

**PROFIL DARAH IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*) DALAM
RANGKA MENILAI KONDISI PERAIRAN SUNGAI BRANTAS DESA
PENDEM KOTA BATU JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**APRILLIA MIFTAKHUN NI'MAH
NIM. 175080107111035**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



**PROFIL DARAH IKAN WADER CAKUL (Puntius binotatus) Dalam
RANGKA MENILAI KONDISI PERAIRAN SUNGAI BRANTAS DESA
PENDEM KOTA BATU JAWA TIMUR**

SKRIPSI

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

Oleh:

**APRILLIA MIFTAKHUN NI'MAH
NIM. 175080107111035**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aprillia Miftakhun Ni'mah

NIM : 175080107111035

Judul Skripsi : Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) Dalam

Rangka Menilai Kondisi Perairan Sungai Brantas Desa

Pendem Kota Batu Jawa Timur

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil

penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah,

tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi.

Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah

mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila dikemudian hari terdapat

penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia

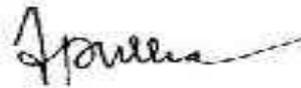
menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas

Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan

dari pihak manapun.

Malang, 7 Juli 2021



Aprillia Miftakhun Ni'mah

NIM.175080107111035

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Profil Darah Ikan Wader (*Puntius binotatus*) Dalam Rangka Menilai Kondisi Perairan Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur.

Nama Mahasiswa : Aprillia Miftakhun Ni'mah

NIM : 175080107111035

Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP.

Pembimbing 2 : -

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si.

Dosen Penguji 2 : Evellin Dewi Lusiana, S.Si., M.Si.

Tanggal Ujian : 7 Juli 2021



RINGKASAN

APRILLIA MIFTAKHUN. Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) Dalam Rangka Menilai Kondisi Perairan Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur (di bawah bimbingan **Asus Maizar Suryanto H.**)

Profil kesehatan ikan tidak mudah dianalisis jika ditentukan melalui visualnya, karena tidak semua ikan menunjukkan indikasi sehat atau terkena suatu penyakit. Penentuan kesehatan ikan selain diamati melalui morfologi, penting juga dilakukan pengecekan parameter secara hematologi. Perubahan kualitas perairan akan berdampak krusial pada kesehatan ikan karena perairan merupakan tempat ikan menjalankan kelangsungan hidupnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kualitas perairan, profil darah ikan wader (*Puntius binotatus*) dan hubungan antara kondisi kualitas perairan dengan profil kesehatan ikan. Kegunaan dari penelitian ini adalah dapat digunakan untuk mengetahui hasil analisis kesehatan ikan di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur berdasarkan profil darah dan kajian dari kondisi kualitas perairan berdasarkan Indeks Pencemaran. Penelitian dilakukan selama bulan April - Juni 2021. Lokasi pengambilan sampel di Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur, dengan jumlah stasiun yaitu 3, setiap stasiun diambil 3 ikan untuk diukur dan dilakukan pengamatan profil darahnya serta diambil sampel air untuk kualitas airnya. Analisis profil darah ikan dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan, Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Metode penelitian yang digunakan dalam analisis kesehatan ikan berdasarkan profil darah adalah metode deskriptif dengan teknik survei. Parameter kualitas air yang diukur adalah parameter fisika dan kimia yaitu suhu, TSS, DO, BOD, dan Ammoniak, sedangkan untuk profil darah dihitung nilai eritrosit, mikronuklei, hemoglobin, dan leukosit. Hasil analisis dari sampel yang diambil kemudian dilakukan olah data dengan metode *canonical correspondence analysis* (CCA) dan indeks pencemaran. Hasil yang didapat adalah untuk parameter kualitas air, kisaran suhu yang didapat 17.9 °C – 18.3 °C, TSS 19 mg/l – 42 mg/l, DO 6 mg/l – 7.9 mg/l, pH 6.5 – 7.3, amoniak 0.07 mg/l – 0.1 mg/l, dan BOD 3.25 mg/l – 4.88 mg/l. Hasil profil darah untuk leukosit 43.800 sel/mm³ – 118.000 sel/mm³, eritrosit 420.000 sel/mm³ – 1.600.000 sel/mm³, mikronuklei 10 – 32 sel/1000, dan haemoglobin 4.3 – 6.8 (G%). Untuk hasil CCA sendiri didapatkan hasil parameter kualitas air yang memengaruhi profil darah ikan adalah suhu, BOD, dan amoniak. Nilai analisis indeks pencemaran menunjukkan kualitas air pada lokasi pengambilan sampel termasuk dalam perairan tercemar ringan untuk stasiun 1 dan stasiun 3, sedangkan untuk stasiun 2 tergolong memenuhi baku mutu perairan kelas II. Skor indeks perairan stasiun satu adalah 1.52 pada sampling pertama dan 1.26 pada sampling kedua. Skor stasiun tiga 2.95 pada sampling pertama dan 3.05 pada sampling kedua. Stasiun dua skornya adalah 1.00 pada sampling pertama dan 0.89 pada sampling kedua. Kesimpulan yang didapat bahwa Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) masih tergolong dalam ikan yang sehat. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang menunjukkan 2 stasiun tergolong tercemar ringan, perlu adanya peningkatan kegiatan masyarakat dalam menjaga kualitas perairan dari limbah maupun sampah.

SUMMARY

APRILLIA MIFTAKHUN. Blood Profile of Cakul Wader Fish (*Puntius binotatus*) to assess the Brantas River's, Pendem Village, Batu City, East Java. (under the guidance of **Asus Maizar Suryanto H.**)

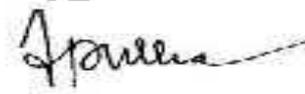
Fish health profile is not easy to analyze if it is only determined through visuals, because not all fish show indications of being healthy or suffering from a disease. Changes in water quality will have a crucial impact on fish health because water is a place for fish to live their lives. The purpose of this study was to determine the condition of water quality, the blood profile of wader fish obtained and the relationship between water quality conditions and fish health profiles. The usefulness of this research is that it can be used to determine the results of the analysis of fish health in the Brantas Batu River, East Java based on blood profiles and studies of water quality conditions based on the Pollution Index. The study was conducted from April to June 2021. The sampling location was in Pendem Village, Batu City with 3 stations, 3 fish were taken from each station to be measured and their blood profile was observed and water samples were taken for water quality. Fish blood profile analysis was carried out at the Fish Cultivation Laboratory, Division of Reproduction, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Universitas Brawijaya. The research method used in the analysis of fish health based on the blood profile is a descriptive method with survey techniques. The parameters measured in this study included physical and chemical water quality parameters, namely temperature, TSS, DO, BOD, and Ammonia, while for the blood profile which included erythrocytes, micronuclei, hemagoblin, leukocytes and hematocrit. The test results from the samples taken were then analyzed using the canonical correspondence analysis (CCA) method and the pollution index. The results obtained from research that have been carried out for water quality parameters, the temperature range obtained is 17.9 0C – 18.3 0C, TSS is 19 mg/l – 42 mg/l, DO is 6 mg/l – 7.9 mg/l, pH is 6.5 – 7.3, ammonia is 0.07 mg/l – 0.1 mg/l, and BOD is 3.25 mg/l – 4.88 mg/l. On the results of the blood profile for leukocytes of 43,800 cells/mm³ – 118,000 cells/mm³, erythrocytes of 420,000 cells/mm³ – 1,600,000 cells/mm³, micronuclei of 10 – 32 cells/1000, and haemoglobin of 4.3 – 6.8 (G%). For the CCA results, the water quality parameters that affect the blood profile of fish are temperature, BOD, and ammonia. The analysis value of the pollution index shows that the water quality at the sampling location is included in lightly polluted waters for station 1 and station 3, while for station 2 it is still classified as normal waters. The score of station one is 1.52 in the first sampling and 1.26 in the second sampling. Station three scores 2.95 on the first sampling and 3.05 on the second sampling. Station two scores are 1.00 in the first sampling and 0.89 in the second sampling. The conclusion is that the Cakul Wader Fish (*Puntius binotatus*) is still classified as a healthy fish. Based on the results of water quality measurements which showed that 2 stations were classified as lightly polluted, it was necessary to increase community activities in maintaining water quality from waste and garbage.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Skripsi dengan judul “Profil Darah Ikan Wader (*Puntius binotatus*) Dalam Rangka Menilai Kondisi Perairan Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Laporan skripsi ini diharapkan dapat menjadi pegangan dalam penelitian selanjutnya sekaligus menambah wawasan ataupun gambaran dan informasi mengenai kesehatan ikan berdasarkan profil darah dan kaitannya dengan kualitas perairan Sungai Brantas Kota Batu Jawa Timur. Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, besar harapan kepada berbagai pihak untuk dapat memberi masukan yang bersifat membangun untuk menjadikan laporan ini lebih baik.

Malang, 7 Juli 2021



Aprillia Miftakhun Ni'mah
NIM. 175080107111035

DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN ORISINALITAS i

IDENTITAS TIM PENGUJI ii

UCAPAN TERIMA KASIH iii

RINGKASAN iv

SUMMARY v

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I. PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat 4

1.5 Waktu dan Tempat 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Sungai 5

2.2 Sungai Brantas 6

2.3 Ikan Wader 7

2.3.1 Klasifikasi dan Identifikasi Ikan Wader Cakul 7

2.3.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) 8

2.4 Parameter Kualitas Air 9

2.4.1 Suhu 9

2.4.2 Total Suspended Solid (TSS) 10

2.4.3 *potential of Hydrogen* (pH) 11

2.4.4 Disolved Oxygen (DO) 12

2.4.5 Biological Oxygen Demend (BOD) 12

2.4.6 Ammoniak 13

2.5 Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) 14

2.5.1 Sel Darah Merah (Eritrosit) 15

2.5.2 Sel Darah Putih (Leukosit) 16

2.5.3 Hemoglobin (Hb) 17



| | | |
|--|---|-----------|
| 2.5.4 | Mikronuklei | 18 |
| 2.6 | Bahan Pencemar dan Proses Masuknya Bahan Pencemar Pada Ikan | 19 |
| BAB III. METODE PENELITIAN..... | | 21 |
| 3.1 | Materi penelitian | 21 |
| 3.2 | Alat dan Bahan | 21 |
| 3.3 | Metode Penelitian | 21 |
| 3.3.1 | Data Primer | 22 |
| 3.3.2 | Data Sekunder | 22 |
| 3.4 | Penentuan Stasiun Pengamatan | 22 |
| 3.5 | Metode Pengambilan Sampel Ikan | 23 |
| 3.6 | Metode Profil Darah | 23 |
| 3.6.1 | Metode Pengambilan Darah Ikan | 23 |
| 3.6.2 | Metode Pengamatan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit) | 24 |
| 3.6.3 | Metode Pengamatan Mikronuklei Sel Darah Ikan | 24 |
| 3.6.4 | Metode Pengamatan Konsentrasi Hemoglobin (Hb) | 25 |
| 3.6.5 | Metode Pengamatan Sel Darah Putih (Leukosit) | 26 |
| 3.7 | Metode Pengambilan Sampel Air | 27 |
| 3.7.1 | Parameter Fisika | 27 |
| 3.7.2 | Parameter Kimia | 29 |
| 3.8 | Analisis Data | 32 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 34 |
| 4.1 | Deskripsi Lokasi Penelitian | 34 |
| 4.2 | Morfologi dan Panjang Berat Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>) | 34 |
| 4.3 | Parameter Kualitas Air | 35 |
| 4.3.1 | Suhu | 35 |
| 4.3.2 | Total Suspended Solid (TSS) | 37 |
| 4.3.3 | <i>potential of Hydrogen</i> (pH) | 38 |
| 4.3.4 | Disolved Oxygen (DO) | 39 |
| 4.3.5 | Biological Oxygen Demand (BOD) | 41 |
| 4.3.6 | Ammoniak | 42 |
| 4.4 | Indeks Pencemaran Kualitas Air | 43 |
| 4.5 | Profil Darah Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>) | 44 |
| 4.5.1 | Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit) | 45 |
| 4.5.2 | Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit) | 46 |
| 4.5.3 | Jumlah Mikronuklei | 48 |
| 4.5.4 | Haemoglobin (Hb) | 50 |
| 4.6 | <i>Canonical Coresspondence Analysis</i> (CCA) | 51 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 54 |
| 5.1 | Kesimpulan | 54 |
| 5.2 | Saran | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 55 |
| LAMPIRAN..... | | 62 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Pembagian Kelas TSS (mg/l) (Andini et al., 2015)..... | 11 |
| 2. Standar Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021..... | 44 |



DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Skema Rumusan Masalah..... | 3 |
| 2. a. Ikan Wader Cakul (Fishbase, 2021), b. Ikan Wader Cakul (Dokumentasi Pribadi, 2021)..... | 7 |
| 3. Pembagian Kelas TSS (mg/l) (Andini <i>et al.</i> , 2015)..... | 11 |
| 4. a. Eritrosit Dewasa; b. Eritrosit Muda (inti sentris) Ikan Bandeng (Utama <i>et al.</i> , 2017)..... | 16 |
| 5. Sel darah putih ikan gabus (<i>Channa striata</i>) (Lestari <i>et al.</i> , 2017)..... | 17 |
| 6. a. Blebbed; b. Lobed; c. Mikronuklei; d. Notched (Gomes <i>et al.</i> , 2015)..... | 19 |
| 7. a). Stasiun 1; b). Stasiun 2; c). Stasiun 3 (Dokumentasi Pribadi, 2021)..... | 34 |
| 8. a. Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>) (National Geographic, 2021); b. Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>) (Dokumentasi Pribadi, 2021)..... | 35 |
| 9. Grafik Suhu (°C)..... | 36 |
| 10. Grafik TSS (mg/l)..... | 37 |
| 11. Grafik pH..... | 38 |
| 12. Grafik DO (Mg/l)..... | 39 |
| 13. Grafik BOD (mg/l)..... | 41 |
| 14. Grafik Ammoniak (mg/l)..... | 42 |
| 15. Grafik Eritrosit Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama .. | 45 |
| 16. Grafik Leukosit Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama .. | 47 |
| 17. Grafik Mikronuklei Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama .. | 48 |
| 18. Grafik Hb Ikan Wader Cakul (<i>Puntius binotatus</i>). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama .. | 50 |
| 19. Hasil Uji CCA..... | 52 |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Lokasi Penelitian..... | 62 |
| 2. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air..... | 63 |
| 3. Profil Darah dan Panjang Lebar..... | 66 |
| 4. <i>Canonical Correspondence Analysis</i> | 67 |
| 5. Pustaka Acuan Profil Kesehatan Ikan Berdasarkan Profil Darah..... | 68 |
| 6. Foto Kegiatan..... | 69 |
| 7. Alat dan Fungsi..... | 71 |
| 8. Bahan Dan Fungsi..... | 72 |



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penilaian pencemaran perairan perlu dianalisis melalui parameter fisika, kimia, dan biologi yang dinilai menggunakan bioindikator. Analisis bioindikator perairan biasanya menggunakan organisme akuatik endemik salah satunya ikan, karena dapat memberikan informasi terkait gambaran lokasi perairan tercemar.

Ikan endemik berhubungan erat dengan kondisi habitatnya sehingga rentan terhadap perubahan fisika dan kimia yang mampu digambarkan melalui profil darahnya. Profil darah ikan merupakan indikator yang baik dari disfungsi fisiologis, tidak hanya memberikan informasi tentang kesehatan ikan dan parameter fisika - kimia perairan tempat ikan hidup, tetapi dapat menilai hubungan di antara keduanya (Fazio *et al.*, 2013, Ami & Tadi, 2018, dan Siegers *et al.*, 2019). Pergantian parameter perairan secara signifikan dapat memengaruhi profil darah ikan, hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yanto *et al.*, (2015), Lestari *et al.*, (2017), dan Nursatia dan Haditomo (2017), yang menjelaskan bahwa perubahan kualitas perairan dan banyaknya pencemar memengaruhi eritrosit, leukosit, hemoglobin, dan mikronuklei pada ikan.

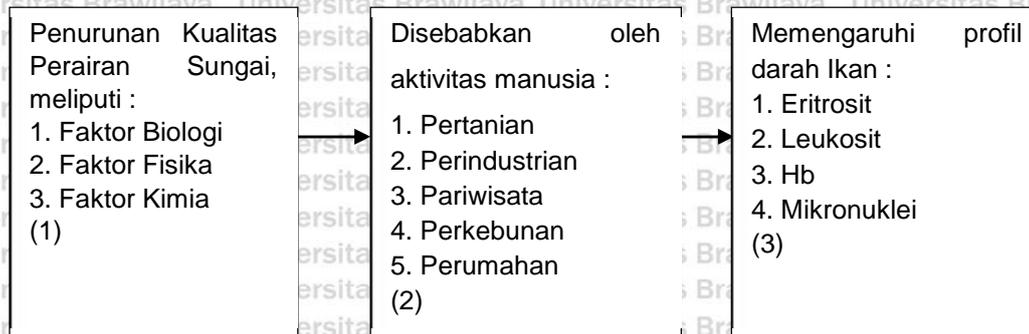
Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) adalah salah satu ikan endemik yang banyak tersebar di penjuru Asia terkhusus Indonesia. Karakteristik habitat yang didiami oleh Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) adalah kondisi perairan dengan arus deras dan berbatu (Haryono *et al.*, 2017). Aliran Sungai Brantas menjadi salah satu habitat endemik bagi Ikan Wader. Aliran Sungai Brantas Kota Batu Jawa Timur adalah salah satu perairan yang kerap menjadi objek penelitian karena penurunan kualitas air secara signifikan dari tahun ke tahun dan banyaknya parameter fisika, kimia, dan biologi yang melebihi ambang batas (Lusiana, *et al.*,

2017). Penurunan parameter kualitas air di Aliran Sungai Brantas Batu Jawa Timur juga telah diteliti oleh (Yetti, *et al.*, 2011), menjelaskan bahwa kawasan Sungai Brantas Kota Batu menunjukkan penurunan yang diakibatkan oleh limbah domestik. Latar belakang tercemarnya perairan di Aliran Sungai Brantas Kota Batu Jawa Timur yaitu banyaknya kegiatan intensifikasi pertanian dengan penggunaan pestisida secara ekseesif (Utami *et al.*, 2020). Selain itu Victor *et al.*, (2018) menjabarkan penurunan kualitas air di Aliran Sungai Brantas Kota Batu Jawa Timur disebabkan oleh alih fungsi hutan menjadi tanaman sayur dan degradasi lahan. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian lanjutan mengenai Kesehatan ikan berdasarkan profil darah di Aliran Sungai Brantas Kota Batu Jawa Timur dan kaitannya dengan perubahan kualitas perairan yang ditinjau dari parameter fisika, kimia, dan biologi.

1.2 Perumusan Masalah

Kondisi Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur terindikasi mengalami penurunan kualitas perairan yang dapat ditinjau dari faktor biologi, fisika, dan kimia. Penyusutan kualitas perairan ini tanpa disadari dipicu oleh aktivitas manusia dalam sektor pertanian, perkebunan, pariwisata, perindustrian, dan perumahan. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) menjadi organisme akuatik endemik yang dapat mengungkapkan kondisi kualitas perairan dengan uji kesehatan melalui profil darah. Analisis profil darah ikan dapat mengungkapkan hubungan dengan kondisi perairan Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur.

Rumusan masalah dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Skema Rumusan Masalah.

Keterangan :

1. Kondisi Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur mengalami penurunan kualitas perairan meliputi faktor biologi (ikan), faktor fisika (suhu dan TSS), dan faktor kimia (pH, DO, BOD, dan ammoniak).
2. Disebabkan oleh aktivitas manusia dari sektor pertanian, perindustrian, pariwisata, perkebunan, dan perumahan.
3. Sehingga memengaruhi profil darah ikan dengan variabel eritrosit, leukosit, Hb, dan mikronuklei.

Berdasarkan keterangan yang telah dijabarkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kesehatan Ikan Wader (*Puntius binotatus*) yang ada di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu, Jawa Timur berdasarkan profil darah?
2. Bagaimana kondisi kualitas perairan di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu, Jawa Timur menggunakan Indeks Pencemaran (IP)?
3. Bagaimana hubungan antara kesehatan Ikan Wader (*Puntius binotatus*) dan kualitas perairan di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota, Batu, Jawa Timur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kondisi kualitas perairan di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu, Jawa Timur menggunakan Indeks Pencemaran (IP).
2. Menganalisis kesehatan Ikan Wader (*Puntius binotatus*) yang ada di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu, Jawa Timur menggunakan profil darah.
3. Menganalisis hubungan antara kesehatan Ikan Wader (*Puntius binotatus*) dengan kualitas perairan di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan untuk mengetahui hasil analisis kesehatan Ikan Wader (*Puntius binotatus*) di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur berdasarkan profil darah ikan dan kajian dari kondisi kualitas perairan berdasarkan Indeks Pencemaran (IP).

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di aliran Sungai Brantas di Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur mulai pertengahan Bulan April hingga Juni 2021. Analisis karakteristik darah ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Bagian Reproduksi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Perikanan Air Tawar Sumberpasir di Malang, Jawa Timur.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai dapat diartikan secara ekstensif hingga mendalam, berdasarkan hasil pencarian pada laman KBBI (2021), sungai atau kali memiliki arti singkat sebagai aliran air yang besar (biasanya buatan alam). Sungai juga dapat diartikan sebagai tempat menampung air dari air hujan serta mengalirkan air dari mata air hingga muara yang kiri kanannya dan sepanjang aliran sungai dibatasi oleh garis sempadan (Duhupo, 2019). Referensi yang dikutip dari Dwiyanto *et al.*, (2016), Adrianto (2018), dan Sutanto dan Purwasih (2012), menjelaskan bahwa semua makhluk hidup memerlukan air dan salah satu sumber air berasal dari sungai, memiliki sifat dinamis sebab air mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah yang menyebabkan kualitas airnya berubah dari waktu ke waktu.

Masyarakat memanfaatkan sungai berdasarkan segmentasi kebutuhan lingkungan, sanitasi lingkungan, pertanian, perkebunan, perikanan, industri, pariwisata, olahraga, pembangkit tenaga listrik, dan transportasi (PPRI Nomor 38 tahun 2011). Sungai terbagi menjadi tiga bagian, menurut Lensun dan Tumembouw (2013), ada bagian hulu, tengah, dan hilir. Penjelasan tiga bagian sungai oleh WWF (2011), yaitu pada bagian hulu yang terletak di gunung dengan kemiringan yang menurun, oleh karena itu bagian hulu membentuk dan membawa sedimen menuju hilir. Bagian tengah (*transfer zone*) berada pada ketinggian yang rendah dengan kecepatan aliran air yang lebih lambat, sungainya lebih luas, dan berkelok. Bagian hilir (zona pengendapan) terletak di lereng yang rendah, kecepatan aliran yang pelan dan sebagian sedimen mengendap di daerah ini.

