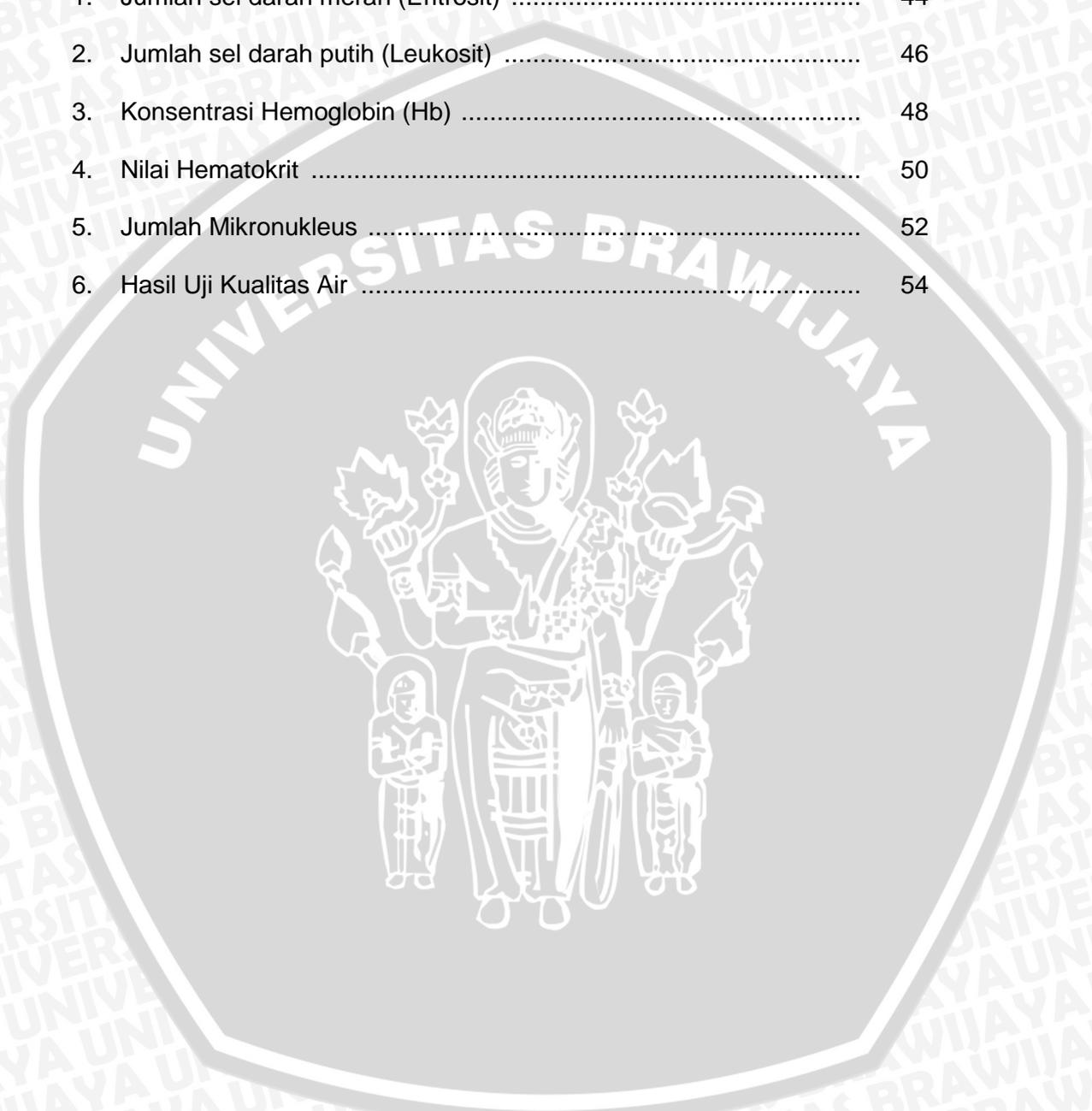
2.7.4. <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	19
2.7.6. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	20
2.7.7. Total Padatan Terlarut (<i>Total Suspended Solid</i>)	21
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	23
3.1 Materi Penelitian	23
3.2 Metode Penelitian.....	23
3.2.1 Teknik Pengumpulan Data	23
3.2.2 Penetapan Stasiun Pengamatan	24
3.2.3 Teknik Pengambilan Ikan	25
3.3 Metode Pemeriksaan Darah.....	25
3.3.1 Metode Pengambilan Darah Ikan	25
3.3.2 Metode Pengamatan Sel Darah Ikan.....	26
3.3.3 Pengamatan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit).....	26
3.3.4 Pengamatan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit).....	28
3.3.5 Perhitungan Konsentrasi Hemoglobin.....	29
3.3.6 Perhitungan Nilai Hematokrit	29
3.3.7 Pengamatan Mikronukleus Pada Sel Darah Ikan.....	30
3.4 Metode Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia.....	31
3.4.1 Suhu (Bloom, 1998).....	31
3.4.2 Pengukuran DO (<i>Dissolved Oxygen</i>) (Bloom, 1998).....	31
3.4.3 Derajat Keasaman (pH) (Bloom, 1998).....	32
3.4.4 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	32
3.4.5 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	34
3.4.6 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	36
3.4.7 Analisa Logam Berat Merkuri (Hg).....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	39
4.1.1 Keadaan Umum Sungai Rejoso Pasuruan.....	39
4.1.2 Stasiun Penelitian 1	40
4.1.3 Stasiun Penelitian 2.....	41
4.1.4 Stasiun Penelitian 3.....	42
4.2 Analisis Morfologi Ikan Wader (<i>Rasbora argyrotaenia</i>).....	43
4.3 Profil Hematologi Ikan Wader (<i>Rasbora argyrotaenia</i>).....	43
4.3.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit).....	43
4.3.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit).....	46
4.3.3 Konsentrasi Hemoglobin (Hb).....	48

4.3.4 Nilai Hematokrit	50
4.3.5 Jumlah Mikronukleus	52
4.4 Parameter Kualitas Air	55
4.4.1 Suhu	56
4.4.2 Derajat Keasaman (pH)	56
4.4.3 Oksigen Terlarut/ <i>Disolved Oxygen</i> (DO)	57
4.4.4 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	59
4.4.5 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	59
4.4.6 Jumlah Padatan Terlarut/ <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	60
4.4.7 Logam Berat Jenis Raksa (Hg)	61
V. KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	70



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah sel darah merah (Eritrosit)	44
2. Jumlah sel darah putih (Leukosit)	46
3. Konsentrasi Hemoglobin (Hb)	48
4. Nilai Hematokrit	50
5. Jumlah Mikronukleus	52
6. Hasil Uji Kualitas Air	54

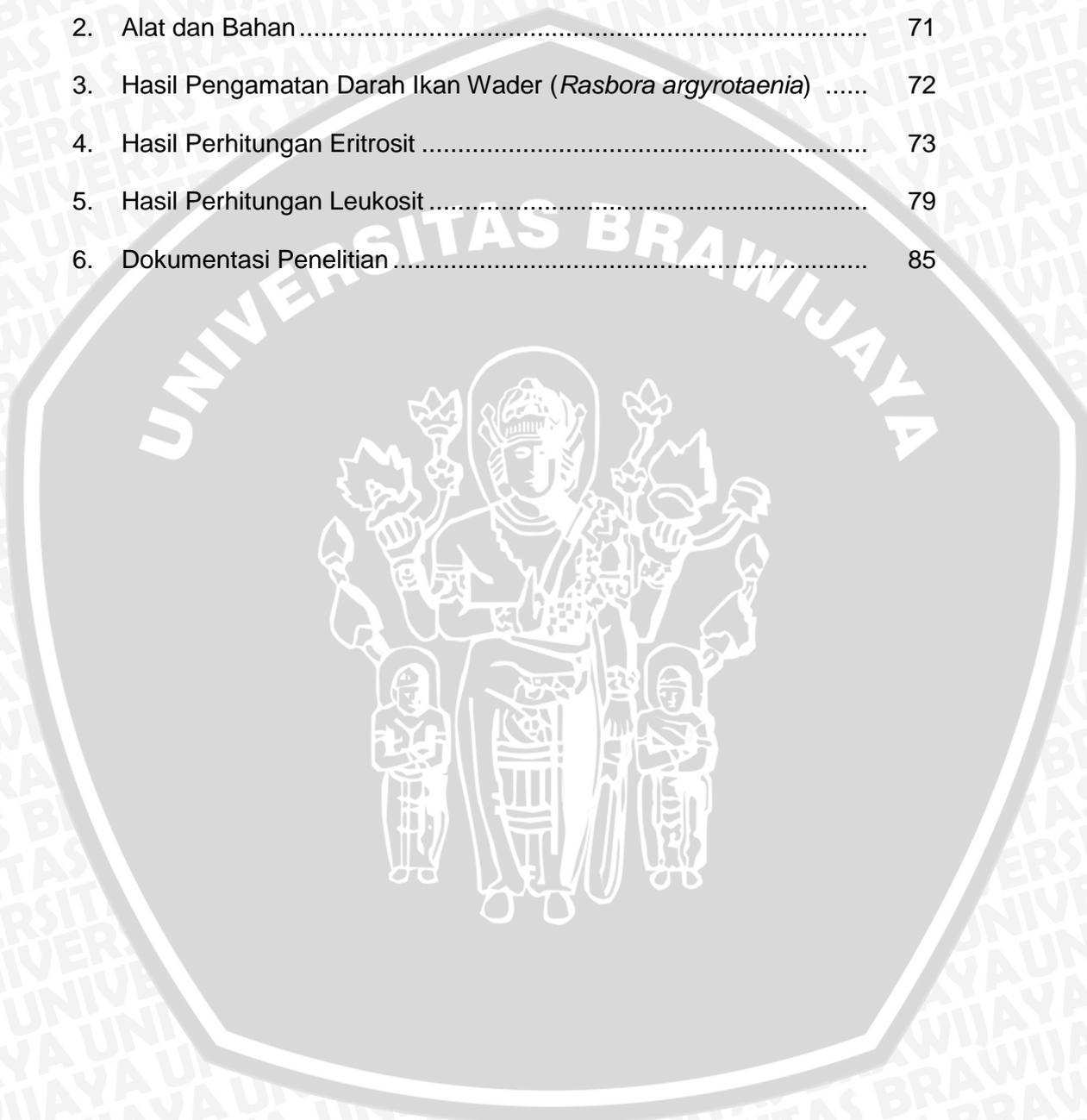


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir rumusan masalah	4
2. Ikan Wader (<i>Rasbora argyrotaenia</i>)	7
3. Sel darah merah (Eritrosit)	10
4. Sel darah putih (Leukosit)	12
5. Mikronukleus	15
6. Sungai Rejoso	40
7. Stasiun Penelitian 1	41
8. Stasiun Penelitian 2	42
9. Stasiun Penelitian 3	42
10. Jumlah sel Eritrosit	45
11. Jumlah sel Leukosit	48
12. Konsentrasi Hemoglobin	50
13. Nilai Hematokrit	52
14. Jumlah Mikronukleus	53
15. Hasil pengamatan Mikronukleus	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Penelitian	70
2. Alat dan Bahan	71
3. Hasil Pengamatan Darah Ikan Wader (<i>Rasbora argyrotaenia</i>)	72
4. Hasil Perhitungan Eritrosit	73
5. Hasil Perhitungan Leukosit	79
6. Dokumentasi Penelitian	85



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan sungai sangat rentan terhadap dampak dari aktivitas industri baik dari wilayah hulu maupun hilir. Adanya aktivitas industri akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan perairan. Limbah tersebut apabila dibuang ke perairan secara terus menerus akan mengakibatkan perubahan kualitas perairan. Salah satu limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri yang berdampak penting terhadap kualitas lingkungan air adalah logam berat (Syahrial, *et al.*, 2013).

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran. Aktivitas kehidupan yang sangat tinggi yang dilakukan oleh manusia ternyata telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tatanan lingkungan hidup. Akibatnya terjadi pergeseran keseimbangan dalam tatanan lingkungan dari bentuk asal ke bentuk baru yang cenderung lebih buruk (Palar, 1994).

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 tahun 2010, menyebutkan bahwa pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Lebih lanjut Dahuri *et al.*, (1996), menjelaskan bahwa masuknya bahan pencemar ke dalam

perairan dapat mempengaruhi kualitas perairan. Apabila bahan yang masuk ke perairan melebihi ambang batas, maka daya dukung lingkungan akan menurun.

Ikan adalah anggota vertebrata *poikiloterm* (berdarah dingin) yang hidup di air dan bernafas dengan insang. Ikan merupakan kelompok vertebrata yang paling beraneka ragam dengan jumlah spesies lebih dari 27.000 di seluruh dunia (Fatkhomi, 2009). Menurut Setyawan (2009), 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.

Profil darah dapat digunakan untuk mengevaluasi respon fisiologi pada ikan. Respon stres pada hewan dapat dilihat dari perubahan kadar hormon kortisol, glukosa darah, hemoglobin, dan hematokrit. Dalam kondisi stres terjadi perubahan jumlah eritrosit, nilai hematokrit dan kadar hemoglobin, sedangkan jumlah leukosit cenderung meningkat. Stres merupakan respon bertahan pada ikan terhadap penyebab stres. Berbagai sumber stres baik berupa faktor lingkungan (suhu, salinitas, ph, cahaya, pemeliharaan) maupun faktor biotik seperti infeksi mikroorganisme akan mempunyai dampak negatif terhadap perubahan fisiologis tubuh hewan. Perubahan tersebut meliputi, gangguan pertumbuhan, produktivitas dan semua aktivitas yang merupakan akibat dari mekanisme homeostasis dalam tubuh yang terganggu. Karakteristik darah dapat digunakan untuk mengevaluasi respon fisiologi pada ikan (Royan *et al.*, 2014). Profil darah seperti hematokrit, leukosit, limfosit, dan granulosit dapat digunakan sebagai salah satu parameter untuk mengetahui sejauh mana proses adaptasi terhadap perubahan salinitas (Verdegem *et al.*, 2008).

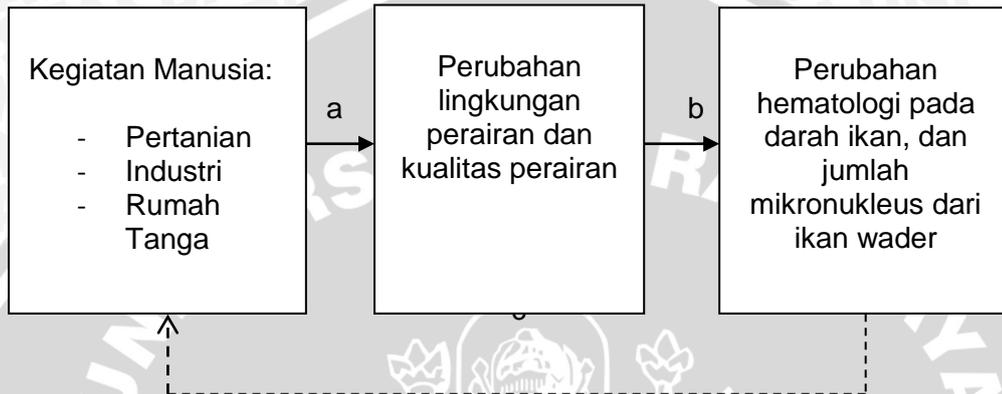
Salah satu cara untuk mengetahui status kesehatan ikan dengan mengamati mikronukleusnya. Mikronukleus terdapat dalam darah ikan, telah sering dijadikan sebagai biomonitoring suatu lingkungan yaitu dengan menggunakan uji mikronukleus. Menurut Ozkan *et al.*, (2011), uji mikronuklei merupakan salah satu dari banyak uji yang paling populer untuk lingkungan yang beracun atau tercemar. Uji mikronukleus dalam sel darah merah (eritrosit) ikan merupakan alternatif untuk mendeteksi gonotoksik di dalam perairan. Semakin tinggi jumlah mikronukleus maka semakin tinggi pencemaran yang ada di perairan tersebut begitu pula sebaliknya semakin rendah jumlah mikronukleus pada ikan maka tingkat pencemaran pada perairan tersebut juga rendah.

Sungai Rejoso merupakan badan air yang terletak di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Aktivitas penduduk sekitar sungai tersebut seperti pertanian, pemukiman, industri dan perikanan dapat mengakibatkan penurunan kualitas air sungai. Penurunan kualitas air sungai ini apabila tidak dikendalikan dapat mengakibatkan dampak negatif pada keanekaragaman biota air (Lestari dan Yulinah, 2011).

