

**PROFIL HEMATOLOGI IKAN SEPAT (*Trichogaster trichopterus*) DI
PERAIRAN SUNGAI REJOSO KABUPATEN PASURUAN PROVINSI
JAWA TIMUR**

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

Oleh :
VIGABOY KHARISMA FAIDZIN
NIM. 115080100111028



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PROFIL HEMATOLOGI IKAN SEPAT (*Trichogaster trichopterus*) 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 :
VIGABOY KHARISMA FAIDZIN
NIM. 115080100111028



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

SKRIPSI

PROFIL HEMATOLOGI IKAN SEPAT (*Trichogaster trichopterus*) DI
PERAIRAN SUNGAI REJOSO KABUPATEN PASURUAN PROVINSI
JAWA TIMUR

Oleh :
VIGABOY KHARISMA FAIDZIN
NIM. 115080100111028

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 18 September 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. : _____

Tanggal : _____

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Ir. Supriatna, M.Si
NIP. 19640515 199003 1 003
Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Ir. Herwati Umi Subarijanti., MS
NIP. 19520402 198003 2 001
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi., MP
NIP. 19720529 20032 1 001
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 1 Juli 2015
Mahasiswa

Vigaboy Kharisma Faidzin
NIM. 115080100111028

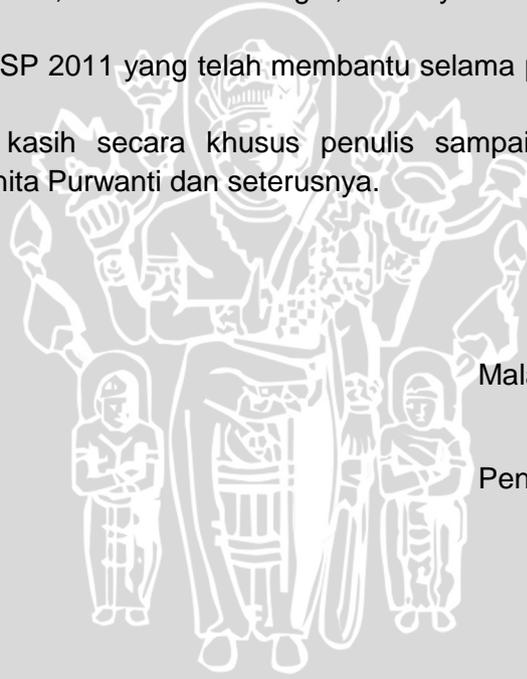
UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Universitas Brawijaya terutama Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah memberikan fasilitas.
2. Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati., MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
3. Ir. Herwati Umi S., MS, selaku pembimbing 1 atas kesediaan waktunya untuk membimbing.
4. Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi., MP, selaku pembimbing 2 atas kesediaan waktunya untuk membimbing.
5. Elys Sriamin dan Sukari, selaku orang tua saya tercinta terima kasih atas dorongan yang kuat, memberi semangat, restunya serta doa yang tiada hentinya.
6. Teman-teman MSP 2011 yang telah membantu selama proses pembuatan Laporan Skripsi.
7. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada adik tercinta Afif Chonita Purwanti dan seterusnya.

Malang, 1 Juli 2015

Penulis



RINGKASAN

VIGABOY KHARISMA FAIDZIN. Skripsi tentang Profil Hematologi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) Di Perairan Sungai Rejoso Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur (di bawah bimbingan **Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS dan Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi., MP**).

Hematologi adalah ilmu yang mempelajari tentang komponen sel darah serta kelainan fungsional dari sel tersebut. Analisa karakteristik sel darah dapat memberikan beberapa petunjuk mengenai keberadaan penyakit yang ditemukan dalam tubuh organisme. Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator karena mempunyai kemampuan merespon adanya bahan pencemar di perairan yang mengalir (sungai). Pada ikan parameter hematologi (eritrosit, leukosit, hemoglobin dan hematokrit) lebih berkaitan dengan respon dari seluruh organisme seperti kelangsungan hidup ikan, pertumbuhan dan reproduksi. Ikan yang tinggal berada di lingkungan yang sangat rentan terhadap perubahan fisik dan kimia dapat tercermin dalam komponen darah ikan. Sedangkan uji micronuclei dalam sel darah merah (eritrosit) ikan merupakan alternatif untuk mendeteksi toksik di dalam perairan, semakin tinggi jumlah micronuclei maka semakin tinggi pencemaran yang ada di perairan tersebut begitu pula sebaliknya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi Perairan Sungai Rejoso melalui profil hematologi yang dilihat dari jumlah eritrosit, leukosit, konsentrasi hemoglobin, nilai hematokrit dan jumlah mikronuclei pada ikan sepat yang tertangkap di Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan. Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur dan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan April – Juni 2015.

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 karena itu tidak akan terungkap dalam wawancara.

Gambaran hematologi pada ikan Sepat dari 3 stasiun di Sungai Rejoso adalah sebagai berikut; rata-rata jumlah sel darah merah (eritrosit) pada Stasiun 1 sebesar 2.020.000 sel/mm³ atau (1.580.000 – 2.740.000) sel/mm³, Stasiun 2 sebesar 1.006.666,67 sel/mm³ atau (830.000 – 1.160.000) sel/mm³ dan pada Stasiun 3 sebesar 1.131.666,67 sel/mm³ atau (870.000 – 1.310.000) sel/mm³. Jumlah sel darah putih (leukosit) pada Stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 166.908,33 sel/mm³ atau (151.500 – 212.350) sel/mm³. Stasiun 2 sebesar 267.858,33 sel/mm³ atau (229.350 – 305.700) sel/mm³ dan pada Stasiun 3 sebesar 306.300 sel/mm³ atau 269.150 – 349.300) sel/mm³. Konsentrasi hemoglobin pada Stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 7,9 gr/100 ml atau (7,4 – 8,2) gr/100 ml, Stasiun 2 sebesar 5,34 gr/100 ml atau (4,8 – 5,4) gr/100 ml dan pada Stasiun 3 sebesar 6,65 gr/100 ml atau (6,2 – 7,2) gr/100 ml. Nilai Hematokrit pada Stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 22 % atau (20 – 25) %, Stasiun 2 sebesar 15,16 % atau (13 – 17) % dan pada Stasiun 3 sebesar 17,5 % atau berkisar antara (16 – 19) %.

Jumlah micronuclei Ikan Sepat dari 3 Stasiun pengamatan di Sungai Rejoso adalah sebagai berikut; jumlah micronuclei yang ditemukan pada Stasiun 1 dengan rata-rata sebesar 12,33/1000 sel atau (11 – 14)/1000 sel, Stasiun 2

sebesar 16,33/1000 sel atau (15 – 18)/1000 sel dan pada Stasiun 3 sebesar 14,67/1000 sel atau berkisar antara (14 – 16)/1000 sel.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan *Analysis of Variance* (Annova) pada ketiga stasiun yang diduga tercemar terhadap parameter hematologi dan mikronuclei, didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap parameter hematologi dan micronuclei Ikan Sepat yang ditemukan di Sungai Rejoso. Dari hasil Uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 95%.

Hasil pengukuran kualitas air dari 3 stasiun yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut; suhu pada kisaran (27,85 – 31,5) °C, derajat keasaman (pH) berkisar antara (6,5 – 6,8), oksigen terlarut (DO) yaitu (3,25 – 7,11) mg/l, BOD yaitu (3,65 – 8,45) mg/l, COD yaitu (10,90 – 28,13) mg/l, TSS yaitu (209,2 – 322,4) mg/l dan nilai Hg (merkuri) yang diketahui di Sungai Rejoso berkisar antara (0,012 – 0,025) mg/l.

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah bahwa kondisi perairan Sungai Rejoso melalui profil hematologi pada ikan sepat yaitu kurang baik karena terdapat perubahan nilai hematologi yang tidak memenuhi kisaran normal, hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan ikan mengalami stress yang disebabkan karena lingkungan perairan yang kurang mendukung. Sedangkan jumlah micronuclei pada sel darah merah diketahui jumlah micronuclei tertinggi yaitu berada pada stasiun 2, sedangkan jumlah micronuclei terendah pada stasiun 1. Perubahan jumlah micronuclei terjadi karena adanya pengaruh dari polutan di perairan, polutan yang tinggi dapat menghambat pembelahan sel normal. Berdasarkan hasil pengamatan kualitas perairan Sungai Rejoso secara umum dalam kondisi kurang baik mengarah pencemaran, hal ini mengacu pada PP No. 82 Tahun 2001 baku mutu kelas II.

Berdasarkan hasil penelitian di Sungai Rejoso menunjukkan kondisi kualitas air yang buruk dan mengarah ke pencemaran, diharapkan perhatian dari pemerintah dan masyarakat sekitar dalam hal pembuangan limbah dan sampah agar tidak di buang langsung ke sungai. Diharapkan, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam menilai tanda-tanda peringatan awal terhadap pencemaran lingkungan, khususnya perairan sungai. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai pertimbangan *stakeholders* terkait dalam hal pengelolaan lingkungan.

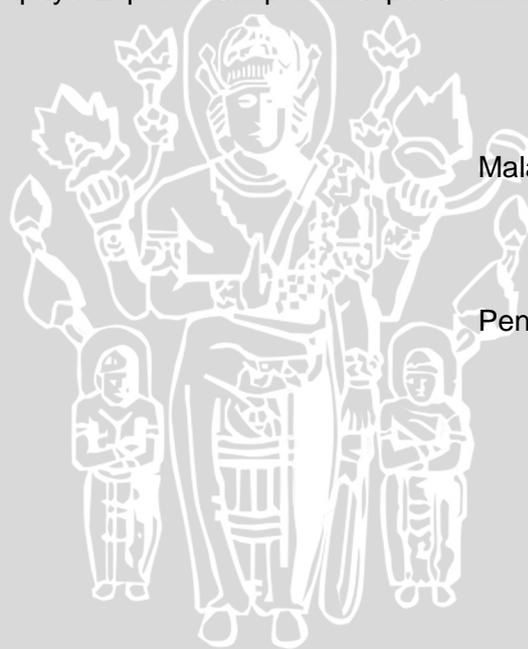
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada saya sehingga saya berhasil menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Profil Hemotologi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) Di Perairan Sungai Rejoso Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur”. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi kondisi kesehatan ikan berdasarkan gambaran hematologi yang tertangkap di Sungai Rejoso, Pasuruan dan kualitas perairan di sungai tersebut.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tentunya tidak sedikit hambatan yang dihadapi. Namun Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu Penulis berharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun supaya Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Malang, Juli 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Kegunaan Penelitian	7
1.5 Tempat dan Waktu	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Definisi Sungai	8
2.2 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Sepat	9
2.3 Hematologi Sel Darah Ikan.....	10
2.3.1 Sel Darah Merah (Eritrosit).....	11
2.3.2 Sel Darah Putih (Leukosit)	13
2.3.3 Hemoglobin.....	14
2.3.4 Hematokrit	15
2.4 Mikronuclei	15
2.5 Bahan Pencemar dan Pencemaran Air.....	17
2.6 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemar Oleh Darah.....	19
2.7 Parameter Kualitas Air.....	20
2.7.1 Suhu	20
2.7.2 Derajat Keasaman (pH).....	21
2.7.3 Oksigen Terlarut.....	21
2.7.4 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	22
2.7.5 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	23
2.7.6 Total Suspended Solid (TSS)	24
BAB 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	25

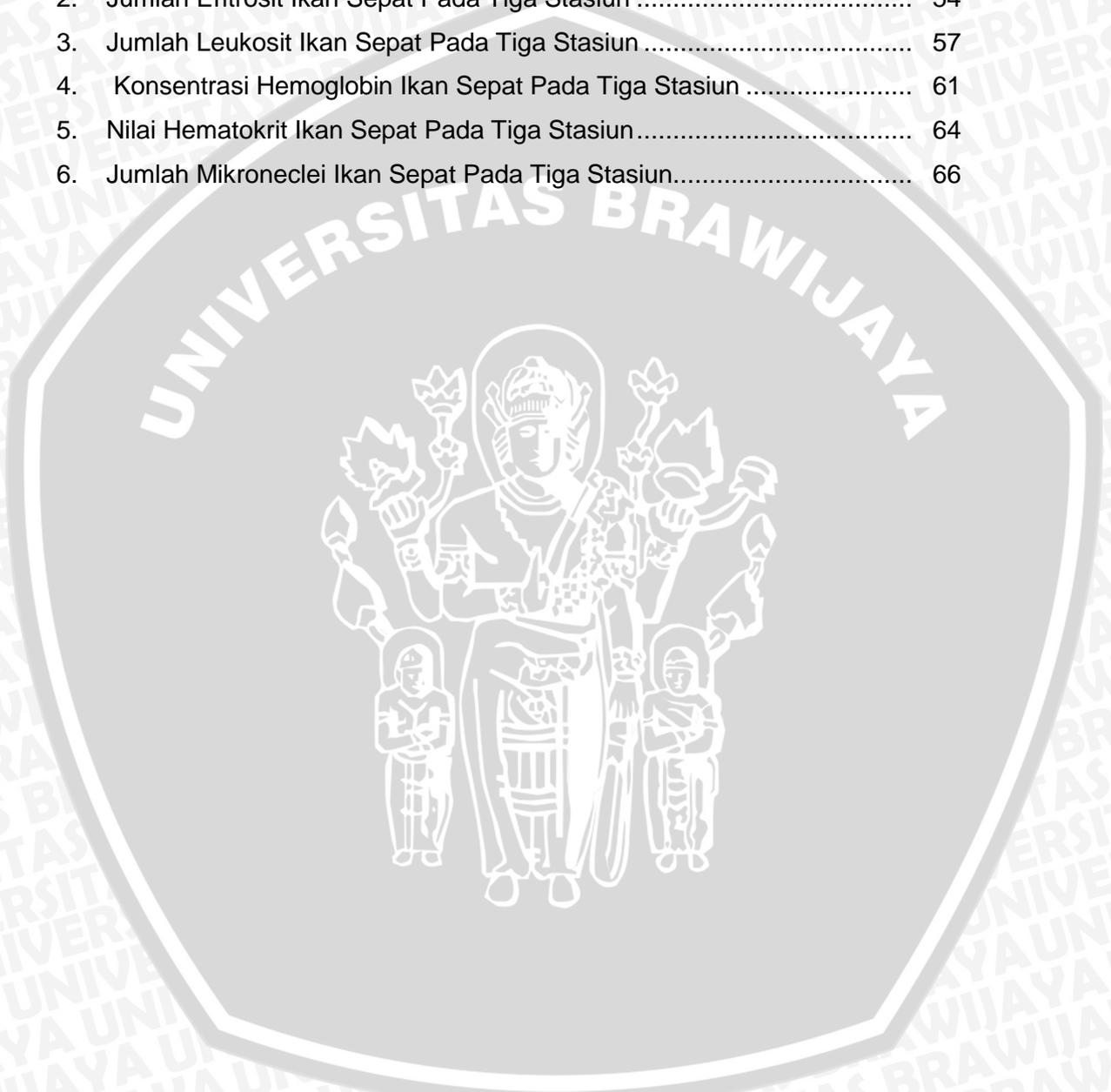
3.1 Materi Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.3 Metode Penelitian.....	25
3.3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.3.2 Penetapan Stasiun Pengamatan.....	26
3.3.3 Teknik Pengambilan Ikan.....	27
3.4 Metode Pemeriksaan Darah.....	27
3.4.1 Metode Pengambilan Darah Ikan.....	27
3.4.2 Metode Pengamatan Sel Darah Ikan.....	28
3.4.3 Pengamatan Jumlah Sel Darah Merah.....	29
3.4.4 Pengamatan Jumlah Sel Darah Putih.....	30
3.4.5 Perhitungan Konsentrasi Hemoglobin.....	31
3.4.6 Perhitungan Nilai Hematokrit.....	31
3.4.7 Pengamatan Mikronuclei Pada Sel Darah Ikan.....	32
3.5 Metode Pengukuran Kualitas Air Parameter Fisika dan Kimia.....	33
3.5.1 Suhu.....	33
3.5.2 Pengukuran DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	33
3.5.3 Derajat Keasaman (pH).....	33
3.5.4 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	34
3.5.5 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	35
3.5.6 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	38
3.5.7 Logam Berat Merkuri (Hg).....	40
3.6 Analisa Data.....	41
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	42
4.1.1 Stasiun 1.....	42
4.1.2 Stasiun 2.....	43
4.1.3 Stasiun 3.....	44
4.2 Analisa Morfologi Ikan Sepat (<i>Trichogaster trichopterus</i>).....	45
4.3 Parameter Kualitas Air.....	46
4.3.1 Suhu.....	46
4.3.2 Derajat Keasaman (pH).....	48
4.3.3 Oksigen Terlarut (DO).....	49
4.3.4 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	50
4.3.5 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	51

4.3.6 TSS ((<i>Total Suspended Solid</i>).....	52
4.3.7 Logam Berat Hg (Merkuri).....	53
4.4 Kondisi Hematologi Ikan Sepat (<i>Trichogaster trichopterus</i>)	54
4.4.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)	54
4.4.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)	57
4.4.3 Konsentrasi Hemoglobin	60
4.4.4 Nilai Hematokrit.....	64
4.5 Jumlah Mikronuclei.....	66
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	70
1.1 Kesimpulan.....	70
1.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	77



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Pengukuran Kualitas Air Di Sungai Rejoso.	46
2. Jumlah Eritrosit Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun	54
3. Jumlah Leukosit Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun	57
4. Konsentrasi Hemoglobin Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun	61
5. Nilai Hematokrit Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun	64
6. Jumlah Mikroneclei Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun.....	66



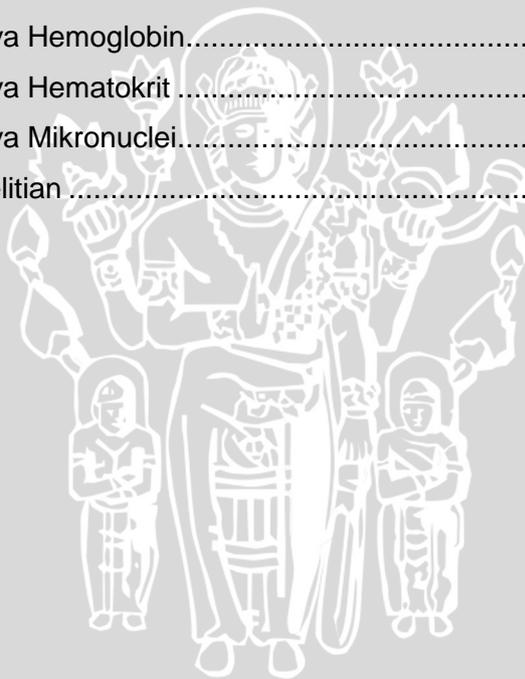
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Rumusan Masalah	6
2. Ikan Sepat ((<i>Trichogaster trichopterus</i>).....	9
3. Sel Darah Merah (Eritrosit)	12
4. Sel Darah Putih (Leukosit)	14
5. Mikronuclei Pada Ikan Nila.....	17
6. Lokasi Stasiun 1	43
7. Lokasi Stasiun 2	44
8. Lokasi Stasiun 3	44
9. Grafik Jumlah Total Eritrosit	56
10. Hasil Pengamatan Eritrosit Ikan Sepat Pada Tiap Stasiun.....	57
11. Grafik Jumlah Total Leukosit.....	59
12. Hasil Pengamatan Leukosit Ikan Sepat Pada Tiap Stasiun.....	60
13. Grafik Konsentrasi Hemoglobin Ikan Sepat Pada Tiap Stasiun.....	62
14. Grafik Nilai Hematokrit Ikan Sepat Pada Tiap Stasiun	65
15. Grafik Jumlah Mikronuclei Ikan Sepat Pada Tiap Stasiun.....	68
16. Hasil Pengamatan Mikronuclei ikan Sepat	69



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian	77
2. Alat dan Bahan	78
3. Data Hasil Pengamatan Hematologi	79
4. Data Kualitas Air	80
5. Perhitungan Total Eritrosit	81
6. Perhitungan Total Leukosit	87
7. Perhitungan Anova Uji Normalitas	93
8. Perhitungan Anova Sel Darah Merah.....	95
9. Perhitungan Anova Sel Darah Putih.....	97
10. Perhitungan Anova Hemoglobin.....	99
11. Perhitungan Anova Hematokrit	101
12. Perhitungan Anova Mikronuclei.....	103
13. Dokumentasi Penelitian	105



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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).

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 kualitas 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 menjadi buangan yang cukup tinggi (Sukadi, 1999).