2.2 Sungai Brantas

Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua pada Jawa Timur setelah Sungai Bengawan Solo. Mata air Sungai Brantas berlokasi di Desa Sumber Brantas (Kota Batu) yang sumbernya berasal dari simpanan air curah hujan dari Gunung Arjuno. Aliran Sungai Brantas mengalir ke beberapa daerah meliputi Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto (Fauzi, 2015).

Sungai Brantas terletak di Provinsi Jawa Timur, di antara $110^{\circ} 30'$ dan $112^{\circ} 55'$ BT dan $7^{\circ} 01'$ dan $8^{\circ} 15'$ LS. Sebelah timur cekungan Sungai Brantas dibatasi oleh Gunung Bromo dan Gunung Semeru, sebelah selatan oleh pegunungan kidul, sebelah barat oleh Gunung Wilis, dan sebelah utara oleh pegunungan Kedung dengan Selat Madura. Bagian tengah terdapat kompleks Gunung Arjuno yang terdiri dari Gunung Arjuno, Gunung Butak dan Gunung Kelud. Aliran Sungai Brantas melalui 9 Kabupaten, yakni Mojokerto, Malang, Kediri, Nganjuk, Tulungagung, Jombang, Blitar, Sidoarjo, Trenggalek serta 6 kota, yakni Blitar, Kediri, Surabaya, Mojokerto, Batu, Malang. Sungai Brantas memiliki area DAS sekitar 11.800 km² dan membentang 320 km dari mata air di Gunung Arjuno dan bercabang ke sungai Surabaya dan Sungai Porong, selanjutnya mengalir ke Selat Madura.

Sebelah Selatan Kota Malang, aliran Sungai Brantas bergabung dengan Sungai Lesti di tepi kiri dan Sungai Metro, kemudian menuju hulu Bendungan Sutami. Aliran Sungai Brantas berbelok ke bagian utaranya barat laut dan bergabung dengan Sungai Ngrowo. Setelah bergabung dengan Sungai Ngrowo, Sungai Brantas mengalir ke arah barat laut hingga Kertosono dan kemudian berubah ke arah timur hingga Mojokerto, kemudian bercabang ke Porong dan Sungai Surabaya (Ramu, 2004).

2.3 Ikan Wader

Ada beberapa jenis, nama, dan bentuk morfologi yang berbeda pada Ikan Wader Cakul di setiap daerah. Jenis yang umum ditemukan di sungai antara lain *Rasbora Sp.* dan *Puntius Sp.* Wader Cakul merupakan ikan yang hidup di air tawar, sehingga sering dijumpai di sungai (Akbariwati, 2015). Wader Cakul (*Puntius binotatus*) adalah ikan yang banyak ditemukan di Sungai Brantas di wilayah Batu..

2.3.1 Klasifikasi dan Identifikasi Ikan Wader Cakul

Klasifikasi ikan Wader Cakul menurut Fishbase (2021):

- Kingdom : Animalia
- Phylum : Chordata
- Kelas : Actinopterygii
- Ordo : Cypriniformes
- Family : Cyprinidae
- Genus : *Barbodes* (Bleeker, 1859)
- Spesies : *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842)
- Synonym : *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842)
- Nama Daerah : Wader Cakul.



Gambar 2. a. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Fishbase, 2021), b. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (National Geographic, 2021).

Karakter tubuh dari ikan wader cakul yaitu tubuhnya memanjang bentuk tubuhnya pipih dan memiliki perut yang membesar. Pada ujung mulutnya terdapat dua pasang sungut dan bentuk kepala dari ikan Wader Cakul membentuk

sudut tajam. Ikan ini memiliki warna abu-abu keperakan dan pada pertengahan bagian pangkal dasar sirip dorsal dan ekornya terdapat bintik hitam yang menjadikannya karakteristik spesial ikan ini. Bintik hitam tersebut waktu dewasa akan mulai memudar, namun bintik hitam pada pertengahan ekor akan terlihat semakin jelas (Asyarah, 2006). Ciri – ciri morfologi lain dari Ikan Wader Cakul yaitu bentuk ekornya yang forked, garis rusuknya lengkap tidak ada garis yang terputus dari pertengahan pangkal ekor sampai belakang operculum luar, serta memiliki sisi yang berbentuk cycloid (Ganzon et al., 2012).

2.3.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) termasuk ikan yang banyak ditemukan di Indonesia. Namun secara umum ikan ini terdistribusi di beberapa wilayah Asia Tenggara yaitu Brunei Darussalam, Cambodia, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Phillipines, Thailand dan Vietnam (Lim et al., 2014). Habitat Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dapat ditemukan di aliran sungai, danau, dan saluran irigasi (Batubara et al., 2019). Menurut Prasetyo et al., (2019), Ikan Wader Cakul dapat ditemukan di Wilayah Indonesia yang berada di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Bali dan Lombok. Daerah dengan ketinggian 2000 meter di atas permukaan laut merupakan daerah banyak ditemukannya ikan Wader Cakul. Lingkungan alami ikan ini yaitu di perairan tropis dengan kisaran pH 6,0 – 6,5 dan suhu antara 24°C - 26°C (Ardiansyah, 2016).

Makanan alami Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) terdiri dari fitoplankton dan seresah, sedangkan makanan utamanya adalah 59% fitoplankton dari kelas *Cyanophyceae Sp.* dan 40% seresah. Untuk makanan pelengkap adalah fitoplankton dari kelas *Bacillariophyceae Sp.* sebesar 1% (Elinah, 2016).

Makanan Ikan ini di alam liar seperti telur ikan, lumut dan berbagai serangga air, dan semua makanan yang dapat ditemukan di alam, bahkan ikan ini dapat

memakan telur ikan wader lainnya yang ada di perairan sehingga ikan ini masuk ke dalam golongan ikan karnivora (Firmansyah *et al.*, 2015).

2.4 Parameter Kualitas Air

Kualitas air merupakan sifat air dan kandungan dari zat, makhluk hidup, energi, atau komponen lain yang berada di dalam air. Kondisi dari kualitas air dapat diketahui dengan dilakukannya beberapa pengujian tertentu. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kondisi kualitas air meliputi uji fisika, biologi, dan kimia. Kondisi dari kualitas air dapat dinyatakan dengan beberapa parameter yaitu parameter kimia (BOD, DO, COD, pH, dan sebagainya), parameter fisika (kekeruhan, padatan terlarut, suhu dan sebagainya), sedangkan parameter biologi (bakteri, keberadaan plankton dan sebagainya) (Sahabuddin *et al.*, 2014).

2.4.1 Suhu

Suhu bisa diartikan menjadi derajat panas dingin suatu perairan (Scheffer dan Markus, 2016). Pendistribusian suhu pada suatu perairan akan berpengaruh dalam aspek parameter kualitas air berdasarkan segi kimia dan biologi (Patty, 2013), kemudian akan berpengaruh terhadap kelangsungan kehidupan dan pertumbuhan ikan pada perairan, dikarenakan suhu pada perairan seperti sungai mempunyai suhu yang dinamis. Terdapat beberapa faktor yang akan memengaruhi suhu perairan, salah satu faktornya merupakan ada atau tidaknya naungan (tumbuhan air atau pepohonan), radiasi matahari, cuaca, suhu udara, iklim dan air buangan limbah. Faktor lain yang dapat mempengaruhi perubahan suhu meliputi proses kimia dan fisika perairan misalnya kelarutan gas, densitas air, sifat senyawa beracun, dan kelarutan senyawa. Pola perubahan suhu tadi akan berdampak terhadap prosos fisiologi baik secara langsung ataupun secara tidak langsung yang selanjutnya perubahan tersebut akan memengaruhi

pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan kehidupan biota air (Muarif, 2016).

Aktivitas krusial organisme air yang akan terganggu terhadap suhu perairan

contohnya pernafasan, nafsu makan, pertumbuhan, dan reproduksi (Putri, 2019).

Suhu berpengaruh terhadap keadaan profil darah ikan. Suhu yang bertambah

secara drastis pada waktu yang lama bisa mengakibatkan ikan stres dan terjadi

perubahan dalam keadaan profil darah, salah satunya merupakan leukosit. (Lubis

et al., 2016).

2.4.2 Total Suspended Solid (TSS)

Total padatan tersuspensi (TSS) mengacu pada bahan tersuspensi yang

terdiri dari lumpur, pasir dan mikroorganisme (Elwafa, 2019). Sumber utama TSS

di perairan adalah erosi tanah atau longsor yang masuk dan terbawa ke badan air.

Menurut Sudarsono dan Sukmono (2017), definisi lain dari TSS adalah zat reaksi

heterogen, yang bertindak sebagai zat sedimen dan dapat mencegah produksi zat

organik dalam air. Konsentrasi TSS yang tinggi akan menyebabkan sedimentasi

yang tinggi. Hal ini akan mengakibatkan penurunan aktivitas fotosintesis. Partikel-

partikel yang mengurangi intensitas cahaya di dalam air sering kali antara lain

zooplankton, fitoplankton, bangkai hewan, kotoran hewan, dan sisa tumbuhan

(Fatimah et al., 2014).

Maka dari itu, apabila TSS tinggi akan mengakibatkan kurangnya tumbuhan

sehingga menyebabkan ikan kekurangan bahan makanan atau kemungkinan

terburuk dapat menyebabkan ikan mati. TSS merupakan material padatan

tersuspensi yang mengandung zat organik ataupun anorganik yang

keberadaannya dapat mengganggu ekosistem perairan. Nilai TSS yang tinggi

akan menyebabkan nilai pencemaran yang tinggi. Hal tersebut dapat berpengaruh

terhadap proses pertumbuhan fotosintesis biota perairan (Fathiyah et al., 2017).

TSS termasuk dalam salah satu parameter yang sangat dipengaruhi oleh faktor

hidrologi perairan. Hidrologi perairan adalah pasang surut, suhu, salinitas, pH, arus, dan kecerahan. Peranan penting TSS dalam suatu perairan yaitu terhadap produktivitas primer perairan tersebut. Konsentrasi TSS yang tinggi umumnya disebabkan karena pada perairan tersebut menjadi tempat akumulasi padatan (Arifelia *et al.*, 2015). TSS adalah total residu padatan total yang tersaring dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m. Parameter TSS sering dijadikan sebagai parameter kualitas perairan karena nilai TSS yang tinggi dapat menunjukkan kondisi perairan yang buruk (Andini *et al.*, 2015). Berikut tabel pembagian kelas TSS :

Tabel 1. Pembagian Kelas TSS (mg/l) (Andini *et al.*, 2015).

| Kategori | Rentang Konsentrasi TSS (mg/l) |
|----------|--------------------------------|
| Rendah | 0 – 100 |
| Sedang | 100 - 220 |
| Tinggi | 220 - 350 |

2.4.3 potential of Hydrogen (pH)

PH atau potensi hidrogen adalah keasaman air. Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam air, yang didefinisikan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen ($\log [H^+]$) (Wurts dan Durborow, 1992). Tinggi rendahnya pH di perairan dipengaruhi oleh banyaknya ion H^+ yang masuk ke badan air (Effendi, 2003). Pengukuran pH perairan sangat penting terutama untuk mengetahui kondisi kesehatan pada organisme perairan (Astria, *et al.*, 2014). Perairan dengan pH terlalu tinggi dapat mengakibatkan kematian organisme di perairan sedangkan jika kandungan pH terlalu rendah dapat mengakibatkan berkurangnya nafsu makan dan aktivitas respirasi yang relatif lebih tinggi (Kaenda *et al.*, 2016). Kisaran pH yang layak agar organisme air dapat hidup adalah 5.5 - 10. Apabila tingkat pH perairan lebih kecil dari 4.8 atau lebih besar dari 9.2 termasuk dalam perairan tercemar (Rukminasari *et al.*, 2014). Ikan yang berada di air dengan kondisi ini beresiko mengalami keracunan. Sedangkan pH air yang lebih dari 7.5 bersifat basa dan terindikasi mengandung padatan tinggi (Azmi *et al.*, 2016).