Berdirinya sejumlah perusahaan di sekitar Sungai Rejoso Pasuruan yang juga membuang limbah cairnya ke sungai tersebut menjadi salah satu penyebab sungai tersebut tercemar. Salah satunya adalah perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan pupuk cair dan penyedap makanan (*monosodium glutamate*). Perusahaan tersebut diduga kuat telah menjadi penyebab tercemarnya sungai, karena diduga tidak mengelola limbah industrinya dengan baik. Limbah yang tidak dikelola dengan baik ini menyebabkan sumur masyarakat sekitar tercemar dan tidak layak diminum. Tidak hanya mencemari air tanah, limbah pabrik pun diduga telah mencemari tambak-tambak milik masyarakat Desa Arjosari (Afifah dan Harianto, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui bagaimana kualitas air Sungai Rejoso Pasuruan dan kondisi kesehatan ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang tertangkap di sungai tersebut.



Gambar 1. Diagram alir rumusan masalah

Keterangan :

- Kegiatan manusia yang menghasilkan limbah, seperti limbah pertanian, industri dan domestik (rumah tangga) yang di buang ke sungai akan menyebabkan pencemaran.
- Masuknya limbah pertanian, industri dan domestik (rumah tangga) akan mengakibatkan perubahan kualitas air. Limbah yang berlebih akan mengakibatkan perubahan pada kualitas air.
- Perubahan kualitas air akan mempengaruhi kesehatan ikan. Pemeriksaan pada darah ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) akan memberikan informasi bagaimana pencemaran yang terjadi terhadap kondisi kesehatan ikan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui profil hematologi ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang tertangkap di Sungai Rejoso Pasuruan, yang dilihat dari jumlah eritrosit, leukosit, konsentrasi hemoglobin, nilai hematokrit dan jumlah mikronukleusnya.
2. Untuk mengetahui kualitas perairan Sungai Rejoso, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, apakah telah tercemar atau tidak.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai salah satu sumber informasi dan bahan rujukan bagi pemerintah sebagai pembuat kebijakan (*policy maker*) dalam hal membuat kebijakan yang berorientasi pada pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Rejoso, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur dan analisis Hematologi dilaksanakan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang, pada bulan April – Juni 2015.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah salah satu ekosistem perairan yang dipengaruhi oleh banyak faktor, baik oleh aktivitas alam maupun aktivitas manusia. Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Air hujan yang jatuh di atas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk-bentuk kecil, kemudian menjadi alur sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut (Loebis *et al*, 1993).

Sungai merupakan sumber air permukaan yang dapat memberikan banyak manfaat bagi makhluk hidup. Dari mata air sebagai awal mengalirnya air kemudian melintasi bagian-bagian alur sungai hingga akhirnya sampai ke bagian hilir sungai. Proses ini terjadi secara dinamis, yang bergantung pada musim, karakteristik alur sungai, dan pola hidup manusia di sekitarnya (Sukadi, 1999).

Sungai Rejoso merupakan badan air yang terletak di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Aktivitas penduduk sekitar sungai tersebut seperti pertanian, pemukiman, industri, dan perikanan mengakibatkan penurunan kualitas air sungai yang memberikan dampak negatif pada keanekaragaman biota air. Belakangan ini diketahui bahwa semakin menuju ke laut kondisi kualitas air sungai semakin menurun akibat adanya pencemaran dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh penduduk sekitar sungai Rejoso (Lestari dan Yulinah, 2011).

2.2 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

Klasifikasi Ikan Wader menurut menurut Nelson (1984) dan Kottelat (1993) dalam Dina (2008), adalah sebagai berikut :

Filum : Chordata

Kelas : Osteichthyes

Ordo : Cypriniformes

Famili : Cyprinidae

Genus : *Rasbora*

Spesies : *Rasbora argyrotaenia*

Nama Indonesia : Wader pari, Luncar andong, Luncar pare, Paray, Cecereh, Pantau, Seluang (Saanin, 1968).



Gambar 2. Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)
Sumber : fishbase.org, 2015

Menurut Kottelat (1993) dan Sterba, (1969) dalam Dina (2008), Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) memiliki ciri morfologi batang ekor dikelilingi 14 sisik; 1-1½ sisik antara gurat sisi dan awal sirip perut; garis warna gelap memanjang berawal dari operkulum sampai pangkal sirip ekor dan membatasi bagian belakang badannya; jarak dorso-hypural jika ditarik ke depan akan terletak pada mata atau di depan mata. Variasi bentuk badan dan warna pada spesies ini banyak sekali. Panjang standar ikan ini dapat mencapai 110 mm, dan panjang total 17 cm. Daerah penyebaran *Rasbora argyrotaenia* yaitu Jepang, China, Thailand, Kepulauan Malay dan Indonesia di Sumatera, Borneo dan Jawa. Ikan

betina memiliki perut yang cembung dan semua sirip hampir tidak berwarna. Ikan jantan memiliki tubuh yang lebih langsing.

Rasbora spp juga termasuk ikan yang aktif. Suhu lingkungan perairan yang sesuai untuk kelompok ikan ini adalah sekitar 24-25⁰C. Makanan kelompok *Rasbora* spp beragam khususnya krustasea kecil dan larva akan lebih disukai. Telur ikan yang sudah dibuahi akan menetas setelah 24-30 jam dan akan menempel pada tumbuhan air. Setelah menetas anak ikan dapat berenang bebas setelah 3-5 hari. Pertumbuhan ikan muda akan cepat jika makanan hidup tersedia (Dina, 2008).

Ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) merupakan salah satu sumber daya ikan yang bernilai ekonomi tinggi. Penangkapan ikan ini biasanya dilakukan terutama pada musim hujan dan selama ini dilakukan penangkapan secara langsung dari habitat alaminya. Dalam upaya menjaga kelestarian sumberdaya ikan wader perlu diupayakan pengaturan dan pengelolaan yang ditunjang oleh beberapa informasi biologi dari ikan wader (Diana, 2007).

2.3 Hematologi Ikan

Menurut Anderson dan Siwicki (1995) dalam Andayani *et al.*, (2014), hematologi merupakan ilmu yang mempelajari komponen sel darah beserta kelainan fungsional dari sel tersebut. Analisis karakteristik sel darah dapat memberikan beberapa informasi mengenai keberadaan suatu penyakit yang ditemukan dalam tubuh organisme tersebut. Sedangkan menurut Royan *et al.*, (2014), profil darah dapat digunakan untuk mengevaluasi respon fisiologi pada ikan. Respon stres pada hewan dapat dilihat dari perubahan kadar hormon kortisol, glukosa darah, hemoglobin, dan hematokrit.

Menurut Affandi *et al.*, (2005), bahwa komposisi darah ikan diantaranya air yang mencakup 91 – 92 %, protein sekitar 8 – 9 % yang terdiri dari serum globin

dan fibrinogen, garam anorganik dalam bentuk ion sekitar 0,9 % seperti : CL, CO₃²⁻, HCO⁻³, SO₄⁻², PO₄⁻⁴, L dan kation : Na⁺, k⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺. Subtansi organik terdiri dari : non-protein nitrogen, misalnya lipid, karbohidrat, glukosa, garam ammonium, urea, asam urat dan gas terlarut dalam plasma. Berbagai kandungan lain seperti hormon, enzim dan anti toksin. Sel darah ikan memiliki inti yang menonjol dengan jumlah ± 2 juta mm³ dan memiliki ukuran yang cukup konsisten yaitu umumnya sekitar 12 x 3 μ dan memiliki sitoplasma yang kecil. Menurut Johnny *et al.*, (2003), berdasarkan warnanya sel darah dibagi menjadi dua yaitu sel darah merah dan sel darah putih. Darah mengandung sel – sel yang dirancang untuk mencegah infeksi, menghentikan pendarahan dan mengangkut hormon.

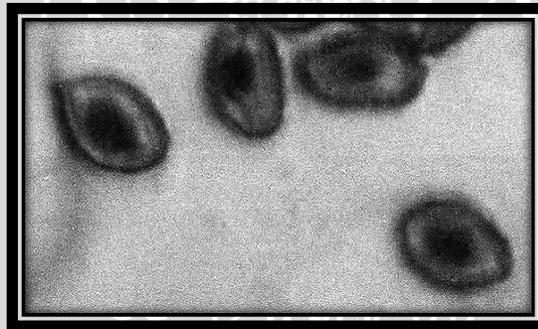
Menurut Purwanto (2006), pemeriksaan darah ikan dapat dilakukan dilakukan untuk memantapkan diagnose suatu penyakit, karena terjadinya gangguan fisiologis ikan akan menyebabkan perubahan pada komponen - komponen darah yang selanjutnya akan dapat menentukan kondisi atau status kesehatan ikan. Perubahan komponen darah dapat terjadi secara kualitatif maupun kuantitatif baik dari segi gambaran sel maupun analisis bahan kimianya. Untuk mengetahui kondisi kesehatan ikan bisa dilihat pada gambaran darah ikan.

2.3.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stres dan suhu lingkungan. Jumlah eritrosit pada teleostei berkisar antara 1,05 x 10⁶ sel/mm³ sampai 3,0 x 10⁶ sel/mm³ (Roberts, 2001). Sedangkan menurut Chinabut *et al.*, (1991) melaporkan bahwa eritrosit yang matang berbentuk oval sampai bundar dengan inti yang kecil dan sitoplasma dalam jumlah yang besar. Eritrosit dan retikulosit dibuat di organ ginjal terutama ginjal anterior (*pronephros*)

dan limpa. Inti sel akan berwarna ungu dan dikelilingi oleh plasma berwarna biru tua dengan pewarnaan Giemsa.

Menurut Komariah (2009), fungsi utama dari sel – sel darah merah atau eritrosit yaitu sebagai pengangkut hemoglobin dan sebagai pengangkut oksigen dari paru paru. Selain mengangkut hemoglobin, eritrosit juga mempunyai fungsi lain seperti mengkatalis reaksi antara karbon dioksida dan air, sehingga meningkatkan kecepatan reaksi bolak – balik ini beberapa ribu kali lipat. Cepatnya reaksi ini membuat air dalam darah bereaksi dengan banyak sekali karbon dioksida dan dengan demikian mengangkutnya dari jaringan menuju paru – paru dalam bentuk ion bikarbonat (HCO_3^-). Hemoglobin yang terdapat sel dalam sel juga merupakan dapar asam-basa (seperti juga pada kebanyakan protein), sehingga sel darah merah bertanggung jawab untuk sebagian besar daya pendaparan seluruh darah. Gambar sel darah merah (eritrosit) contohnya pada ikan suram (*Alburnus alburnus*) dapat dilihat pada **Gambar 3**.



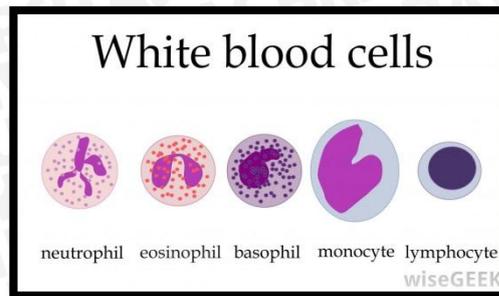
Gambar 3. Eritrosit pada ikan suram (*Alburnus alburnus*) (Arnaudova *et al.*, 2008)

2.3.2 Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah juga mempunyai peran yang sangat penting dalam sistem kekebalan, terutama sel darah putih atau leukosit. Jenis – jenis leukosit mempunyai beberapa fungsi dalam melawan benda asing yang masuk ke dalam tubuh (Johnny *et al.*, 2003). Leukosit atau sel darah putih pada ikan merupakan

bagian penting dari sistem pertahanan tubuh yang bersifat non-spesifik. Sel – sel ini berfungsi untuk memangsa pathogen yang masuk ke dalam tubuh. Leukosit dapat dibagi menjadi 4 bagian besar yaitu granulosit, trombosit, limfosit dan monosit. Leukosit merupakan jenis sel yang aktif di dalam sistem pertahanan tubuh. Setelah dihasilkan di organ timus dan ginjal, leukosit kemudian diangkut dalam darah menuju ke seluruh tubuh (Irianto, 2005). Menurut Moyle & Cech (2004), leukosit merupakan sel darah yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh. Leukosit membantu membersihkan tubuh dari benda asing, termasuk invasi patogen melalui sistem tanggap kebal dan respon lainnya. Ikan yang sakit akan menghasilkan banyak leukosit untuk memfagosit bakteri dan mensintesa antibodi. Jumlah leukosit total pada ikan secara umum lebih sedikit (20.000 – 150.000 sel/mm³) dibandingkan dengan jumlah eritrosit.

Leukosit merupakan komponen penting, mempunyai peran dalam sistem kekebalan tubuh ikan. Peningkatan jumlah sel darah putih ini merupakan respon dalam bentuk proteksi terhadap adanya sel asing termasuk adanya infeksi bakteri yang masuk ke tubuh ikan. Hasil produksi leukosit akan diarahkan menuju daerah terinfeksi sebagai pertahanan ikan. Naiknya jumlah leukosit merupakan indikator adanya infeksi yang mengakibatkan terjadinya inflamasi (Suhermanto, *et al.*, 2011). Menurut Bijanti (2005), bahwa ikan mempunyai sel darah putih (leukosit) yang cukup banyak antara 137.000/mm³ – 798.000/mm³. Persentase leukosit dan keseluruhan sel darah yang beredar pada spesies ikan berbeda – beda. Proses pembentukan leukosit pada mamalia terbatas pada sumsum tulang limpa, sedangkan pada ikan selain pada tempat – tempat tersebut juga pada ginjal dan *thymus* turut berperan dalam proses pembentukan leukosit. Gambar sel darah putih (leukosit) dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Sel Darah Putih (Leukosit) dan macamnya (Bijanti, 2005)

2.3.4 Konsentrasi Hemoglobin

Lagler *et al.*, (1977) mengatakan, bahwa kadar Hemoglobin (Hb) dalam darah ikan berkaitan dengan jumlah eritrosit. Hemoglobin mengangkut oksigen dalam ikatan dengan Fe (besi) dari darah. Kadar hematokrit yang tidak normal dapat dijadikan petunjuk mengenai rendahnya kandungan protein pakan atau ikan mendapat infeksi (Blaxhall 1972 *dalam* Anderson, 1990).

Menurut Santoso (1998), keadaan stres dapat mempengaruhi aktivitas fisiologis dan kadar hemoglobin pada ikan. Keadaan fisiologis darah ikan sangat bervariasi, tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan pH (Adelbert, 2008 *dalam* Safitri *et al.*, 2013). Sedangkan menurut Svobodova dan Vyukusova (1991) *dalam* Maswan (2009), penentuan kadar hemoglobin dalam cairan darah berguna untuk melihat kesehatan ikan serta hubungan antara darah dan hormon pada ikan. Kadar hemoglobin adalah banyaknya hemoglobin (gram) per 100cc volume darah.

Menurut Salasia *et al.*, (2001), kadar hemoglobin normal pada ikan nila berkisar 5,05-8,33 Gr%. Rendahnya kadar hemoglobin berdampak pada jumlah oksigen yang rendah pula didalam darah. Banyak faktor yang mempengaruhi rendah nya kadar hemoglobin. Menurut Dellman and Brown (1989), kadar hemoglobin dibawah kisaran normal mengindikasikan rendahnya kandungan

protein pakan, defisiensi vitamin dan kualitas air buruk atau ikan mandapat infeksi.

2.3.5 Nilai Hematokrit

Hematokrit merupakan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap pengukuran volume sel darah merah. Kadar hematokrit adalah persentase volume sel darah merah dalam darah yang diperoleh dari sampel darah total yang ada di tabung kapiler. Seiring meningkatnya jumlah eritrosit maka nilai hematokrit ikut meningkat pula (Sukenda *et al.*, 2008).

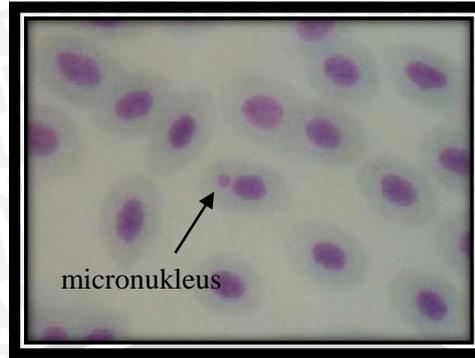
Hematokrit adalah angka yang menunjukkan persentase zat padat dalam darah terhadap cairan darah. Hematokrit digunakan mengukur perbandingan antara eritrosit dengan plasma, sehingga hematokrit memberikan rasio total eritrosit dengan total volume darah dalam tubuh. Nilai hematokrit dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah eritrosit (Ganong, 1995 *dalam* Dosim *et al.*, 2013).

Menurut Svobodova & Vyukusova (1991) *dalam* Maswan (2009), penentuan kadar hematokrit dalam cairan darah berguna untuk melihat kesehatan ikan serta hubungan antara darah dan hormon pada ikan. Kadar hematokrit yaitu persentase volume sel darah merah pada ikan mas berkisar antara 28 – 40%. Sedangkan menurut Bonn (1979) *dalam* Royan *et al.*, (2014), nilai hematokrit pada ikan teleostei berkisar antara 20-30%, dan pada beberapa spsies ikan laut sekitar 42%.