Menurut Fitriyah (2007), pencemaran air diklasifikasikan sebagai berikut: pencemaran organik, anorganik, radio aktif dan asam/basa. Saat ini hampir semua bahan pencemar telah dikenal manusia, dan hampir 100.000 zat kimia telah digunakan secara komersial, kebanyakan sisa zat dibuang ke badan air atau air tanah. Seperti pestisida, deterjen, PCBBS (*polychlorinated phenols*).

Lingkungan perairan yang tercemar akan mengalami tekanan (*stress*), yang cenderung mengarah pada penurunannya kualitas karena terganggu keseimbangan alami yang akan menimbulkan bahaya bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (Henny, 2003 dalam Fua, 2012).

Ikan adalah salah satu organisme yang paling banyak hidup di lingkungan perairan dan menjadi rentan terhadap pencemaran lingkungan dapat mencerminkan sejauh mana efek biologis pencemaran lingkungan di perairan. Pemantauan parameter darah, baik seluler dan noncellular mungkin memiliki nilai diagnostik yang cukup dalam menilai tanda-tanda peringatan awal dari keracunan pestisida (Pant *et al.*, 1987). 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.

Ikan sepat yang di dapat di sungai Rejoso dapat digunakan sebagai agen bioindikator, hal ini memiliki beberapa alasan dan pertimbangan mengapa menggunakan ikan sepat. Pertama ikan sepat banyak di temukan di sungai tersebut, ikan sepat memiliki volume darah dalam jumlah cukup banyak, karena dalam penelitian mengenai darah sangat membutuhkan volume darah dalam jumlah yang cukup banyak, ikan sepat tergolong ikan yang mobilitasnya tinggi, akan tetapi ikan sepat yang di dapat di sungai tersebut memiliki mobilitas terbatas karena hulu sungai rejoso ini berada di dataran tinggi dengan suhu yang rendah sedangkan ikan sepat mampu hidup dengan suhu optimal yaitu (25 – 28) °C serta hilir sungai Rejoso ini bermuara di laut yang memiliki salinitas tinggi, sedangkan ikan sepat dapat hidup di salinitas rendah.

Pemeriksaan darah mempunyai kegunaan dalam menentukan adanya gangguan fisiologis tertentu dari ikan. Menurut Purwanto (2006), pemeriksaan

darah 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 analisa bahan kimianya. Oleh karena itu penting mengetahui gambaran darah ikan untuk mengetahui kondisi kesehatannya.

Sel darah adalah indikator penting dari perubahan dalam lingkungan internal dan eksternal hewan. Pada ikan parameter tersebut lebih berkaitan dengan respon dari seluruh organisme, yaitu untuk efek pada kelangsungan hidup ikan, reproduksi dan pertumbuhan. Ikan yang tinggal dan kontak dengan lingkungannya sangat rentang terhadap perubahan fisik dan kimia yang dapat tercermin dalam komponen darah mereka (Alkahemal-Balawi *et al.*, 2011).

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

Secara teoritis mikronukleus merupakan kromatin sitoplasmik yang tampak sebagai inti kecil terbentuk dari patahan kromosom yang diasingkan dari inti (nukleus) pada tahap anaphase pembelahan sel. Setelah mencapai tahap telofase, elemen sentris menjadi inti sel anak, sedang fragmen kromosom yang

tertinggal tetap berada pada sitoplasma membentuk inti kecil yang disebut mikronukleus/ mikronuclei (Sumpena *et al.*, 2009 dalam Rangkuti *et al.*, 2012).

Mikronuclei terbentuk selama pembelahan sel, mencerminkan efek mutagenik oleh hilangnya kromosom fragmen atau seluruh kromosom yang tidak termasuk dalam anafase berikut inti utama. Uji mikronuclei pada ikan memiliki potensi untuk mendeteksi bahan pencemar dari efek lingkungan dalam media air. Karena eritrosit teleost yang bernukleus, mikronuclei telah menskoring eritrosit pada ikan sebagai ukuran aktivitas dari istirahat di kromosom, menyebabkan bagian dari kromosom yang dihapus, ditambahkan atau disusun kembali (Al-Sabti dan Metcalfe, 1995 dalam Guner dan Fulya, 2011).

Sungai Rejoso merupakan Badan air yang terletak di Kecamatan Rejoso Pasuruan. Di sepanjang aliran sungai ini terdapat aktivitas penduduk yang dapat menurunkan kualitas air sungai seperti; MCK, industri, dan perikanan yang memberikan dampak negatif pada biota airnya (Lestari dan Trihadiningrum, 2013).

Ratusan warga Desa Arjosari Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan memprotes produsen MSG PT. Cheil Jedang Indonesia (CJI) yang diduga mencemari sungai setempat karena tidak mengelola dengan baik limbah industrinya. Tak hanya mencemari air tanah limbah cair juga mencemari tambak – tambak milik warga. Para petambak di sekitar lokasi pabrik mengeluh produksinya anjlok karena ikannya banyak yang mati. Warga menuntut pabrik asal Korea Selatan ini ditutup karena mencemari lingkungan (Tempo, 2012).

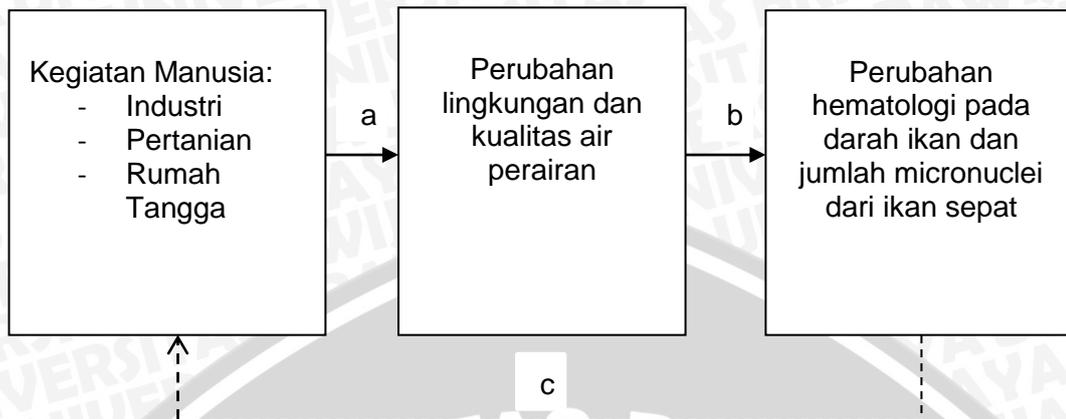
Berdasarkan hal diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai kualitas air melalui pendekatan fisika, kimia dan biologis, akan tetapi dalam penelitian ini lebih menekankan kepada biologis. Pemantauan secara fisika dan kimia umumnya mencerminkan kondisi pada waktu pengambilan sampel dilakukan, hal ini memberikan hasil yang tidak sesuai karena hasil pengukuran kurang

mencerminkan kondisi yang telah lampau, padahal masuknya polutan di perairan berlangsung terus menerus. Untuk mengatasi hal tersebut, maka peneliti menggunakan sampel ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) sebagai agen bioindikator pencemaran melalui pemeriksaan kondisi darah yang dilihat dari jumlah eritrosit, leukosit, konsentrasi hemoglobin, nilai hematokrit dan jumlah mikronuclei dari ikan sepat yang diambil dari Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan.

1.2 Rumusan Masalah

Sungai Rejoso merupakan Badan air yang terletak di Kecamatan Rejoso Pasuruan yang dimulai dari mata air Umbulan dan berakhir di Selat Madura. Di sekitar dan sepanjang aliran sungai ini terdapat berbagai aktivitas manusia mulai dari pertanian, rumah tangga, peternakan skala rumah tangga dan juga industry yang membuang limbah cairnya di badan air Sungai Rejoso.

Hal tersebut dapat memberikan beban masukan tersendiri bagi Sungai ini, sehingga memungkinkan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas perairan Sungai Rejoso. Pemeriksaan darah mempunyai kegunaan dalam menentukan adanya gangguan fisiologis tertentu dari ikan. Sel darah adalah indikator penting bagi perubahan lingkungan internal dan eksternal ikan, parameter ini berkaitan dengan respon ikan terhadap perubahan lingkungan fisik dan kimia yang tercermin dalam komponen darah (**Gambar 1**).



Gambar 1. Diagram Alir Rumusan Masalah

Keterangan

- a. Kegiatan manusia yang menghasilkan limbah seperti limbah pada industri, pertanian dan rumah tangga yang di buang ke sungai akan menyebabkan pencemaran.
- b. Masuknya limbah industri, pertanian dan rumah tangga yang berlebih akan mengakibatkan perubahan kualitas air.
- c. Perubahan kualitas air akan mempengaruhi kesehatan ikan. Pemeriksaan pada darah ikan sepat akan memberikan informasi bagaimana pencemaran yang terjadi bagi kesehatan ikan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui kondisi perairan Sungai Rejoso melalui profil hematologi yang dilihat dari jumlah eritrosit, leukosit, konsentrasi hemoglobin, nilai hematocrit dan jumlah mikronuclei pada ikan sepat yang tertangkap di Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penyusunan penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat menambah pengetahuan, ketrampilan, pengalaman kerja di lapangan dan membandingkan teori yang didapatkan di perkuliahan serta menumbuhkan perhatian khusus terhadap bahaya pencemaran lingkungan terhadap kelestarian ekosistem perairan yang akan berakibat pada sumberdaya perikanan.
2. Bagi lembaga ilmiah atau peneliti, sebagai bahan informasi untuk melakukan penelitian, dalam mengembangkan keilmuan, serta untuk mendukung kesempurnaan ilmu pengetahuan yang sedang berkembang saat ini.
3. Bagi pemerintah, sebagai sumber informasi dalam mengambil kebijakan terutama terkait permasalahan lingkungan di sekitar Sungai Rejoso.

1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur dan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan kegiatan ini dimulai pada bulan April – Juni 2015.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai merupakan tempat berkumpulnya air dari lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. Daerah sekitar sungai yang mensuplai air sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyanggah. Kondisi suplai air dari daerah penyanggah dipengaruhi aktivitas dan perilaku penghuninya. Pada umumnya daerah hulu mempunyai kualitas air yang lebih baik dari pada daerah hilir. Dari sudut pemanfaatan lahan, daerah hulu relatif sederhana dan bersifat alami seperti hutan dan perkampungan kecil. Semakin kearah hilir keragaman pemanfaatan lahan meningkat. Sejalan dengan hal tersebut suplai limbah cair dari daerah hulu yang menuju daerah hilir pun menjadi meningkat. Pada akhirnya daerah hilir merupakan tempat akumulasi dari proses pembuangan limbah cair yang dimulai dari hulu (Wowiho, 2005 dalam Yuliastuti, 2011).

Menurut Bisri (2009) dalam Wibowo (2010), sungai adalah salah satu sumberdaya air yang terdapat di atas permukaan tanah yang mempunyai komponen badan sungai dan kawasannya. sungai merupakan tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan. Sungai mempunyai kawasan tampungan air yang akan masuk ke badan sungai tersebut, dan secara umum dinamakan Daerah Aliran Sungai (DAS).

Sungai Rejoso merupakan badan air yang berada di kawasan kecamatan Rejoso Pasuruan. Sungai ini mempunyai panjang \pm 25 km yang dimulai dari mata air Umbulan dan berakhir di Selat Madura. Banyak aktivitas penduduk yang

terjadi di sepanjang sungai ini seperti; kegiatan MCK, pertanian dan perikanan. Sungai ini juga digunakan sebagai tempat pembuangan efluen dari pabrik yang ada di pinggir sungai ini yaitu, pabrik MSG dan pabrik gula. Dari mata air kualitas sungai ini sangat baik, tetapi semakin menuju ke laut kualitasnya semakin menurun akibat adanya pencemaran dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh penduduk sekitar sungai Rejoso (Lestari dan Trihadiningrum, 2013).

2.2 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*)

Klasifikasi ikan Sepat menurut Saanin (1968), taksonomi ikan Sepat sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phyllum	: Chordata
Classis	: Pisces
Familia	: Anabantidae
Ordo	: Labyrinthici
Genus	: <i>Trichogaster</i>
Spesies	: <i>Trichogaster trichopterus</i>



Gambar 2. Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*)
Sumber: Fishbase_(2015)

Ikan sepat rawa merupakan kelompok ikan yang mempunyai pernafasan tambahan berupa tulang tipis yang berlekuk-lekuk seperti bunga karang yang

disebut labirin dengan menggunakan dan mengambil oksigen langsung dari udara. Sebagian dapat membangun karang berbusa yang berguna untuk menyimpan telurnya di dalam mulut. Warna tubuh ikan ini dipengaruhi oleh jenis kelamin reproduksi dan umurnya. Sirip punggung lebih kecil dari pada sirip dubur, mempunyai 6-8 jari-jari keras dan 8-10 jari-jari lunak. Sirip duburnya mempunyai 10-12 jari-jari keras 33-38 jari-jari lunak. Sirip perut memiliki 1 jari-jari keras dan 3-4 jari-jari lunak, satu diantaranya menjadi alat peraba yang panjang seperti ijuk. Sirip dada mempunyai 9-10 jari-jari lunak. Terkadang pada bagian sirip punggung dan sirip ekor yang lunak ada bulatan hitam. (Djuhanda, 1981 dalam Murjani, 2009).

2.3 Hematologi Sel Darah Ikan

Hematologi adalah ilmu yang mempelajari komponen sel darah serta kelainan fungsional dari sel tersebut. Analisa karakteristik sel darah dapat memberikan beberapa petunjuk mengenai keberadaan penyakit yang ditemukan dalam tubuh organisme (Anderson dan Swiwicki, 1995 dalam Andayani *et al.*, 2014). Sedangkan menurut Royan *et al.*, (2014), profil darah yang digunakan untuk mengevaluasi respon fisiologis pada ikan dapat dilihat dari perubahan kadar hormon kortisol, glukosa darah, hemoglobin, dan hematokrit. Dalam kondisi stress terjadi perubahan jumlah eritrosit, nilai hematokrit dan kadar hemoglobin, sedangkan jumlah leukosit cenderung meningkat.

Darah adalah cairan tubuh, yang berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan agar semua sel dapat berjalan sesuai fungsinya. Menurut Purwanto, (2006), darah juga mengangkut makanan dari saluran pencernaan dan hormon dari kelenjar ke seluruh tubuh. Darah juga berperan membawa agen penyakit ke seluruh sel atau jaringan sehingga menyebabkan organisme tersebut sakit. 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^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{4-} , L dan kation : Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} . Subtansi organik terdiri dari: non protein nitrogen, misalnya lipid, karbohidrat, glukosa, garam ammonium, urea, asam urat dan gas terlarut dalam plasma. Berbagai sustansi lain seperti hormon, enzim dan anti toksin. Sel darah ikan memiliki inti yang menonjol dengan jumlah ± 2 juta mm^3 dan memiliki ukuran yang cukup konsisten yaitu umumnya sekitar $12 \times 3 \mu$ dan memiliki sitoplasma yang kecil. Menurut Johnny *et al.*, (2003) dalam Affandi *et al.*, (2005), 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.

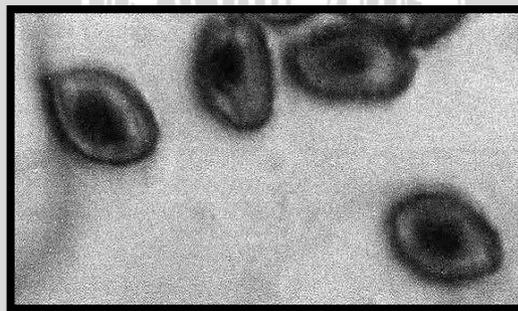
Darah ikan tersusun dari sel-sel yang tersuspensi dalam plasma dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup. Menurut Takashima dan Hibiya (1995) dalam Maswan (2009), darah tersusun atas cairan darah (plasma darah) dan elemen-elemen seluler (sel-sel darah). Plasma darah terdiri dari air, protein (yakni albumin, globulin dan faktor-faktor koagulasi), lipid dan ion, adapun sel darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit) dan sel darah putih (leukosit).

2.3.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah (eritrosit) ikan mempunyai inti, umumnya berbentuk bulat dan oval tergantung pada jenis ikannya. Inti sel eritrosit terletak sentral dengan sitoplasma terlihat jernih kebiruan dengan pewarnaan giemsa (Chinabut *et al.* 1991). Jumlah eritrosit berbeda-beda pada berbagai spesies dan juga sangat dipengaruhi oleh suhu, namun umumnya berkisar antara 1 - 3 juta sel/mm^3 (Takashima dan Hibiya 1995 dalam Maswan 2009).

Jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stres dan suhu lingkungan. Jumlah eritrosit pada teleostei berkisar antara $1,05 \times 10^6$ sel/mm³ dan $3,0 \times 10^6$ sel/mm³ (Roberts, 2001). Sedangkan menurut Chinabut *et al.*, (1991) dalam Sukenda *et al.*, (2008) 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^-). Gambar sel darah merah (eritrosit) contohnya pada ikan suram (*Alburnus alburnus*) dapat dilihat pada **Gambar 3**.



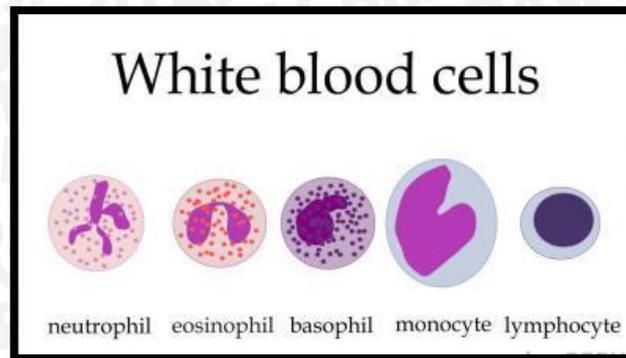
Gambar 3. Eritrosit pada ikan suram (*Alburnus alburnus*) (Arnaudova *et al.*, 2008)

2.3.2 Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih (leukosit) ikan merupakan bagian dari sistem pertahanan tubuh yang bersifat non-spesifik. Leukosit ikan terdiri dari granulosit dan agranulosit. Lagler et al. (1977) dalam Anderson (1990), mengungkapkan, bahwa agranulosit terdiri dari limfosit, monosit dan trombosit, sedangkan granulosit terdiri dari basofil, netrofil dan eosinofil. Moyle dan Cech (1988) dalam Maswan (2009), menjelaskan bahwa jumlah sel darah putih lebih rendah dibandingkan dengan sel darah merah yaitu berkisar (20.000 – 150.000) sel/mm³. Perubahan nilai leukosit total dan persentase jenis leukosit sering dijadikan petunjuk keadaan fisiologi ikan atau indikator keberadaan penyakit pada tubuh ikan.

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).

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 – 798.000) sel/mm³. Leukosit ikan dibagi menjadi dua besar yaitu Granulosit dan Agranulosit. Gambar sel darah putih (leukosit) dapat dilihat pada **Gambar 4**.



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

2.3.3 Hemoglobin

Lagler *et al.* (1977) dalam Anderson (1990), 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 abnormal dapat dijadikan petunjuk mengenai rendahnya kandungan protein pakan atau ikan mendapat infeksi (Blaxhall 1972 dalam Anderson 1990).

Menurut Santoso (1998) dalam Safitri *et al* (2013) 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/100 ml darah.

Menurut Salasia *et al* (2001), kadar hemoglobin normal pada ikan nila berkisar (5,05-8,33) gram/100 ml darah. Rendahnya kadar hemoglobin berdampak pada jumlah oksigen yang rendah pula didalam darah. Banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya kadar hemoglobin menurut Dellman and Brown

(1989) dalam Salasia *et al* (2001) mengatakan kadar hemoglobin dibawah kisaran normal mengindikasikan rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin dan kualitas air buruk atau ikan mandapat infeksi.

2.3.4 Hematokrit

Hematokrit adalah parameter yang berpengaruh terhadap pengukuran volume sel darah merah. Menurut Sukenda *et al* (2008), 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.

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 Bond (1979) dalam Royan *et al* (2014) nilai hematokrit pada ikan teleostei berkisar antara (20-30) %, dan pada beberapa spesies ikan laut sekitar 42 %.