2.4.4 Disolved Oxygen (DO)

Oksigen adalah unsur kimia yang dibutuhkan makhluk hidup. Oksigen terlarut ada dalam perairan yang dibutuhkan bagi organisme akuatik (Abowie, 2010). Oksigen terlarut menjadi salah satu parameter yang sangat penting bagi aktivitas organisme perairan, seperti respirasi, pertumbuhan, proses metabolisme seluruh jasad hidup organisme akuatik. Selain itu, oksigen juga berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Oksigen menentukan aktivitas biologis yang dilakukan oleh organisme aerobik atau anaerobik. Oksigen terlarut yang baik di sungai yakni 6 mg/l (Sinaga *et al.*, 2016). Oksigen terlarut yang kurang optimal dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan serta menyebabkan ikan menjadi stres sehingga kesehatan dan kekebalan tubuh ikan menurun (Tokah *et al.*, 2017). Sumber utama oksigen terlarut dalam perairan adalah difusi dari udara dan hasil fotosintesis (Siagian dan Simarmaa, 2015). Kelarutan oksigen di perairan dapat menurun apabila adanya aktivitas organisme akuatik yang berlebih untuk metabolisme yang disebabkan oleh tingginya suhu di perairan dan akan berlaku sebaliknya.

2.4.5 Biological Oxygen Demend (BOD)

Menurut para ahli, kebutuhan oksigen biologis adalah kekhususan, yang mengacu pada jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (yaitu bakteri) untuk menguraikan bahan organik secara aerobik (Andika *et al.*, 2020). Bahan organik yang dikandungnya merupakan bahan organik yang mudah diurai oleh bakteri (easy decomposable organic matter). Definisi lain dari BOD adalah untuk mengukur jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba di dalam air dalam menanggapi masuknya bahan organik yang mudah terurai. Singkatnya, BOD adalah gambaran kandungan bahan organik yang dapat terurai di dalam air (Atima *et al.*, 2015). Aliran kontaminan dapat dideteksi dengan memeriksa BOD di dalam air. Selain untuk memahami air yang terkontaminasi,

juga dapat digunakan untuk menentukan beban polutan dalam air yang terkontaminasi dan merancang sistem biologis. Dapat dikatakan bahwa air dengan kandungan oksigen terlarut yang rendah akan menghasilkan bau yang tidak sedap dan berbahaya. Bau dihasilkan oleh perubahan unsur karbon dioksida dan belerang dalam amonia dan metana dalam belerang (Yulis *et al.*, 2018).

2.4.6 Ammoniak

Ammoniak merupakan bahan pencemar beracun yang ada di perairan.

Terdapat dua bentuk ammoniak di perairan, yaitu ion ammonium (NH_4^+) dan ammoniak yang tidak terionisasi (NH_3), dan dua bentuk tersebut disebut Total Ammoniak Nitrogen (TAN). Total konsentrasi ammoniak di air alami adalah 0,25 mg/L, yang dapat berbahaya bagi ikan dan organisme air lainnya (Loan *et al.*, 2013). Ammoniak merupakan salah satu bahan kimia yang banyak terdapat di limbah. Limbah ternak yang mengandung ammoniak berasal dari sekret urin mamalia, penggunaan pupuk nitrogen, industri ammoniak dan industri asam nitrat.

Banyaknya kandungan urea serta adanya proses amonifikasi yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba di perairan akan menyebabkan kandungan ammoniak menjadi tinggi. Ammoniak juga dihasilkan dari sisa-sisa kegiatan manusia, seperti air limbah domestik dan limbah industri yang akhirnya mengalir menuju ke sungai. Ammoniak sangat beracun karena mudah terdifusi melalui membran sel pada organisme akuatik. Akumulasi limbah organik di dasar perairan yang berlebihan menyebabkan sedimen kaya nutrient dan selanjutnya limbah didegradasi oleh bakteri dan respirasi organisme lainnya menyebabkan tingginya konsumsi oksigen sehingga membentuk kondisi anoksik (Azizah dan Humairoh, 2015). Efek ammoniak pada ikan adalah terjadinya penyempitan permukaan insang, sehingga kecepatan proses pertukaran gas dalam insang menurun. Selain itu, ammoniak dapat menyebabkan penurunan pada jumlah sel

darah merah dan kadar oksigen di dalam darah (Wahyuningsih dan Arbi, 2020).

2.5 Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

Hematologi adalah ilmu mengenai kelainan fungsional pada komponen darah beserta komponen darah. Hasil pengamatan dari profil darah suatu makhluk hidup mampu memperlihatkan petunjuk tentang keberadaan penyakit di tubuh suatu organisme. Pengamatan profil darah sangat diperlukan, terutama pada kondisi patologis tertentu (Andayani *et al.*, 2014). Perubahan gambaran profil darah ikan dapat memperlihatkan kondisi stress dan infeksi yang sedang dialami, hal ini dapat dipengaruhi oleh turunnya parameter kualitas air akibat masukan limbah, sehingga ikan menjadi lemas dan mudah terserang patogen (Riauwaty dan Syawal, 2016). Menurut Royan *et al.* (2014), stres merupakan respon pertahanan tubuh ikan terhadap penyebab stres (*stressor*), kondisi ini mengakibatkan perubahan pada profil darah yang dapat dianalisis melalui jumlah eritrosit, nilai hematokrit, kadar hemoglobin. Sedangkan, jumlah leukosit dan mikronuklei akan cenderung meningkat.

Darah adalah cairan yang terdapat di dalam tubuh yang berperan dalam pendistribusian oksigen, nutrisi dan produk limbah ke seluruh tubuh dan jaringan. Menurut survei yang dilakukan oleh Satyaningtjas *et al.* (2010), fungsi darah berkaitan dengan transportasi seluruh komponen tubuh, termasuk nutrisi, oksigen, karbon dioksida, metabolisme, hormon, kalori dan energi, serta imunitas tubuh.

Fungsi lain dari darah adalah untuk menjaga pH tubuh dan keseimbangan cairan.

Komponen darah ikan terdiri dari 91,2% air dan 8,9% protein, termasuk albumin serum, globulin dan fibrinogen. Selain itu, ia terdiri dari 0,9% bentuk ionik dari garam anorganik, termasuk anion Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{4-} dan I. Selain itu terdapat kation Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Fe^{3+} ; lipid, karbohidrat, glukosa, garam, amonium, urea, asam urat dan zat organik non protein lainnya yang tersusun dari nitrogen

non protein, dan berbagai zat lain, seperti sebagai hormon, Enzim dan asam urat, antitoksin (Satrioso et al., 2013). Sistem peredaran darah ikan merupakan sistem peredaran darah tertutup (Purnamasari dan Santi, 2017). Berdasarkan karakteristik profil darah dan mikronukleus ikan cakul rendam (Puntius binotatus). Tabel tinjauan pustaka mengenai profil darah ikan dapat dilihat pada **lampiran 5**.

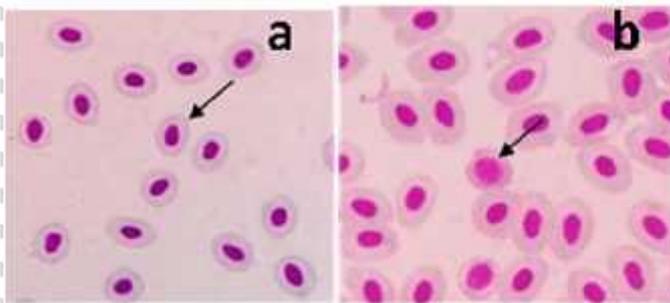
2.5.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah adalah sel yang paling banyak jumlahnya. Inti eritrosit terletak di tengah sitoplasma dan akan tampak berwarna biru muda bila diwarnai dengan Giemsa (Rahma et al., 2015). Fungsi utama sel darah merah adalah untuk mengangkut hemoglobin dan oksigen dari paru-paru ke jaringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah sel darah merah adalah jenis ikan, umur, nutrisi dan kondisi lingkungan (Dewantoro, 2019). Ukuran dan jumlah sel darah merah sangat erat hubungannya, jika sel darah merah sedikit maka akan makan lebih banyak, begitu pula sebaliknya (Yuni et al., 2019).

Menurut Sukenda dkk (2008), sel darah merah adalah kantung hemoglobin yang terbungkus dalam membran plasma dan berperan sebagai pembawa oksigen dari insang ke bagian tubuh lainnya. Sel darah merah mengandung karbonat anhidrase, yang dapat mengkatalisis reaksi karbon dioksida dan air, sehingga meningkatkan laju reaksi berkali-kali. Kecepatan reaksi ini menyebabkan air dalam darah bereaksi dengan karbon dioksida, yang kemudian diangkut dari jaringan ke paru-paru dalam bentuk ion bikarbonat (HCO_3).

Ikan teleostei atau ikan bertulang sejati memiliki jumlah sel darah merah berkisar antara 1,05 juta - 3 juta sel/ mm^3 . Ukuran untuk sel darah merah (eritrosit) berada diantara 8-12 μm atau 10-15 μm (Dafiq, 2008). Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi jumlah eritrosit pada ikan yaitu umur, nutrisi, lingkungan, dan jenis kelamin. Selain itu jumlah eritrosit juga dipengaruhi oleh penyakit dan

nafsu makan. Apabila ikan terkena penyakit dan nafsu makan terganggu, maka jumlah eritrositnya juga akan menurun (Fauzan *et al.*, 2017).



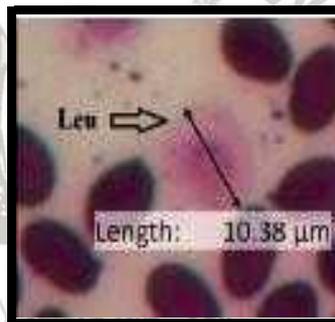
Gambar 3. a. Eritrosit Dewasa; b. Eritrosit Muda (inti sentris) Ikan Bandeng (Utama *et al.*, 2017).