2.4 Mikronukleus (Mn)

Uji mikronukleus atau mikronuklei dalam sel darah merah (eritrosit) ikan merupakan alternatif untuk mendeteksi gonotoksik di dalam perairan. Menurut Lusiyanti dan Abdul (1999), sel terdiri dari dua komponen utama yaitu sitoplasma yang berisi berbagai organel sel untuk menjalankan aktivitas sel dan inti sel (nukleus) yang mengandung kromosom. Mikronukleus atau 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). Bahwa terbentuknya mikronukleus ini berasal dari fragmen asentrik atau kromosom yang tertinggal pada waktu sel melakukan mitosis sebagai hasil kerusakan atau cacat pada perlengkapan benang kromosom, sehingga mikronukleus ini mulai terbentuk pada stadium telofase. Bila dilihat dari kontribusinya, frekuensi mikronuklei yang berasal dari asentrik fragmen berkisar antara 80-90 % dari total mikronukleus, sedangkan mikronukleus yang berasal dari kromosom akibat kelainan fungsi sentromer adalah sekitar 5%, dan mikronukleus dari disentrik yang merupakan mikronukleus besar (*large mikronukleus*) juga sekitar 5 %. Sedangkan menurut Lusiyanti dan Alatas (2011), mikronukleus terbentuk dari fragmen asentrik yang gagal bergabung dengan sel anak selama proses pembelahan sel. Dapat juga terbentuk dari sebuah kromosom yang tertinggal, atau tidak terbawa dalam proses mitosis, atau terjadi akibat konfigurasi kromosom yang kompleks, pada waktu proses anafase. Kriteria mikronukleus di antaranya yaitu diameter kurang dari seperlima diameter nukleus ($10\mu\text{m}$), terletak dalam sitoplasma dan di luar nukleus, tidak ada kontak dengan nukleus. Mikronukleus terbentuk akibat kerusakan struktur dari kromosom yang terjadi pada fase G₀-G₁ dari siklus sel, sehingga mikronukleus muncul setelah sel mengalami pembelahan inti. Gambar mikronukleus dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Mikronukleus pada ikan nila akibat terkena dampak nuklir (Ozkan *et al.*, 2011)

Mikronukleus adalah sitoplasma badan kromatin yang mengandung fragmen kromosom asentrik atau kromosom tertinggal selama anafase dan gagal untuk menjadi inti sel selama pembelahan sel. Karena kerusakan genetik yang menghasilkan kelainan sehingga menyebabkan pembentukan mikronukleus, kejadian mikronukleus berfungsi sebagai indeks dari jenis kerusakan. Dari penyimpangan kromosom, uji mikronukleus telah banyak digunakan untuk menguji bahan kimia yang menyebabkan jenis kerusakan (Ali *et al.*, 2008). Menurut Fenech (2000), bahwa mikronukleus adalah pembelahan sel yang berupa pecahan sentromer atau kromosom atau seluruh kromosom sehingga tidak dapat melakukan perjalanan ke kutub selama pembelahan mitosis.

2.5 Bahan Pencemar dan Pencemaran Air

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 lingkungan, polutan dikelompokkan menjadi 2, yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik. Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (badan air) secara alami, contohnya akibat tanah longsor, letusan gunung berapi, banjir dan fenomena alam yang lain. Polutan

antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, contohnya kegiatan domestik (rumah tangga), kegiatan urban (perkotaan) maupun kegiatan industri (Effendi, 2003).

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat – sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam semesta ini tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, namun bukan berarti bahwa semua air sudah tercemar. Air permukaan dan air sumur pada umumnya mengandung bahan – bahan metal terlarut, seperti Na, Mg, Ca dan Fe. Air yang mengandung komponen – komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air sadah. Adanya benda – benda asing yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya secara normal disebut dengan pencemaran air (Kristanto, 2002).

Beberapa pencemaran di sungai tentunya diakibatkan oleh kehidupan disekitarnya baik pada sungai itu sendiri maupun perilaku manusia sebagai pengguna. Pengaruh dominan terjadinya pencemaran yang sangat terlihat adalah kerusakan yang diakibatkan oleh manusia dalam kuantitas tergantung dari pola kehidupannya. Setiap pinggiran sungai yang padat dengan pemukiman, dipastikan akan terlihat saluran – saluran buangan yang menuju ke badan sungai. Sehingga apabila dikumulatifkan dari beberapa saluran buangan maka akan menjadikan buangan yang cukup tinggi (Sukadi, 1999).

2.6 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemaran Oleh Darah

Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami tiga macam proses akumulasi yaitu fisik, kimia dan biologis. Buangan limbah industri yang mengandung bahan berbahaya dengan toksisitas yang tinggi dan kemampuan biota untuk menimbun logam bahan pencemar mengakibatkan bahan pencemar langsung terakumulasi secara fisik dan kimia lalu mengendap di

dasar laut. Melalui rantai makanan terjadi metabolisme bahan berbahaya secara biologis dan akhirnya akan mempengaruhi kesehatan manusia. Akumulasi melalui proses biologis inilah yang disebut dengan bioakumulasi (Hutagalung, 1984).

Bahan Pencemar (racun) masuk ke tubuh organisme atau ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat pemukiman atau tempat absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa transpor melintasi 22 membran. Proses transportasi dapat berlangsung dengan 2 cara : transpor pasif (yaitu melalui proses difusi) dan transpor aktif (yaitu dengan sistem transpor khusus, dalam hal ini zat lazimnya terikat pada molekul pengemban). Bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan kulit (Hutagalung, 1984).

Menurut Darmono (2001), logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu: saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Di dalam tubuh hewan logam diabsorpsi darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh.

2.7 Parameter Kualitas Air

2.7.1 Suhu

Suhu air merupakan factor yang sangat penting untuk kehidupan akuatik. Suhu mengontrol tingkat metabolisme dan aktivitas reproduksi, dan menentukan spesies ikan yang dapat bertahan hidup. Suhu juga memberikan efek pada konsentrasi oksigen terlarut dan berpengaruh pada aktivitas bakteri dan kimia toksik dalam air (Murphy, 2007).

Peningkatan suhu akan menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O_2 , CO_2 , NO_2 , NH_4 dan sebagainya (Haslam *dalam* Effendi, 2003). Selain itu, peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar $10\text{ }^\circ\text{C}$ menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat.

2.7.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hydrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa (Nybakken, 1988). pH berpengaruh terhadap kehidupan biota air terutama ikan, dimana pengaruhnya yaitu jika pH menurun maka ikan akan mengalami kondisi yang stress. Sebagian biota akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Novotny dan Olem, 1994 *dalam* Effendi, 2003).

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion Hidrogen dalam suatu larutan. Dalam air yang bersih jumlah konsentrasi ion H^+ dan OH^- berada dalam keseimbangan sehingga air yang bersih akan bereaksi netral. Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan nilai kisaran toleransi antara asam lemah dan basa lemah. pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik umumnya berkisar antara 7-8,5. Kondisi perairan yang sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam yang bersifat toksik (Barus, 2004).

2.7.3. Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen*)

Menurut Effendi (2003), oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut di alam perairan bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan atmosfer semakin rendah. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan masa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Difusi oksigen ke dalam air dapat terjadi secara langsung pada kondisi air diam (*stagnant*).

Menurut Wardhana (2004), pada umumnya air lingkungan yang tercemar oksigennya sangat rendah, hal ini dikarenakan oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap. Jumlah oksigen yang dapat larut dalam air terbatas. Ini berarti bahwa ada titik jenuh bagi air dalam melarutkan oksigen. Jumlah oksigen dalam air pada keadaan normal adalah lebih kurang 5,8 mg/L, pada suhu 26°C (Dwiponggo, 1983). Selanjutnya Djajasewaka (1985), apabila kandungan oksigen terlarut dalam air makin rendah maka nafsu makan ikan makin menurun.

2.7.4. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Menurut Effendi (2003), BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air (Davis dan Cornwell, 1991). Dengan kata lain, BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh respirasi

mikroba aerob yang terdapat dalam botol BOD yang diinkubasi pada suhu sekitar 20 °C selama lima hari, dalam keadaan tanpa cahaya (Boyd, 1988).

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik ini diartikan bahwa bahan organik ini digunakan sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi. Makin banyak bahan organik yang didegradasi makin berkurang kadar oksigen yang tersisa, sehingga akhirnya habis. Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan (Salmin, 2005).

Perairan dengan nilai BOD₅ tinggi mengindikasikan bahwa bahan pencemar yang ada dalam perairan tersebut juga tinggi, yang menunjukkan semakin besarnya bahan organik yang terdekomposisi menggunakan sejumlah oksigen di perairan (Pujiastuti *et al.*, 2013).

2.7.6. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand atau COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990 dalam Hariyadi, 2004). Menurut Maier *et al.*, (2009), COD dibutuhkan untuk mengoksidasi semua karbon organik menjadi CO₂ dan H₂O. Satu gram karbohidrat atau 1 gram protein setara dengan 1 gram COD. Secara normal, jumlah COD adalah sekitar 0,5. Ketika rasio ini turun di bawah 0,3, itu berarti bahwa sampel mengandung sejumlah besar senyawa organik yang tidak mudah dibiodegradasi.

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam O₂/l. Dengan mengukur nilai COD maka akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses

oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis (Barus, 2004).

Nilai COD menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan oleh oksidator oksidator kalium dikromat untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah menjadi karbondioksida dan uap air. Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Bakteri dapat mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. Kalium dikromat dapat mengoksidasi lebih banyak lagi, sehingga menghasilkan nilai COD yang lebih tinggi dari BOD air yang sama (Sastrawijaya, 2000 dalam Pujiastuti *et al.*, 2013).

2.7.7. Total Padatan Terlarut (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) suatu contoh air adalah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume air tertentu, dengan satuan mg perliter (Sastrawijaya, 2000). Padatan tersuspensi terdiri dari komponen terendapkan, bahan melayang dan komponen tersuspensi koloid. Padatan tersuspensi mengandung bahan anorganik dan bahan organik. Bahan anorganik antara lain berupa liat dan butiran pasir, sedangkan bahan organik berupa sisa-sisa tumbuhan dan padatan biologi lainnya seperti sel alga, bakteri dan sebagainya (Marganof, 2007), dapat pula berasal dari kotoran hewan, kotoran manusia, lumpur dan limbah industri (Sastrawijaya, 2000 dalam Pujiastuti *et al.*, 2013).

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter >1 μ m) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori 0,45 μ m. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh erosi tanah yang terbawa

kebadan air. Bahan-bahan terlarut dan tersuspensi pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan, terutama TSS dapat meningkatkan nilai kekeruhan, yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis (Effendi, 2003).



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang dibahas dalam penelitian ini adalah darah ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang meliputi eritrosit, leukosit, nilai hematokrit, konsentrasi hemoglobin dan mikronukleus. Ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) diambil dari Sungai Rejoso, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Lokasi pengambilan ikan dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif observasional dengan pengambilan sampel secara acak atau random. 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 arena itu tidak akan terungkap dalam wawancara.

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Menurut Suryabrata (1987), data primer yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti (atau petugas – petugasnya) dari sumber pertamanya. Menurut Azwar (2010), data primer atau data tangan pertama adalah data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian dengan mengenakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subjek sebagai sumber informasi yang dicari.

Data primer tersebut dapat diperoleh dengan cara observasi dan wawancara. Pengambilan data secara observasi ini meliputi pengambilan sampel darah ikan

wader (*Rasbora argyrotaenia*) di Sungai Rejoso, Pasuruan yang dilakukan setiap 1 (satu) minggu sekali selama 2 (dua) minggu, dengan pengulangan sebanyak 3 kali setiap pengambilan sampel, dan pengukuran kualitas air, yang meliputi suhu, pH, DO, BOD, COD dan TSS. Serta logam berat jenis raksa (Hg).

b. Data Sekunder

Menurut Azwar (2010), data sekunder atau data tangan kedua adalah data yang diperoleh lewat pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya. Data sekunder biasanya berwujud dokumentasi atau data laporan yang telah tersedia. Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari jurnal, majalah, internet, buku – buku serta instansi pemerintahan yang terkait guna menunjang keberhasilan penelitian.

3.2.2 Penetapan Stasiun Pengamatan

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu ditetapkan tempat pengambilan sampel atau stasiun dengan melihat lokasi dan kondisi sungai agar memudahkan mekanisme pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan di sepanjang Sungai Rejoso, Pasuruan, di tiga lokasi atau stasiun yang berbeda. Penentuan stasiun didasarkan pada jarak lokasi dengan pipa pembuangan limbah industri dengan titik koordinat sebagai berikut:

- Stasiun 1 : sebelum pembuangan limbah pabrik pupuk cair dan MSG, sedikit pemukiman warga dan lahan pertanian;
- Stasiun 2 : setelah atau dekat dengan pembuangan limbah pabrik pupuk cair dan MSG;
- Stasiun 3 : daerah dekat lahan pertanian luas, pemukiman penduduk, tambak-tambak ikan milik warga sekitar dan peternakan skala rumah tangga.

3.2.3 Teknik Pengambilan Ikan

Pengambilan sampel ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) dilakukan dengan bantuan warga sekitar Sungai Rejoso Pasuruan yang berprofesi sebagai nelayan dengan menggunakan alat tangkap jaring. Pengambilan ikan dilakukan di 3 (tiga) stasiun berbeda yang sudah ditentukan sebelumnya, kemudian dari masing-masing stasiun tersebut juga dilakukan pengukuran kualitas airnya. Stasiun 1 (satu) merupakan daerah sebelum pembuangan limbah pabrik pupuk cair dan MSG, sedikit pemukiman warga dan lahan pertanian. Stasiun 2 (dua) merupakan daerah setelah atau dekat dengan pembuangan limbah pabrik pupuk cair dan penyedap makanan (*monosodium glutamate*). Sedangkan stasiun 3 (tiga) merupakan daerah daerah dekat lahan pertanian luas, pemukiman penduduk, tambak- tambak ikan milik warga sekitar dan peternakan skala rumah tangga. Pengambilan sampel dilakukan setiap 1 (satu) minggu sekali selama 2 (dua) minggu. Masing-masing stasiun diambil 3 (tiga) ekor ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) sebagai ulangan, sehingga jumlah ikan yang diambil seluruhnya sebanyak 18 (delapan belas) ekor. Kemudian untuk parameter kualitas air yang diteliti yaitu parameter fisika (suhu) dan parameter kimia (pH, DO, BOD, COD dan TSS). Juga ditambah uji logam berat jenis Raksa (Hg) sebagai data pendukung.

3.3 Metode Pemeriksaan Darah

3.3.1 Metode Pengambilan Darah Ikan

Pengambilan sampel darah ikan menurut Bijanti (2005), adalah sebagai berikut:

1. Membius ikan dengan menggunakan larutan anastesi. Dengan cara menyuntikannya melalui pembuluh darah.

2. Menyiapkan mikro spuit lengkap dengan jarumnya, mengambil larutan antikoagulan dengan jarum *syringe* sampai memenuhi seluruh dinding jarum *syringe*.
3. Mengeluarkan larutan antikoagulan (untuk mencegah menggumpalnya darah) dari spuit, disisakan larutan tersebut sebanyak $\pm 50 \mu\text{l}$ dalam spuit.
4. Menusukkan jarum/spuit yang telah berisi larutan antikoagulan pada garis tengah tubuh di belakang sirip anal di daerah *Linea Lateralis*.
5. Memasukkan jarum kedalam *musculus* sampai mencapai tulang belakang (*columna spinal*).
6. Memastikan tidak ada gelembung air yang masuk kedalam spuit, kemudian ditarik perlahan – lahan sampai darah masuk kedalam spuit.
7. Setelah didapatkan, kemudian memasukkan darah ke dalam tabung endov

3.3.2 Metode Pengamatan Sel Darah Ikan

Setelah dilakukan pembuatan preparat ulas selanjutnya dilakukan persiapan pengamatan darah ikan dengan prosedur menurut Bijanti (2005), sebagai berikut:

1. Mengambil contoh darah satu tetes, diletakkan di atas objek glass dan dibuat hapusan 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 di bawah mikroskop.

3.3.3 Pengamatan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Menurut Bijanti (2005), peralatan yang digunakan untuk pengamatan jumlah sel darah merah (eritrosit) adalah pipet eritrosit ukuran $11 \mu\text{L}$, cover glass, kamar

hitung Haemocytometer, Mikroskop Cahaya serta Hand Tally Counter. Bahan yang digunakan adalah sampel darah ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*), Natrium Sitrat 3,8% (antikoagulan) dan larutan hayem, yang berfungsi sebagai pengencer sel darah merah sekaligus menghancurkan seluruh sel darah kecuali sel darah merah.

Prosedur kerja : darah ikan yang telah dicampur dengan anti koagulan di ambil 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 sedikit (20 μ L) dan dimasukkan dalam *Haemocytometer* kemudian 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.