2.4 Mikronuclei

Mikronuclei adalah sitoplasma badan kromatin yang mengandung fragmen kromosom acentrik atau kromosom tertinggal selama anafase dan gagal untuk menjadi inti sel selama pembelahan sel. Karena kerusakan genetik yang

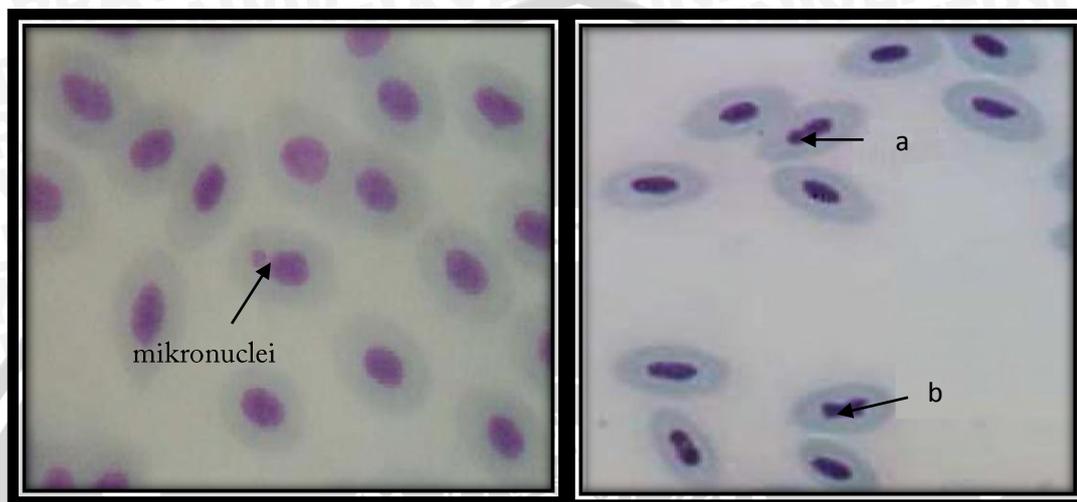


menghasilkan kelainan kromosom sehingga menyebabkan pembentukan mikronukleus, kejadian mikronuclei berfungsi sebagai indeks dari jenis kerusakan. Dari penyimpangan kromosom, uji mikronukleus telah banyak digunakan untuk menguji bahan kimia yang menyebabkan jenis kerusakan (Ali *et al.*, 2008).

Uji mikronuclei 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 mikronuclei adalah anak inti sel berbentuk bulat kecil yang berada di sekitar sitoplasma sel limfosit dan mempunyai ukuran kurang lebih 1/5 bagian dari inti sel induknya (limfosit). Bahwa terbentuknya mikronuclei ini berasal dari fragmen asentrik atau kromosom yang tertinggal pada waktu sel melakukan mitosis sebagai hasil kerusakan atau cacat pada perlengkapan benang kromosom, sehingga mikronuclei ini mulai terbentuk pada stadium telofase. Bila dilihat dari kontribusinya, frekuensi mikronuclei yang berasal dari asentrik fragmen berkisar antara 80-90 % dari total mikronuclei, sedangkan mikronuclei yang berasal dari kromosom akibat kelainan fungsi sentromer adalah sekitar 5%, dan mikronuclei dari disentrik yang merupakan mikronuclei besar (*large micronuclei*) juga sekitar 5 %.

Menurut Lusiyanti dan Alatas (2011), mikronuclei 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 mikronuclei di antaranya yaitu diameter kurang dari seperlima diameter nukleus (10 μ m), terletak dalam sitoplasma dan di

luar nukleus, tidak ada kontak dengan nucleus. Mikronuclei terbentuk akibat kerusakan struktur dari kromosom yang terjadi pada fase G0-G1 dari siklus sel, sehingga mikronukleus muncul setelah sel mengalami pembelahan inti. Gambar mikronuclei dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Mikronuclei pada ikan nila akibat terkena dampak nuklir
a. *Blebbled* dan **b.** *lobed* nuclei pada ikan Nila (Ozkan *et al.*, 2011)

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 dikumulatikan dari beberapa saluran buangan maka akan menjadikan buangan yang cukup tinggi (Sukadi, 1999).

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

1. Limbah cair domestik, yaitu limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat komersial (perdagangan, perkantoran, institusi) dan tempat-tempat rekreasi. Air limbah domestik (berasal dari daerah pemukiman) terutama terdiri atas tinja, air kemih, dan buangan limbah cair (kamar mandi, dapur, cucian yang kira-kira mengandung 99,9% air dan 0,1% padatan). Zat padat yang ada tersebut terbagi atas $\pm 70\%$ zat organik (terutama protein, karbohidrat, dan lemak) serta sisanya 30% zat anorganik terutama pasir, air limbah, garam-garam dan logam.
2. Limbah cair industri merupakan limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi. Limbah cair ini dapat berasal dari air

bekas pencuci, bahan pelarut ataupun pendingin dari industri-industri tersebut. Pada umumnya limbah cair industri lebih sulit dalam pengolahannya, hal ini disebabkan karena zat-zat yang terkandung di dalamnya yang berupa bahan atau zat pelarut, mineral, logam berat, zat-zat organik, lemak, garam-garam, zat warna, nitrogen, sulfida, amoniak, dan lain-lain yang bersifat toksik.

3. Limbah pertanian yaitu limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida, fungisida, dan pupuk kimia yang berlebihan.
4. Infiltration/inflow yaitu limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor.

2.6 Mekanisme Penyerapan Bahan Pencemar 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 dalam tubuh organisme atau ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat berlangsung dengan 2 cara : transport pasif (yaitu melalui proses difusi) dan transport aktif (yaitu dengan sistem transport khusus,

dalam hal ini zat lazimnya terikat pada molekul pengembang). Bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan kulit (Hutagalung, 1984).

Kerusakan jaringan oleh logam terdapat pada beberapa lokasi baik tempat masuknya maupun tempat penimbunannya. Akibat yang ditimbulkan dari toksisitas logam dapat berupa kerusakan fisik (erosi, degenerasi) dan dapat berupa gangguan fisiologik (gangguan fungsi enzim dan gangguan metabolisme). Adanya gangguan tersebut, sel akan mengalami kerusakan yang tingkatannya berbeda-beda untuk jenis sel yang berbeda, meskipun penyebabnya sama. Kerusakan sel ini akan diikuti oleh dua kemungkinan, yang pertama adalah mengalami survival, namun akan tetap mengurangi umur sel dan yang kedua, sel akan mengalami kematian, meskipun kelihatan normal morfologinya (Fitriyah, 2007).

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 $10\text{ }^{\circ}C$

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) dalam Effendi (2003). Derajat keasaman (pH) berpengaruh terhadap kehidupan biota air terutama ikan, dimana pengaruhnya yaitu jika pH menurun maka ikan akan mengalami kondisi yang stress. Sebagian biota akuatik sensitif 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. Derajat keasaman (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

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*).

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 dalam Wardhana, 2004).

2.7.4 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia adalah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Wardhana, 2004). Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bichromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) menjadi gas CO₂ dan H₂O serta sejumlah sumber ion chrom. Jika diperairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, misalnya tannin, fenol, polisakarida dan sebagainya, maka lebih cocok dilakukan pengukuran COD dari pada BOD (Yuliasuti, 2011).

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).

Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/liter, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 200 mg/liter dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/liter (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 *dalam* Effendi, 2003).

2.7.5 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biological oxygen demand (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 *dalam* Effendi, 2003). Dengan kata lain, BOD menuntukkan 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 *dalam* Effendi, 2003).

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 dalam Fua, 2012). 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 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) suatu contoh air adalah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume air tertentu, dengan satuan mg perliter Sastrawijaya (2000) dalam Pujiastuti *et al* (2013). 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) dalam Pujiastuti *et al* (2013), 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 *millipore* 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 ke badan 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).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah darah dari ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) yang ditemukan dari Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Parameter kualitas air yang diukur antara lain suhu, pH, Oksigen terlarut, COD, BOD, TSS dan Logam Berat Hg (Merkuri). Peta lokasi pengambilan ikan dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan di 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 karena itu tidak akan terungkap dalam wawancara.

3.3.1 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 yang diambil dalam penelitian ini meliputi parameter utama yaitu pengambilan darah ikan dari Sungai Rejoso yang dilakukan setiap seminggu sekali selama 2 kali. Masing-masing stasiun diambil sebanyak 3 ekor ikan sebagai ulangan, sehingga jumlah ikan yang diambil setiap minggunya sebanyak 9 ekor, untuk seluruhnya selama 2 minggu total ikan sebanyak 18 ekor. Dan parameter kualitas air yaitu parameter fisika (suhu) dan parameter kimia yaitu (pH, Oksigen terlarut, COD, BOD, TSS dan Logam Berat Hg). Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi dan wawancara dengan pihak terkait yang ada disekitar Sungai Rejoso.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti misalnya dari buku, keterangan-keterangan atau publikasi lainnya (Marzuki, 1983). 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.

3.3.2 Penetapan Stasiun Pengamatan

Penetapan stasiun pengamatan dengan melihat lokasi dan kondisi muara agar memudahkan mekanisme pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel terletak di 3 Stasiun yang berada di sepanjang Sungai Rejoso. Penentuan stasiun didasarkan pada sebelum dan sesudah lokasi pembuangan limbah pabrik pupuk cair dan MSG serta memperhatikan mudahnya medan untuk

menjangkau lokasi pengambilan sampel. Berdasarkan pertimbangan tersebut dan hasil pengamatan di lapang, stasiun yang ditentukan yakni:

- Stasiun I : sebelum pembuangan limbah pabrik pakan ternak dan MSG, sedikit pemukiman warga dan lahan pertanian.
- Stasiun II : setelah atau dekat dengan pembuangan limbah pabrik pakan ternak dan MSG.
- Stasiun III : daerah dekat lahan pertanian luas, pemukiman penduduk, tambak-tambak ikan milik masyarakat sekitar dan peternakan skala rumah tangga.

3.3.3 Teknik Pengambilan Ikan

Pengambilan ikan dilakukan dengan menggunakan Jaring dan Jala. Sampel ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) diambil di Sungai Rejoso Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Pengambilan ikan dilakukan pada tiap – tiap stasiun yang sudah ditentukan (3 Stasiun) dan dilakukan pengukuran kualitas air (Suhu, pH, DO, COD, BOD, TSS dan Logam Berat Hg). Masing – masing stasiun diambil 3 ekor ikan sepat, jadi jumlah ikan yang diambil untuk minggu pertama sebanyak 9 ekor. Sehingga total ikan yang di ambil pada minggu 1 dan 2 sebanyak 18 ekor. Sampel tiap masing-masing stasiun diukur panjang (cm) dan berat (gram) ikan tersebut dengan ukuran yang hampir sama. Pengambilan sampel darah ikan menggunakan spuit yang selanjutnya akan dibuat preparat dan diamati jumlah eritrosit, leukosit dan micronuclei serta konsentrasi Hemoglobin di laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

3.4 Metode Pemeriksaan Darah

3.4.1 Metode Pengambilan Darah Ikan (Bijanti, 2005)

Pengambilan sampel darah ikan berukuran besar (>10cm). Prosedur pengambilan darah ikan sebagai berikut:

- Membius ikan dengan menggunakan larutan anastesi
- Menyiapkan mikro spuit lengkap dengan jarumnya, hisap larutan antikoagulan sampai memenuhi seluruh dinding syringe.
- Mengeluarkan larutan antikoagulan (Na Sitrat 3,8%) dari spuit, sisakan larutan heparin tersebut sebanyak $\pm 50 \mu\text{l}$ dalam spuit.
- Menusukkan jarum / spuit dan jarumnya yang telah berisi larutan antikoagulan pada garis tengah tubuh di belakang sirip anal.
- Memasukkan jarum kedalam musculus sampai mencapai tulang belakang (columna spinal).
- Memastikan tidak ada gelembung air yang masuk kedalam spuit, kemudian ditarik perlahan – lahan sampai darah masuk kedalam spuit.
- Setelah didapatkan, kemudian memasukkan darah ke dalam tabung ependof.

3.4.2 Metode Pengamatan Sel Darah Ikan (Bijanti, 2005)

Setelah dilakukan pembuatan preparat ulas selanjutnya dilakukan persiapan pengamatan darah ikan dengan prosedur sebagai berikut:

- Mengambil contoh darah satu tetes, diletakkan di atas objek glass dan dibuat hapusan darah ditunggu hingga kering kemudian diberi methanol.
- Hapusan darah yang telah kering kemudian diberi pewarna giemsa sebanyak 1 tetes kemudian dibuat hapusan dan dibiarkan selama ± 20 menit agar warna terserap.
- Setelah 20 menit, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir dan kemudian dikeringkan.
- Preparat diamati di bawah mikroskop.

3.4.3 Pengamatan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit) (Bijanti, 2005)

Peralatan yang digunakan adalah pipet eritrosit ukuran 11 μL , cover glass, kamar hitung Neubauer, Mikroskop Cahaya, Counter. Bahan yang digunakan adalah sampel darah ikan, Natrium Sitrat 3,8% (anti koagulan) dan larutan hayem.

Prosedur kerja : darah ikan yang telah dicampur dengan anti koagulan di ambil dengan pipet eritrosit sebanyak 0,5 μL kemudian diencerkan dengan larutan hayem dalam pipet eritrosit sampai menunjukkan angka 11 μL . Setelah itu darah yang telah tercampur dikocok hingga homogeny dalam pipet tersebut kemudian campuran tersebut diambil sedikit (20 μL) dan dimasukkan dalam kamar hitung improved neubauer dan ditutup dengan cover glass, sebelum memasukkan kedalam improved neubauer terlebih dahulu dibuang 2 tetes dimaksudkan agar larutan yang diambil benar – benar yang telah homogen. Dengan menggunakan mikroskop cahaya banyaknya dihitung jumlah eritrosit pada semua kotak eritrosit.

- Perhitungan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

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

3.4.4 Pengamatan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit) (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).

3.4.5 Perhitungan Konsentrasi Hemoglobin

Pengukuran hemoglobin menurut (wedemeyer dan Yasutake, 1977 dalam Wahjuningrum *et al.*, 2008):

Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan dengan metode sahli. Prinsip metode ini adalah mengkonversikan hemoglobin dalam darah ke dalam bentuk asam hemotin oleh asam klorida. Darah dihisab menggunakan pipet sahli sampai skala 20 mm³ dan dipindahkan ke dalam tabung hemoglobin yang berisi HCL 0,1 N sampai skala 10 (warna kuning), didalamnya 3-5 menit agar hemoglobin bereaksi dengan HCL membentuk asam hemotin. Kemudian diaduk dan ditambahkan akuades sedikit demi sedikit hingga warnanya sama dengan warna standar. Pembacaan skala lajur gram/100 ml yang berarti banyaknya hemoglobin dalam gram per 100 ml darah.

3.4.6 Perhitungan Nilai Hematokrit

Pemeriksaan nilai hematokrit dilakukan menggunakan metode mikrohematokrit. Mikrohematokrit berheparin dimasukkan 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 metode mikro menurut Santosa dan Waenah (2005), dilakukan dengan langkah berikut:

- Tabung mikro kapiler tanpa antikoagulan diisi dengan darah yang mengandung EDTA 10% yang masing-masing pada volume 10 ul dan 50 ul sampai volume $\frac{3}{4}$ tabung kapiler.
- Salah satu ujung tabung mikro kapiler disumbat dengan alat khusus (malam) atau dibakar. Kemudian dimasukkan ke dalam alat mikro sentrifuge dengan bagian yang disumbat mengarah ke luar.
- Dipusingkan dengan kecepatan 11.000-16.000 rpm selama 5 menit. Hasil dibaca volume darah yang dipadatkan menggunakan skala hematocrit dalam satuan persen.

3.4.7 Pengamatan Mikronuclei 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 BH2. Lima slide dibuat dari masing – masing ikan 1.000 eritrosit dilakukan skoring dari setiap slide diamati di bawah perbesaran 1000 X untuk menentukan frekuensi inti berlekuk, inti lobed, pemula, memecah-belah dan juga sel micronuclei, yang dihitung seperti sel per 1000 (‰) (Guner dan Muranh, 2011).

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

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

(Betancur *et al*, 2009)

3.5 Metode Pengukuran Kualitas Air Parameter Fisika dan Kimia

3.5.1 Suhu (Bloom, 1998)

Pengukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg.

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara:

- 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
- Mencatat dalam skala °C
- Membaca skala pada thermometer pada saat masih dalam air dan jangan sampai tangan menyentuh thermometer

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

Pengukuran DO dengan menggunakan alat yaitu DO meter. Pengukuran

DO dilakukan dengan cara:

- Mengkalibrasi secara ganda yaitu standarisasi dengan udara bebas (20,8 – 21 ppm) dan pada kondisi jenuh (100 ppm).
- Mengambil air sampel dengan menggunakan botol sampel
- Mencilupkan elektroda ke dalam air sampai batas yang telah ditentukan
- Menunggu hingga angka digit tidak berubah lagi
- Membaca angka atau skala yang ditunjukkan jarum

3.5.3 Derajat Keasaman (pH) (Bloom, 1998)

Pengukuran pH dengan menggunakan pH pen meliputi:

- Menstandarisasi terlebih dahulu pH pen dengan menggunakan aquades
- Memasukkan pH pen ke dalam air
- Melihat angka yang ditunjukkan pada pH pen. Setelah dipakai segera standarisasi kembali.



3.5.4 COD (Chemical Oxygen Demand)

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.

- Pelaksanaan contoh uji air :
 - Melakukan analisa contoh uji air dengan sesegera mungkin, mengkokok dengan kuat terutama yang mengandung suspensi tinggi.
 - 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.
 - Memanaskan pada reactor COD ± 150 °C dan tunggu ± 2 jam.
 - Mendinginkan sampai suhu kamar dan mengukur konsentrasinya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 444 nm.
 - Melakukan analisa blanko dan dilanjutkan dengan analisa larutan standar dengan langkah – langkah yang mengacu pada Prosedur Metode Analisa dan Validasi Metode (QP/LKA/15).
 - Mencatat hasil analisa.
 - 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.

3.5.5 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

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.

- 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.

- Pelaksanaan Analisa
 - Analisa Standar BOD
 - Memasukkan sejumlah volume standar ke dalam gelas ukur 250 ml (volume standar tergantung dari pengencerannya).
 - Menambahkan air pengencer sampai 150 ml.
 - Mengaduk hingga homogen, kemudian menuangkan ke dalam botol inkubasi yang bervolume ± 100 ml sampai penuh.
 - Menganalisa konsentrasi DO 0 hari contoh uji air dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
 - 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).
 - Memasukkan botol inkubasi ke dalam incubator pada suhu 20 °C \pm 1 °C selama 5 hari.

- Mengeluarkan botol inkubasi setelah 5 hari dari incubator kemudian dibiarkan hingga mencapai suhu kamar.
- Menganalisa konsentrasi DO 5 hari dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
- Menghitung kadar BOD sesuai dengan rumus.
 - Analisa contoh uji
- Tanpa Pengenceran :
 - Mengkocok contoh uji air dan memasukkan contoh uji air ke dalam botol inkubasi.
 - Menganalisa DO 0 hari contoh uji air dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
 - 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).
 - Memasukkan botol inkubasi ke dalam incubator pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
 - Mengeluarkan botol inkubasi setelah 5 hari dari incubator kemudian dibiarkan hingga mencapai suhu kamar.
 - Menganalisa konsentrasi DO 5 hari dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
 - Menghitung kadar BOD sesuai dengan rumus.
- Menggunakan pengenceran
 - Memasukkan sejumlah contoh uji air ke dalam gelas ukur 250 ml (volume contoh uji tergantung dari pengencerannya).
 - Menambahkan air pengencer sampai 150 ml.

- Mengaduk hingga homogeny dan menuangkan ke dalam botol inkubasi yang bervolume ± 100 ml sampai penuh.
- Menganalisa konsentrasi DO 0 hari contoh uji air dengan DO Meter, kemudian mencatat hasil pembacaannya.
- Menambahkan contoh uji air yang telah diencerkan hingga penuh (meluber) kemudian menutup dengan hati – hati.
- Menganalisa sama dengan poin 1 s/d 1f
- Menghitung kadar BOD sesuai dengan rumus.

Perhitungan :

- Menghitung kadar BOD dengan rumus sebagai berikut :

- Contoh uji yang diencerkan (tanpa seed)

$$BOD \text{ mg/l} = \frac{DO_0 - DO_5}{P}$$

- Contoh uji yang diencerkan (mengandung seed)

$$BOD \text{ mg/l} = \frac{(DO_0 - DO_5) - ((DO_{0Blk} - DO_{5Blk})f)}{P}$$

- Rumus factor (f) :

$$f = \frac{(150 - (150 : pengenceran))}{\frac{1000}{150} \cdot 1000}$$

Keterangan:

DO₀ : DO contoh sebelum diinkubasi, mg/l,

DO₅ : DO Contoh setelah diinkubasi 5 hari 20 °C, mg/l,

DO_{0Blk} : DO blanko sebelum diinkubasi, mg/l,

DO_{5Blk} : DO Contoh setelah diinkubasi 5 hari 20 °C, mg/l,

P : Desimal factor pengencer $\left(\frac{1}{\text{pengenceran}}\right)$

f : Perbandingan volume seed dalam contoh uji dengan volume seed dalam blanko

3.5.6 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.