2.5.2 Sel Darah Putih (Leukosit)

Leukosit menurut Putri *et al.*, (2013) merupakan unit sistem pertahanan tubuh paling aktif yang bersifat non spesifik dan beredar di dalam peredaran darah dalam berbagai tipe. Jumlah leukosit di dalam tubuh lebih sedikit dibanding jumlah sel darah merah. Fungsi utama sel darah putih (leukosit) adalah merusak bahan-bahan penyebab infeksi dan toksik melalui proses fagositosis dengan membentuk antibodi. Leukosit yang terdapat dalam aliran darah umumnya dikelompokkan menjadi granulosit dan agranulosit. Granulosit ditandai dengan adanya granula di dalam sitoplasmanya. Berdasarkan reaksinya terhadap pewarnaan, granulosit terbagi lagi menjadi tiga yakni neutrofil, eosinofil, dan basofil. Neutrofil granulanya halus dan bening (tidak menyerap warna), eosinofil granulanya kasar berwarna merah (menyerap asam), dan basofil granulanya lebih halus dari eosinofil dan berwarna biru (menyerap basa). Sedangkan, agranulosit terbagi menjadi dua, yaitu limfosit dan monosit. Limfosit merupakan sel darah yang intinya besar dan sitoplasmanya kecil. Limfosit berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh yaitu membentuk antibodi apabila ada benda asing masuk ke dalam tubuh. Monosit ukurannya relatif lebih besar dan intinya tunggal seperti

kacang. Monosit berperan penting sebagai fagosit utama yang menghancurkan patogen.

Berdasarkan pernyataan Noercholis *et al.*, (2013) bentuk leukosit adalah lonjong hingga bulat. Jumlah sel darah putih (leukosit) lebih sedikit dibandingkan dengan sel darah merah (eritrosit) yakni berkisar antara 20.000 sel/mm³ hingga 150.000 sel/mm³. Kondisi dan kesehatan tubuh ikan dapat mempengaruhi jumlah leukosit yang ada pada tubuh ikan. Peningkatan intensitas infeksi patogen akan memicu peningkatan sel darah putih yaitu limfosit, dan akan menyebabkan penurunan jumlah limfosit. Jumlah limfosit dalam darah berkurang karena sebagian besar limfosit dikeluarkan dari peredaran dan bersaing untuk jaringan tubuh tempat terjadinya infeksi.



Gambar 4. Sel darah putih ikan gabus (*Channa striata*) (Lestari *et al.*, 2017).

2.5.3 Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui perubahan kehidupan ikan (Sarkiah *et al.*, 2016). Kadar Hemoglobin (Hb) dalam darah ikan berkaitan dengan jumlah eritrosit. Hemoglobin mengedarkan oksigen yang berikatan dengan Fe (besi) dari darah. Kadar abnormal hemoglobin menjadi pertanda rendahnya kandungan protein pada pakan atau adanya infeksi. Ketika eritrosit melewati kapiler paru-paru, hemoglobin mengikat oksigen membentuk oksihemoglobin dan ketika melewati kapiler sistemik, hemoglobin akan melepaskan oksigen ke jaringan dan kembali menjadi hemoglobin (Putri *et al.*, 2013). Faktor yang memengaruhi kadar Hb menurut Safitri *et al.* (2013), yaitu keadaan stres

serta gambaran profil darah yang beragam tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan pH. Berdasarkan tinjauan pustaka dari penelitian Maswan (2009), penentuan kadar hemoglobin dapat memperlihatkan kondisi kesehatan pada ikan serta hubungannya antara hormone ikan dan darah. Kadar hemoglobin dinyatakan dalam gram/100 ml darah.

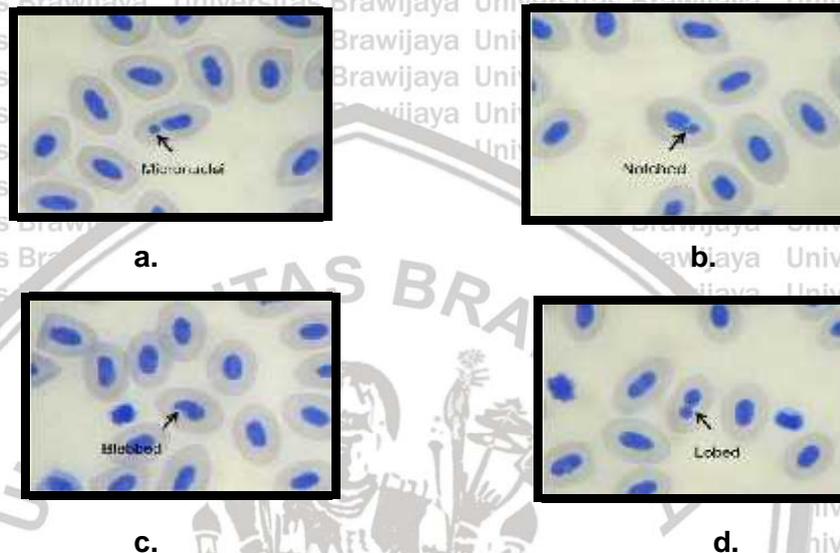
Ikan teleostei (ikan bertulang keras) pada umumnya memiliki hemoglobin yang sama seperti pada vetebrata lainnya. Rendahnya kadar hemoglobin berdampak pada jumlah oksigen yang rendah pula di dalam darah. Banyak faktor yang memengaruhi rendahnya kadar hemoglobin menurut Salasia *et al.* (2001), yaitu turunnya kualitas perairan. Ikan secara langsung mengalami pergantian kualitas perairan tanpa adanya adaptasi terlebih dahulu.

2.5.4 Mikronuklei

Mikronuklei didefinisikan sebagai fragmen atau keseluruhan kromosom yang tidak mencapai kutub spindel pada saat fase mitosis dan tetap diproses pada fase telofase menjadi nukleus yang terpisah. Mikronuklei tampak secara mikroskopis, merupakan massa kromatin sitoplasmik yang berbentuk oval sedikit bulat. (Sellappa *et al.*, 2009; Kasyap dan Reddy, 2012). Karakteristik mikronuklei dikatakan dalam penelitian Tyastuti *et al.*, (2016) yaitu badan eksonuklear dalam sitoplasma, berukuran lonjong atau bulat, antara sepertiga dan seperduapuluh nukleus utama, posisi jauh dari nukleus utama. Karena kontribusi lingkungan akuatik, mikronukleus ikan merupakan indikator kerusakan atau tercemarnya perairan. DNA Terbentuknya mikronuklei yaitu adanya tambahan nukleus berukuran kecil oleh fragmen kromosom yang gagal terbawa pada fase mitosis (Rosida *et al.*, 2021).

Mikronuklei terbentuk saat proses hematopoiesis, yaitu indikator penyebab terjadinya mutasi genetic dari paparan senyawa genotoksik. Mikronukleus adalah

kromatin sitoplasma, yang dianggap sebagai inti sel kecil dan terdiri dari kromosom rusak yang terpisah dari nukleus (inti) pada tahap selanjutnya dari pembelahan sel. Setelah mencapai tahap terminal, elemen inti menjadi inti sel anak dan fragmen kromosom yang tersisa membentuk inti sel kecil yang disebut mikronukleus di sitoplasma (Sugiyanto *et al.*, 2013).



Gambar 5. a. Blebbed; b. Lobed; c. Mikronuklei; d. Notched (Gomes *et al.*, 2015).

2.6 Bahan Pencemar dan Proses Masuknya Bahan Pencemar Pada Ikan

Bahan pencemar adalah zat atau komponen lain yang secara langsung maupun tidak langsung masuk ke dalam suatu sistem yang akan menyebabkan sistem tersebut menjadi rusak atau lebih buruk. Bahan pencemar terbagi menjadi dua yaitu polutan *degradable* dan polutan *non degradable*. Polutan jenis *degradable* adalah kelompok bahan pencemar yang dapat diuraikan (*decomposed*), dapat dihilangkan (*removed*), dan dapat dikonsumsi (*consumed*), serta dapat diturunkan sifat bahayanya, sehingga dapat diterima oleh proses alam atau diproses menggunakan teknologi buatan manusia, seperti instalansi pengolahan limbah. Bahan Pencemar *degradable* terbagi lagi menjadi *rapidly degradable pollutants* dan *slowly degradable pollutants*. *Rapidly degradable*

pollutants merupakan polutan yang dapat terdegradasi dengan cepat seperti kotoran manusia, kotoran hewan, bangkai, dan limbah tumbuhan. *Slowly degradable pollutants* adalah bahan pencemar yang membutuhkan waktu lebih lama untuk terdegradasi, seperti insektisida DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*), PCBs, dan fenol. Bahan pencemar *non degradable* merupakan bahan pencemar yang tidak dapat dipecah atau diurai oleh kemampuan proses alam (Zaman dan Syafrudin, 2007).

Polutan (polutan) dapat masuk ke dalam organisme atau ikan melalui sebuah proses yaitu penyerapan. Penyerapan adalah proses dimana polutan dipindahkan dari tempat penyerapan ke darah setelah melewati penghalang biologis (batas pemisahan antara lingkungan internal dan eksternal). Proses penyerapan, distribusi, dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa melalui membran. Proses transportasi dapat terjadi melalui dua cara, yaitu transportasi aktif dan transportasi pasif. Transpor aktif berlangsung melalui membran impermeabel dan membutuhkan perantara yang disebut pembawa yang terdapat di dalam membran. Transpor pasif terjadi melalui pertukaran ion, sehingga proses absorpsi pada transpor pasif adalah absorpsi nonmetabolik. Kontaminan dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui rantai makanan, insang, dan dari permukaan kulit. Apabila kondisi perairan mengalami perubahan akibat masuknya polutan yang terjadi secara terus menerus, akan menyebabkan perubahan pada sistem imun, profil darah, dan struktur jaringan pada ikan. Hal tersebut terjadi karena apabila terdapat benda asing yang masuk ke dalam tubuh, darah akan mengedarkan benda asing tersebut ke dalam jaringan dan organ ikan (Nur, 2013).

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah profil darah dan mikronuklei pada ikan yang tertangkap di Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur yang ditangkap dari tiga stasiun dan dilakukan dua kali pengulangan dalam dua minggu sekali. Lokasi pengambilan sampel yaitu di sepanjang Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur. Parameter yang diteliti yaitu suhu, BOD, pH, DO, Ammoniak, dan TSS.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian terkait analisis profil kesehatan ikan menggunakan profil darah, mikronuklei, dan hubungannya dengan kualitas air (suhu, pH, DO, amoniak, BOD, dan TSS) pada lampiran 6 dan 7.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian pada penelitian ini dalam analisis kesehatan ikan berdasarkan profil darah adalah metode deskriptif dengan teknik investigasi atau survei. Purmawanto dkk (2013) mengemukakan bahwa metode deskriptif adalah suatu proses pemecahan masalah, yang dilakukan dengan cara menggambarkan objek penyelidikan atau keadaan objek saat ini berdasarkan fakta-fakta yang ada. Menurut Dekayanti (2013), teknologi survei adalah teknik yang mengumpulkan data dari beberapa sampel. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel dari populasi sebagai alat pengumpulan data utama, dengan tujuan sampel mampu menggambarkan keadaan umum.

3.3.1 Data Primer

Data utama atau primer adalah sumber data yang diperoleh secara langsung melalui interpretasi pihak-pihak terkait (Batubara, 2013). Data penelitian diperoleh berdasarkan kondisi lapangan. Pengambilan data utama dalam penelitian ini adalah data kesehatan ikan di Sungai Brantas, Kota Batu, Jawa Timur, dan parameter kualitas air yang meliputi parameter fisik yaitu suhu, parameter kimia yaitu potensial hidrogen (pH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologis (BOD), amonia dan TSS. Data dari observasi, wawancara masyarakat, dan dokumen juga dikumpulkan untuk memperoleh informasi tentang kondisi lokasi.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui dokumentasi, literatur, jurnal, buku dan informasi lainnya. Data sekunder relatif bersifat tidak langsung sehingga perlu adanya upaya untuk mengembangkan dan memperkuat data lapang yang telah didapatkan (Swastina, 2013). Data sekunder dapat diperoleh dari pencarian literatur, jurnal, buku serta laporan.