- Perhitungan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, fokus diatur dahulu dengan memakai lensa obyektif 10X, diatur sehingga gambaran kamar hitung bujur sangkar dengan jelas batasnya serta distribusi sel darah merah tampak jelas. Selanjutnya lensa obyektif di ubah 45X dengan hati – hati dan sel darah merah dihitung pada kotak bujur sangkar kecil (warna merah), sel yang menyinggung garis batas sebelah kiri atau garis atas haruslah dihitung, sedangkan sel yang menyinggung garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung (Bijanti, 2005).

Jumlah eritrosit dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan :

N = jumlah eritrosit terhitung
(Bijanti, 2005).

3.3.4 Pengamatan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Pengamatan sel darah putih (leukosit) dalam penelitian ini mengikuti prosedur menurut Bijanti (2005). Darah ikan yang telah tercampur 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 pembesaran 40x dan dihitung banyaknya jumlah leukosit.

- Penghitungan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan atau diafragma dikecilkan, kamar hitung dengan bidang bergarisnya diletakkan dibawah lensa obyektif dan fokus mikroskop diarahkan pada garis – garis tersebut. Leukosit dihitung pada keempat bidang besar (kotak warna hijau). Perhitungan dimulai dari sudut kiri atas, terus ke kanan, kemudian turun ke bawah dan dari kanan ke kiri. Cara seperti ini dilakukan pada keempat bidang besar. Penghitungan dilakukan dengan catatan sel yang menyinggung garis

batas sebelah kiri atau garis batas sebelah kanan atau garis bawah tidak boleh dihitung (Bijanti, 2005). Jumlah Leukosit dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan :

N = Jumlah leukosit terhitung
(Bijanti, 2005).

3.3.5 Perhitungan Konsentrasi Hemoglobin

Perhitungan konsentrasi Hemoglobin menurut Wedemeyer dan Yasutake (1977) dalam Wahjuningrum *et al.*, (2008), adalah sebagai berikut :

Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan dengan metode Sahli. Prinsip metode ini adalah mengkonversikan Hemoglobin dalam darah ikan ke dalam bentuk asam hematin oleh asam klorida. Darah dihisap menggunakan pipet Sahli sampai skala 20 mm³ dan dipindahkan ke dalam tabung Hemoglobin yang berisi HCL 0,1 N sampai skala 10 (warna kuning), didiamkan 3-5 menit agar Hemoglobin bereaksi dengan HCL membentuk asam hematin. Kemudian diaduk dan ditambahkan akuades sedikit demi sedikit hingga warnanya sama dengan warna standar. Pembacaan skala dilakukan dengan melihat tinggi permukaan larutan yang dicocokkan dengan lajur Gr%, yang berarti banyaknya Hemoglobin dengan gram per 100 ml darah.

3.3.6 Perhitungan Nilai Hematokrit

Pemeriksaan nilai hematokrit dilakukan menggunakan metode mikrohematokrit. Mikrohematokrit berheparin (pipa kapiler tempat sampel darah yang akan diamati) dimasukan ke dalam sampel darah yang telah dikoleksi, hingga darah mengisi kurang lebih tiga per empat (3/4) bagian pipa kapiler tersebut. Selain itu salah satu ujung pipa kapiler disumbat dengan cara

ditusukkan pada lilin penyumbat. Kemudian disentrifugasi selama 5 menit menggunakan *microhematocrit centrifuge* dengan kecepatan 1.500 rpm. Selain itu dibaca dengan menggunakan *hematocrit reader* dan hasilnya dinyatakan dalam % (Vonti, 2008).

Adapun cara pengukuran hematokrit dengan menggunakan metode mikrohematokrit menurut Santosa dan Waenah (2005), dilakukan dengan langkah berikut : (1) Tabung mikro kapiler tanpa antikoagulan diisi dengan darah yang mengandung EDTA 10% yang masing-masing pada volume 10 ul dan 50 ul sampai volume $\frac{3}{4}$ tabung kapiler. (2) Salah satu ujung tabung mikro kapiler disumbat dengan alat khusus (malam) atau dibakar. Kemudian dimasukkan ke dalam alat mikro sentrifuge dengan bagian yang disumbat mengarah ke luar. (3) Disentrifuse dengan kecepatan 11.000-16.000 rpm selama 5 menit. Hasil dibaca volume darah yang dipadatkan menggunakan skala hematokrit dalam satuan persen.

3.3.7 Pengamatan Mikronukleus Pada Sel Darah Ikan

Sampel darah perifer diperoleh dari *vena caudal* dari sampel ikan dan dioleskan pada *slide* yang bersih. Setelah difiksasi dalam etanol murni selama 20 menit, *slide* dibiarkan kering udara dan kemudian dilanjutkan dengan pewarnaan Giemsa 10% selama 25 menit. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop "Olympus CX21". Lima *slide* dibuat dari masing – masing ikan 1.000 eritrosit dilakukan skoring dari setiap *slide* diamati di bawah perbesaran 1000X untuk menentukan frekuensi inti berlekuk, inti lobed, pemula, memecah-belah dan juga sel mikronukleus, yang dihitung seperti sel per 1000 (%) (Guner, 2011).

Diamati tiap sel dan dihitung frekuensi mikronukleus dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

(Betancur *et al*, 2009).

3.4 Metode Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

3.4.1 Suhu (Bloom, 1998)

Pengukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara :

1. Memasukkan thermometer ke dalam perairan sekitar 10 cm dan ditunggu sekitar 2 menit sampai air raksa dalam skala thermometer menunjuk atau berhenti pada skala tertentu;
2. Mencatat dalam skala °C;
3. Membaca skala pada thermometer pada saat masih dalam air dan jangan sampai tangan menyentuh thermometer.

3.4.2 Pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) (Bloom, 1998)

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

1. Mengkalibrasi secara ganda yaitu standardisasi dengan udara bebas (20,8-21 ppm) dan pada kondisi jenuh (100 ppm);
2. Mengambil air sampel dengan menggunakan botol sampel, caranya botol dimasukan kedalam perairan secara perlahan dengan kemiringan 45° untuk menghindari gelembung udara agar tidak ikut masuk ke dalam botol sampel;
3. Mencilupkan elektroda ke dalam air sampai batas yang telah ditentukan ;
4. Menunggu hingga angka *digit* tidak berubah lagi;
5. Membaca angka atau skala yang ditunjukkan jarum.

3.4.3 Derajat Keasaman (pH) (Bloom, 1998)

Pengukuran pH dengan menggunakan pH *paper* mengikuti prosedur sebagai berikut :

1. Mencelupkan pH *paper* kedalam perairan selama 2-3 menit
2. Kemudian dikibaskan dan ditunggu 3-5 menit
3. Cocokkan dengan kotak standard pH
4. Dilihat dan dicatat kisaran nilai pH yang sesuai dengan kotak standard pH tersebut.

3.4.4 TSS (*Total Suspended Solid*)

Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) dilakukan di Laboratorium Lingkungan (LKA) Perum Jasa Tirta I (PJT I) dalam contoh uji air menggunakan metode gravimetri dengan berat residu kering antara 2,5 mg hingga 200 mg.

- 1). Persiapan alat:
 - a. Memasukkan kertas saring (Whatman 934 AH) ke dalam alat penyaring.
 - b. Mengoperasikan alat penyaring dan membilas dengan air suling sebanyak 20 ml.
 - c. Mengulangi pembilasan kertas saring dengan 20 ml air suling hingga bersih dari partikel halus.
 - d. Mengeringkan kertas saring dalam oven 103 - 105 °C selama \pm 1 jam.
 - e. Apabila VSS dianalisa, maka muffle dapat dipindahkan dengan suhu 550 – 552 °C selama \pm 15 menit.
 - f. Mendinginkan dan menyimpan dalam desikator selama belum digunakan.
 - g. Menimbang dengan timbangan analitik sesegera mungkin sebelum digunakan.

2). Persiapan Cawan

- a. Mencuci cawan dengan air kran dan bilas dengan air suling.
- b. Mengeringkan cawan berkapasitas 50 ml (untuk TSS) dalam oven 103 - 105 °C selama ± 1 jam dan dipindahkan dalam *muffle* 550 – 552 °C selama ± 15 menit (Jika analisa VSS dilakukan).
- c. Mendinginkan di dalam desikator.
- d. Menimbang dengan timbangan analitik sesegera mungkin sebelum digunakan.

3). Analisa contoh uji air untuk zat padat tersuspensi (TSS/*Total Suspended Solid*) adalah sebagai berikut :

- a. Meletakkan kertas saring yang sudah diketahui beratnya pada alat penyaring.
- b. Mongocok contoh uji air dalam botol, kemudian memasukkan sejumlah volume contoh uji air ke dalam alat penyaring. Contoh uji yang disaring diperkirakan memiliki konsentrasi residu kering tertimbang antara $\pm 2,5$ s/d 200 mg (dilihat dari kondisi contoh uji dalam botol contoh uji, jernih, keruh, kental dll).
- c. Menyaring contoh uji (mengoperasikan alat penyaring).
- d. Mengambil kertas saring dan diletakkan diatas cawan yang sudah diketahui berat tetapnya.
- e. Mengeringkan kertas saring dan cawan tersebut dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama minimal 1 jam.
- f. Mendinginkan kertas saring dan cawan dalam desikator hingga suhu ruang.
- g. Menimbang dengan timbangan analitik.
- h. Mengulangi (minimal 1x) langkah pengeringan, pendinginan dan penimbangan (e s/d g) hingga diperoleh berat tetap (selisih berat tidak lebih dari 4 % atau 0,5 mg).

- i. Mencatat beratnya dan menghitung jumlah zat padat tersuspensi.
- j. Perhitungan:

$$\text{Jumlah zat padat tersuspensi} = \frac{(A - B) \times 1000 \text{ (mg/l)}}{\text{vol. contoh uji (L)}}$$

dimana:

A = Berat cawan, kertas saring dan residu (g).

B = Berat kertas saring dan cawan kosong (g).

3.4.5 Biological Oxygen Demand (BOD)

Analisa BOD (*Biological Oxygen Demand*) dilakukan di Laboratorium Lingkungan (LKA) Perum Jasa Tirta I dengan metode 5 (lima) hari dalam contoh uji air dengan waktu inkubasi selama lima hari pada suhu 20 °C.

1). Persiapan Verifikasi

- Verifikasi DO Meter

Sebelum dilakukan analisa BOD, terlebih dahulu DO Meter harus diverifikasi, dimana cara verifikasi DO Meter mengacu pada Instruksi Kerja Pengoperasian dan Pemeliharaan Alat DO Meter HACH Sens ION6 No. Dok. QI/LKA/39.

2). Pelaksanaan Analisa

- Analisa Standar BOD

- a. Memasukkan sejumlah volume standar ke dalam gelas ukur 250 ml (volume standar tergantung dari pengencerannya).
- b. Menambahkan air pengencer sampai 150 ml.
- c. Mengaduk hingga homogen, kemudian menuangkan ke dalam botol inkubasi yang bervolume ± 100 ml sampai penuh.
- d. Menganalisa konsentrasi DO 0 hari contoh uji air dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
- e. Menambahkan contoh uji air yang telah diencerkan hingga penuh (meluber) kemudian menutupnya dengan hati – hati supaya tidak terjadi

gelembung udara (di dalam botol inkubasi tidak boleh ada gelembung udara).

- f. Memasukkan botol inkubasi ke dalam inkubator pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
- g. Mengeluarkan botol inkubasi setelah 5 hari dari inkubator kemudian dibiarkan hingga mencapai suhu kamar.
- h. Menganalisa konsentrasi DO 5 hari dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
- i. Menghitung kadar BOD sesuai dengan rumus.

- Analisa contoh uji

1. Tanpa Pengenceran :

- a. Mengkocok contoh uji air dan memasukkan contoh uji air ke dalam botol inkubasi.
- b. Menganalisa DO 0 hari contoh uji air dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
- c. Menambahkan contoh uji air yang telah diencerkan hingga penuh (meluber) kemudian menutupnya dengan hati – hati supaya tidak terjadi gelembung udara (di dalam botol inkubasi tidak boleh ada gelembung udara).
- d. Memasukkan botol inkubasi ke dalam incubator pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
- e. Mengeluarkan botol inkubasi setelah 5 hari dari incubator kemudian dibiarkan hingga mencapai suhu kamar.
- f. Menganalisa konsentrasi DO 5 hari dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
- g. Menghitung kadar BOD sesuai dengan rumus : $\text{BOD}_5 = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$

3.4.6 Chemical Oxygen Demand (COD)

Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) dilakukan di Laboratorium Lingkungan (LKA) Perum Jasa Tirta I (PJT I) dengan menggunakan metode refluks tertutup dan alat UV – Visible Spektrofotometer 1601 dengan rentang pengukuran COD 2,5 – 85 mg O₂/L dalam contoh uji air.

1). Pelaksanaan contoh uji air :

- a. Melakukan analisa contoh uji air dengan sesegera mungkin, mengkokocok dengan kuat terutama yang mengandung suspensi tinggi.
- b. Memasukkan pipet contoh uji air sebanyak 2,5 ml ke dalam tabung mikro COD dan menambahkan 1,5 ml larutan K₂Cr₂O₇ – HgSO₄ ± 0,02 N dan 3,5 ml H₂SO_{4(p)} – Ag₂ SO₄ kocok.
- c. Memanaskan pada reactor COD ± 150 °C dan tunggu ± 2 jam.
- d. Mendinginkan sampai suhu kamar dan mengukur konsentrasinya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 444 nm.
- e. Melakukan analisa blanko dan dilanjutkan dengan analisa larutan standar dengan langkah – langkah yang mengacu pada Prosedur Metode Analisa dan Validasi Metode (QP/LKA/15).
- f. Mencatat hasil analisa.
- g. Melakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

Apabila konsentrasi tinggi maka dapat melakukan pengenceran dengan perhitungan :

$$C = A \times F$$

Dimana :

C : konsentrasi COD (mg/l).

A : konsentrasi hasil pengukuran pada spektrofotometer (mg/l).

F : faktor pengenceran.

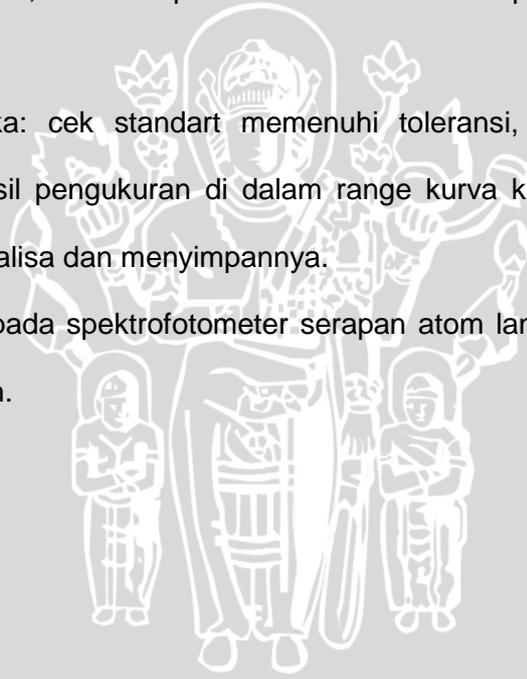
3.4.7 Analisa Logam Berat Merkuri (Hg)

Analisa logam berat Hg (merkuri) dalam contoh uji air dilakukan di Laboratorium Lingkungan (LKA) Perum Jasa Tirta I (PJT I) dengan menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom *Shimadzu* type AA – 6800 secara Generator Hibrida.

1). Pelaksanaan analisa logam berat Hg (Merkuri) yaitu dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Menambahkan 1 ml KMNO_4 0,01 N pada setiap 10 ml contoh uji
- b. Memasukkan contoh uji ke dalam ASC sesuaikan nomor urutnya.
- c. Menghidupkan Graphite Furnance Atomizer (GFA), Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS) Auto Sampler (ASC), blower.
- d. Menghidupkan komputer dan masuk ke perangkat lunak AA-wizard.
- e. Memilih menu pada perangkat lunak dan memasukkan kode contoh uji dan posisi kode contoh uji air yang sesuai nomor posisi yang ada di ASC (sesuaikan urutan kode contoh uji air pada perangkat lunak dengan posisi contoh uji pada alat pengambil contoh uji otomatis/ASC).
- f. Memasang slang untuk contoh uji, NaBH_4 , dan HCl 5M pada tempatnya.
- g. Membuka katup gas argon untuk analisa logam Hg (merkuri).
- h. Menghidupkan alat generator hibrida, atur skrup hingga larutan NaBH_4 , dan HCl 5M mengalir.
- i. Melalui menu parameter di komputer pilih edit parameter untuk menghidupkan lampu yang sesuai dengan logam yang dianalisa, kemudian lakukan line search sesuai dengan logam yang dianalisa, kemudian lakukan line search untuk penentuan panjang gelombang maksimum dan beam balance untuk pengaturan keseragaman intensitas sinar sehingga sinar tersebut tetap pada panjang gelombang maksimum yang telah dicapai pada waktu line search. Tunggu sampai line search dan beam balance OK.