- Persiapan alat:
 - Memasukkan kertas saring (Whatman 934 AH) ke dalam alat penyaring.
 - Mengoperasikan alat penyaring dan membilas dengan air suling sebanyak 20 ml.
 - Mengulangi pembilasan kertas saring dengan 20 ml air suling hingga bersih dari partikel halus.
 - Mengeringkan kertas saring dalam oven (103 – 105) °C selama \pm 1 jam.
 - Apabila VSS dianalisa, maka muffle dapat dipindahkan dengan suhu (550 – 552) °C selama \pm 15 menit.
 - Mendinginkan dan menyimpan dalam desikator selama belum digunakan.
 - Menimbang dengan timbangan analitik sesegera mungkin sebelum digunakan.
- Persiapan Cawan
 - Mencuci cawan dengan air kran dan bilas dengan air suling.
 - Mengeringkan cawan berkapasitas 50 ml (untuk TSS) dalam oven (103 – 105) °C selama \pm 1 jam dan dipindahkan dalam muffle (550 – 552) °C selama \pm 15 menit (Jika analisa VSS dilakukan).
 - Mendinginkan di dalam desikator.
 - Menimbang dengan timbangan analitik sesegera mungkin sebelum digunakan.
- Analisa contoh uji air untuk zat padat tersuspensi (TSS / Total Suspended Solid) adalah sebagai berikut:

- Meletakkan kertas saring yang sudah diketahui beratnya pada alat penyaring.
- 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).
- Menyaring contoh uji (mengoperasikan alat penyaring).
- Mengambil kertas saring dan diletakkan diatas cawan yang sudah diketahui berat tetapnya.
- Mengeringkan kertas saring dan cawan tersebut dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama minimal 1 jam.
- Mendinginkan kertas saring dan cawan dalam desikator hingga suhu ruang.
- Menimbang dengan timbangan analitik.
- 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).
- Mencatat beratnya dan menghitung jumlah zat padat tersuspensi.
- Perhitungan:
 - Jumlah Zat Padat Tersuspensi = $\frac{(A-B) \times 1000}{Vol.Contoh Uji (L)} (mg/L)$

dimana:

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

B = Berat kertas saring dan cawan kosong (g)

3.5.7 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

- Pelaksanaan analisa logam berat Hg (Merkuri) yaitu dengan tahapan sebagai berikut:
 - Menambahkan 1 ml KMNO_4 0,01 N pada setiap 10 ml contoh uji
 - Memasukkan contoh uji ke dalam ASC sesuaikan nomor urutnya.
 - Menghidupkan Graphite Furnance Atomizer (GFA), Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS) Auto Sampler (ASC), blower.
 - Menghidupkan komputer dan masuk ke perangkat lunak AA-wizard.
 - 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).
 - Memasang slang untuk contoh uji, NaBH_4 dan HCl 5M pada tempatnya.
 - Membuka katup gas argon untuk analisa logam Hg (merkuri).
 - Menghidupkan alat generator hibrida, atur skrup hingga larutan NaBH_4 dan HCl 5M mengalir.
 - 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.

- 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.
- Melakukan pembuatan kurva dan mengkalibrasi dengan menggunakan beberapa konsentrasi larutan standar (jika belum ada kurva kalibrasi atau jika cek standart tidak memenuhi toleransi).
- 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.
- Hasil diterima jika: cek standart memenuhi toleransi, duplo memenuhi toleransi, dan hasil pengukuran di dalam range kurva kalibrasi; kemudian mencatat hasil analisa dan menyimpannya.
- Hasil pengukuran pada spektrofotometer serapan atom langsung dinyatakan sebagai hasil logam.

3.6 Analisa Data

Penelitian ini menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*), data hematologi (sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), hemoglobin, hematocrit dan micronuclei) pada sel darah ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*), apabila didapatkan perbedaan nyata/ signifikan (nilai $p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Tukey HSD (*Tukey's HSD for honest significant difference*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Sungai Rejoso atau Kali Rejoso merupakan salah satu dari 4 sungai besar di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Sungai Rejoso terletak di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan. Sungai ini mempunyai daerah aliran sungai seluas 158,80 km² dengan panjang sungai kurang lebih 43,23 km. Daerah hulu dari sungai ini berupa perbukitan yang terletak di daerah Gunung Bromo, daerah tengah berupa perumahan, pertanian, perindustrian dan daerah hilir berupa tambak. Sungai Rejoso ini mengalir ke arah utara dan bermuara di Pantai Utara Kabupaten Pasuruan, tepatnya di Selat Madura.

Sungai Rejoso sendiri ini memiliki fungsi sebagai sarana pengendalian banjir, sumber air untuk keperluan irigasi pertanian, keperluan pengairan pertambakan serta pengendalian drainase untuk daerah yang dialirinya. Daerah aliran Sungai Rejoso ini memiliki beberapa sumber pencemar diantaranya limbah domestik, limbah industri, serta buangan dari pertanian, secara tidak langsung hal ini akan berdampak ke muara sungai tersebut dan juga berpengaruh pada perubahan kualitas air serta biota khususnya ikan yang berada di muara sungai tersebut. Menurut Lestari dan Trihadiningrum (2013), di sepanjang aliran sungai ini terdapat aktivitas penduduk yang dapat menurunkan kualitas air sungai seperti; MCK, industri, dan perikanan yang memberikan dampak negatif pada biota airnya.

4.1.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak sebelum area pembuangan limbah industri pabrik (**Gambar 6**). Dimana area ini mengarah ke hulu sehingga memungkinkan daerah ini tidak terpengaruh dengan aktivitas industri. Namun area ini sedikit

terpengaruh dengan aktivitas masyarakat, dan lahan pertanian, dimana lahan pertanian ini juga dapat menghasilkan bahan pencemar berupa pestisida. Dimana kita ketahui bahwa pestisida yang digunakan dalam pertanian apabila terbawa air dan mengalir ke sungai dapat menyebabkan pencemaran pada badan air sungai yang akan mempengaruhi ekosistem biota yang ada di sungai khususnya ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) yang ada di sungai ini. Pada stasiun 1 banyak ditemui vegetasi tanaman di sepanjang sungai yang dapat memberikan kontribusi baik mutu air dan stabilitas lereng sungai.



Gambar 6. Lokasi Stasiun 1 (satu)

4.1.2 Stasiun 2

Stasiun 2 (**Gambar 7**) terletak setelah atau dekat dengan pembuangan limbah pabrik pakan ternak dan MSG, dengan adanya pabrik ini memungkinkan memberikan kontribusi bahan pencemar berupa limbah cair yang dibuang atau dialirkan ke badan sungai ini. Di area ini juga terdapat beberapa rumah warga serta peternakan skala rumah tangga. Selain itu pada beberapa titik terdapat masyarakat sekitar yang memanfaatkan badan sungai rejosu ini untuk mandi, buang air besar maupun buang air kecil dan pembuangan sampah yang langsung ke sungai. Beberapa aktivitas ini dapat menyebabkan pencemaran terhadap badan sungai.



Gambar 7. Lokasi Stasiun 2

4.1.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak pada area dekat pertanian, pemukiman padat penduduk, tambak-tambak ikan milik masyarakat sekitar dan peternakan skala rumah tangga (**Gambar 8**). Pada stasiun 3 juga banyak ditemui vegetasi tumbuhan berukuran besar dan kecil sehingga dapat memberikan kontribusi baik mutu air dan stabilitas lereng Sungai Rejoso. Di sekitar lokasi ini terdapat perahu masyarakat yang biasanya digunakan untuk mencari ikan di bantaran sungai ini, dan juga tambak-tambak ikan yang membentang luas. Perlu di ketahui bahwa aliran sungai menuju ke muara dan kemungkinan juga pembuangan limbah industri atau pabrik tersebut masih berpengaruh di stasiun ini.



Gambar 8. Lokasi Stasiun 3

4.2 Analisa Morfologi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*)

Ikan yang diamati adalah ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) yang berasal dari Sungai Rejoso, Kabupaten Pasuruan. Sampel tiap masing-masing stasiun diperoleh dengan ukuran panjang dan berat ikan yang berbeda-beda. Rata-rata panjang ikan sepat ini berkisar antar (6-8) cm sedangkan beratnya dengan kisaran (6,8-7,32) gram. Ciri-ciri morfologinya bentuk tubuh pipih, kepala lancip, pada tubuhnya ada dua bulatan hitam, memiliki warna tubuh abu-abu kebiruan, sisik ikan bersih tidak ada yang terkelupas dan sirip-sirip tidak ada yang sobek atau pun rontok, pada ikan tidak dijumpai pendarahan pada tubuh ikan, dan pada kulit ikan sepat tidak ada gejala serabut, sehingga ikan tersebut tidak terinfeksi bakteri maupun jamur. Menurut Razi (2013), secara umum ikan sepat yang terinfeksi penyakit menunjukkan tanda-tanda seperti rontok sirip, sirip kasar, pendarahan pada tubuh, hal tersebut di disebabkan oleh infeksi bakteri, serta gejala serabut pada kulit diagnosis penyakit yang disebabkan oleh jamur. Kasus penyerangan oleh bakteri ini terjadi pada suhu (18-20) °C.

Sepat adalah ikan yang hidup di air tawar pada suhu (20 -28) °C. memiliki ciri-ciri bentuk tubuhnya seperti ikan sepat siam yaitu tubuhnya pipih, kepalanya mirip dengan ikan gurami muda yaitu lancip. Panjang tubuhnya tidak dapat lebih besar dari 15 cm, permulaan sirip punggung terdapat di atas bagian yang lemah dari sirip dubur. Pada tubuhnya ada dua bulatan hitam, satu di tengah-tengah dan satu di pangkal sirip ekor. Sirip ekor terbagi dalam dua lekukan yang dangkal, memiliki permulaan sirip punggung atas yang lemah dari sirip duburnya. Bagian kepala dibelakang mata dua kali lebih dari permulaan sirip punggung di atas bagian berjari-jari keras dari sirip dubur (Saenin, 1968).

4.3 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air diamati dalam penelitian ini yaitu parameter fisika (suhu dan pH) dan parameter kimia (DO, BOD, COD, TSS dan Hg) yang berfungsi sebagai faktor pendukung/ penunjang.

Data hasil pengukuran kualitas air di Sungai Rejoso dapat dilihat pada

Tabel 1 dan Lampiran 4.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air Di Sungai Rejoso.

Stasiun	Minggu ke-	Parameter Kualitas Air						
		Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	Hg (mg/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

4.3.1 Suhu

Data hasil pengamatan kualitas air didapatkan suhu pada stasiun 1 minggu pertama sebesar 28,15 °C dan minggu ke-2 sebesar 28,03 °C. Pada stasiun 2 didapatkan suhu minggu pertama sebesar 31,5 °C dan minggu ke -2 sebesar 31,25 °C. Sedangkan pada stasiun 3 minggu pertama suhu yang didapatkan sebesar 28,2 °C dan minggu ke-2 sebesar 27,85 °C. berdasarkan hasil pemantauan selama 2 minggu diperoleh stasiun 2 suhu lebih tinggi dibandingkan pada stasiun 1 dan 3 karena perairan didaerah ini kurang mendapatkan vegetasi tumbuhan yang berada di sekitar sungai sehingga cahaya matahari dapat langsung terserap oleh perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Dahuri (1995), 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.

Kemudian dapat diketahui juga bahwa suhu di Sungai Rejoso dari 3 stasiun diperoleh nilai suhu pada kisaran (27,85 – 31,5) °C, nilai tersebut telah memenuhi baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 untuk kelangsungan hidup organisme. Suhu air mempunyai pengaruh yang nyata terhadap proses pertukaran atau metabolisme makhluk hidup. Selain mempengaruhi proses pertukaran zat, suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen yang terlarut dalam air, juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Dalam berbagai hal suhu berfungsi sebagai syarat rangsangan alam yang menentukan beberapa proses seperti migrasi, bertelur, metabolisme dan lain sebagainya (Pujiastuti *et al.*, 2013).

Menurut Boy dan Lichtkoppler (1982) dalam Effendi (2013), suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan tropis berkisar antara (25 – 32) °C. Semakin tinggi suhu semakin cepat perairan mengalami kejenuhan akan oksigen yang mendorong terjadinya difusi oksigen dari udara ke air, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan semakin menurun. Sejalan dengan itu, konsumsi oksigen pada ikan menurun dan berakibat menurunnya metabolisme dan kebutuhan energi.

Faktor suhu berpengaruh langsung terhadap parameter-parameter darah terutama eritrosit, rendahnya hematokrit, dan juga terhadap daya ikan oksigen oleh darah yang akan menurunkan kadar hemoglobin (Wells, 1999 dalam Yuniar (2009). Kondisi lingkungan perairan yang buruk seperti peningkatan suhu perairan menyebabkan ikan akan mengalami stres, stres ikan akan mempengaruhi jumlah eritrosit dalam darah ikan. Dari hasil yang didapat jumlah eritrosit terendah yaitu pada stasiun 2 karena diduga dipengaruhi oleh suhu yang tinggi pada stasiun tersebut. Menurut Roberts (2001) dalam Mones (2008), jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stress dan suhu lingkungan.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengamatan kualitas air didapatkan nilai derajat keasaman (pH) pada stasiun 1 minggu pertama dan kedua sebesar 6,7. Pada stasiun 2 minggu pertama pH sebesar 6,5 dan pada minggu kedua sebesar 6,6. Sedangkan pH pada stasiun 3 minggu pertama sebesar 6,8 dan minggu kedua sebesar 6,7. Kisaran pH pada 3 stasiun di Sungai Rejoso berkisar antara (6,5 – 6,8), besar nilai pH masih memenuhi baku mutu air berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yaitu pH berkisar antara 6 - 9, sehingga masih dapat mendukung organisme sungai untuk bertahan hidup. Menurut Ghufron *et al.* (2007), perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini disebabkan konsentrasi oksigen akan rendah sehingga, aktivitas pernapasan tinggi dan selera makan berkurang.

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Wardhana, 2004).

Nilai derajat keasaman (pH) di Sungai Rejoso menunjukkan angka yang normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Rasyid *et al* (2013), bahwa untuk mendukung kehidupan suatu organisme perairan secara wajar diperlukan nilai pH antara 5 sampai 8,7. Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar terhadap tumbuhan dan hewan air, pH merupakan factor yang sangat penting dalam menentukan ambang batas berbagai racun dan kisaran pH tergantung dari berbagai factor antara lain suhu dan konsentrasi oksigen terlarut.

4.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan hasil pengamatan kualitas air didapatkan nilai oksigen terlarut (DO) pada stasiun 1 minggu pertama sebesar 7,11 mg/l sedangkan pada minggu kedua DO sebesar 6,21 mg/l. Pada stasiun 2 minggu pertama oksigen terlarut sebesar 3,8 mg/l dan oksigen terlarut pada minggu kedua sebesar 3,54 mg/l. Sedangkan nilai oksigen terlarut pada stasiun 3 minggu pertama yaitu sebesar 5,25 mg/l dan minggu kedua sebesar 6,5 mg/l. Kemudian dapat dilihat bahwa nilai oksigen terlarut pada stasiun 2 lebih rendah dari pada stasiun 1 dan 3, berdasarkan data suhu di stasiun 2 memiliki suhu yang lebih tinggi pula, sehingga menyebabkan kebutuhan oksigen organisme air di stasiun 2 meningkat. Menurut Zooneveld *et al* (1991), bahwa oksigen diperlukan ikan sebagai energi dalam metabolisme tubuh untuk dapat menghasilkan aktivitas seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi. Konsumsi oksigen bagi ikan akan menurun dengan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan dimana kelarutan gas dalam air tergantung pada tekanan dan suhu.

Sungai Rejoso dari 3 stasiun tersebut memiliki kisaran oksigen terlarut (DO) yaitu (3,25 – 7,11) mg/l, nilai tersebut masih belum memenuhi baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 untuk kelangsungan hidup organisme, karena masih ada lokasi yang belum memenuhi kriteria tersebut. Menurut Utomo *et al* (2010), kandungan oksigen di perairan yang baik untuk organisme air sebaiknya lebih 4 mg/l, sedangkan oksigen terlarut kurang dari 2 mg/l dapat menyebabkan kematian beberapa spesies ikan.

Kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai kepentingan pada dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi dua spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen dalam suatu lingkungan bagi ikan dari spesies tertentu disebabkan oleh adanya perbedaan struktur molekul darah ikan, yang mempengaruhi hubungan antara

nilai parsial oksigen dalam air dan derajat kejenuhan oksigen dalam sel darah (Ghufron *et al.* 2007).

Oksigen diperlukan bagi ikan sebagai energy dalam metabolisme tubuh untuk beraktivitas seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi. Hemoglobin berfungsi mengikat oksigen yang kemudian akan digunakan untuk proses metabolisme sehingga dihasilkan energi. Kemampuan mengikat oksigen dalam darah tergantung pada jumlah hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah. Sehingga dari hasil yang didapat diketahui nilai eritrosit dan hemoglobin tinggi terdapat pada stasiun 1 hal ini dikarenakan pada stasiun ini memiliki nilai oksigen terlarut (DO) cukup tinggi. Menurut Bastiawan *et al.*, (2001) bahwa rendahnya kadar Hemoglobin menyebabkan laju metabolisme menurun dan energi yang dihasilkan menjadi rendah. Hal ini membuat ikan menjadi lemah dan tidak memiliki nafsu makan serta terlihat diam di dasar atau menggantung di bawah permukaan air.

4.3.4 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Kebutuhan oksigen biologis atau *Biological Oxygen Demand* adalah salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. Bahan organik akan distabilkan secara biologis dengan melibatkan mikroba melalui system oksidasi aerobik atau anaerobik, maka jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan organik yang ada di dalam air tersebut (Wardhana, 2004).

Dari hasil pengamatan nilai BOD pada stasiun 1 minggu pertama sebesar 4,25 mg/l dan minggu kedua 3,65 mg/l. Pada stasiun 2 nilai BOD minggu pertama sebesar 8,45 mg/l dan minggu kedua sebesar 3,85 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 minggu pertama nilai BOD sebesar 4,15 mg/l dan minggu kedua sebesar 5,03 mg/l. Sungai Rejoso dari 3 stasiun memiliki kisaran nilai BOD yaitu

(3,65 – 8,45) mg/l, berdasarkan PP 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air mensyaratkan BOD maksimal 3 mg/l air kelas II bahwa masih belum memenuhi baku mutu air. Sehingga dengan tingginya BOD menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut. Kebutuhan oksigen biologis (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 (Salmin 2005 dalam Fua, 2012).

Pada perairan alami, yang berperan sebagai sumber bahan organik adalah pembusukan tanaman. Perairan alami memiliki nilai BOD antara (0,5-7,0) mg/l (Jeffreis dan Mills, 1996 dalam Effendi, 2003). Perairan yang memiliki nilai BOD lebih dari 10 mg/l dianggap telah mengalami pencemaran. Nilai BOD limbah industri dapat mencapai 25.000 mg/l (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 dalam Effendi, 2003).

4.3.5 Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil pengamatan parameter COD air Sungai Rejoso pada stasiun 1 minggu pertama sebesar 16,25 mg/l dan minggu kedua 14,12 mg/l. Pada stasiun 2 nilai COD minggu pertama sebesar 28,13 mg/l dan minggu kedua sebesar 17,11 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 minggu pertama nilai COD sebesar 11,33 mg/l dan minggu kedua sebesar 10,90 mg/l. Berdasarkan PP 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air mensyaratkan COD maksimal yaitu 25 mg/l air kelas II, sehingga pada stasiun 2 belum memenuhi baku mutu air yang dipersyaratkan, akan tetapi pada stasiun 1

dan 3 masih dibawah ambang batas yang dipesyaratkan. Sungai Rejoso dari 3 stasiun tersebut memiliki kisaran nilai COD yaitu (10,90 – 28,13) mg/l. Menurut Barus (2002), 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.

Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/liter, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 200 mg/liter dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/liter (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 *dalam* Effendi, 2003).