3.4 Penentuan Stasiun Pengamatan

Penentuan titik pengambilan sampel ikan dan air menggunakan metode *grab sampling* (Lusiana *et al.*, 2017) yaitu Cara menentukan titik pengambilan contoh air menurut kemudahan, biaya dan waktu pemeriksaan, dengan memperhatikan faktor-faktor yang dipertimbangkan oleh penyidik. (Yuliastuti, 2011), penentuan titik pengambilan sampel ikan dan air harus dapat menggambarkan karakteristik umum sungai. Parameter kualitas air yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu, pH, BOD, DO, amoniak dan TSS.

3.5 Metode Pengambilan Sampel Ikan

Pengambilan sampel ikan dilakukan di Aliran Sungai Brantas, Batu, Jawa Timur dengan cara dijala menggunakan net atau jaring. Pengambilan sampel dengan cara ini dipilih karena kondisi aliran sungai yang deras dan dalam serta menjaga kondisi ikan agar tidak mengalami stress. Selanjutnya ikan yang telah didapat langsung diambil darah dan sampel darah dimasukkan dalam wadah yang telah disediakan.

3.6 Metode Profil Darah

Metode yang digunakan untuk pemeriksaan darah dalam menentukan profil darah ikan di Sungai Brantas di Batu Jawa Timur meliputi metode pembuatan preparat sel darah ikan, metode pengambilan darah ikan, pengamatan jumlah sel darah merah (eritrosit), putih sel darah (sel darah putih), perhitungan konsentrasi hemoglobin (Hb) dan pengamatan mikronuklei. Metode pengambilan sampel darah dilakukan dengan menggunakan alat dan bahan yang ada di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, untuk alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada **Lampiran 6 dan 7**.

3.6.1 Metode Pengambilan Darah Ikan

Sampel darah diambil sebanyak 0,5 ml melalui arteri *caudalis* dengan jarum ditusukkan cukup dalam melalui garis medial tepat di belakang sirip analis kearah *dorso cranial*, pembuluh darah berada tepat di bawah vertebrata. Dapat juga menggunakan langkah sebagai berikut :

1. Meletakkan ikan pada nampan yang berisi kain basah.
2. Mengambil darah di bagian *linea lateralis* dekat insang menggunakan jarum suntik dan diberikan anti koagulan untuk mencegah penggumpalan darah.

3. Menyimpan darah yang sudah diambil ke dalam tabung *ependorf* dan siap untuk diamati parameter profil darah.

3.6.2 Metode Pengamatan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Menurut metode Blaxhall dan Daisley (1973) untuk mengamati jumlah sel darah merah pada ikan, metode ini menggunakan pipet sel darah merah untuk mengambil darah dengan batas atas 0,5. Kemudian campurkan darah dengan larutan hayem sebagai larutan pewarna dan amati sel darah merah hingga batas 101 yang tertera pada pipet sel darah merah. Campurkan isi pipet sebanyak 8 kali secara merata, buang tiga tetes pertama, masukkan ke dalam hemositometer, tutup gelas, dan hitung di bawah mikroskop. Lihat di bawah mikroskop dengan perbesaran 10 x 40. Semua sel darah merah yang dihitung terdapat dalam 5 kotak kecil. Hitung jumlah sel darah merah dari pojok kiri atas, pojok kanan atas, pojok kanan bawah, pojok kiri bawah, dan kotak tengah. Rumus untuk menghitung jumlah sel darah merah adalah:

$$\text{Eritrosit} = n \times \frac{1}{5 \times 0,004} \times 200 \text{ sel/mm}^3$$

Keterangan :

- N : jumlah eritrosit di kotak yang diambil
 5 : bidang pandang yang diambil
 200 : faktor pengenceran
 0,004 : konstanta

3.6.3 Metode Pengamatan Mikronuklei Sel Darah Ikan

Menurut Kousar dan Javed (2015), metode dalam melakukan observasi atau pengamatan mikronuklei pada sel darah ikan dilakukan dengan cara pertama-tama mengambil darah dari linea lateralis dekat insang dengan menggunakan jarum suntik yang telah dilengkapi dengan antikoagulan agar darah tidak menggumpal. Darah yang telah diambil segera dibuat preparat apus darah di atas object glass, dan dikeringkan pada suhu ruang. Setelah itu, apusan darah difiksasi dengan methanol untuk mempertahankan morfologi sel selama ± 10 menit dan dilanjutkan dengan pewarnaan menggunakan giemsa 10% untuk mempertajam

atau memperjelas berbagai elemen jaringan, terutama selnya, sehingga dapat dibedakan dan ditelaah dengan mikroskop selama 1 jam. Tiap sampel darah dibuat dua preparat apus untuk pengamatan 1000 eritrosit, perhitungan 500 eritrosit untuk tiap preparat dan diamati ada tidaknya mikronuklei. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x40.

3.6.4 Metode Pengamatan Konsentrasi Hemoglobin (Hb)

Peralatan yang digunakan untuk melakukan perhitungan konsentrasi hemoglobin pada ikan adalah tabung sahli untuk meletakkan sampel darah dan HCL, pipet sahli untuk mengambil sampel darah dengan cara dihisap, pipet tetes untuk meneteskan larutan HCL ke dalam tabung sahli dan stopwatch untuk menghitung waktu perhitungan Hb. Sedangkan bahan yang digunakan untuk mengamati hemoglobin adalah sampel darah ikan yang telah diberi anti koagulan, HCL 0,1 N untuk pembentukan asam hemotin dan akuades untuk pengenceran. Menurut Wahjuningrum *et al.* (2008), kadar hemoglobin diukur dengan menggunakan metode salinometer. Prinsip metode ini adalah menggunakan asam klorida untuk mengubah hemoglobin dalam darah menjadi bentuk asam heme.

Prosedur untuk menghitung konsentrasi hemoglobin adalah sebagai berikut:

1. Mengambil darah dari *appendof* dengan cara dihisap menggunakan pipet sahli sampai skala 20 mm³.
2. Menetesi tabung hemoglobin dengan larutan HCL 0,1 N hingga skala 10.
3. Menghomogenkan darah dengan larutan HCL dengan cara memutar-mutar tabung hemoglobin.
4. Meletakkan tabung pada rak hemoglobin selama 3-5 menit agar hemoglobin bereaksi dengan HCL membentuk asam hemotin.
5. Kemudian diaduk dan ditambahkan akuades sedikit demi sedikit hingga warnanya sama dengan warna standar.

6. Pembacaan skala lajur gram/100 ml yang berarti banyaknya hemoglobin dalam gram per 100 ml darah.

3.6.5 Metode Pengamatan Sel Darah Putih (Leukosit)

Peralatan yang digunakan pada pengamatan leukosit ikan adalah pipet thoma leukosit ukuran 11 μ L untuk mengambil sampel darah ikan, cover glass untuk menutup permukaan *haemocytometer* yang telah ditetesi darah, kamar hitung *haemocytometer* untuk menghitung eritrosit, Mikroskop Cahaya untuk mengamati eritrosit, *Hand Tally Counter* untuk menghitung jumlah eritrosit yang terdapat pada *haemocytometer*. Bahan yang digunakan adalah sampel darah ikan, EDTA 3,8% sebagai anti koagulan dan larutan turk sebagai pewarnaan pada sampel untuk memperjelas sel darah putih. Prosedur kerja saat pengamatan jumlah sel darah putih (leukosit) ikan menurut Yanto *et al.* (2015) adalah sebagai berikut :

1. Mengambil darah ikan dari *appendof* menggunakan pipet thoma leukosit hingga skala 0,5 ml.
2. Mengencerkan darah dengan larutan turk menggunakan pipet thoma eritrosit hingga skala 11.
3. Menghomogenkan larutan dengan menggoyangkan pipet thoma berbentuk angka delapan.
4. Membuang 2 tetes pertama untuk membuang gelembung udara pada pipet thoma.
5. Meneteskan darah ke *haemocytometer* dan ditutup dengan cover glass.
6. Sel darah putih (leukosit) siap diamati dengan mikroskop. Langkah selanjutnya adalah menghitung sel darah putih (leukosit) ikan menggunakan mikroskop optik. Pertama, pastikan untuk meletakkan mikroskop di atas meja datar, turunkan kondensor dan turunkan iris. Gunakan lensa objektif

10X untuk mengatur fokus sebelumnya dan perbesar 100X untuk membuat garis pandang pada hemositometer terlihat. Leukosit dihitung pada 4 bidang pandang di kotak besar (kotak-kotak yang dibatasi oleh garis halus) pada kamar hitung *haemocytometer* dan dilakukan perhitungan jumlah leukosit dengan menggunakan rumus:

$$J u \quad h L \quad \left(\frac{s_1}{m^3} \right) = N x \frac{1}{4 x 0,1} x 20$$

Keterangan:

- N = Jumlah leukosit terhitung (sel)
- 4 = Jumlah bidang pandang yang diamati
- 0,10 = Konstanta
- 20 = pengenceran

3.7 Metode Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air sesuai ketentuan SNI (1990) yaitu menyiapkan wadah botol yang telah dibilas sebanyak tiga kali, kemudian air sampel diambil dengan botol dengan cara memasukkan secara horizontal dan volume sampel yang diambil masing-masing titik harus sama. Air sampel amoniak dan BOD dimasukkan kedalam botol berukuran 150 ml kemudian disimpan di *coolbox* yang telah diberi es batu. Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung dan analisis laboratorium. Pengukuran yang dilakukan secara langsung seperti suhu, pH dan DO sedangkan pengukuran yang dilakukan dengan analisis di laboratorium seperti BOD, amoniak, dan TSS.

3.7.1 Parameter Fisika

Adapun parameter kualitas air secara fisika yang dianalisis dalam penelitian ini adalah:

a. Suhu

Pengukuran suhu menggunakan alat parameter DO meter dengan merek Leutron seri PDO-520. Setiap stasiun dilakukan pengukuran suhu sebanyak satu

kali pengulangan dengan tiga stasiun agar nilai suhu dapat mewakili kondisi sungai tersebut. Adapun langkah-langkah menggunakan alat DO meter, yaitu :

1. Menekan tombol "POWER" pada alat, kemudian tekan tombol "HOLD" dan tekan tombol "REC". Hal tersebut berfungsi untuk mengkalibrasi alat sebelum digunakan.
2. Menunggu hingga layar pada alat menunjukkan angka 0, kemudian nilai kembali berjalan.
3. Mencilupkan DO meter ke perairan dan tunggu sekitar 2 – 3 menit hingga angkanya konstan.
4. Menekan tombol "HOLD" yang berfungsi untuk menghentikan nilai yang terbaca pada alat dan kemudian baca nilai suhu yang tertera pada alat tersebut dengan satuan.

b. Total Suspended Solid (TSS)

Menurut SNI (2004), pengukuran TSS dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Gunakan oven untuk memanaskan kertas saring pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam.
2. Dinginkan kertas saring dalam desikator selama 15 menit.
3. Timbang dengan neraca analitik sampai diperoleh berat konstan.
4. Catat kertas saring sebagai nilai B.
5. Homogenkan sampel dan masukkan ke dalam gelas ukur 100 ml.
6. Saring dengan kertas saring dan aspirasi dengan pompa vakum.
7. Keluarkan kertas saring dan panaskan dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam.
8. Dinginkan kertas saring kemudian timbang dengan neraca analitik sampai beratnya konstan.