- j. Jika pada waktu line search dan beam balance belum menunjukkan OK, (*lamp current low dan lamp high*) maka range angka yang menunjukkan *lamp current* dirubah sampai *line search* dan *beam balance* OK.
- k. Melakukan pembuatan kurva dan mengkalibrasi dengan menggunakan beberapa konsentrasi larutan standar (jika belum ada kurva kalibrasi atau jika cek standart tidak memenuhi toleransi).
- l. Melakukan pengukuran larutan standart sebagai sample untuk cek standart, toleransi kesalahan untuk cek standart mengacu pada Prosedur Metode Analisa dan Validasi Metode No.Dok QP/LKA/15, jika cek standart sudah memenuhi toleransi, maka dapat dilakukan analisa duplo terhadap salah satu contoh uji.
- m. Hasil diterima jika: cek standart memenuhi toleransi, duplo memenuhi toleransi, dan hasil pengukuran di dalam range kurva kalibrasi; kemudian mencatat hasil analisa dan menyimpannya.
- n. Hasil pengukuran pada spektrofotometer serapan atom langsung dinyatakan sebagai hasil logam.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Keadaan Umum Sungai Rejoso Pasuruan

Sungai Rejoso merupakan salah satu aliran sungai di Jawa Timur yang melewati Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan. Sungai dengan panjang kurang lebih 43,23 km tersebut melewati beberapa kawasan seperti daerah pertanian, perindustrian, dan permukiman yang pada akhirnya akan bermuara di Selat Madura. Selain itu, Sungai Rejoso juga merupakan salah satu sumberdaya vital karena memiliki beberapa fungsi strategis diantaranya sebagai kanal pengendali banjir, irigasi pertanian, pertambakan, MCK dan berbagai keperluan lainnya.

Namun dalam beberapa kurun waktu terakhir, kondisi lingkungan perairan disekitar Sungai Rejoso, Pasuruan semakin memburuk. Hal ini disinyalir disebabkan oleh beberapa industri yang telah membuang limbah cair ke sungai tersebut secara berlebihan dan telah melebihi ambang batas yang telah ditentukan oleh peraturan perundangan yang berlaku, sehingga mengakibatkan pencemaran. Hasil penelitian Widodo (2005), mengungkapkan bahwa terdapat beberapa industri yang berada di sekitar Kecamatan Rejoso yang membuang limbahnya ke Sungai Rejoso antara lain: PT. Cheil Jedang Indonesia, di desa Arjosari Kecamatan Rejoso. Pabrik ini memproduksi pupuk cair dan juga MSG, PT. Arga Anan Nusa, PT. Philips Seafoods Indonesia (produsen pengalengan, pengeringan dan pengolahan ikan), PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) di Kecamatan Lekok, Pasuruan.

Indikasi telah terjadinya pencemaran di Sungai Rejoso Pasuruan dapat dilihat dari kondisi air sungai dan tambak warga yang mengalami penurunan kualitas yang cukup serius. Pengakuan warga sekitar, mereka mengatakan bahwa hasil

produksi tambak mereka terus menurun dalam beberapa kurun waktu terakhir. Mereka menduga hal tersebut disebabkan oleh beberapa industri yang membuang limbahnya secara sembarangan dan tidak mematuhi peraturan yang berlaku.



Gambar 6. Sungai Rejoso di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan
Sumber : Dokumentasi pribadi, 2015.

4.1.2 Stasiun Penelitian 1

Lokasi stasiun penelitian 1 (satu) terletak di daerah atau kawasan pertanian. Dimana kawasan ini berada sebelum kompleks perindustrian yang membuang limbah cairnya ke Sungai Rejoso. Kemungkinan pencemaran di daerah ini cukup rendah karena hanya yang berasal dari lahan pertanian yang ada disekitarnya akibat penggunaan pupuk dan pestisida. Namun bukan berarti bahwa di lokasi ini tidak terdapat pencemaran. Oleh karena itu menjadi penting untuk dilakukan penelitian mengenai bagaimana kondisi perairan dan biota yang ada disekitarnya, khususnya ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang populasinya cukup melimpah.



Gambar 7. Lokasi stasiun penelitian 1 (satu)

4.1.3 Stasiun Penelitian 2

Lokasi stasiun penelitian 2 (dua) berada di kawasan perindustrian yang sebagian besar membuang limbah cairnya ke sungai tersebut. Beberapa industri yang berdiri di kawasan tersebut salah satunya bergerak dibidang pembuatan pupuk cair dan penyedap rasa (*Monosodium Glutamat/MSG*) (Diliyana, 2008). Menurut pengakuan masyarakat sekitar, sebelum berdirinya industri tersebut, kondisi air tanah yang salah satunya digunakan untuk keperluan MCK dan pengairan pertambakan, kondisinya masih layak digunakan, namun dengan berdirinya perusahaan tersebut, warga mengaku kualitas air yang biasa mereka pergunakan untuk keperluan sehari-hari kualitasnya semakin menurun. Bahkan tidak main-main, kondisi tersebut secara signifikan mempengaruhi hasil produksi tambak milik warga. Terbukti dalam dalam beberapa tahun terakhir produksinya menurun drastis. Untuk itulah sangat penting dilakukan penelitian mengenai kondisi terkini di Sungai Rejoso.



Gambar 8. Lokasi stasiun penelitian 2 (dua)

4.1.4 Stasiun Penelitian 3

Lokasi stasiun penelitian 3 (tiga) berada di kawasan pertanian, permukiman padat penduduk dan beberapa kawasan peternakan skala rumah tangga. Di kawasan ini terindikasi terjadi pencemaran air yang cukup tinggi, salah satunya disebabkan oleh buangan air dari lahan pertanian yang menggunakan pestisida, limbah pertanian maupun bahan kimia lainnya. Juga tidak dapat dipungkiri masih adanya masuknya bahan pencemar dari stasiun 2 (dua) akibat terbawa aliran arus sungai.



Gambar 9. Lokasi Stasiun Penelitian 3 (tiga)

4.2 Analisis Morfologi Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang tertangkap di Sungai Rejoso Pasuruan memiliki ciri morfologi antara lain warna tubuhnya putih kekuningan, kondisi badan ikan terlihat sehat, sisik mengkilat, memiliki berat antara 25-35 gram dan panjang tubuh berkisar antara 11,5-16,5 cm. Sedangkan pergerakannya sendiri cukup aktif dan terlihat agresif.

Menurut Kottelat (1993) dan Sterba, (1969) dalam Dina (2008), Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) memiliki ciri morfologi batang ekor dikelilingi 14 sisik; 1-1½ sisik antara gurat sisi dan awal sirip perut; garis warna gelap memanjang berawal dari operkulum sampai pangkal sirip ekor dan membatasi bagian belakang badannya; jarak dorso-hypural jika ditarik ke depan akan terletak pada mata atau di depan mata. Variasi bentuk badan dan warna pada spesies ini banyak sekali. Panjang standar ikan ini dapat mencapai 11 cm, dan panjang total 17 cm.

4.3 Profil Hematologi Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

4.3.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, terhadap ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan, dari tiga stasiun yang berbeda, maka diperoleh data sel darah merah (eritrosit) seperti tersaji dalam **Tabel 1** berikut :

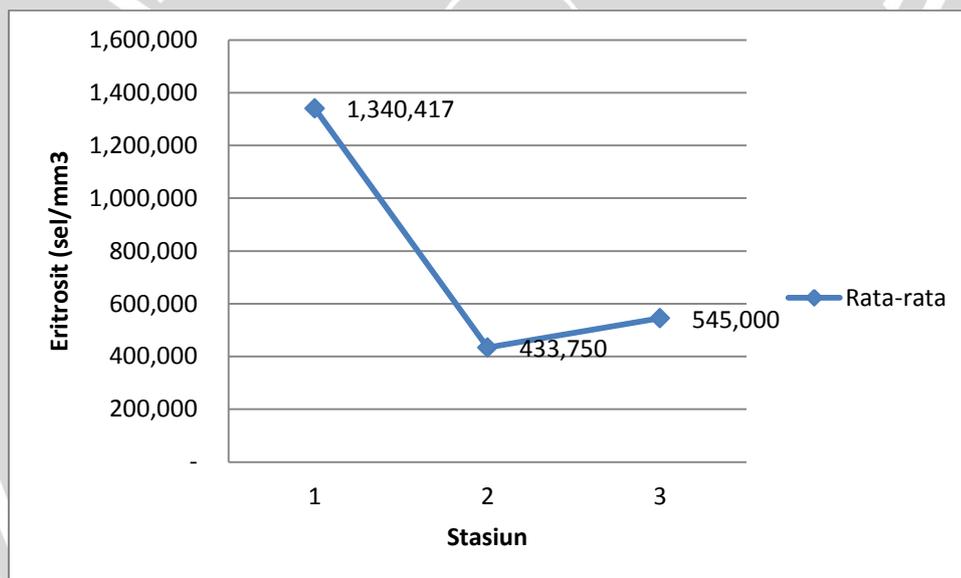
Tabel 1. Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit) Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

Ikan ke-	Stasiun					
	1		2		3	
	minggu ke-		minggu ke-		minggu ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	1.340.000	1.382.500	490.000	412.500	580.000	537.500
2	907.500	1.422.500	422.500	420.000	500.000	560.000
3	1.640.000	1.350.000	490.000	367.500	517.500	575.000
Rata-rata	1.340.416,67 (sel/mm ³)		433.750,00 (sel/mm ³)		545.000,00 (sel/mm ³)	
stdev	239.068,07		47.925,72		32.210,25	

Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata eritrosit ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) terbanyak berada pada stasiun 1 (satu), yaitu dengan jumlah rata-rata sebesar 1.340.417 sel/mm³ atau berkisar antara 907.500 – 1.640.000 sel/mm³. Kemudian disusul oleh stasiun 3 (tiga) dengan jumlah rata-rata sebesar 545.000 sel/mm³ atau berkisar antara 500.000 – 580.000 sel/mm³. Selanjutnya untuk eritrosit terendah berada pada stasiun 2 (dua) dengan jumlah rata-rata sebesar 433.750 sel/mm³ atau berkisar antara 367.500 – 490.000 sel/mm³.

Rendahnya jumlah eritrosit rata-rata pada stasiun 2 (dua) disebabkan karena pada lokasi tersebut merupakan lokasi pembuangan limbah cair industri yang bergerak di bidang pembuatan pupuk cair dan penyedap rasa (*monosodium glutamate*), sehingga bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi pupuk cair dan penyedap masakan ini ketika dalam proses pengolahan limbahnya tidak memenuhi persyaratan maka tidak menutup kemungkinan akan menyebabkan pencemaran ketika limbah tersebut dibuang ke perairan, sehingga menyebabkan jumlah eritrosit menjadi rendah. Kemudian pada stasiun 3 (tiga) juga ditemukan jumlah rata-rata eritrosit yang rendah, dikarenakan pada lokasi tersebut merupakan daerah permukiman padat penduduk, pertambahan warga dan sejumlah peternakan berskala rumah tangga. Kondisi ini memungkinkan

adanya masukkan limbah domestik dan pertanian yang dapat mengakibatkan kondisi perairan sekitar menjadi tercemar, dibuktikan dengan jumlah rata-rata eritrosit yang rendah. Waluga (1966), menyatakan bahwa penurunan eritrosit dan hemoglobin menunjukkan anemia. Anemia bisa terjadi karena menurunnya eritrosit dipicu oleh masuknya fenol kedalam eritrosit. Sehingga dari ketiga stasiun penelitian yang ada, hanya pada stasiun 1 (satu) yang berada pada kisaran normal atau ikan dalam keadaan sehat. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Irianto (2005), yang mengatakan bahwa kisaran jumlah eritrosit pada ikan teleostei antara 1.050.000 – 3.000.000 sel/mm³.



Gambar 10. Jumlah Eritrosit (sel/mm³)

Menurut Affandi dan Tang (2002), stress bisa disebabkan oleh kondisi lingkungan yang buruk dan tidak nyaman lagi bagi kehidupan ikan, misalnya kondisi oksigen perairan yang kurang, kelebihan CO₂ di dalam air, pH ekstrim dan lain - lain. Apabila kondisi ini ditunjang dengan keberadaan mikroorganismen patogen misalnya parasit, bakteri, virus maupun cendawan maka akan

memudahkan terjadinya infeksi pada ikan. Ikan akan memberikan reaksi dalam tubuhnya untuk melawan benda asing.

4.3.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, terhadap ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan, dari tiga stasiun yang berbeda, maka diperoleh jumlah rata-rata sel darah putih (leukosit) seperti tersaji dalam **Tabel 2** berikut :

Tabel 2. Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit) Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

Ikan ke-	Stasiun					
	1		2		3	
	minggu ke-		minggu ke-		minggu ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	252.125	196.625	357.375	372.375	326.000	350.000
2	110.125	182.375	348.500	485.375	284.250	258.125
3	82.875	133.500	603.750	457.625	295.875	293.125
Rata-rata	159.604,167 (sel/mm ³)		437.500,000 (sel/mm ³)		301.229,167 (sel/mm ³)	
St.Dev.	62.395,734		98.912,461		32.350,562	

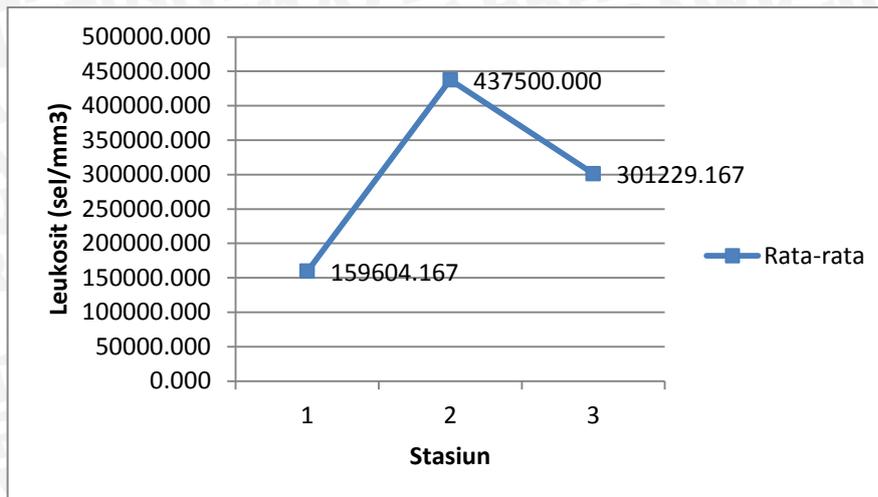
Berdasarkan data pada Tabel 2 diatas, dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata leukosit ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) terbanyak berada pada stasiun 2 (dua), yaitu dengan jumlah rata-rata sebesar 437.500 sel/mm³ atau berkisar antara 258.125 – 350.000 sel/mm³. Kemudian disusul oleh stasiun 3 (tiga) dengan jumlah rata-rata sebesar 301.229 sel/mm³ atau berkisar antara 348.500 – 603.750 sel/mm³. Selanjutnya untuk leukosit terendah berada pada stasiun 1 (satu) dengan jumlah rata-rata sebesar 159.604 sel/mm³ atau berkisar antara 82.875 – 252.125 sel/mm³.

Tingginya jumlah rata-rata leukosit pada stasiun penelitian 2 (dua) disebabkan karena pada lokasi tersebut merupakan daerah pembuangan limbah

cair industri yang bergerak dibidang pembuatan pupuk cair dan penyedap masakan (*monosodium glutamate*). Kemudian pada stasiun penelitian 3 (tiga) juga ditemukan jumlah rata-rata eritrosit yang cukup tinggi, hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut berada disekitar area permukiman padat penduduk, pertambakan dan peternakan skala rumah tangga milik warga sekitar. Sama halnya pada stasiun penelitian 1 (satu) yang juga didapatkan jumlah eritrosit rata-rata yang cukup tinggi, dimana dilokasi tersebut berada dikawasan pertanian yang memungkinkan adanya masukan bahan kimia seperti pesetisida dan pupuk yang telah menyebabkan pencemaran bagi Sungai Rejoso, Pasuruan.

Secara umum dari ketiga stasiun penelitian yang berbeda, didapatkan hasil bahwa jumlah rata-rata eritrosit ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) telah melebihi rata-rata kisaran normal, atau dengan kata lain ikan dalam keadaan tidak sehat atau stress. Hal disebabkan karena pada masing-masing lokasi stasiun penelitian telah terjadi pencemaran, baik yang disebabkan oleh limbah pertanian, domestik maupun industri. Moyle and Cech (2004) dalam Dopongtunung (2008), mengatakan bahwa jumlah leukosit total pada ikan secara umum lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah eritrosit, yakni berkisar antara 20.000-150.000 sel/mm³.