4.3.6 TSS (*Total Suspended Solid*)

Dari hasil pengamatan kualitas air parameter TSS didapatkan nilai pada stasiun 1 minggu pertama sebesar 271,2 mg/l dan minggu kedua 242,2 mg/l. Pada stasiun 2 nilai TSS minggu pertama sebesar 322,4 mg/l dan minggu kedua sebesar 304,8 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 minggu pertama nilai TSS sebesar 209,2 mg/l dan minggu kedua sebesar 235,7 mg/l. Kemudian dapat diketahui juga bahwa Sungai Rejoso dari 3 stasiun tersebut memiliki kisaran TSS yaitu (209,2 – 322,4) mg/l. Berdasarkan PP 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air mensyaratkan TSS maksimal yaitu 50 mg/l air kelas II, dari hasil tersebut nilai TSS tidak/belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Nilai TSS tertinggi yaitu pada stasiun 2 yang merupakan pertemuan antara hasil pembuangan limbah industri pakan ternak dan MSG sebesar 322.4 mg/L dan nilai TSS terendah berada pada stasiun 1 yaitu sebesar 209.2 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.

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) dalam Pujiastuti *et al* (2013), dapat pula berasal dari kotoran hewan, kotoran manusia, lumpur dan limbah industri (Sastrawijaya, 2000 dalam Pujiastuti *et al.*, 2013). Bahan tersuspensi yang berlebih dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan dan juga akan menurunkan kadar oksigen dalam perairan.

4.3.7 Logam Berat Hg (Merkuri)

Nilai Hg (merkuri) yang diketahui di Sungai Rejoso berkisar antara (0,012 – 0,025) mg/l. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mensyaratkan baku mutu kualitas air kelas II logam berat Hg maksimal yaitu 0,01 mg/l. Sehingga pada 3 stasiun yang di tentukan kandungan logam berat Hg (merkuri) tinggi. Kandungan logam berat ini juga mempengaruhi kondisi hematologi ikan sepat yaitu pada micronuclei. Hal ini sesuai dengan pendapat Sastrawijaya (2000), bahwa industri yang menggunakan bahan kimia dapat menghasilkan limbah yang mengandung unsur-unsur logam seperti: Merkuri/ Air raksa (Hg), Cadmium (Cd), Arsen (As), Kromm (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.

Menurut Khairani (2013), Logam berat yang masuk ke dalam tubuh dapat menimbulkan berbagai macam diantaranya adalah, menghambat aktivitas enzim yang terlihat dalam pembentukan hemoglobin (Hb), meningkatkan kadar asam-aminolevulinat dehidratase (ALAD) dan kadar proporphin dalam sel darah merah, memperpendek umur sel darah merah, dan menurunkan jumlah sel darah merah serta meningkatkan kandungan logam Fe dalam plasma darah.

4.4 Kondisi Hematologi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*)

4.4.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada tiap sampel yang diambil tiap minggu selama 2 kali pada tiga stasiun yang berbeda. Data hasil pengamatan hematologi dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Data mengenai rata-rata jumlah sel darah merah (sel/mm^3) ikan sepat pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Jumlah Eritrosit Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun

Ikan (sel/mm^3)	Stasiun					
	1		2		3	
	Minggu Ke-		Minggu Ke-		Minggu Ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	1.580.000	1.860.000	1.020.000	880.000	870.000	1.220.000
2	2.100.000	1.980.000	1.160.000	1.090.000	1.050.000	1.040.000
3	2.740.000	1.860.000	830.000	1.060.000	1.310.000	1.300.000
Rata-rata	2.020.000,00		1.006.666,67		1.131.666,67	
Stdev.	392.734,00		127.069,53		174.059,37	

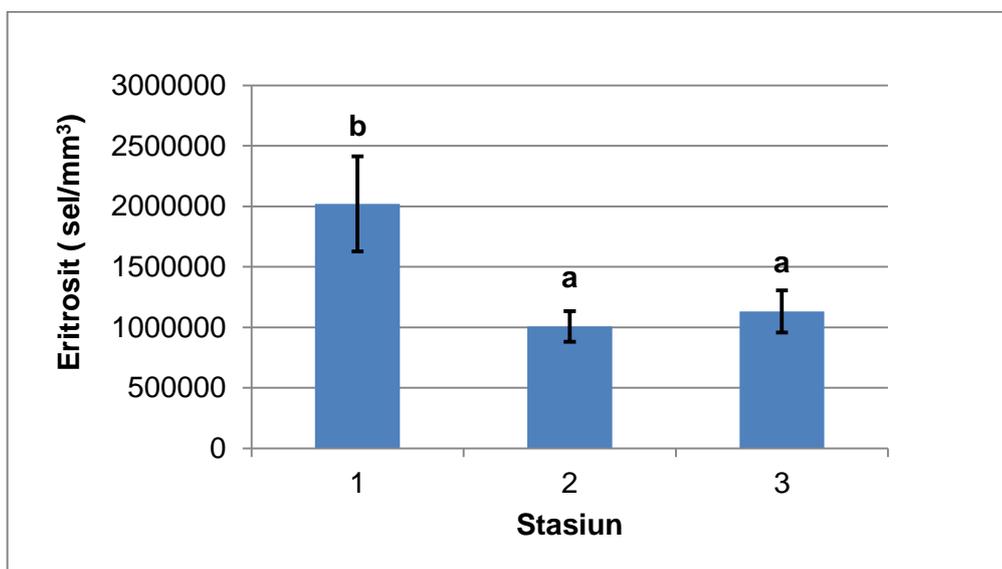
Hasil pengamatan total eritrosit ikan Sepat dari 3 stasiun yang diamati didapatkan hasil sebagai berikut : Jumlah total eritrosit dari ikan Sepat yang paling banyak terdapat pada stasiun 1 yaitu dengan rata-rata $2.020.000 \text{ sel}/\text{mm}^3$ atau berkisar antara $(1.580.000 - 2.740.000) \text{ sel}/\text{mm}^3$ dan jumlah eritrosit ikan sepat yang ditemukan di stasiun 3 dengan rata-rata $1.131.666,67 \text{ sel}/\text{mm}^3$ atau

berkisar antara (870.000 – 1.310.000) sel/mm³ lebih sedikit di bandingkan jumlah eritrosit ikan sepat yang ditemukan di stasiun 1 dimana lokasi stasiun 3 merupakan daerah dekat pertanian, pemukiman penduduk, tambak-tambak ikan milik masyarakat sekitar dan peternakan skala rumah tangga di sekitar Sungai Rejoso. Sedangkan jumlah eritrosit ikan sepat yang ditemukan di stasiun 2 adalah yang paling sedikit yaitu dengan rata-rata 1.006.666,67 sel/mm³ atau berkisar antara (830.000 – 1.160.000) sel/mm³ dikarenakan pada stasiun ini kemungkinan terpengaruh adanya aktivitas industri/ pabrik pakan ternak dan MSG yang jaraknya cukup dekat dengan lokasi stasiun 2, terdapat pula pemukiman penduduk yang cukup padat dan peternakan skala rumah tangga. Sehingga hal ini dapat mempengaruhi kondisi sel darah merah (eritrosit) Ikan Sepat yang berada di Sungai Rejoso.

Berdasarkan data jumlah eritrosit ikan Sepat dari ketiga stasiun dapat dikatakan bahwa eritrosit ikan Sepat dalam kisaran normal yaitu pada stasiun 1 dan 3, tidak mengalami stress kecuali pada stasiun 2 dimana jumlah eritrosit di bawah normal, hal ini sesuai dengan pendapat Irianto (2005), jumlah eritrosit pada ikan teleostei berkisar antara (1,05 – 3,0) x10⁶sel/mm³.

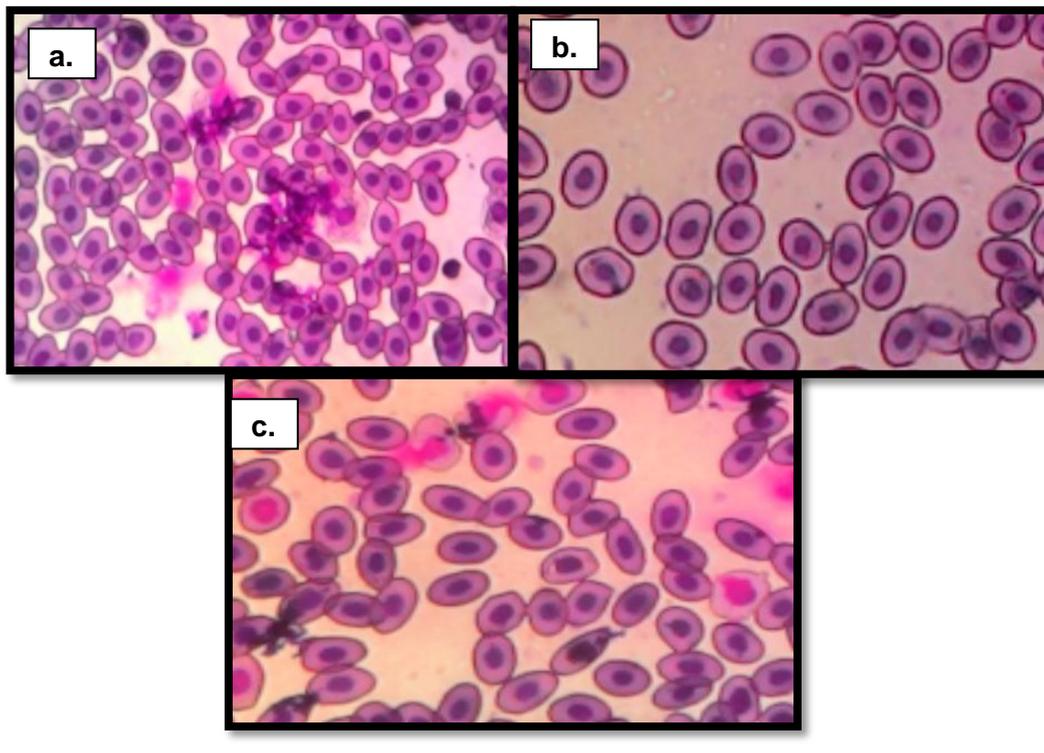
Hasil perbandingan antara semua lokasi stasiun adalah sebagai berikut Stasiun 2 < Stasiun 3 < Stasiun 1. Untuk mengetahui pengaruh pada ketiga stasiun yang berada di Sungai Rejoso yang diduga tercemar terhadap jumlah eritrosit yaitu dengan menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Hasil perhitungan disajikan pada **Lampiran 8**. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap jumlah eritrosit Ikan Sepat yang ditemukan di Sungai Rejoso. Dari hasil Uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 95%. Hal ini berarti jumlah eritrosit Ikan Sepat yang ditemukan pada Stasiun 1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap jumlah eritrosit yang diambil di stasiun 2 dan stasiun 3. Sedangkan jumlah

eritrosit tidak terdapat perbedaan signifikan antara stasiun 2 dan 3, yang ditunjukkan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Jumlah rata-rata total eritrosit pada masing - masing 3 ekor ikan sepat yang diambil dari 3 stasiun dengan selang kepercayaan 95%. **Ket.** notasi huruf yang sama tidak ada perbedaan pengaruh, notasi huruf yang beda ada perbedaan pengaruh.

Apabila ikan dalam kondisi stress karena adanya benda asing atau toksik yang masuk ke dalam tubuh dan perairan yang kurang baik maka jumlah eritrosit akan berkurang karena ikan akan memberikan reaksi dalam tubuhnya untuk melawan benda asing. Menurut Sadikin (2002), kondisi sel darah merah perlu diketahui untuk menilai fisiologi tubuh. Eritrosit yang cukup ikut menjamin jumlah oksigen yang cukup untuk sel – sel di berbagai jaringan sehingga sel – sel tersebut dapat bekerja sebaik- baiknya. Sebaliknya apabila jumlah eritrosit berkurang maka keadaan tersebut ada indikasi masuknya benda asing atau toksik kedalam tubuh. Gambar sel darah merah ikan sepat dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Gambar Eritrosit Ikan Sepat pada Setiap Stasiun **a.** Stasiun 1, **b.** Stasiun 2 dan **c.** Stasiun 3 (Sumber : Dokumentasi Sendiri, 2015)

4.4.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada tiap sampel yang diambil tiap minggu selama 2 kali pada tiga stasiun yang berbeda, diperoleh data mengenai rata-rata jumlah sel darah putih (sel/mm^3). Jumlah leukosit ikan sepat pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Jumlah Leukosit Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun

Ikan (sel/mm^3)	Stasiun					
	1		2		3	
	Minggu Ke-		Minggu Ke-		Minggu Ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	151.500	162.300	280.400	247.950	312.650	323.500
2	156.500	159.200	229.350	305.700	269.150	272.250
3	159.600	212.350	285.100	258.650	310.950	349.300
Rata-rata	166.908,33		267.858,33		306.300,00	
Stdev.	22.559,97		27.750,98		30.810,09	

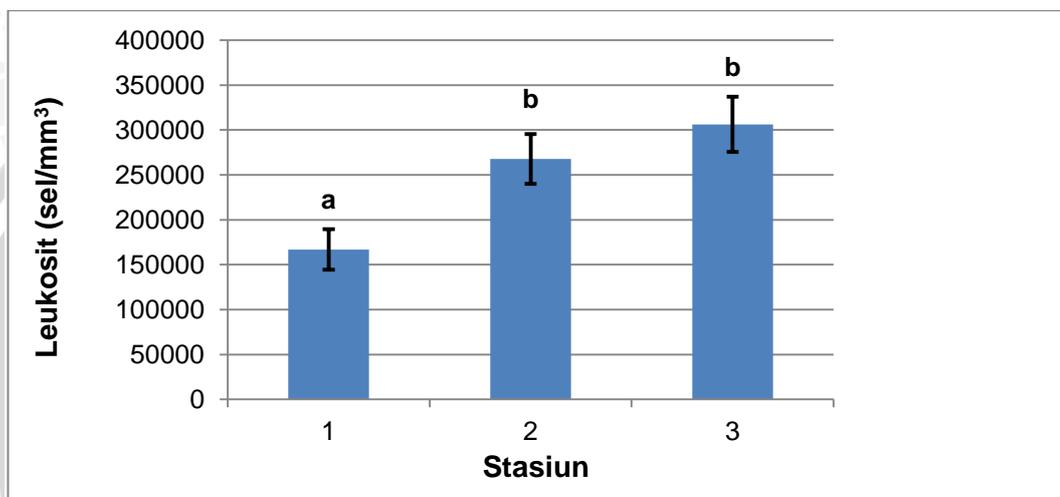
Hasil pengamatan total leukosit ikan Sepat dari 3 stasiun yang diamati sebagai berikut : Jumlah total leukosit dari ikan Sepat pada stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 166.908,33 sel/mm³ atau berkisar antara (151.500 – 212.350) sel/mm³. Sedangkan jumlah total leukosit dari ikan Sepat pada stasiun 2 yaitu dengan rata-rata 267.858,33 sel/mm³ atau berkisar antara (229.350 – 305.700) sel/mm³. Dan jumlah total leukosit dari ikan Sepat pada stasiun 3 yaitu dengan rata-rata 306.300 sel/mm³ atau berkisar antara (269.150 – 349.300) sel/mm³. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah leukosit tertinggi terdapat pada stasiun 3, sedangkan jumlah leukosit terendah terdapat pada stasiun 1 dimana stasiun ini merupakan daerah yang belum adanya pengaruh pembuangan limbah pabrik pakan ternak dan MSG karena daerah ini berada sebelum industri/pabrik, serta sedikit pemukiman warga dan lahan pertanian. Sehingga keadaan kondisi lingkungan perairan mempengaruhi kondisi sel darah putih (leukosit) Ikan Sepat yang berada di Sungai Rejoso.

Berdasarkan data jumlah leukosit Ikan Sepat dari ketiga stasiun dapat dikatakan bahwa leukosit ikan Sepat lebih tinggi dari kisaran normal yaitu pada ketiga stasiun tersebut. Jumlah yang tinggi ini dikarenakan perairan ini dalam keadaan tercemar dan mengakibatkan ikan yang diamati dalam keadaan stress serta ikan mudah terserang penyakit. Menurut Moyle dan Cech (1988) dalam Dopongtonung (2008), menjelaskan bahwa jumlah sel darah putih lebih rendah dibandingkan dengan sel darah merah yaitu jumlah leukosit total tiap mm³ darah ikan teleostei berkisar antara (20.000 – 150.000) sel/mm³.

Hasil perbandingan antara semua lokasi stasiun adalah sebagai berikut Stasiun 1 < Stasiun 2 < Stasiun 3. Untuk mengetahui pengaruh pada ketiga stasiun yang berada di Sungai Rejoso yang diduga tercemar terhadap jumlah leukosit yaitu dengan menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Hasil perhitungan disajikan pada **Lampiran 9**. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil

perbedaan yang nyata terhadap jumlah leukosit Ikan Sepat yang ditemukan di Sungai Rejoso. Dari hasil Uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 95%. Hal ini berarti jumlah leukosit Ikan Sepat yang ditemukan pada Stasiun 1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap jumlah leukosit yang diambil di stasiun 2 dan 3, sedangkan jumlah leukosit antara stasiun 2 dan 3 tidak terdapat perbedaan signifikan, yang ditunjukkan pada

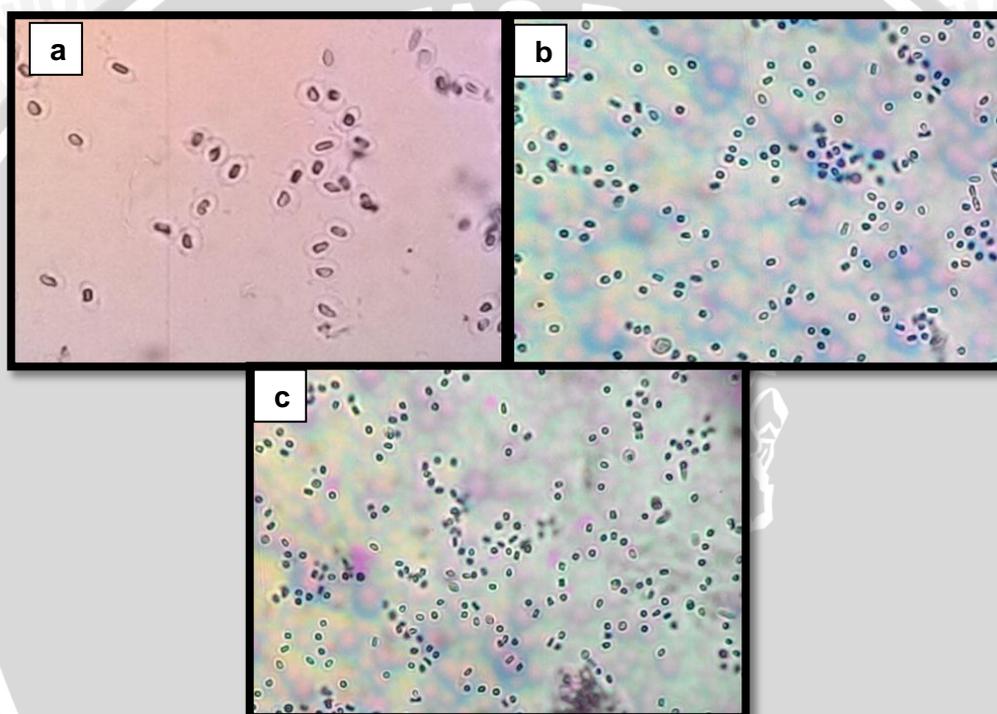
Gambar 11.



Gambar 11. Jumlah rata-rata total leukosit pada masing - masing 3 ekor ikan sepat yang diambil dari 3 stasiun dengan selang kepercayaan 95%. **Ket.** notasi huruf yang sama tidak ada perbedaan pengaruh, notasi huruf yang beda ada perbedaan pengaruh.

Jumlah leukosit meningkat dikarenakan factor kesehatan ikan ataupun factor dari lingkungan, karena ketika tubuh ikan terkena serangan dengan benda asing maka leukosit akan memberikan respon dengan meningkatkan jumlahnya dalam mempertahankan tubuh dari penyerangan benda asing tersebut. Hal ini sesuai pendapat Fujaya (2004) yang mengatakan bahwa apabila terjadi penyerangan benda asing dalam tubuh maka leukosit akan memberikan respon dengan meningkatkan jumlahnya dalam mempertahankan tubuh dari penyerangan benda asing tersebut.