9. Catat berat kertas saring sebagai nilai A.
10. Gunakan rumus SNI 066989.32004 untuk menghitung padatan tersuspensi sebagai berikut:

$$M T p L = (A - B) \times 1000$$

Keterangan :

- A : Berat kertas saring dan residu kerang (mg)
 B : Berat kertas saring (mg)
 1000 : Konversi Liter (L) ke milimeter (ml)

3.7.2 Parameter Kimia

Adapun parameter kualitas air secara kimia yang dianalisis dalam penelitian ini adalah:

a. potential of Hydrogen (pH)

Menurut SNI (2004) menyatakan bahwa pengukuran pH perairan menggunakan alat pH meter merk Hanna seri HI98107. Sebelum menggunakan pH meter dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan larutan penyangga. Adapun langkah pengukuran pH meter yaitu:

1. Membilas elektroda pH meter dengan akuades, selanjutnya dikeringkan dengan tisu.
2. Mencelupkan elektroda ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
3. Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH meter.

b. Dissolved Oxygen (DO)

Menurut Rovita, *et al.* (2012) pengukuran DO menggunakan alat DO meter dengan merk Leutron seri PDO-520 dengan cara memasukkan sensor ke dalam perairan kemudian ditunggu sampai skalanya stabil. Adapun langkah penggunaan DO meter, yaitu:

1. Menekan tombol "POWER" untuk mengaktifkan alat, kemudian ditekan tombol "HOLD" dan ditekan tombol "REC" yang berfungsi untuk

mengkalibrasi alat.

2. Menunggu hingga alat menunjukkan angka 0 dan kemudian nilai kembali berjalan lagi. Kemudian ditekan "HOLD" hingga menunjukkan mg/l dan dicelupkan DO meter ke perairan dan ditunggu sekitar 2 – 3 menit hingga angkanya konstan.

3. Menekan "HOLD" dan kemudian dibaca nilai DO yang tertera pada alat dengan satuan mg/L.

c. Biological Oxygen Demand (BOD)

Pengukuran Biological Oxygen Demand (BOD) yaitu mengambil sampel air menggunakan botol yang kemudian air tersebut diukur di laboratorium.

Pengambilan sampel air Biological Oxygen Demand (BOD) yaitu sebagai berikut:

1. Ambil sampel air 70 ml dan masukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml.
2. Tambahkan air suling hingga 700 ml. Hal ini menunjukkan bahwa sampel telah diencerkan sebanyak 10 kali.
3. Tempatkan sampel dalam dua botol BOD sampai penuh.
4. Tambahkan 1 ml larutan $MnSO_4$ dan 1 ml larutan alkali azida ke dalam botol pertama. Kocok toples sampai halus, lalu diamkan selama 10 menit.
5. Tambahkan 1 ml larutan H_2SO_4 dan kocok sampai larut, pindahkan larutan ke dalam labu Erlenmeyer 500 ml dan kocok.
6. Titrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,025 N sampai larutan berwarna kuning muda, kemudian tambahkan 1 ml indikator kanji hingga larutan berwarna biru.
7. Lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang begitu saja dan catat volume awal (DO awal).
8. Masukkan botol BOD kedua ke dalam inkubator dan biarkan selama 5 hari.
9. Kerjakan dari tahap 3 ke tahap 6 untuk mendapatkan nilai DO akhir.
10. Ikuti langkah 4-6 untuk menukar larutan dengan air suling dengan blanko.

11. Perhitungan BOD menggunakan rumus:

$$B = [(D - D_a - D_a h/n) - B B] \times P$$

Keterangan :

BL : volume botol

P : pengenceran

d. Ammoniak

Pengukuran Ammoniak yaitu mengambil sampel air yang kemudian air tersebut diukur di Laboratorium. Adapun langkah pengukuran ammoniak berdasarkan metode yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Ambil sampel air sebanyak 25 ml dan masukkan ke dalam labu ukur 50 ml.
2. Campurkan 500 gram larutan tartrat ($C_4H_4O_6KNa_4H_2O$) dengan 1 liter air suling yang dipanaskan untuk membuat larutan asam tartarat K.Na. Setelah dingin, tambahkan pereaksi Nessler 50 CC, diamkan selama 2 hari, lalu saring, lalu gunakan.
3. Campurkan 5 gram larutan air KI dan larutan $HgCl_2$ (1:20) hingga menjadi larutan Nessler sampai endapan merah yang tidak hilang, saring dengan glass wool + 15 g NaOH dalam akuades 30 CC, lalu tambahkan air hingga suling pada 100 CC. Biarkan mengendap dedecanti.
4. Tambahkan 2 ml asam tartarat KNa + 2 ml larutan Nessler.
5. Tambahkan air suling hingga batasnya dan kocok hingga merata.
6. Gunakan spektrofotometer untuk mengukur amonia pada panjang gelombang 420 m, dan catat absorbansinya.

3.8 Analisis Data

a. Metode Canonical Correspondence Analysis (CCA)

Metode analisis data yang dipilih untuk menganalisis hubungan dari kualitas perairan dengan profil darah Ikan Wader Cakul dengan menggunakan metode *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). CCA merupakan metode multivariat untuk menjelaskan hubungan antara kumpulan spesies biologi dan lingkungannya. (Teer-Braak, 1986). Peran analisis CCA kini marak digunakan dalam ekologi untuk menganalisis hubungan antara spesies biologi dengan lingkungannya, karena dapat membantu dalam menganalisis respon dari beberapa spesies terhadap kondisi lingkungan secara bersamaan (Teer-Braak *et al.*, 1995).

Metode analisis CCA fokus pada 2 variabel yaitu variabel independen dan variabel dependen. Konsep dasar dari analisis CCA adalah menentukan pasangan dari kombinasi linear di antara pasangan yang tidak berkorelasi pada pasangan bagian di awal yang dipilih. Pasangan dari kombinasi liner tersebut disebut fungsi kanonik, sedangkan korelasinya disebut korelasi kanonik (Asbah *et al.*, 2013).

Jenis data dalam variat kanonikal yang digunakan dalam CCA dapat bersifat metrik maupun nonmetric (Qurniawatri, 2016). Bentuk umum fungsi dari CCA adalah sebagai berikut:

$$Y_1 + Y_2 + \dots + Y_q = X_1 + X_2 + \dots + X_q$$

(metrik, non metrik) (metrik, non metrik)

b. Metode Indeks Pencemaran

Penentuan Indeks Pencemaran merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kondisi perairan tidak tercemar maupun tercemar.

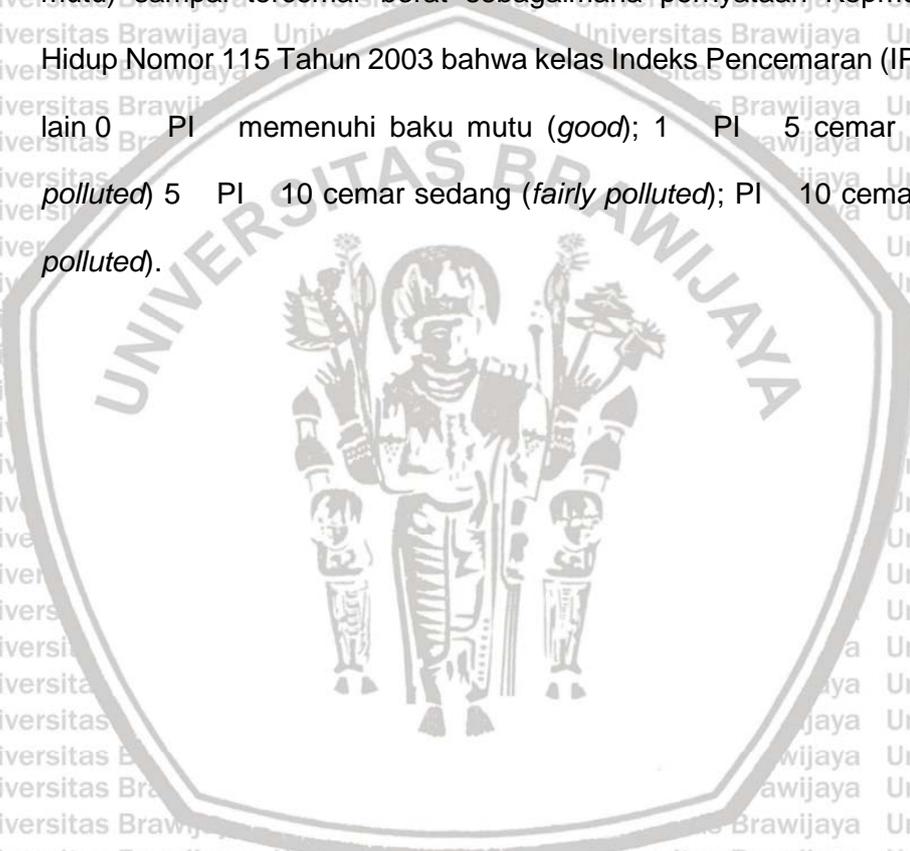
Menurut Saraswati, *et al.* (2014) menyatakan perhitungan dalam menentukan tingkat pencemaran terhadap parameter kualitas air sebagai berikut:

$$P = \frac{\sqrt{\left(\frac{C}{L}\right)^2 M + \left(\frac{C}{L}\right)^2 R}}{2}$$

Keterangan:

- Pij = indeks pencemaran
- Ci = konsentrasi parameter kualitas air
- Lij = konsentrasi kualitas air yang tercantum dalam baku mutu
- M = maksimum
- R = rerata

Setelah itu, nilai perhitungan indeks pencemaran yang didapatkan kemudian diklasifikasikan sesuai dengan kadarnya dari yang tidak tercemar (sesuai baku mutu) sampai tercemar berat sebagaimana pernyataan Kepmen Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 bahwa kelas Indeks Pencemaran (IP) ada 4, antara lain 0 PI memenuhi baku mutu (*good*); 1 PI 5 cemar ringan (*slightly polluted*); 5 PI 10 cemar sedang (*fairly polluted*); >10 cemar berat (*heavily polluted*).



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di sepanjang Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kelurahan Dadaprejo Kecamatan Junrejo Kota Batu Provinsi Jawa Timur. Titik satu berada pada koordinat $7^{\circ}53'45.506''$ LS dan $112^{\circ}34'22.044''$ BT. Sekitar titik pengambilan sampel pertama terdapat beberapa pemukiman warga yang terdiri dari enam kepala rumah tangga dan berdekatan dengan sawah milik warga. Titik dua berada pada koordinat $7^{\circ}54'11.788''$ LS dan $112^{\circ}34'33.799''$ BT. Pada titik dua lokasi pengambilan sampel berdekatan dengan sawah dan pemukiman warga, selain itu pada titik dua banyak aktivitas warga seperti memancing. Titik tiga berada pada koordinat $7^{\circ}54'6.771''$ LS dan $112^{\circ}34'29.694''$ BT. Lokasi tiga pengambilan sampel sekitarnya merupakan ladang, pemukiman, dan sawah warga. Pada titik tiga banyak ditemukan juga aktivitas warga seperti memancing. Gambaran lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 6**, serta peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 1**.