Lebih lanjut Dopongtonung (2008), mengatakan bahwa peningkatan jumlah leukosit total terjadi akibat adanya respon dari tubuh ikan terhadap kondisi lingkungan pemeliharaan yang buruk, faktor stres dan infeksi penyakit. Sedangkan penurunan jumlah leukosit total disebabkan karena adanya gangguan pada fungsi organ ginjal dan limpa dalam memproduksi leukosit yang disebabkan oleh infeksi penyakit.



Gambar 11. Jumlah Leukosit (sel/mm³)

4.3.3 Konsentrasi Hemoglobin (Hb)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, terhadap ikan wader (*Rasbora argyrotænia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan, dari tiga stasiun yang berbeda, maka diperoleh hasil konsentrasi hemoglobin seperti tersaji dalam **Tabel 3** berikut :

Tabel 3. Konsentrasi Hemoglobin Ikan Wader (*Rasbora argyrotænia*)

Ikan ke-	Stasiun					
	1		2		3	
	minggu ke-		minggu ke-		minggu ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	7,2	7,4	2,6	2,1	4,5	6,2
2	7,7	7,1	2,7	2,4	5,1	6,6
3	8	8,1	2,7	2,5	4,8	5,9
Rata-rata	7,583 g%		2,500 g%		5,517 g%	
stdev	0,417		0,228		0,838	

Berdasarkan data pada tabel 3 diatas, dari tiga lokasi stasiun penelitian yang berbeda didapatkan hasil jumlah rata-rata konsentrasi hemoglobin tertinggi terdapat pada stasiun penelitian 1 (satu), yaitu sebesar 5,517 g%, atau berkisar

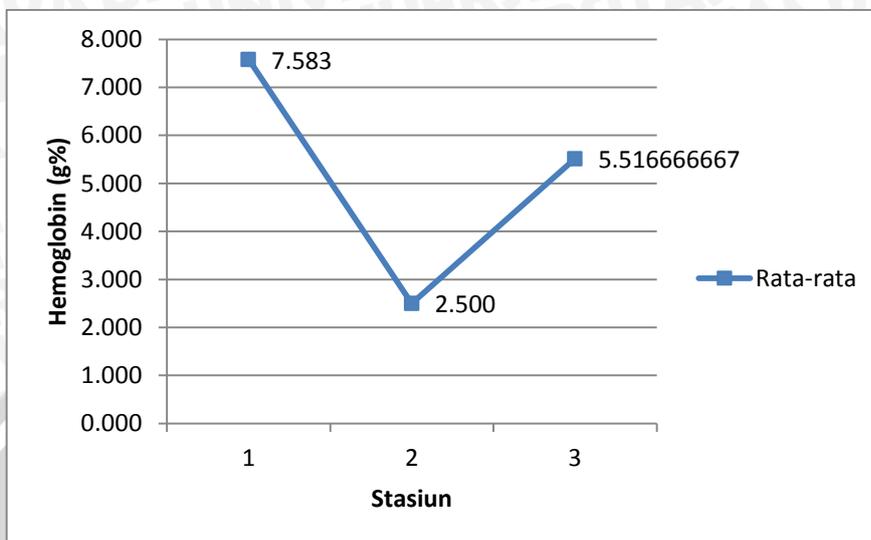
antara 7,1 – 8 g%. Pada daerah ini merupakan daerah sebelum tempat pembuangan limbah cair industri. Kemudian konsentrasi hemoglobin tertinggi kedua berada pada stasiun penelitian 3 (tiga), yaitu sebesar 5,517 g% atau berkisar antara 4,5 – 6,6 g%. Dimana pada lokasi ini merupakan daerah permukiman padat penduduk, pertambakan dan peternakan skala rumah tangga. Selanjutnya untuk konsentrasi hemoglobin terendah berada pada stasiun 2 (dua) yakni sebesar 2,5 g%, atau berkisar antara 2,1 – 2,7 g%, dimana pada lokasi ini merupakan lokasi pembuangan limbah cair industri pembuatan pupuk cair dan penyedap makanan (*monosodium glutamate*).

Dapat disimpulkan dari ketiga lokasi stasiun penelitian yang berbeda, hanya pada stasiun penelitian 2 (dua) yang ditemukan konsentrasi hemoglobin ikan wader dibawah kisaran normal. Adanya aktivitas industri produsen pupuk cair dan penyedap makanan yang membuang limbahnya ke Sungai Rejoso menyebabkan telah terjadi pencemaran yang cukup serius. Celik dan Bircan (2004), melaporkan bahwa konsentrasi hemoglobin normal pada *Cyprinus carpio* Linn berkisar antara 5,50-8,59 g%. Konsentrasi hemoglobin yang lebih rendah dari keadaan normal dapat mengindikasikan adanya anemia.

Konsentrasi Hemoglobin memiliki hubungan selaras dengan eritrosit. Dimana semakin tinggi hemoglobin maka akan semakin tinggi pula eritrosit. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Lagler *et al.*, (1977), yang menyatakan bahwa konsentrasi hemoglobin dalam darah berkorelasi kuat dengan jumlah eritrosit. Semakin rendah jumlah eritrosit, maka semakin rendah pula konsentrasi hemoglobin dalam darah.

Johnny *et al.*, (2003), menyatakan bahwa hemoglobin berfungsi mengangkut oksigen dan mendistribusikannya dalam darah. Pada saat darah mengalir ke seluruh tubuh, hemoglobin melepaskan oksigen ke sel dan mengikat

karbondioksida. Banyaknya oksigen yang diterima oleh jaringan tergantung pada kadar dan fungsi hemoglobin yang tersedia.



Gambar 12. Jumlah konsentrasi Hemoglobin (g%)

4.3.4 Nilai Hematokrit

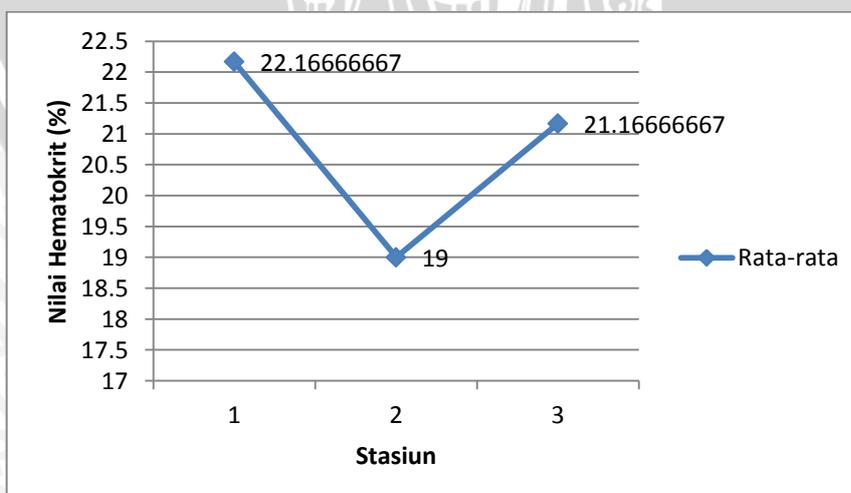
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, terhadap ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan, dari tiga stasiun yang berbeda, maka diperoleh jumlah rata-rata nilai hematokrit seperti tersaji dalam **Tabel 4** berikut :

Tabel 4. Nilai Hematokrit Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

Ikan ke-	Stasiun					
	1		2		3	
	minggu ke-		minggu ke-		minggu ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	21	22	20	18	22	20
2	24	23	19	21	21	23
3	22	21	17	19	20	21
rerata	22,167 %		19,000 %		21,167 %	
stdev	1,169		1,414		1,169	

Berdasarkan data pada tabel 4 diatas, dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata nilai hematokrit terendah berada pada stasiun penelitian 2 (dua), yaitu sebesar 19% atau berkisar antara 17 – 21%. Kemudian terendah kedua berada pada stasiun penelitian 3 (tiga) yaitu sebesar 21,17% atau berkisar antara 20 – 23%. Sedangkan stasiun penelitian 1 (satu) memiliki jumlah rata-rata nilai hematokrit tertinggi dari kedua stasiun penelitian lainnya, yakni sebesar 22,17% atau berkisar antara 21 – 24%.

Rendahnya jumlah rata-rata nilai hematokrit pada stasiun penelitian 2 (dua) yang hanya sebesar 19% mengindikasikan bahwa dilokasi tersebut nyata telah terjadi pencemaran. Lokasi yang merupakan tempat pembuangan limbah cair salah satu industri pembuatan pupuk cair dan penyedap makanan (*monosodium glutamate*) ini dapat dipastikan tidak mengolah limbah hasil produksinya dengan baik, sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran yang berakibat merugikan bagi organisme akuatik yang ada didalamnya. Oleh karena itu *stakeholder* yang terkait harus segera mengambil tindakan investigasi guna menyelidiki lebih lanjut apakah memang perusahaan tersebut telah lalai sehingga menyebabkan kerugian yang tidak sedikit. Tindakan tegas harus dilakukan agar memberikan efek jera bagi industri yang tidak taat peraturan.



Gambar 13. Nilai Hematokrit (%)

Hematokrit adalah persentase eritrosit didalam darah (Guyton, 1997). Hematokrit digunakan untuk mengukur prebandingan antara eritrosit dengan plasma, sehingga hematokrit memberikan rasio total eritrosit dengan total volume darah dalam tubuh. Nilai hematokrit dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah eritrosit (Ganong, 1995). Nilai hematokrit ikan teleostei berkisar antara 20-30% dan untuk beberapa spesies ikan laut bernilai sekitar 42% (Bond, 1979). Nilai hematokrit dapat menggambarkan naik dan turunnya eritrosit dan hemoglobin dalam darah.

Menurunnya kadar hematokrit dapat dijadikan indikator rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin atau ikan akan mendapat infeksi, sedangkan meningkatnya kadar hematokrit dan eritrosit menunjukkan bahwa ikan dalam keadaan stress (Klontz *dalam* Johnny *et al.*, 2003).

Menurut Wedemeyer & Yasutake 1977 *dalam* Mudjiutami *et al.*, (2007), nilai hematokrit akan mengalami penurunan pada kasus anemia. Penurunan nilai hematokrit dapat dijadikan petunjuk mengenai rendahnya kandungan protein, defisiensi vitamin atau ikan yang terkena infeksi.

4.3.5 Jumlah Mikronukleus

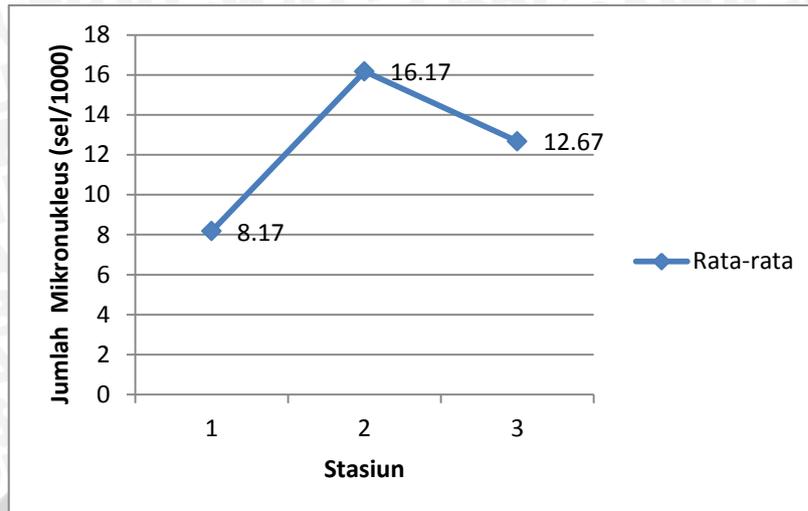
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, terhadap ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan, dari tiga stasiun yang berbeda, maka diperoleh jumlah rata-rata mikronukleus seperti tersaji dalam **Tabel 5** berikut :

Tabel 5. Jumlah Mikronukleus Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)

Ikan ke-	Stasiun					
	1		2		3	
	minggu ke-		minggu ke-		minggu ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	9	9	15	17	13	12
2	8	8	18	15	11	13
3	7	8	16	16	14	13
rerata	8,17 (sel/1000)		16,17 (sel/1000)		12,67 (sel/1000)	
St.Dev	0,75		1,17		1,03	

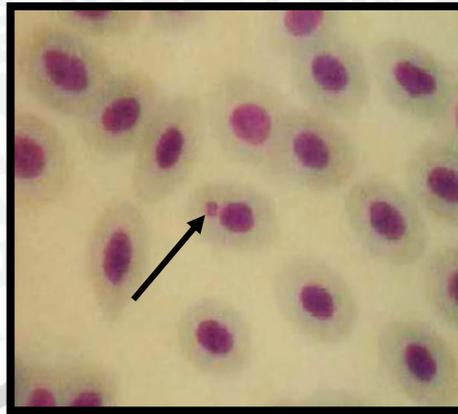
Berdasarkan data pada tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata mikronukleus terbanyak berada pada stasiun penelitian 2 (dua) yakni sebesar 16, 17 sel/1000. Kemudian terbanyak kedua berada pada stasiun penelitian 3 (tiga) dengan jumlah sebesar 12, 67 sel/1000. Sedangkan jumlah paling sedikit berada pada stasiun penelitian 1 (satu) dengan jumlah sebesar 8,17 sel/1000.

Nepomuceno dan Spano (1995), menyebutkan bahwa konsentrasi polutan yang lebih tinggi dapat menghambat pembelahan sel normal, kromosom rusak eritrosit, dan duplikasi DNA mengganggu, menyebabkan frekuensi mikronukleus menurun lebih atau kurang. Kemudian frekuensi mikronukleus cenderung keluar dan ikan mungkin melakukan beberapa mekanisme pertahanan untuk mengurangi beberapa residu logam dalam tubuh untuk menstabilkan frekuensi mikronukleus tersebut.



Gambar 14. Jumlah Mikronukleus (Mn)

Tingginya jumlah mikronukleus pada stasiun penelitian 2 (dua), dikarenakan pada lokasi tersebut merupakan tempat pembuangan limbah cair industri yang bergerak dibidang pembuatan pupuk cair dan penyedap makanan (*monosodium glutamate*), yang mengandung bahan kimia dan juga logam berat, sehingga mempengaruhi kualitas air sungai Rejoso. Sebagaimana pada penelitian (Al-sharif, 2012), (Saleh dan Kumar, 2011) dan (Napocemuno dan Spano, 1995), yang secara umum hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan jumlah sel mikronuklei seiring meningkatnya kadar bahan kimia dalam lokasi penelitian. Sedangkan menurut Irianto (2005), bahwa respon sekunder ikan terhadap stress adalah berupa perubahan metabolik, 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.



Gambar 15. Hasil pengamatan Mikronukleus ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) (tanda panah) yang diambil dari Sungai Rejoso Pasuruan

4.4 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diuji dalam penelitian ini adalah parameter fisika dan kimia. Parameter fisika yang diukur meliputi suhu, pH dan TSS. Sedangkan parameter kimia yang diukur meliputi DO, BOD dan COD. Juga ditambahkan uji logam berat jenis Raksa (Hg).

Data hasil pengukuran kualitas air di Sungai Rejoso Pasuruan dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut :

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kualitas Air Sungai

Stasiun	Minggu ke-	Parameter Kualitas Air						
		Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	Hg (µg/l)
1	1	28,15	6,7	7,11	4,25	16,25	271,2	0,012
	2	28,03	6,7	6,21	3,65	14,12	242,2	0,015
2	1	31,5	6,5	3,8	8,45	28,13	322,4	0,021
	2	31,25	6,6	3,535	3,85	17,11	304,8	0,017
3	1	28,2	6,8	5,25	4,15	11,33	209,2	0,025
	2	27,85	6,7	6,5	5,03	10,90	235,7	0,021
Batas Maksimum*		Deviasi 3	6-9	>4	3	25	50	0.002

Keterangan:

*PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air , Baku Mutu Air Kelas II.

** Berwarna merah menandakan telah melebihi baku mutu.



4.4.1 Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air untuk parameter suhu, didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 28,15°C, minggu kedua sebesar 28,03°C. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama sebesar 31,5°C, minggu kedua sebesar 31,25°C. Sedangkan pada stasiun 3 (tiga) minggu pertama sebesar 28,2°C, dan minggu kedua sebesar 27,85°C. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai suhu berada pada kisaran 27,85°C - 31,25°C, yang mana menurut PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air masih memenuhi standar Baku Mutu Kualitas Air Kelas II.

Suhu berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap faktor-faktor seperti aktivitas enzim, tingkat metabolisme maupun kadar oksigen. Tingkat penyerapan racun dapat lebih tinggi dengan adanya kenaikan suhu (Macek *et al.*, dalam Arianti, 2002).

Dahuri (1995), menyatakan bahwa suhu perairan dipengaruhi oleh adanya radiasi matahari, posisi matahari, letak geografis, musim, kondisi awan, proses interaksi antara air dengan udara seperti kenaikan panas, penguapan dan hembusan angin. Lebih lanjut Boyd (1988), juga menyatakan bahwa suhu optimal perairan untuk pertumbuhan ikan di daerah tropis adalah 25°C - 30°C.