Ketika benda asing masuk dalam tubuh ikan maka secara otomatis sistem cells akan memproduksi leukosit dalam jumlah besar untuk melawan benda asing yang selalu dipandang mempunyai kemungkinan untuk mendatangkan bahaya bagi kelangsungan hidup individu. Apabila benda asing tersebut cukup banyak dan memerlukan waktu yang cukup lama dalam hal penanganannya maka sebagian dari leukosit dapat memperbanyak diri dengan mitosis (Sadikin, 2002). Gambar sel darah putih ikan sepat dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Gambar Leukosit Ikan Sepat pada Setiap Stasiun **a.** Stasiun 1, **b.** Stasiun 2 dan **c.** Stasiun 3 (Sumber : Dokumentasi Sendiri, 2015)

4.4.3 Konsentrasi Hemoglobin

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada tiap sampel yang diambil tiap minggu selama 2 kali pada tiga stasiun yang berbeda, diperoleh data mengenai rata-rata konsentrasi hemoglobin (gr/100 ml). Konsentrasi hemoglobin ikan sepat pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Konsentrasi Hemoglobin Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun

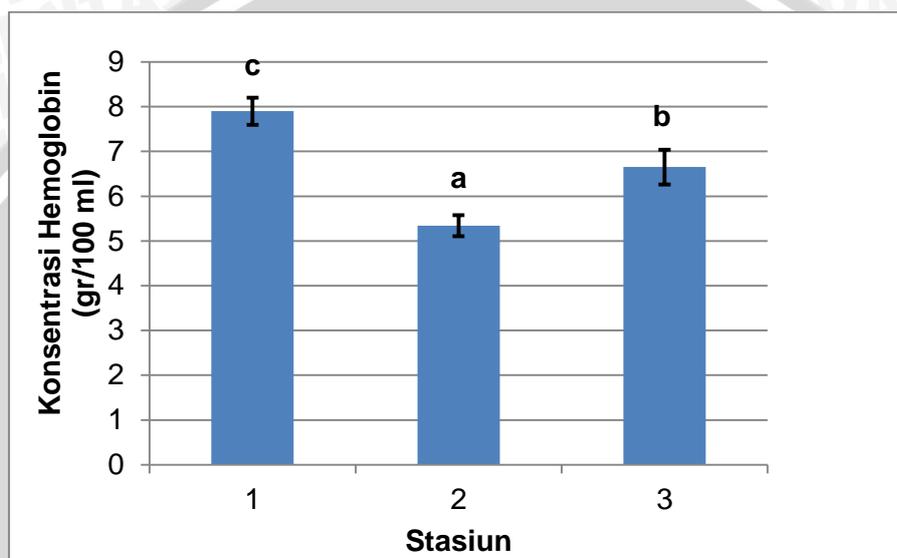
Ikan (gram/100 ml)	Stasiun					
	1		2		3	
	Minggu Ke-		Minggu Ke-		Minggu Ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	7,4	8	5,2	4,8	6,2	6,4
2	8,2	8,2	5	5	7	6,7
3	7,8	7,8	4,8	5,4	6,4	7,2
Rata-rata	7,90		5,34		6,65	
Stdev.	0,30		0,23		0,38	

Hasil pengamatan hematologi parameter hemoglobin pada ikan sepat yang di ambil dari Sungai Rejoso dari 3 stasiun pengamatan didapatkan hasil sebagai berikut : konsentrasi hemoglobin dari ikan Sepat pada stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 7,9 gr/100 ml atau berkisar antara (7,4 – 8,2) gr/100 ml. sedangkan konsentrasi hemoglobin dari ikan Sepat pada stasiun 2 yaitu dengan rata-rata 5,34 gr/100 ml atau berkisar antara (4,8 – 5,4) gr/100 ml. dan konsentrasi hemoglobin dari ikan Sepat pada stasiun 3 yaitu dengan rata-rata 6,65 gr/100 ml atau berkisar antara (6,2 – 7,2) gr/100 ml.

Konsentrasi hemoglobin tertinggi terdapat pada stasiun 1 hal ini berhubungan dengan jumlah eritrosit yang tinggi pada stasiun tersebut, sedangkan konsentrasi hemoglobin terendah terdapat pada stasiun 2, ini juga terjadi karena jumlah eritrosit juga rendah pada stasiun ini. Kadar hemoglobin yang diperoleh pada stasiun 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa ikan mampu mengikat oksigen dengan baik dilihat dari kadar hemoglobin yang masih berada dalam kisaran kadar hemoglobin normal. Menurut Salasia *et al* (2001), kadar hemoglobin normal pada ikan nila berkisar (5,05-8,33) gram/100 ml.

Hasil perbandingan antara semua lokasi stasiun adalah sebagai berikut Stasiun 2 < Stasiun 3 < Stasiun 1. Untuk mengetahui pengaruh pada ketiga stasiun yang berada di Sungai Rejoso yang diduga tercemar terhadap konsentrasi hemoglobin yaitu dengan menggunakan *Analysis of Variance*

(Annova). Hasil perhitungan disajikan pada **Lampiran 10**. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap konsentrasi hemoglobin Ikan Sepat yang ditemukan di Sungai Rejoso. Dari hasil Uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 95%. Dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi hemoglobin antara stasiun 1, 2 dan 3 yang ditunjukkan pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Rata-rata konsentrasi hemoglobin pada masing - masing 3 ekor ikan sepat yang diambil dari 3 stasiun dengan selang kepercayaan 95%. *Ket. notasi huruf yang sama tidak ada perbedaan pengaruh, notasi huruf yang beda ada perbedaan pengaruh.*

Hemoglobin berfungsi mengikat oksigen yang digunakan untuk proses katabolisme sehingga dihasilkan energy. Kadar hemoglobin selaras dengan jumlah eritrosit, semakin tinggi kadar hemoglobin semakin tinggi pula jumlah eritrosit. Kadar hemoglobin terkait dengan jumlah eritrosit, akan tetapi belum tentu berkorelasi dengan jumlah eritrosit dikarenakan hemoglobin adalah kandungan pigmen sel darah merah hal ini sesuai dengan pendapat Lagler *et al.*, (1977) kadar hemoglobin tidak mengalami perubahan yang berarti, meskipun jumlah eritrositnya naik.

Rendahnya kadar hemoglobin berdampak pada jumlah oksigen yang rendah pula didalam darah. Banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya kadar hemoglobin menurut Dellman and Brown (1989) dalam Salasia *et al* (2001) mengatakan kadar hemoglobin dibawah kisaran normal mengindikasikan rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin dan kualitas air buruk atau ikan mendapat infeksi.

Menurut Mulyani (2006), kadar hemoglobin ditentukan berdasarkan warna atau kepekatan inti sel darah merah, semakin tua sel darah merah maka kadar hemoglobin semakin tinggi. Tingginya kadar hemoglobin dikarenakan sel darah merah yang ada dalam tubuh ikan merupakan sel darah merah tua dan sel darah merah muda yang baru terbentuk oleh jaringan hematopoetik. Sel darah merah yang masih baru ini memiliki inti yang besar namun warnanya lebih terang (merah muda).

Rendahnya konsentrasi hemoglobin menunjukkan terjadinya anemia. Anemia menunjukkan kondisi dimana konsentrasi hemoglobin dalam darah rendah, yang disebabkan oleh penurunan jumlah eritrosit atau tidak cukupnya jumlah hemoglobin dalam sel darah (Heath 1987 dalam Mones 2008). Eritrosit mengandung hemoglobin yang berfungsi membawa oksigen dari insang ke jaringan tubuh (Moyle & Cech 2004 dalam Mones 2008). Kadar hemoglobin dalam darah berhubungan erat dengan jumlah sel darah merah (eritrosit). Konsentrasi hemoglobin diukur berdasarkan pada intensitas warna dan dinyatakan dalam satuan gram hemoglobin/100 ml darah (gr/100 ml) (Lagler *et al.* 1977 dalam Mones 2008).

4.4.4 Nilai Hematokrit

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada tiap sampel yang

diambil tiap minggu selama 2 kali pada tiga stasiun yang berbeda, diperoleh data mengenai rata-rata nilai hematokrit (%). Konsentrasi hematokrit ikan sepat pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Tabel 5**.

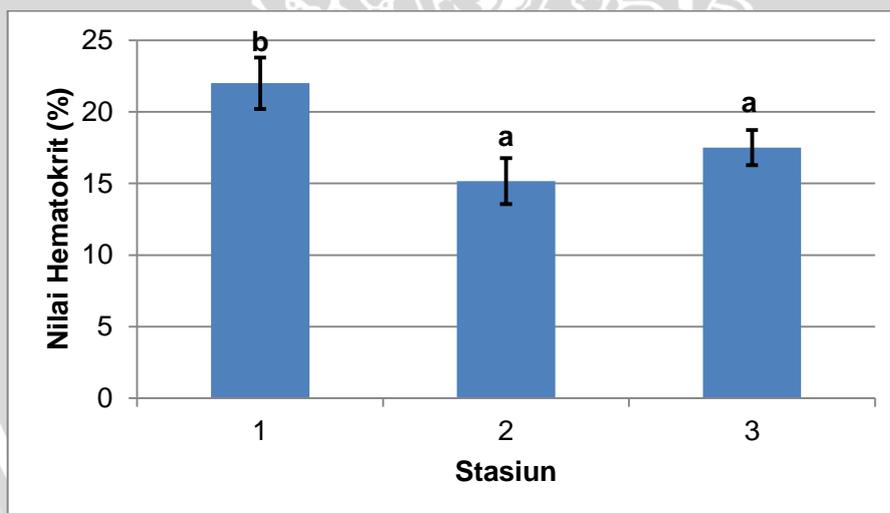
Tabel 5. Nilai Hematokrit Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun

Ikan (%)	Stasiun					
	1		2		3	
	Minggu Ke-		Minggu Ke-		Minggu Ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	25	23	13	15	16	16
2	22	20	17	17	18	19
3	21	21	15	14	18	18
Rata-rata	22,00		15,16		17,50	
Stdev.	1,78		1,60		1,22	

Hematokrit merupakan pemeriksaan yang digunakan untuk menghitung konsentrasi sel darah merah (perbandingan antara sel darah merah dengan volume darah). Perhitungan nilai hematocrit di dalam darah untuk mendeteksi adanya penyakit pada ikan. Hasil pengamatan nilai hematokrit pada ikan sepat yang di ambil dari Sungai Rejoso dari 3 stasiun pengamatan didapatkan hasil sebagai berikut : Nilai hematokrit dari ikan Sepat pada stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 22 % atau berkisar antara (20 – 25) %. sedangkan nilai hematokrit dari ikan Sepat pada stasiun 2 yaitu dengan rata-rata 15,16 % atau berkisar antara (13 – 17) %. dan nilai hematokrit dari ikan Sepat pada stasiun 3 yaitu dengan rata-rata 17,5 % atau berkisar antara (16 – 19) %.

Nilai hematokrit tertinggi terdapat pada stasiun 1, sedangkan nilai hematokrit terendah terdapat pada stasiun 2. Nilai hematokrit yang diperoleh pada stasiun 2 dan 3 menunjukkan bahwa ikan dalam keadaan tidak normal, sedangkan pada stasiun 1 masih dalam kisaran normal. Sedangkan menurut Bond (1979) dalam Royan *et al* (2014) nilai hematokrit pada ikan teleostei berkisar antara 20-30 %, dan pada beberapa spesies ikan laut sekitar 42 %.

Hasil perbandingan antara semua lokasi stasiun adalah sebagai berikut Stasiun 2 < Stasiun 3 < Stasiun 1. Untuk mengetahui pengaruh pada ketiga stasiun yang berada di Sungai Rejoso yang diduga tercemar terhadap nilai hematokrit yaitu dengan menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Hasil perhitungan disajikan pada **Lampiran 11**. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap nilai hematokrit Ikan Sepat yang ditemukan di Sungai Rejoso. Dari hasil Uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 95%. Hal ini berarti nilai hematokrit Ikan Sepat yang ditemukan pada Stasiun 1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap nilai hematokrit yang diambil di stasiun 2 dan stasiun 3, sedangkan nilai hematokrit antara stasiun 2 dan 3 tidak terdapat perbedaan signifikan yang ditunjukkan pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Nilai hematokrit pada masing - masing 3 ekor ikan sepat yang diambil dari 3 stasiun dengan selang kepercayaan 95%.

Ket. notasi huruf yang sama tidak ada perbedaan pengaruh, notasi huruf yang beda ada perbedaan pengaruh.

Hematokrit merupakan perbandingan antara sel darah merah (eritrosit) dengan plasma darah, serta memiliki pengaruh terhadap pengaturan sel darah merah. Hematokrit merupakan sarana untuk mengetahui apakah ikan mengalami

anemia atau tidak Menurut Jawad *et al.*,(2004), hematokrit adalah persentase volume eritrosit di dalam darah, dan nilainya berhubungan dengan jumlah sel darah merah. Peningkatan kadar hematokrit ini dipengaruhi oleh dua faktor yaitu perubahan parameter lingkungan terutama suhu perairan serta keadaan fisiologi ikan terkait dengan energi yang dibutuhkan.

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. Ferguson (1988) dalam Mudjiutami *et al* (2007) melaporkan bahwa variasi nilai hematokrit tinggi karena sangat dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, waktu pemeriksaan, suhu air dan metode pengambilan sampel.

4.5 Jumlah Mikronuclei

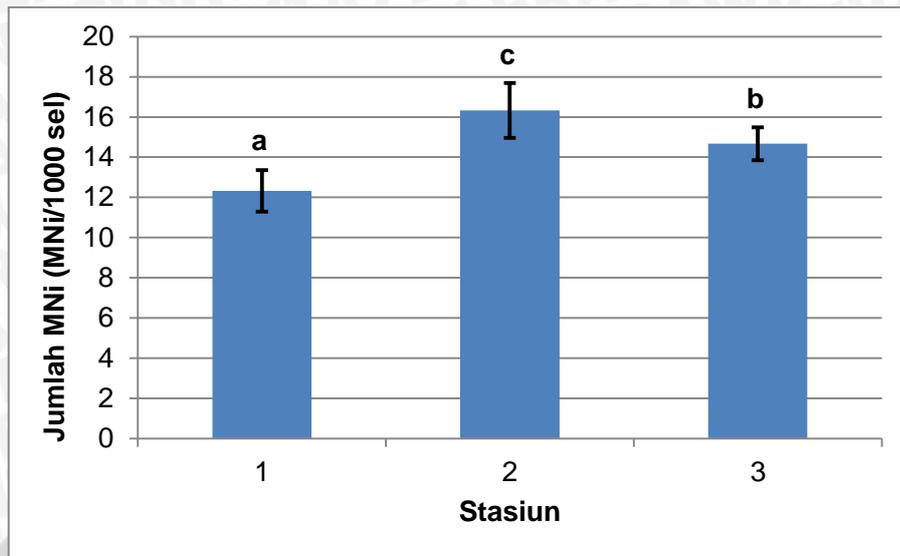
Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada tiap sampel yang diambil tiap minggu selama 2 kali pada tiga stasiun yang berbeda, diperoleh data mengenai rata-rata jumlah mikronuclei (MN/1000 sel). Konsentrasi hematokrit ikan sepat pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Jumlah Mikroneclei Ikan Sepat Pada Tiga Stasiun

Ikan (MN/1000 sel)	Stasiun					
	1		2		3	
	Minggu Ke-		Minggu Ke-		Minggu Ke-	
	1	2	1	2	1	2
1	12	12	15	18	15	14
2	11	14	16	18	14	16
3	12	13	15	16	14	15
Rata-rata	12,33		16,33		14,67	
Stdev.	1,03		1,36		0,81	

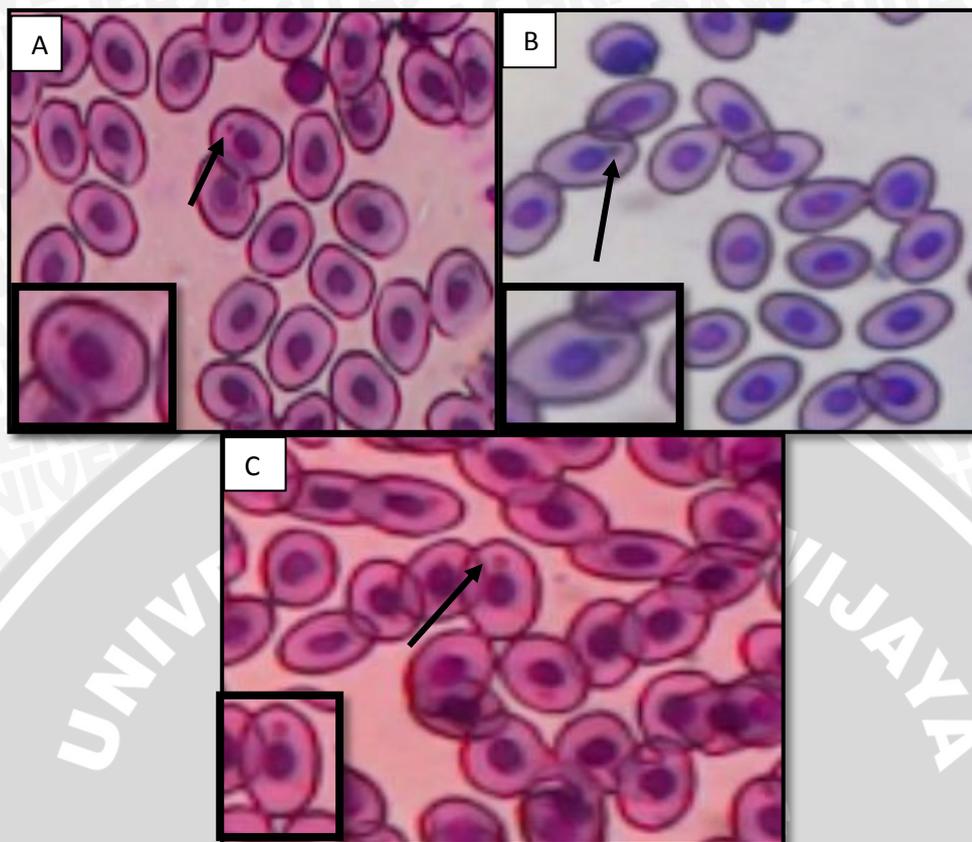
Hasil pengamatan jumlah mikronuclei pada ikan Sepat dari 3 stasiun pengamatan yaitu sebagai berikut: jumlah mikronuclei dari ikan Sepat pada stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 12,33/1000 sel atau berkisar antara (11 – 14)/1000 sel. Sedangkan jumlah mikronuclei dari ikan Sepat pada stasiun 2 yaitu dengan rata-rata 16,33/1000 sel atau berkisar antara (15 – 18)/1000 sel. Dan jumlah mikronuclei dari ikan Sepat pada stasiun 3 yaitu dengan rata-rata 14,67/1000 sel atau berkisar antara (14 – 16)/1000 sel. Berdasarkan data di atas diketahui jumlah mikronuclei dari 3 stasiun, nilai yang tertinggi yaitu pada stasiun 2, sedangkan nilai terendah yaitu pada stasiun 1.

Hasil perbandingan antara semua lokasi adalah sebagai berikut: stasiun 1 < stasiun 3 < stasiun 2. Untuk mengetahui pengaruh pada ketiga stasiun yang berada di Sungai Rejoso yang diduga tercemar terhadap jumlah mikronuclei yaitu dengan menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Hasil perhitungan disajikan pada **Lampiran 12**. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil perbedaan yang nyata terhadap jumlah micronuclei Ikan Sepat yang ditemukan di Sungai Rejoso. Dari hasil Uji Tukey didapatkan hasil nilai ($p < 0,05$) dengan selang kepercayaan 95%. Dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan terhadap jumlah mikronuclei antara stasiun 1, 2 dan 3 yang ditunjukkan pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Jumlah rata-rata total mikronuclei pada masing – masing 3 ekor ikan sepat yang diambil dari 3 stasiun dengan selang kepercayaan 95%. **Ket.** notasi huruf yang sama tidak ada perbedaan pengaruh, notasi huruf yang beda ada perbedaan pengaruh.

Menurut Nepomuceno dan Spano (1995) telah menyebutkan bahwa konsentrasi polutan tinggi dapat menghambat pembelahan sel normal, kromosom kerusakan eritrosit, dan duplikasi DNA mengganggu, menyebabkan frekuensi mikronuclei menurun lebih atau kurang. Kemudian frekuensi mikronuclei cenderung muncul dan ikan mungkin melakukan beberapa mekanisme pertahanan untuk mengurangi beberapa residu logam dalam tubuh untuk menstabilkan frekuensi mikronuclei tersebut. Hasil gambaran mikroneclei dapat dilihat pada **Gambar 16**.