4.4.2 Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air untuk parameter pH, didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 6,7 dan minggu kedua sebesar 6,7. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama nilai pH sebesar 6,5 dan minggu kedua sebesar 6,6. Sedangkan pada stasiun 3 (tiga) nilai pH minggu pertama sebesar 6,8 dan minggu kedua sebesar 6,7. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai pH dari 3 (tiga) stasiun penelitian yang

berbeda menunjukkan nilai yang masih sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku, yakni PP No. 82 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Kisaran nilai pH di Sungai Rejoso yang berada pada kisaran 6,6-6,7 telah sesuai dengan peraturan yang berlaku dan aman bagi kelangsungan hidup organisme akuatik. Hal ini sesuai dengan pendapat Wardoyo (1981), yang menyatakan bahwa pH perairan yang mendukung kehidupan organisme berada pada kisaran 5-9. Lebih lanjut Rasyid *et al.*, (2013), juga menyatakan untuk mendukung kehidupan suatu organisme perairan secara wajar diperlukan nilai pH antara 5 sampai 8,7.

Dengan adanya aktifitas industri di kawasan tersebut tidak menutup kemungkinan akan mempengaruhi fluktuasi pH. Hal ini disebabkan karena sebagian besar industri di kawasan tersebut membuang limbah cairnya ke Sungai Rejoso. Juga ditambah adanya masukan dari aktivitas rumah tangga yang juga sangat mungkin akan mempengaruhi nilai pH. Hal ini selaras dengan pendapat Maizar A,S,H., (2011), yang menyatakan bahwa perubahan pH yang ekstrim terutama disebabkan oleh buangan industri – industri tertentu yang membuang bahan kimia ke perairan, namun peran buangan limbah organik yang berasal dari aktifitas domestik juga dapat menyebabkan pH yang cenderung asam karena proses dekomposisi anaerobik.

4.4.3 Oksigen Terlarut/*Disolved Oxygen* (DO)

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air untuk parameter DO, didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 7.11 mg/l, minggu kedua sebesar 6,21 mg/l. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama nilai DO sebesar 3.8 mg/l, dan minggu kedua sebesar 3,53 mg/l. Selanjutnya pada stasiun 3 (tiga) minggu pertama nilai DO sebesar 5,25 mg/l,

dan minggu kedua sebesar 6,5 mg/l. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa nilai DO pada stasiun 1 (satu) dan 3 (tiga) telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan apa yang tertuang dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, yang menyatakan bahwa nilai DO harus lebih dari 4 mg/l.

Namun pada stasiun penelitian 2 (dua), nilai DO belum memenuhi peraturan perundangan yang berlaku. Kondisi ini disebabkan karena di sekitar stasiun penelitian 2 (dua) merupakan tempat pembuangan limbah cair industri. Nilai DO yang rendah dapat mengakibatkan kematian ikan dan organisme akuatik lainnya, karena oksigen merupakan salah satu faktor penting dalam proses respirasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Suatu perairan yang tingkat pencemarannya rendah dan bisa dikategorikan sebagai perairan yang baik, maka kadar oksigen terlarutnya (DO) > 5 ppm dan kadar oksigen biokimianya (BOD) berkisar 0 - 10 ppm. Effendi (2003), mengungkapkan bahwa oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut di dalam perairan bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan atmosfer semakin rendah. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan masa air, aktifitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktifitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Difusi oksigen ke dalam air dapat terjadi secara langsung pada kondisi air diam (stagnan).

4.4.4 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air untuk parameter BOD, didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 4,25 mg/l dan minggu kedua sebesar 3,65 mg/l. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama nilai BOD sebesar 8,45 mg/l dan minggu kedua sebesar 3,85 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 (tiga) nilai BOD minggu pertama sebesar 4,15 mg/l dan minggu kedua sebesar 5,03 mg/l. Berdasarkan data tersebut, sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku, yakni PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga lokasi stasiun penelitian yang berbeda telah melewati ambang batas seluruhnya.

Kadar BOD yang tinggi di Sungai Rejoso salah satunya disebabkan oleh banyaknya bahan organik yang bersumber dari buangan limbah cair industri, limbah domestik dan juga limbah pertanian. Kadar BOD yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik dalam perairan tersebut tinggi, yang berarti dalam perairan tersebut telah terjadi defisit oksigen. Banyaknya mikroorganisme yang tumbuh di dalam air disebabkan banyaknya makanan yang tersedia (bahan organik), oleh karena itu secara tidak langsung BOD selalu dikaitkan dengan kadar bahan organik dalam air (Sukadi, 1999).

4.4.5 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air untuk parameter COD, didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 16,25 mg/l dan minggu kedua sebesar 14,12 mg/l. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama nilai COD sebesar 28,13 mg/l dan minggu kedua sebesar 17,11 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 (tiga) nilai COD minggu pertama sebesar 11,33 mg/l

dan pada minggu kedua sebesar 10,90 mg/l. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa pada stasiun penelitian 1 (satu) dan 3 (tiga) nilai COD masih berada dibawah ambang batas, sehingga masih aman bagi kehidupan organisme akuatik. Sedangkan pada stasiun penelitian 2 (dua), yang merupakan tempat pembuangan limbah cair industri pembuatan pupuk cair dan penyedap rasa (*monosodium glutamate*), khususnya pada pengamatan minggu pertama nilai COD sebesar 28,13 mg/l telah melebihi ambang batas sesuai dengan peraturan yang berlaku, yakni PP No. 82 Tahun 2011 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Tingginya nilai COD di stasiun penelitian 2 (dua) dapat disebabkan karena banyaknya bahan organik akibat buangan limbah cair industri yang berada di sekitar Sungai Rejoso, juga dimungkinkan akibat masuknya bahan organik dari limbah domestik. Akumulasi bahan organik inilah yang menyebabkan nilai COD tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barus (2002), yang menyebutkan 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.

4.4.6 Jumlah Padatan Terlarut/Total Suspended Solid (TSS)

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air untuk parameter TSS, didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 271,2 mg/l dan minggu kedua sebesar 242,2 mg/l. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama nilai TSS sebesar 322,4 mg/l dan minggu kedua sebesar 304,8 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 (tiga) nilai TSS minggu pertama sebesar 209,2 mg/l dan pada minggu kedua sebesar 235,7 mg/l.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa dari semua stasiun penelitian tidak ada satupun yang memenuhi standar Baku Mutu Air Kelss II. Sesuai dengan apa yang dipersyaratkan dalam PP No. 82 Tahun 2011 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kadar TSS maksimal yang diperbolehkan hanya sebesar 50 mg/l. Menurut Kristanto (2002), padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen.

4.4.7 Logam Berat Jenis Raksa (Hg)

Berdasarkan hasil pengukuran logam berat jenis Raksa (Hg), didapatkan hasil pada stasiun 1 (satu) minggu pertama sebesar 0,012 mg/l dan minggu kedua sebesar 0,015 mg/l. Kemudian pada stasiun 2 (dua) minggu pertama sebesar 0,021 mg/l dan minggu kedua sebesar 0,017 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 (tiga) minggu pertama sebesar 0,025 mg/l dan pada minggu kedua sebesar 0,021 mg/l.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa dari semua stasiun penelitian, untuk kadar logam berat jenis raksa (Hg) tidak ada satupun yang memenuhi standar baku mutu. Sesuai dengan perundangan yang berlaku, yakni PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, khususnya untuk Baku Mutu Air Kelas II, kadar logam berat jenis raksa (Hg) yang diperbolehkan maksimal sebesar 0,002 mg/l.

Tingginya kandungan logam berat jenis raksa (Hg) di Perairan Sungai Rejoso Pasuruan disebabkan salah satunya oleh banyaknya aktifitas industri di kawasan tersebut. Beberapa industri seperti pembuatan kertas, pupuk cair, penyedap makanan, pengolahan ikan dan sebagainya dimungkinkan menghasilkan logam berat yang cukup tinggi. Contoh industri yang beroperasi di

Sekitar Sungai Rejoso yaitu PT Jaya, pabrik ini memproduksi kertas dan pada dasarnya menggunakan merkuri sebagai senyawa FMA (*fenil merkuri asetil*) untuk mencegah jamur tumbuh pada kayu *pulp* sebagai bahan dasar kertas. Pabrik tersebut berpotensi menghasilkan limbah logam berat Hg di perairan Rejoso (Diliyana, 2008). Hal ini sesuai dengan pendapat Sastrawijaya (2000), yang mengatakan bahwa industri yang menggunakan bahan kimia dapat menghasilkan limbah yang mengandung unsur-unsur logam seperti: Merkuri/Air raksa (Hg), Cadmium (Cd), Arsen (As), Krom (Cr), Nikel (Ni), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan lain-lain jika limbah - limbah ini masuk ke dalam perairan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di perairan.



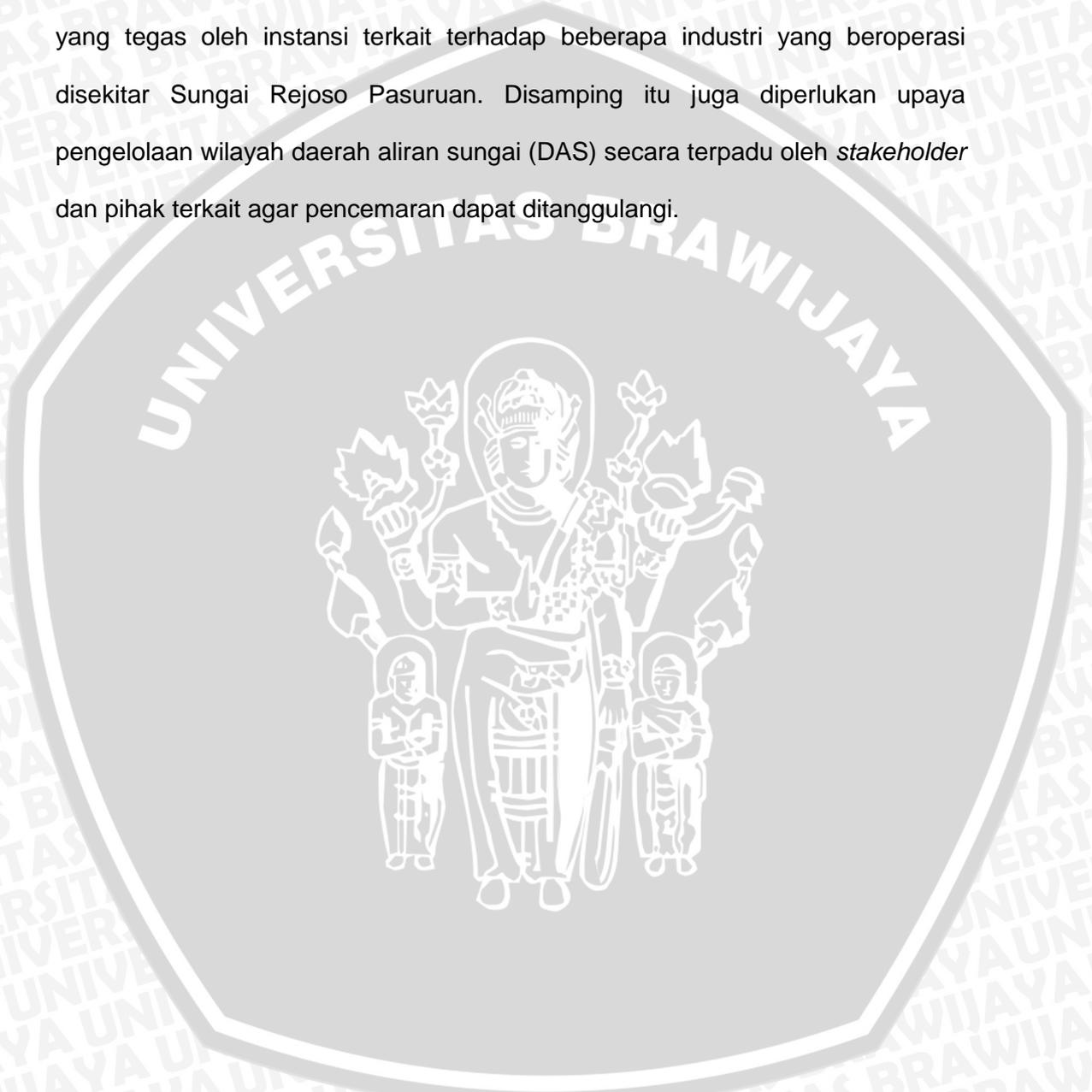
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Profil hematologi ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang tertangkap di Sungai Rejoso Pasuruan pada lokasi pembuangan limbah cair industri, dalam keadaan tidak normal, dilihat dari jumlah eritrositnya yang sebesar 433.750 sel/mm³ telah berada dibawah rata-rata ikan sehat dengan kisaran 1.050.000-3.000.000 sel/m³. Jumlah Leukosit 437.500 sel/mm³ berada diatas rata-rata ikan sehat yang berkisar antara 20.000-150.000 sel/m³. Konsentrasi hemoglobin sebesar 2,5 g% berada dibawah jumlah rata-rata ikan sehat yang berkisar antara 5,5-8,59%. Nilai hematokrit sebesar 19% telah berada dibawah jumlah rata-rata ikan sehat yang berkisar antara 20-30%. Sehingga di lokasi tersebut terindikasi telah terjadi pencemaran yang cukup tinggi. Sedangkan pada stasiun 1 (lokasi sebelum tempat pembuangan limbah cair industri) dan stasiun 3 (lokasi permukiman dan pertanian) dalam keadaan baik dan cukup baik. Membaiknya kondisi air sungai di stasiun 3 dimungkinkan dengan adanya proses *self purification*.
- Kualitas perairan Sungai Rejoso Pasuruan secara umum cukup buruk dan mengarah ke pencemaran. Hal ini dibuktikan dari hasil uji kualitas air yang untuk beberapa parameter, seperti DO, BOD, COD dan TSS telah melebihi ambang batas, juga ditemukannya logam berat jenis raksa (Hg) di semua stasiun yang telah melebihi baku mutu sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku, yakni PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Baku Mutu Air Kelas II.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan kondisi kualitas perairan Sungai Rejoso Pasuruan yang cukup buruk mengarah ke pencemaran, sehingga diperlukan pengawasan (*monitoring*) dan penegakan hukum (*law enforcement*) yang tegas oleh instansi terkait terhadap beberapa industri yang beroperasi disekitar Sungai Rejoso Pasuruan. Disamping itu juga diperlukan upaya pengelolaan wilayah daerah aliran sungai (DAS) secara terpadu oleh *stakeholder* dan pihak terkait agar pencemaran dapat ditanggulangi.



DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. S., Sjafei, M. Raharjo dan Sulistiono. 2005. Fisiologi Ikan (Pencemaran dan Penyerapan makanan). Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Affandi, R. dan U.M. Tang. 2002. Fisiologi Hewan Air. University Riau Press. Riau.
- Afifah, W.N. dan S. Harianto. 2014. Dampak Negatif Industri PT Semen Indonesia Terhadap Masyarakat. *Jurnal Paradigma*. **02**(1) : 1-7.
- Ali, F. Kh. A. M. El-Shehawi dan M. A. Seehy. 2008. Micronucleus Test In Fish Genome : A Sensitive Monitor For Aquatic Pollutan. *Africal Journal Of Biotechnology*. **7**(5) : 606-612.
- Anderson D.P. 1990. Immunological indicators: effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks, dalam : Adams, SM, editor. Biological Indicators of Stress in Fish. American Fisheries Symposium 8. hlm 38-35.
- Andayani, S., Marsoedi, E. Sanoesi, A. W. Ekawati dan H. Suprastiani. 2014. Profil Hematologis Beberapa Spesies Ikan Air Tawar Budidaya. *Jurnal Green Technology*. PP 363-365.
- Arianti, F. D. 2002. Toksisitas Insektisida Endosulfan Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Lingkungan Air Tawar. *Thesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azwar, S. 2010. Metode Penelitian. Cetakan Ketiga. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi*. Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Betancur, I. P., J. A. Baena and M. C. Guerro. 2009. *Micronuclei Test Application to wild Tropical Ichtyic Spesies Common in Two Lentic Environments of the Low Zones In Colombia*. *Journal Actual Biol* 31 (90): 67 – 77.
- Bijanti, R. 2005. Hematologi ikan Teknik Pengambilan Darah dan Pemeriksaan Hematologi Bagian Ilmu Kedokteran Dasar Veteriner. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Bloom, J. H. 1998. *Analisis Mutu Air Secara Kimiawi dan Fisis. Sebuah Laporan tentang Pelatihan dan Praktek pada Fakultas Perikanan*. NUFFIC-UNIBRAW. Malang.
- Boyd, C. E. 1988. Water Quality Management for Pond Fish Culture. *Elsevier Scientific Publishing Company*. New York.
- Dahuri, R. I. 1995. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Pradnya Paramita. Jakarta.

- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Diana, Erlis. 2007. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) Di Sekitar Mata Air Ponggok Klaten Jawa Tengah. *Skripsi*. FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Diliyana, Y. F. 2008. Studi Kandungan Merkuri (Hg) Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Di Tambak Sekitar Perairan Rejoso Kabupaten Pasuruan. *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Dina, R. 2008. Rencana Pengelolaan Sumberdaya Ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) Berdasarkan Analisis Frekuensi Panjang di Danau Maninjau, Sumatera Barat. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dosim, E. H. Hardi dan Agustina. 2013. Efek Penginjeksian Produk Intraseluler (ICP) Dan Ekstraseluler (ECP) Bakteri (*Pseudomonas* sp.) Terhadap Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Perikanan*. **19**(1) : 24-30.
- Dopongtonung, A. 2008. Gambaran Darah Ikan Lele (*Clarias spp*) Yang Berasal dari daerah Laladon-Bogor. *Skripsi*. IPB
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Fatkhome, F. 2009. <http://wordbiology.wordpress.com/2009/01/20/ekologi-ikan/>. Diakses tanggal 27 Februari 2015.
- Fenech, M. 2000. *The in Vitro Micronucleus Techhniqye*. CSIRO Health Sciences and Nutrition, Po Box 10041, Adelaide BC 5000, South Australia, Australia.
- Ganong, W. F. 1995. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (*Review of Medical Physiology*). Edisi ke-4. Terjemahan P. Adiarto. EGC. Jakarta.
- Guner U., D. G. M. Fulya. 2011. *Micronucleus Test, Nuclear Abnormal and Accumulation of Cu and Cd on Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11 : 615-622.
- Hutagalung, H. P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oseana*. IX. No. 1. LON LIPI. Jakarta.
- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Johnny, F., D. Zafran Roza dan K. Mahardika. 2003. Hematologi Beberapa Spesies Ikan Laut Budidaya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. **9**(4).
- Komariah, M. 2009. Metabolisme Eritrosit. Fakultas Keperawatan. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Kristanto, P. 2002. Ekologi Industri. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- Lestari, I .W dan Y. Trihadiningrum. 2011. Bioassessment Kualitas Air Sungai Rejoso Di Kecamatan Rejoso Pasuruan Dengan Makroinvertebrata. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Loebis, J, Soewarna, Supriyadi, B. 1993. Hidrologi Sungai. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Lusiyanti, Y. dan Abdul W. 1999. *Mikronuklei Sebagai Dosimetri Biologi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir: 2 (3), 21 – 26.
- Lusiyanti, Y. dan Z. Alatas. 2011. Uji Mikronuklei Dengan Pengeblokan Sitokenesis pada Limfosit dan Aplikasi Sebagai Biodosimetri Radiasi. Seminar Nasional Keselamatan Kesehatan dan Lingkungan VII PP : 57 – 71.
- Moyle, P. B dan J. J. Cech Jr. 2004. *Fishes : An Introduction to Ichthyology 5th ed.* USA : Prentice Hall. Inc.
- Maizar, A. S. H. 2011. Pencemaran Lingkungan (Sumber, Dampak, dan Upaya Penanggulangannya). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Maswan, N. A. 2009. Pengujian Efektivitas Dosis Vaksin DNA dan Korelasinya Terhadap Parameter Hematologi Secara Kuantitatif. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mudjiutami, E., Ciptoroso dan Z. Zainun. 2007. Uji Toleransi Berbagai Ikan Mas terhadap KHV. *Jurnal Budidaya Air Twar*. 4(2):37-41
- Muhisini. 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.
- Murphy. 2007. General Information. [Http://bcn.Boulder.co.us](http://bcn.Boulder.co.us). Diakses pada tanggal 19 Maret 2015.
- Nepomuceno. J. C and Spano. M. A. 1995. Induction of Micronuclei In Peripheral Erythrocytes Of Cyprinus Carpio Fish By Methyl Parathon. *Rev. Int. Contam. Ambient.*11 (1) : 9-12.
- Ozkan, F., S. Gunduz., M. Berkoz and A, O. Hunt. 2011. *Induction of Micronukleus and Other Nuclear Abnormalities in Peripheral Erythrocytes of Nile tilapia, Oreochromis niloticus, Following Exposure to sublethal Cadmium Doss. Turk J Zool.* **35**(4) : 585 – 592.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010, tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

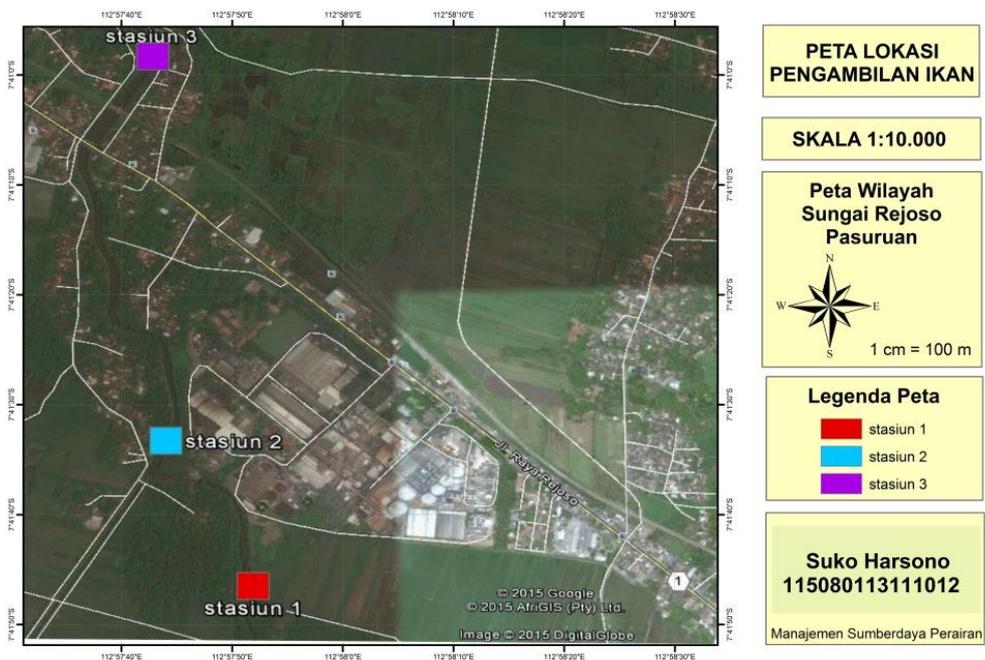
- Pujiastuti, P., B. Ismail., dan Pranoto. 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal EKOSAINS*. Vol. 5 No. 1 : 59-75.
- Purwanto, A. 2006. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi Koi Herpes Virus. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rasyid, Y. Windarti dan R. M. Putra. 2013. Kondisi Darah Ikan Toman (*Channa micropeltes*) di Perairan Sungai Siak dan Sungai Kampar, Provinsi Riau. Universitas Riau. Riau.
- Roberts, R. J. 2001. *Fish Patology*. 3rd ed. Toronto: WB Saunders. PP 25-30.
- Royan, F., S. Rejeki dan A.H.C. Hadiutomo. 2014. Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **3**(2) : 109-117.
- Safitri, D. Sugito dan S. Suryaningsih. 2013. Kadar Hemoglobin Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Cekaman Panas Dan Pakan Yang Disuplementasikan Tepung Daun Jaloh (*Salix tetrasperma Roxb*). *Jurnal Medika Veterinaria*. **7**(1) : 39-41.
- Salasia, S. I. O., Sulanjari, D., Ratnawati, A. 2001. Studi Hematologi Ikan Air Tawar. *Biologi* **2**(12).
- Salmin, 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. **30**(3) : 21-26.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Setyawan, P. 2009. Ikan Sebagai Indikator Pencemaran Air. <http://akademiperikanan.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2015.
- Sugiyono. 2005. Metode Penelitian Kualitatif. PT Rineka Cipta. Bandung.
- Suhermanto, A., A. Sri dan Maftuch. 2011. Pemberian Total Fenol Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) Untuk Meningkatkan Leukosit dan Diferensial Leukosit Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila*. *Jurnal Kelautan*. **4**(2) : 49 – 56.
- Sukadi. 1999. Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah dan Pengaruhnya Terhadap BOD dan DO. Makalah. Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan (IKIP) Bandung. Bandung.
- Sukenda, L. Jamal, D. Wahyuningrum dan A. Hasan. 2008. Penggunaan Kitosan Untuk Pencegahan Infeksi (*Aeromonas hydrophila*) pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **7**(2) : 159-169.
- Suryabrata, S. 1987. Metode Penelitian. Cetakan Pertama. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

- Syahrial, A., T. R. Setyawati dan S. Khotimah. 2013. Tingkat Kerusakan Jaringan Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Dipaparkan pada Media Zn-Sulfat ($ZnSO_4$). *Jurnal Protobiont*. **2**(3) : 181-185.
- Vonti, O. 2008. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Sinyonya yang Berasal dari Daerah Ciampea-Bogor. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB. Bogor.
- Wahjuningrum, D., Nuryati, S., Ashry, N. 2008. Pemanfaatan Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia cattapa*) Untuk Pencegahan dan Pengobatan Ikan Patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang Terinfeksi (*Aeromonas hydrophila*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **7**(1): 79-94.
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta
- Wardoyo, S. T. H. 1981. Kriteria Kualitas Air untuk Evaluasi Pertanian dan Perikanan. Training Analisa Dampak Lingkungan PPLH-UND-PSL IPB. Bogor.



LAMPIRAN

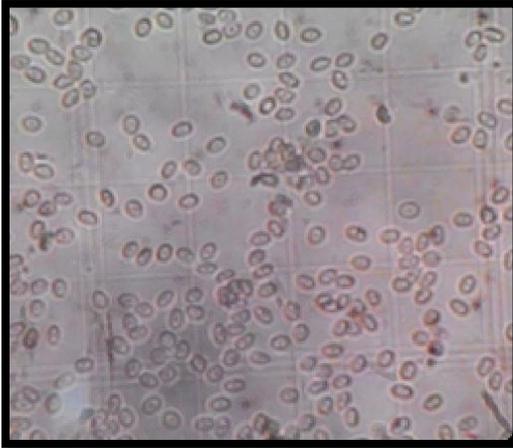
Lampiran 1. Denah Lokasi Pengambilan Sampel



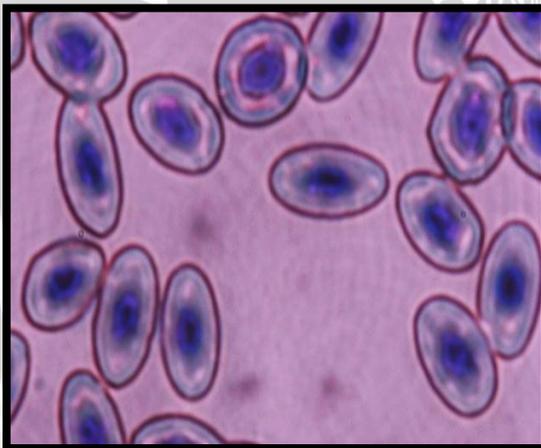
Lampiran 2. Alat dan Bahan

No	Parameter	Alat	Bahan
1.	Darah Ikan	Sprit <i>Ependorf</i> <i>Sterofoam</i>	Na sitrat 3,8 %
2.	Preparat Darah Ikan	Mikroskop Obyek glass Pipet tetes	Darah Metanol Giemsa Aquadess Air
3.	Sel Darah Merah	Pipet Eritrosit <i>Cover glass</i> Kamar hitung <i>Neubauer</i> Mikroskop cahaya	Darah Ikan Wader Larutan <i>turk</i>
5.	Sel Darah Putih	Pipet Leukosit <i>Cover glass</i> <i>Haemocytometer</i> Mikroskop cahaya	Darah Ikan Wader Giemsa
6.	Konsentrasi Hemoglobin	Hemometer <i>Pipet Sahli</i>	Darah Ikan Wader HCL 0,1
7.	Hematokrit	<i>Microhematocrit</i> <i>centrifuge</i> <i>Hematokrit Reader</i>	Darah Ikan Wader Lilin penyumbat/malam
8.	Suhu	Thermometer Hg	Air sampel
9.	DO	DO meter	Air sampel
10.	pH	Kotak pH	Air sampel pH paper
11.	TSS	Kertas saring Vakum Oven Desikator Pengaduk magnetik Timbangan digital	Air sampel
12.	COD	COD reactor Spektrofotometer	Air sampel DS (<i>digestion solution</i>) SA (<i>sulfuric acid</i>)

Lampiran 3. Hasil Pengamatan Darah Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*)



Sel Darah Putih (leukosit) ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan.



Sel Darah merah (Eritrosit) ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) yang diambil dari Sungai Rejoso, Pasuruan.

Lampiran 4. Data Hasil Perhitungan Eritrosit

Stasiun 1.

Minggu Ke-1 :

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

$$= \frac{134 \times 250 \times 200}{5}$$

$$= 134 \times 10000$$

$$= 1.340.000$$

$$= 1,34 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

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

$$= \frac{90,75 \times 250 \times 200}{5}$$

$$= 90,75 \times 10000$$

$$= 907.500$$

$$= 0,9 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

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

$$= \frac{164 \times 250 \times 200}{5}$$

$$= 164 \times 10000$$

$$= 1.640.000$$

$$= 1,64 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

Minggu Ke-2 :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{138,25 \times 250 \times 200}{5} \end{aligned}$$

$$= 138,25 \times 10000$$

$$= 1.382.500$$

$$= 1,3825 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{142,25 \times 250 \times 200}{5} \end{aligned}$$

$$= 142,25 \times 10000$$

$$= 1.422.500$$

$$= 1,4225 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{135 \times 250 \times 200}{5} \end{aligned}$$

$$= 135 \times 10000$$

$$= 1.350.000$$

$$= 1,35 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

Stasiun 2.

Minggu Ke-1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{49 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 49 \times 10000 \\
 &= 490.000 \\
 &= 0,49 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{42,25 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 42,25 \times 10000 \\
 &= 422.500 \\
 &= 0,4225 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{49 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 49 \times 10000 \\
 &= 490.000 \\
 &= 0,49 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Minggu Ke-2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{41,25 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 41,25 \times 10000 \\
 &= 412.500 \\
 &= 0,4125 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{42 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 42 \times 10000 \\
 &= 420.000 \\
 &= 0,42 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{36,75 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 36,75 \times 10000 \\
 &= 367.500 \\
 &= 0,3675 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Stasiun 3.**Minggu Ke-1 :**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{58 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 58 \times 10000 \\
 &= 580.000 \\
 &= 0,58 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{50 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 50 \times 10000 \\
 &= 500.000 \\
 &= 0,5 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{51,75 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 51,75 \times 10000 \\
 &= 517.500 \\
 &= 0,5175 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Minggu Ke-2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{53,75 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 53,75 \times 10000 \\
 &= 537.500 \\
 &= 0,5375 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{56 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 56 \times 10000 \\
 &= 560.000 \\
 &= 0,56 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\
 &= \frac{57,5 \times 250 \times 200}{5} \\
 &= 57,5 \times 10000 \\
 &= 575.000 \\
 &= 0,575 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Data Hasil Perhitungan Leukosit

Stasiun 1.

Minggu ke-1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 252 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{252 \times 20}{0,4} \\
 &= 252.125 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 3130 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{3130 \times 20}{0,4} \\
 &= 110.125 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 3192 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{3192 \times 20}{0,4} \\
 &= 82.875 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Minggu ke-2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 3246 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{3184 \times 20}{0,4} \\
 &= 196.625 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 3184 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{3184 \times 20}{0,4} \\
 &= 182.375 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 4247 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{4247 \times 20}{0,4} \\
 &= 133.500 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Stasiun 2.**Minggu ke-1 :**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 5608 \times \frac{1}{4(0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{5608 \times 20}{0,4} \\
 &= 357.375 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 4587 \times \frac{1}{4(0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{4587 \times 20}{0,4} \\
 &= 348.500 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 6253 \times \frac{1}{4(0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{6253 \times 20}{0,4} \\
 &= 603.750 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Minggu ke-2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 4959 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{4959 \times 20}{0,4} \\
 &= 372.375 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 6114 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{6114 \times 20}{0,4} \\
 &= 485.375 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 5173 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{5173 \times 20}{0,4} \\
 &= 457.625 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Stasiun 3.**Minggu ke-1 :**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 6253 \times \frac{1}{4(0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{6253 \times 20}{0,4} \\
 &= 326.000 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 5383 \times \frac{1}{4(0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{5383 \times 20}{0,4} \\
 &= 284.250 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 6219 \times \frac{1}{4(0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{6219 \times 20}{0,4} \\
 &= 295.875 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Minggu ke-2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 6470 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{6470 \times 20}{0,4} \\
 &= 350.000 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 5445 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{5445 \times 20}{0,4} \\
 &= 258.125 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\
 &= 6986 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\
 &= \frac{6986 \times 20}{0,4} \\
 &= 293.125 \text{ sel/mm}^3
 \end{aligned}$$

Lampira 6. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