Gambar 16. Hasil pengamatan Mikronuklei ikan Sepat (tanda panah) : a) Mikronuklei dari Stasiun 1, b) Mikronuklei dari Stasiun 2, c) Mikronuklei dari Stasiun 3.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tentang Pengamatan Profil Hematologi dan Jumlah Micronuclei Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) yang tertangkap di Sungai Rejoso Kabupaten Pasuruan ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Kondisi perairan Sungai Rejoso melalui profil hematologi pada ikan sepat yaitu kurang baik karena terdapat perubahan nilai hematologi yang tidak memenuhi kisaran normal, hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan ikan mengalami stress yang disebabkan karena lingkungan perairan yang kurang mendukung. Sedangkan jumlah micronuclei pada sel darah merah diketahui jumlah micronuclei tertinggi yaitu berada pada stasiun 2, sedangkan jumlah micronuclei terendah pada stasiun 1. Perubahan jumlah micronuclei terjadi karena adanya pengaruh dari polutan di perairan, polutan yang tinggi dapat menghambat pembelahan sel normal.
- Berdasarkan hasil pengamatan kualitas perairan Sungai Rejoso secara umum dalam kondisi kurang baik mengarah pencemaran, hal ini mengacu pada PP No. 82 Tahun 2001 baku mutu kelas II.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian di Sungai Rejoso menunjukkan kondisi kualitas air cukup buruk dan mengarah ke pencemaran, diharapkan perhatian dari pemerintah dan masyarakat sekitar dalam hal pembuangan limbah dan sampah agar tidak di buang langsung ke sungai. Diharapkan, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam menilai tanda-tanda peringatan awal terhadap pencemaran lingkungan, khususnya perairan sungai. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai pertimbangan *stakeholders* terkait dalam hal pengelolaan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. S., Sjafei, M. Raharjo dan Sulistiono. 2005. Fisiologi Ikan (Pencemaran dan Penyerapan makanan). Manajemen Sumberdaya Perairan. IPB. Bogor.
- Andayani, S., Marsoedi., Sanoesi, E., Wilujeng, A. E dan Suprastiani. 2014. Profil Hematologi Beberapa Spesies Ikan Air Tawar Budidaya. FPIK. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anderson D.P. 1990. Immunological indicators: effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks. Di dalam: Adams, SM, editor. Biological Indicators of Stress in Fish. American Fisheries Symposium 8. hlm 38-35.
- Ali, F. Kh. A. M. El-Shehawi dan M. A. Seehy. 2008. *Micronucleus test in fish genome : A sensitive monitor for aquatic pollutant*. Africal journal of biotecnologi 7(5), pp: 606-612.
- Alkahemal - Balawi, H. F., Ahmad, Z., Al-Akel, A. S, Fahad Al-Misned, El-Suliman, M. A and Al-Ghanim, A. K. 2011. *Toxicity bioassay of lead acetate and effects of its sublethal exposure on growth, haematological parameters and reproduction in Clarias gariepinus*. African Journal of Biotechnology. 10(53) : 01.
- Arnaudova, D., A. Arnaudov dan E. Tomova. 2008. *Selected Hematological Indices of Freshwater Fish from Studen Kladenetsh Reservoir*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14 (No 2) 2008, 244-250. National Centre for Agrarian Sciences.
- Azwar, S. 2010. Metode Penelitian. Cetakan Ketiga. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Barus, T. A. 2004. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA USU. Medan.
- Bastiawan, D, Taukhid, M. Alifudin, dan T. S. Dermawati. 1995. Perubahan Hematologi dan Jaringan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi Cendawan *Aphanomyces sp.* *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 106-115
- 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 : Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Erlangga. Surabaya. Dahuri, R.I. 1995. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- Bloom, J. H. 1998. *Analisis Mutu Air Secara Kimiawi dan Fisis. Sebuah Laporan tentang Pelatihan dan Praktek pada Fakultas Perikanan*. NUFFIC-UNIBRAW. Malang.

- Dopongtonung, A. 2008. Gambaran Darah Ikan Lele (*Clarias spp*) Yang Berasal Dari Daerah Laladon-Bogor. Skripsi. IPB
- 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.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Fenech, M. 2000. *The in Vitro Micronucleus Techhnique*. CSIRO Health Sciences and Nutrition, Po Box 10041, Adelaide BC 5000, South Australia, Australia.
- Fitriyah, K. R. 2007. Studi Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) Pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). Skripsi. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Fujaya, Y. 2004. Fisiologi Ikan. Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Fua, J. L. 2012. Penurunan Tingkat Pencemaran Limbah Organik Tambak Udang. Kementerian Agama Republik Indonesia. Jakarta Pusat.
- Ghufron, M., H. Kordi., dan A. B. Tanjung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta
- Google image. 2015. Mengenal Darah Manusia dan Fungsinya. http://biologyinmind.blogspot.com/2012_09_01_archive.html. Diakses tanggal 22 Maret 2015.
- Guner U dan F. D. G. Muranh. 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.
- Haryoto dan Wibowo, A. 2004. *Kinetika Bioakumulasi Logam Berat Kadmium oleh Fitoplankton Chorella sp.* Lingkungan Perairan Laut. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 5 (2) : 89 – 103.
- Hutagalung, H. P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oseana*. IX. No. 1. LON LIPI. Jakarta.
- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gajah Mada University press, Yogyakarta.
- Jawad, LA, Al Mukhtar MA, Ahmed HK. 2004. The Relationship Between Hematocrit and Some Biological Parameters of The Indian Shad *Temalosa ilisha*. *Animal Biodiversity an Concervation* 27:47-52
- Khairani. 2013. Laporan Hasil Pemantauan Kualitas Air Sungai Tahun 2013. Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Ketapang. Ketapang
- Komariah, M. 2009. Metabolisme Eritrosit. Fakultas Keperawatan Universitas Padjadjaran. Bandung.

- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industry*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Lestari, I. W dan Trihadiningrum, Y. 2013. *Bioassessment* Kualitas Air Sungai Rejoso Di Kecamatan Rejoso Pasuruan dengan Markoinvertebrata. ITS. Surabaya.
- 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 Hal : 57 – 71.
- Maswan, N. A. 2009. Pengujian Efektivitas Dosis Vaksin Dna Dan Korelasinya Terhadap Parameter Hematologi Secara Kuantitatif. *Skripsi*. IPB. Bogor.
- Marzuki. 1983. *Metodologi Riset*. Cetakan Keempat. Bagian Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mones, R. A. 2008. Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio Linn*) Strain Majalaya yang Berasal dari Daerah Ciampea Bogor. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Bogor.
- Mudasirin. 2004. *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur)*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Mudjiutami, E., Ciptoroso dan Z. Zainun. 2007. Uji Toleransi Berbagai Ikan Mas terhadap KHV. *Jurnal Budidaya Air Twar*. 4(2):37-41
- Mulyani, S. 2006. Gambaran Darah Ikan Gurame (*Ospgronemus gourami*) yang Terinfeksi Cendawan (*Achlya sp.*) pada Kepadatan 320 dan 720 Spora Per ml. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan . IPB. Bogor.
- Murjani, A. 2009. *Budidaya Ikan Sepat Rawa (Trichogaster trichopterus) dengan Pemeberian Pakan Komersil*. Laporan Penelitian Mandiri. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Murphy. 2007. General Information. [Http://bcn.Boulder.co.us](http://bcn.Boulder.co.us). Diakses pada tanggal 19 Maret 2015.
- Nawang Sari, T. 2013. Perbandingan Berganda Sesudah Uji Kruskal-Wallis. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika. ISBN:978-979-16353-9-4: 248-252.
- 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.
- Ossana. N. A dan Salibian ,A. 2013. Micronucleus Test For Monitoring The Genotoxic Potential Of The Surface Water Of Lujan River (argentina)

using Erythrocytes Of *Lithobates castesbeianus* tadpoles. Brasil. EEC. **8**: 67-74

- Ozkan, F., S. Gunduz., M. Berkoz and A. O. Hunt. 2011. *Induction of Mikronuclei 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 Toksisitas Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pant J., H. Tewari dan T.S. Gill. 1987. *Effects of aldicarb on the blood and tissues of a freshwater fish*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 38: 36-41.
- 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
- 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. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rangkuti, R. H., Suwarso, E dan Anjelisa, P. Z. H. 2012. Pengaruh Pemberian Monosodium Glutamat (MSG) Pada Pembentukan Mikronukleus Sel Darah Merah Mencit. Journal of Pharmaceutics dan Pharmacology. 1 (1) : 29-36.
- Razi, F. 2013. Penanganan Hama dan Penyakit Pada Ikan Sepat Mutiara. Badan Pengembangan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Roberts, R. J. 2001. *Fish Patology*. 3rd ed. Toronto: WB Saunder. Hlm 25-30.
- Royan, F., S. Rejeki., dan A. H. C. Haditomo. 2014. Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Journal of Aquacultur Management and Technology. 2(2): 109-117.
- Saanin, H. 1968. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Jilid I dan II. Bina Cipta. Bandung
- Sadikin H. M. 2002. Biokimia Darah. Cetakan pertama. Penerbit Widya Medik.
- 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., D. Sulanjari., dan A. Ratnawati. 2001. Studi Hematologi Ikan Air Tawar. Biologi. 2(12): 710-723.
- Santosa, B. dan Waenah. 2005. Perbedaan Hasil Pengukuran Hematokrit Metode Mikro Pada Darah Yang Menggunakan Antikoagulan EDTA

10 uL dan 50 uL Pada Konsentrasi 10%. *Jurnal Litbang*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.

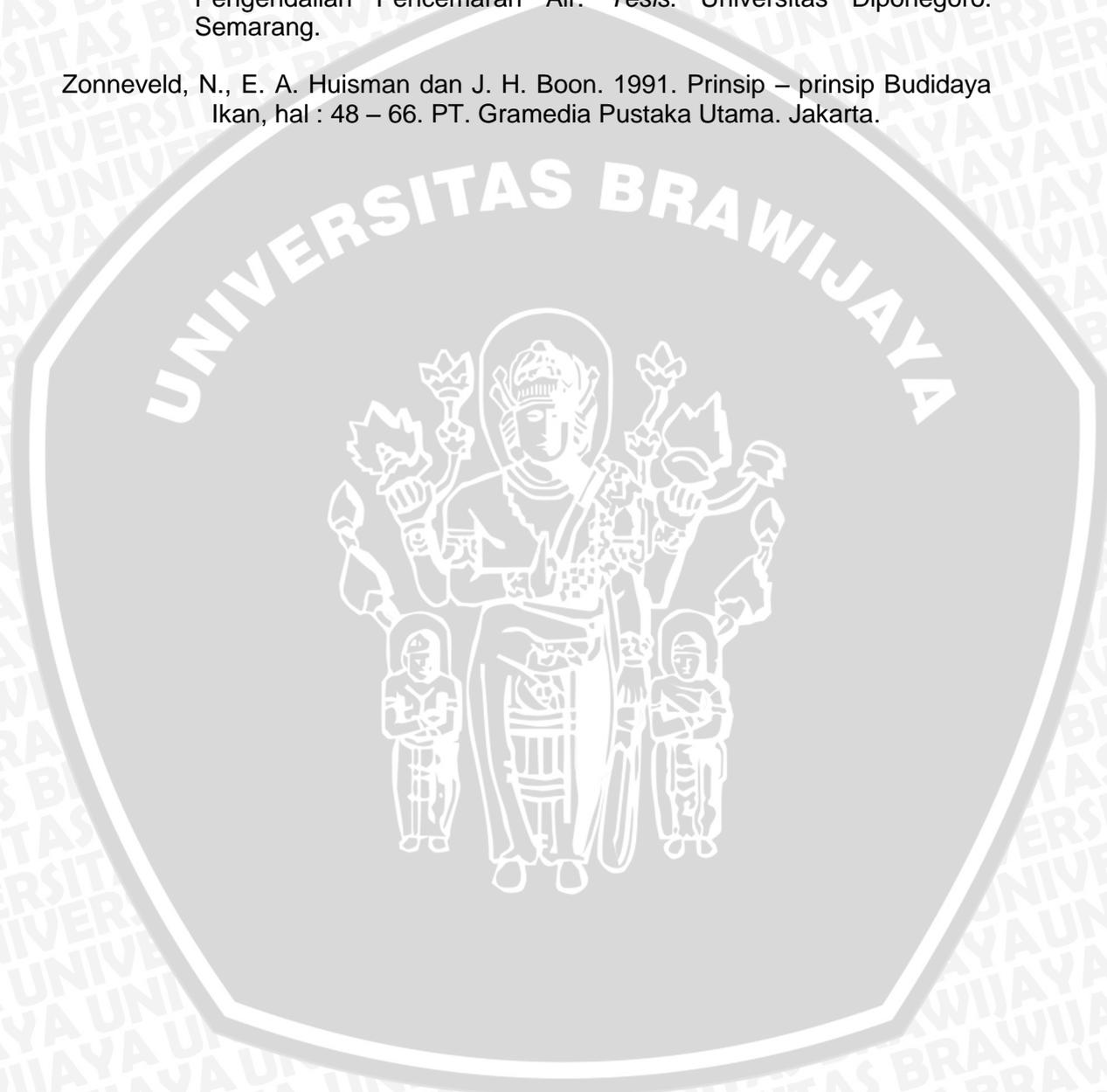
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Setyawan, P. 2009. Ikan Sebagai Indikator Pencemaran Air. <http://akademiperikanan.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 20 Maret 2015.
- Shindu, S. F. 2005. Kandungan Logam Berat Cu, Zn dan Pb dalam Air Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dalam Karamba Jaring Apung Waduk Saguling. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pertanian Bogor. Bogor.
- SNI. 2004. Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*, TSS) secara gravimetri. Badan Standardisasi Nasional SNI 06-6989.3-2004
- Sugiyono. 2005. *Metode Penelitian Kualitatif*. 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*, Volume 4, No. 2 Hal : 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. 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.
- Utomo, A. D., R. M. Ridho., E. Saleh dan A. D. D. Putranto. 2010. *Pencemaran Di Sungai Bengawan Solo Antara Solo dan Sragen Jawa Tengah*. *Bawal*. 3 No. 1: 25-32.
- 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 cattape*) Untuk Pencegahan dan Pengobatan Ikan Patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang Terinfeksi (*Aeromonas hydrophila*)*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7 (1): 79-94.
- Wahyuni, E. T. 2001. *Studi Tentang Pencemaran Logam Berat Pb dengan Bioindikator Kupang Putih (*Corbula faba*) di Muara Sungai Kepetingan Sidoarjo*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta

Wibowo, T. H. R. 2010. Analisa Kemampuan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus: Sub DAS Kedung Wonogiri). *Tugas Akhir*. Universitas Diponegoro. Semarang.

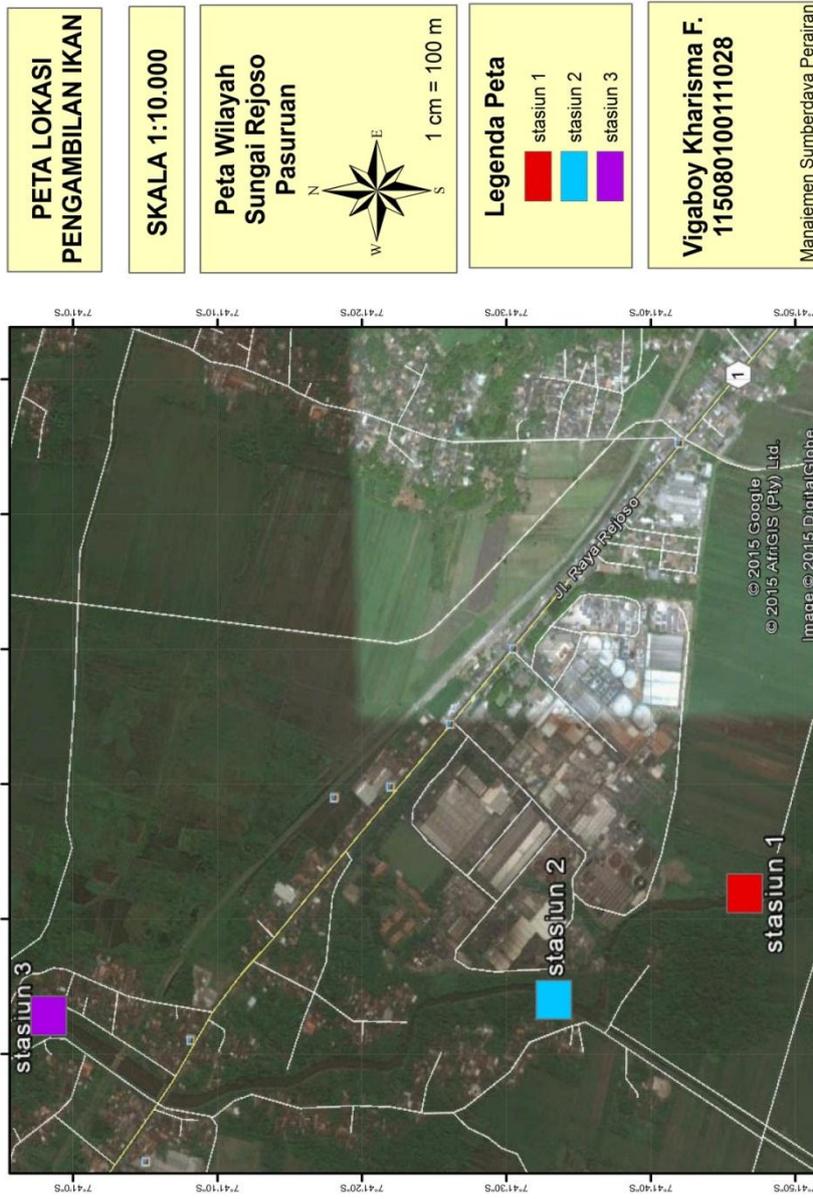
Widianto, E. 2012. Pencemaran Di Sungai Rejoso, Kabupaten Pasuruan. Tempo. Edisi Jatim.

Yuliasuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.

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



Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran 2. Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

No	Parameter	Alat	Bahan
1.	Darah Ikan	Sprit Ependorf Stereofoam	Na Sitrat 3,8 %
2.	Preparat Darah Ikan	Mikroskop Obyek Glass Pipet Tetes	Darah Methanol Giemsa Aquades Air
3.	Sel Darah Merah	Pipet Eritrosit Cover glass Kamar hitung Neubauer Mikroskop Cahaya	Darah Ikan Larutan Giemsa
5.	Sel Darah Putih	Pipet Leukosit Cover Glass Haemocytometer Mikroskop Cahaya	Darah Ikan Larutan Turk
6	Konsentrasi Hemoglobin	Hemometer Pipet Sahli	Darah Ikan HCL 0,1
7	Nilai Hematokrit	Microhematokrit centrifuge (hemofuge darah) Hematokrit reader	Darah Ikan 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 Magnetic Timbangan Digital	Air Sampel
12	COD	COD Reactor Spektrofotometer	Air sampel DS (<i>digestion solution</i>) SA (<i>sulfuric acid</i>)

Lampiran 3. Data Hasil Pengamatan Hematologi

Data Hasil Pengamatan Hematologi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*)

St.	Minggu ke-	Parameter Hematologi ikan				Sel Darah Abnormal
		Σ Eritrosit 10^6 sel/ mm^3	Σ Leukosit (sel/ mm^3)	Konsentrasi Hemoglobin (gr%)	Hematokrit (%)	Mikronuclei (sel/1000)
1	1	1,58	151.500	7,4	25	12
		2,1	156.500	8,2	22	11
		2,74	159.600	7,8	21	12
	2	1,86	162.300	8	23	12
		1,98	159.200	8,2	20	14
		1,86	212350	7,8	21	13
2	1	1,02	280.400	5,2	13	15
		1,16	229.350	5	17	16
		0,83	285.100	4,8	15	15
	2	0,98	247.950	4,8	15	18
		1,09	305.700	5	17	18
		1,06	258.650	5,4	14	16
3	1	0,87	312.650	6,2	16	15
		1,05	269.150	7	18	14
		1,31	310.950	6,4	18	14
	2	1,22	323.500	6,4	16	14
		1,04	272.250	6,7	19	16
		1,3	349.300	7,2	18	15

Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkung Kec. Mojoanjar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 0912 S/LKA MLG/III/2014

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji : Ext. 10 - 14 /PC/III/2015/ 10 - 14
Sample Code
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method
Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 01 Mei - 22 Mei 2015
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Stasiun 1 A					
1	BOD	mg/l	4,25	APHA.5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	16,25	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	271,2	APHA.2540 D-2005	-
4	Raksa	mg/l	0,012	QI/LKA/56(HVG)	-
Stasiun 2 A					
1	BOD	mg/l	8,45	APHA.5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	28,13	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	322,4	APHA.2540 D-2005	-
4	Raksa	mg/l	0,021	QI/LKA/56(HVG)	-
Stasiun 3 A					
1	BOD	mg/l	4,15	APHA.5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	11,33	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	209,2	APHA.2540 D-2005	-
4	Raksa	mg/l	0,021	QI/LKA/56(HVG)	-
Stasiun 1 B					
1	BOD	mg/l	3,65	APHA.5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	14,12	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	242,2	APHA.2540 D-2005	-
4	Raksa	mg/l	0,015	QI/LKA/56(HVG)	-
Stasiun 2 B					
1	BOD	mg/l	3,85	APHA.5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	17,11	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	304,8	APHA.2540 D-2005	-
4	Raksa	mg/l	0,017	QI/LKA/56(HVG)	-
Stasiun 3 B					
1	BOD	mg/l	5,03	APHA.5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	10,90	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	235,7	APHA.2540 D-2005	-
4	Raksa	mg/l	0,021	QI/LKA/56(HVG)	-



Keterangan :

*) tt = Tidak terdeteksi

MDL = Methode Detection Limit

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

Lampiran 5.Perhitungan Total Eritrosit

Stasiun 1.

Minggu Ke-1 :

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

$$= \frac{158 \times 250 \times 200}{5}$$

$$= 158 \times 10000$$

$$= 1.580.000$$

$$= 1,58 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

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

$$= \frac{210 \times 250 \times 200}{5}$$

$$= 210 \times 10000$$

$$= 2.100.000$$

$$= 2,1 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

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

$$= \frac{274 \times 250 \times 200}{5}$$

$$= 274 \times 10000$$

$$= 2.740.000$$

$$= 2,74 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$$

Minggu Ke-2 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{186 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 186 \times 10000 \\ &= 1.860.000 \\ &= 1,86 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{198 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 198 \times 10000 \\ &= 1.980.000 \\ &= 1,98 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{186 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 186 \times 10000 \\ &= 1.860.000 \\ &= 1,86 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Stasiun 2.

Minggu Ke-1 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{102 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 102 \times 10000 \\ &= 1.020.000 \\ &= 1,02 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{116 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 116 \times 10000 \\ &= 1.160.000 \\ &= 1,16 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{83 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 83 \times 10000 \\ &= 830.000 \\ &= 0,83 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Minggu Ke-2 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{98 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 98 \times 10000 \\ &= 980.000 \\ &= 0,98 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{109 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 109 \times 10000 \\ &= 1.090.000 \\ &= 1,09 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{106 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 106 \times 10000 \\ &= 1.060.000 \\ &= 1,06 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Stasiun 2.

Minggu Ke-1 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{87 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 87 \times 10000 \\ &= 870.000 \\ &= 0,87 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{105 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 105 \times 10000 \\ &= 1.050.000 \\ &= 1,05 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{131 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 131 \times 10000 \\ &= 1.310.000 \\ &= 1,31 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Minggu Ke-2 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{122 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 122 \times 10000 \\ &= 1.220.000 \\ &= 1,22 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{104 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 104 \times 10000 \\ &= 1.040.000 \\ &= 1,04 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{5 \text{ area} \times \frac{1}{250}(\text{volume})} \times 200 \text{ (pengenceran)} \\ &= \frac{130 \times 250 \times 200}{5} \\ &= 130 \times 10000 \\ &= 1.300.000 \\ &= 1,3 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Total Leukosit

Stasiun 1.

Minggu ke-1 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 3030 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{3030 \times 20}{0,4} \\ &= 151500 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 3130 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{3130 \times 20}{0,4} \\ &= 156500 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 3192 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{3192 \times 20}{0,4} \\ &= 159600 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Minggu ke-2 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 3246 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{3184 \times 20}{0,4} \\ &= 162300 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 3184 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{3184 \times 20}{0,4} \\ &= 159200 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 4247 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{4247 \times 20}{0,4} \\ &= 212350 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Stasiun 2.

Minggu ke-1 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 5608 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{5608 \times 20}{0,4} \\ &= 280400 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 4587 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{4587 \times 20}{0,4} \\ &= 229350 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 6253 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{6253 \times 20}{0,4} \\ &= 285100 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Minggu ke-2 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 4959 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{4959 \times 20}{0,4} \\ &= 247950 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 6114 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{6114 \times 20}{0,4} \\ &= 305700 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 5173 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{5173 \times 20}{0,4} \\ &= 258650 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Stasiun 3.

Minggu ke-1 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 6253 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{6253 \times 20}{0,4} \\ &= 312650 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 5383 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{5383 \times 20}{0,4} \\ &= 269150 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 6219 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{6219 \times 20}{0,4} \\ &= 310950 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Minggu ke-2 :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 6470 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{6470 \times 20}{0,4} \\ &= 323500 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 5445 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{5445 \times 20}{0,4} \\ &= 272250 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= N \times \frac{1}{4 \text{ area} \times 0,1(\text{volume})} \times 20 \text{ (pengenceran)} \\ &= 6986 \times \frac{1}{4 (0,1)} \times 20 \\ &= \frac{6986 \times 20}{0,4} \\ &= 349300 \text{ sel/mm}^3\end{aligned}$$

Lampiran 7. Perhitungan Annova Uji Normalitas

UJI NORMALITAS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Suhu	pH	DO	BOD	COD	TSS	Hg
N		18	18	18	18	18	18	18
Normal Parameters ^a	Mean	29.16	6.62	5.40	4.90	16.31	264.25	.02
	Std. Deviation	1.615	.172	1.383	1.694	5.929	40.741	.004
Most Extreme Differences	Absolute	.391	.352	.221	.315	.279	.206	.213
	Positive	.391	.148	.210	.315	.279	.206	.132
	Negative	-.235	-.352	-.221	-.231	-.181	-.174	-.213
Kolmogorov-Smirnov Z		1.660	1.495	.936	1.338	1.186	.873	.906
Asymp. Sig. (2-tailed)		.008	.023	.345	.056	.120	.431	.385

a. Test distribution is Normal.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Stasiun	Eritrosit	Leukosit	Hemoglobin	Hematokrit	Mikronuclei
N		18	18	18	18	18	18
Normal Parameters ^a	Mean	2.0000	1.3900E6	2.4702E5	6.53	18.2222	14.4444
	Std. Deviation	.84017	5.18164E5	6.56815E4	1.243	3.26398	1.97699
Most Extreme Differences	Absolute	.216	.228	.179	.151	.138	.133
	Positive	.216	.228	.179	.151	.138	.114
	Negative	-.216	-.140	-.132	-.125	-.080	-.133
Kolmogorov-Smirnov Z		.918	.967	.760	.641	.587	.565
Asymp. Sig. (2-tailed)		.368	.307	.610	.805	.882	.906

a. Test distribution is Normal.

CORRELATIONS

		Eritrosit	Leukosit	Hemoglobin	Hematokrit	Mikronuclei
Suhu	Pearson Correlation	-.503 [*]	.206	-.870 ^{**}	-.670 ^{**}	.660 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.033	.411	.000	.002	.003
	N	18	18	18	18	18
pH	Pearson Correlation	.365	-.125	.733 ^{**}	.537 [*]	-.696 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.137	.621	.001	.022	.001
	N	18	18	18	18	18
DO	Pearson Correlation	.681 ^{**}	-.423	.903 ^{**}	.789 ^{**}	-.780 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.002	.081	.000	.000	.000
	N	18	18	18	18	18
BOD	Pearson Correlation	-.386	.246	-.547 [*]	-.466	.205
	Sig. (2-tailed)	.114	.325	.019	.052	.415
	N	18	18	18	18	18
COD	Pearson Correlation	-.192	-.105	-.571 [*]	-.365	.206
	Sig. (2-tailed)	.444	.678	.013	.136	.412
	N	18	18	18	18	18
TSS	Pearson Correlation	-.164	-.121	-.623 ^{**}	-.368	.376
	Sig. (2-tailed)	.516	.633	.006	.133	.124
	N	18	18	18	18	18
Hg	Pearson Correlation	-.736 ^{**}	.813 ^{**}	-.461	-.618 ^{**}	.436
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.054	.006	.070
	N	18	18	18	18	18

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 8. Perhitungan Anova Sel Darah Merah (Eritrosit)

Descriptives

Eritrosit

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	2.0150E6	3.99587E5	1.63131E5	1.5957E6	2.4343E6	1.55E6	2.74E6
2	6	1.0233E6	1.12901E5	4.60917E4	904850.8567	1.1418E6	8.30E5	1.16E6
3	6	1.1317E6	1.74059E5	7.10594E4	949002.5532	1.3143E6	8.70E5	1.31E6
Total	18	1.3900E6	5.18164E5	1.22132E5	1.1323E6	1.6477E6	8.30E5	2.74E6

Test of Homogeneity of Variances

Eritrosit

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.039	2	15	.165

ANOVA

Eritrosit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.551E12	2	1.775E12	26.275	.000
Within Groups	1.014E12	15	6.757E10		
Total	4.564E12	17			

Multiple Comparisons

Eritrosit
Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	9.91667E5	1.50079E5	.000	601840.9505	1.3815E6
	3	8.83333E5	1.50079E5	.000	493507.6171	1.2732E6
2	1	-9.91667E5	1.50079E5	.000	-1.3815E6	-6.0184E5
	3	-1.08333E5	1.50079E5	.755	-4.9816E5	281492.3829
3	1	-8.83333E5	1.50079E5	.000	-1.2732E6	-4.9351E5
	2	1.08333E5	1.50079E5	.755	-2.8149E5	498159.0495

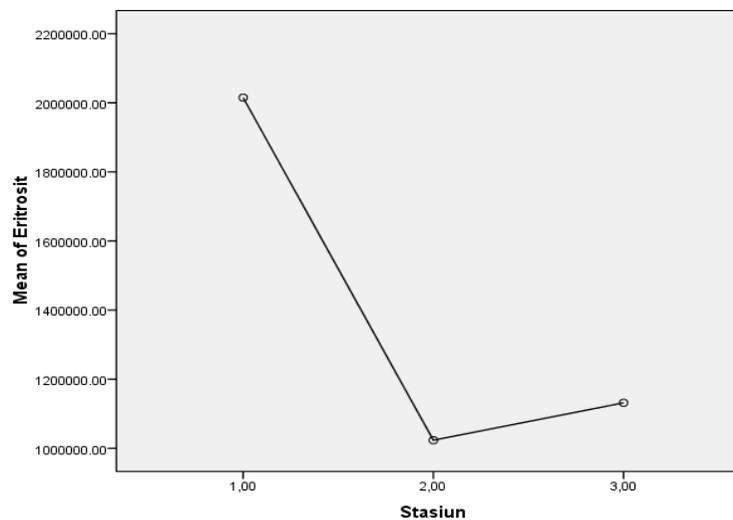
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Eritrosit

Tukey HSD

Stasiun	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	6	1.0233E6	
3	6	1.1317E6	
1	6		2.0150E6
Sig.		.755	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 9. Perhitungan Anova Sel Darah Putih (Leukosit)

Descriptives

Leukosit

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	1.6691E5	22559.97377	9.21007E3	143233.0928	190583.5738	1.52E5	2.12E5
2	6	2.6786E5	27750.98947	1.13293E4	238735.4559	296981.2107	2.29E5	3.06E5
3	6	3.0630E5	30810.09575	1.25782E4	273966.7875	338633.2125	2.69E5	3.49E5
Total	18	2.4702E5	65681.52266	1.54813E4	214359.5694	279684.8750	1.52E5	3.49E5

Test of Homogeneity of Variances

Leukosit

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.584	2	15	.570

ANOVA

Leukosit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.220E10	2	3.110E10	41.868	.000
Within Groups	1.114E10	15	7.428E8		
Total	7.334E10	17			

Multiple Comparisons

Leukosit
Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.00950E5	1.57351E4	.000	-1.4182E5	-60078.6239
	3	-1.39392E5	1.57351E4	.000	-1.8026E5	-98520.2906
2	1	1.00950E5	1.57351E4	.000	60078.6239	141821.3761
	3	-38441.66667	1.57351E4	.067	-79313.0428	2429.7094
3	1	1.39392E5	1.57351E4	.000	98520.2906	180263.0428
	2	38441.66667	1.57351E4	.067	-2429.7094	79313.0428

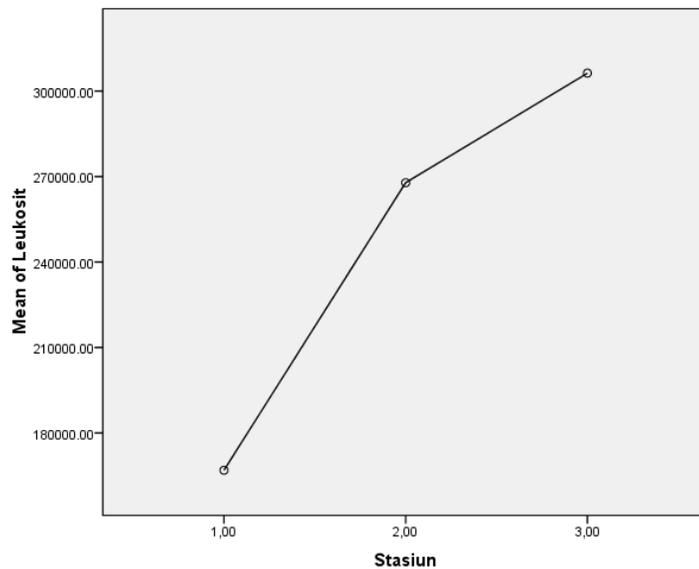
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Leukosit

Tukey HSD

Stasiun	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	6	1.6691E5	
2	6		2.6786E5
3	6		3.0630E5
Sig.		1.000	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 10. Perhitungan Anova Hemoglobin

Descriptives

Hemoglobin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	7.90	.303	.124	7.58	8.22	7	8
2	6	5.03	.234	.095	4.79	5.28	5	5
3	6	6.65	.389	.159	6.24	7.06	6	7
Total	18	6.53	1.243	.293	5.91	7.15	5	8

Test of Homogeneity of Variances

Hemoglobin

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.188	2	15	.332

ANOVA

Hemoglobin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24.788	2	12.394	124.910	.000
Within Groups	1.488	15	.099		
Total	26.276	17			

Multiple Comparisons

Hemoglobin
Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	2.867*	.182	.000	2.39	3.34
	3	1.250*	.182	.000	.78	1.72
2	1	-2.867*	.182	.000	-3.34	-2.39
	3	-1.617*	.182	.000	-2.09	-1.14
3	1	-1.250*	.182	.000	-1.72	-.78
	2	1.617*	.182	.000	1.14	2.09

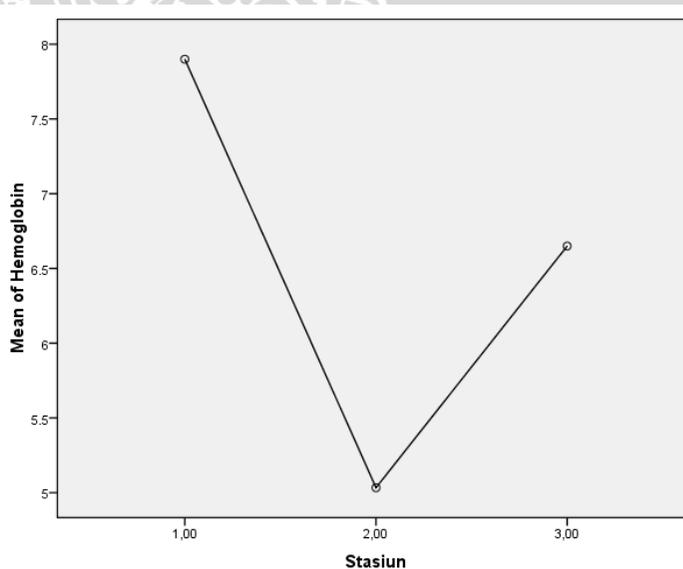
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hemoglobin

Tukey HSD

Stasiun	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	6	5.03		
3	6		6.65	
1	6			7.90
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 11. Perhitungan Anova Hematokrit

Descriptives

Hematokrit

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	22.0000	1.78885	.73030	20.1227	23.8773	20.00	25.00
2	6	15.1667	1.60208	.65405	13.4854	16.8479	13.00	17.00
3	6	17.5000	1.22474	.50000	16.2147	18.7853	16.00	19.00
Total	18	18.2222	3.26398	.76933	16.5991	19.8454	13.00	25.00

Test of Homogeneity of Variances

Hematokrit

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.242	2	15	.788

ANOVA

Hematokrit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	144.778	2	72.389	29.885	.000
Within Groups	36.333	15	2.422		
Total	181.111	17			

Multiple Comparisons

Hematokrit
Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	6.83333	.89856	.000	4.4994	9.1673
	3	4.50000	.89856	.000	2.1660	6.8340
2	1	-6.83333	.89856	.000	-9.1673	-4.4994
	3	-2.33333	.89856	.050	-4.6673	.0006
3	1	-4.50000	.89856	.000	-6.8340	-2.1660
	2	2.33333	.89856	.050	-.0006	4.6673

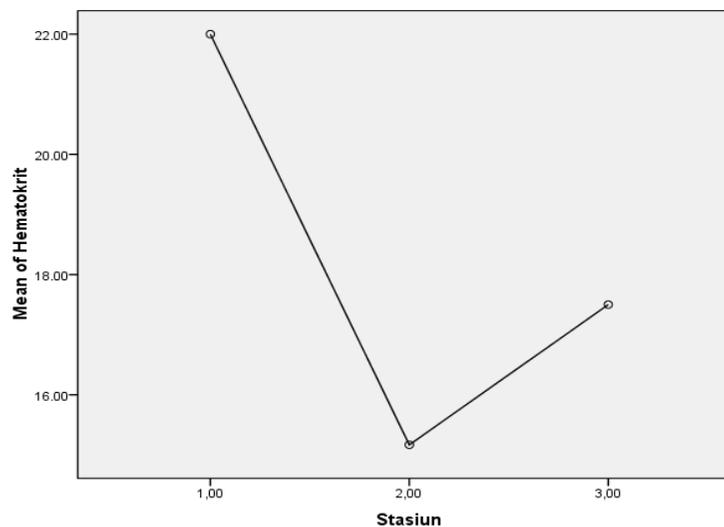
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hematokrit

Tukey HSD

Stasiun	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	6	15.1667	
3	6	17.5000	
1	6		22.0000
Sig.		.050	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 12. Perhitungan Anova Mikronuclei

Descriptives

Mikronuclei

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	12.3333	1.03280	.42164	11.2495	13.4172	11.00	14.00
2	6	16.3333	1.36626	.55777	14.8995	17.7671	15.00	18.00
3	6	14.6667	.81650	.33333	13.8098	15.5235	14.00	16.00
Total	18	14.4444	1.97699	.46598	13.4613	15.4276	11.00	18.00

Test of Homogeneity of Variances

Mikronuclei

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.121	2	15	.352

ANOVA

Mikronuclei

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	48.444	2	24.222	20.185	.000
Within Groups	18.000	15	1.200		
Total	66.444	17			

Multiple Comparisons

Mikronuclei
Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-4.00000	.63246	.000	-5.6428	-2.3572
	3	-2.33333	.63246	.006	-3.9761	-.6905
2	1	4.00000	.63246	.000	2.3572	5.6428
	3	1.66667	.63246	.047	.0239	3.3095
3	1	2.33333	.63246	.006	.6905	3.9761
	2	-1.66667	.63246	.047	-3.3095	-.0239

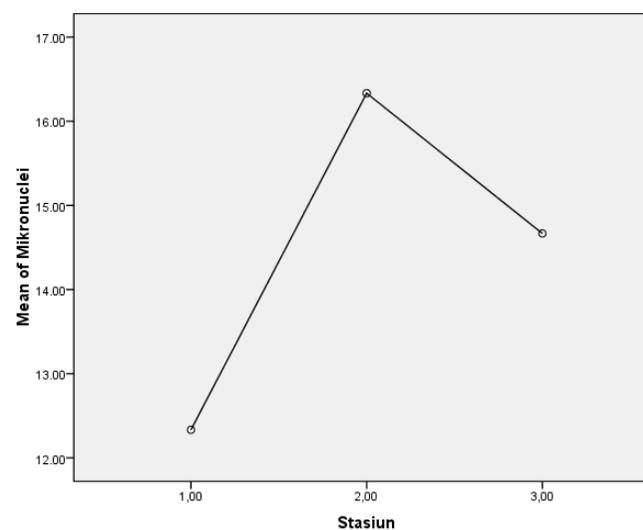
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Mikronuclei

Tukey HSD

Stasiun	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	6	12.3333		
3	6		14.6667	
2	6			16.3333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian

a. Pengambilan Sampel Ikan



b. Pengukuran Kualitas Air



c. Preparasi Sampel



d. Pengamatan Sel Darah Ikan Sepat.