Gambar 6. a). Stasiun 1; b). Stasiun 2; c). Stasiun 3 (Dokumentasi Pribadi, 2021).

4.2 Morfologi dan Panjang Berat Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

Ikan Wader Cakul yang memiliki nama ilmiah *Puntius binotatus* merupakan

salah satu dari banyaknya ikan endemik atau ikan penghuni asli yang ada di sepanjang Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur. Morfologi Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) yang ada di Desa Pendem Kota Batu ini memiliki warna tubuh abu-abu silver kekuningan pada bagian *dorsal* atas dan terdapat titik hitam yang tidak terlalu jelas di bagian *caudal peduncle*. Ukuran ikan berkisar pada angka 4 – 10 cm dan lebar 1 – 3 cm. Pada saat diamati terdapat sepasang sungut kecil pada Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*), mulutnya menyembul keluar dan tubuhnya dipenuhi sisik yang merata. Umumnya ikan wader cakul besar memiliki perut yang membesar.



a.



b.

Gambar 7. a. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (National Geographic, 2021);
b. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Dokumentasi Pribadi, 2021)

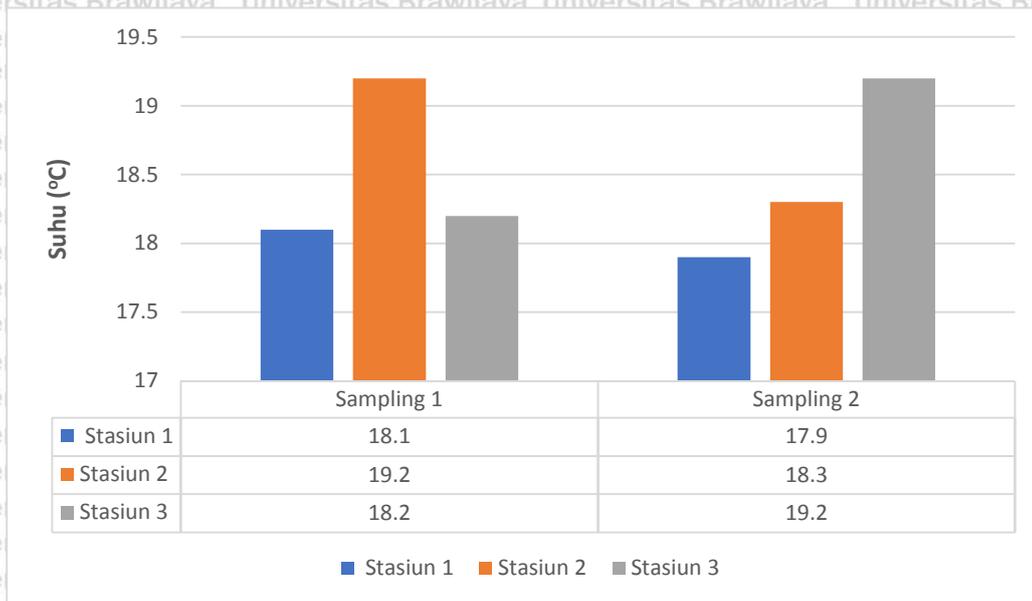
4.3 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diuji untuk menganalisis kesehatan perairan di Aliran Sungai Desa Pendem Kota Batu Provinsi Jawa Timur terdiri dari parameter fisika dan kimia. Parameter fisika yang diukur adalah suhu dan TSS (*Total Suspended Solid*) dan parameter kimia yang diukur adalah pH (*potential of Hydrogen*), Ammoniak, DO (*Disolved Oxygen*), dan BOD (*Biological Oxygen Demand*).

4.3.1 Suhu

Pengukuran suhu dilakukan secara langsung pada saat di lapang menggunakan alat *thermometer Hg*. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada

gambar di bawah :



Gambar 8. Grafik Suhu (°C)

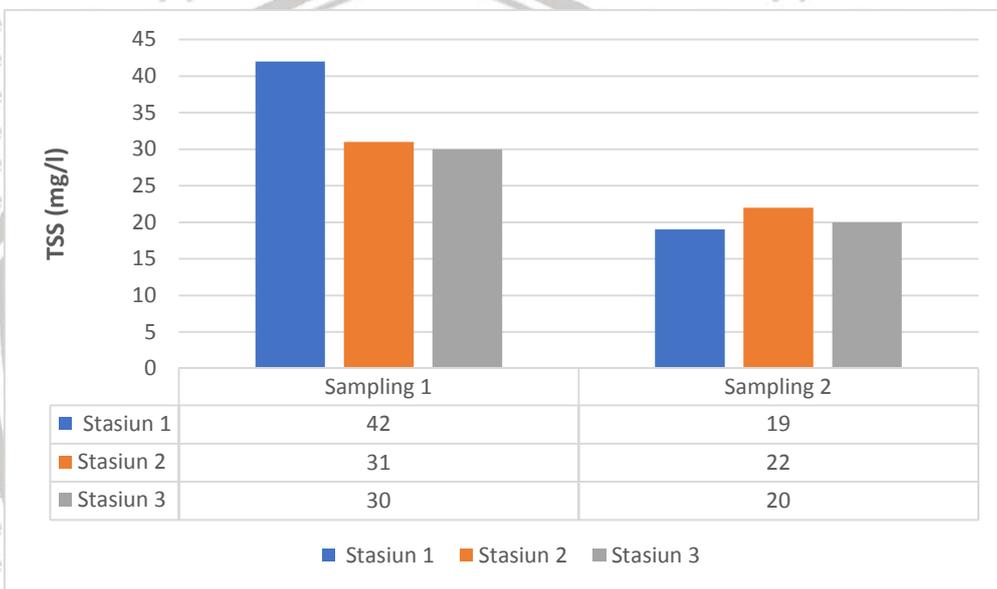
Grafik di atas merupakan hasil data pengambilan parameter suhu yang diambil pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3. Pengambilan suhu dilakukan sebanyak dua kali dengan jarak pengambilan dua minggu sekali. Hasil yang didapat pada stasiun 1 berkisar antara 17.9 – 18.1 (°C), stasiun 2 berkisar antara 18.3 – 19.2 (°C), dan stasiun 3 berkisar antara 18.2 – 19.2 (°C). Menurut Budiharjo (2002), pada umumnya ikan – ikan budidaya air tawar, misalnya ikan, gurami, mas, dan nila menghendaki suhu air optimum berkisar 26 – 30°C. Suhu optimum bagi ikan Wader Cakul dapat tumbuh adalah 23°C – 25°C (Ritonga, 2020). Menurut Kordi *et al.* (2010) rentang suhu yang optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis berkisar antara 28°C – 32°C.

Perbedaan suhu yang diperoleh pada penelitian ini dengan suhu pada penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti waktu pengambilan, kondisi cuaca, intensitas sinar matahari, dan banyak faktor lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Patty (2013) yang menjelaskan bahwa suhu di wilayah perairan dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca, angin dan kondisi atmosfer, serta intensitas matahari sangat

berpengaruh terhadap kondisi tersebut suhu air. Meskipun suhu pada penelitian ini lebih rendah dari pada penelitian sebelumnya, ikan air tawar memiliki toleransi suhu yang lebih tinggi (Erika et al., 2018).

4.3.2 Total Suspended Solid (TSS)

Pengukuran TSS dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir, Malang, Jawa Timur. Sampel air diambil sebanyak 2 kali dengan jarak pengambilan 2 minggu sekali. Hasil pengukuran TSS dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 9. Grafik TSS (mg/l)

Grafik di atas menunjukkan hasil pengukuran TSS di 3 stasiun. Nilai TSS pada stasiun 1 adalah 42 mg/l dan 19 mg/l. Stasiun 2 berkisar antara 22 mg/l – 31 mg/l, sedangkan stasiun 3 berkisar antar 20 mg/l – 30 mg/l. Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa nilai TSS tertinggi berada di stasiun 1 dengan nilainya 42 mg/l.

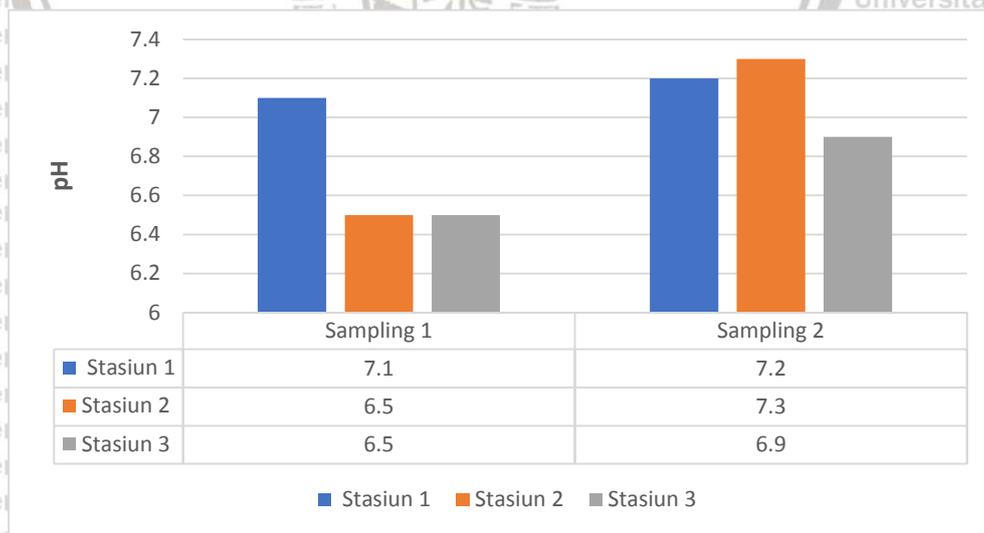
Penelitian yang telah dilakukan oleh Yoviandianto (2019), didapatkan hasil nilai TSS pada Sungai Brantas berkisar antara 2 – 52 mg/L. Tinggi rendahnya TSS dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya adalah penggunaan lahan di hulu dan di sepanjang sungai, ini merupakan tempat tinggal warga dan semak belukar.

Menurut PP No. 22 Tahun 2021, nilai baku mutu total padatan terlarut untuk Klasifikasi Mutu Air Kelas II adalah kurang dari 50 mg/L.

Nilai TSS yang didapatkan pada penelitian ini masih termasuk dalam rentang nilai TSS yang baik untuk perairan. Penelitian lain yang telah dilakukan oleh Lusiana *et al.* (2020), nilai TSS tertinggi di Sungai Brantas sebesar 49 mg/l sedangkan untuk terendah adalah 6,267 mg/l. Rentang nilai TSS yang didapatkan pada penelitian ini yaitu 20 mg/l – 42 mg/l, sehingga dapat dikatakan nilai TSS yang didapatkan termasuk nilai TSS yang baik untuk lingkungan perairan. Hal tersebut dikarenakan apabila nilai TSS melebihi ambang batas maka menyebabkan penyumbatan pada insang ikan dan mengurangi asupan oksigen karena tertutup padatan, yang akan mengganggu proses pernapasan ikan dan menyebabkan ikan membutuhkan banyak energi untuk bertahan hidup. (Suyantri *et al.*, 2011).

4.3.3 potential of Hydrogen (pH)

Pengukuran pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada gambar di bawah.



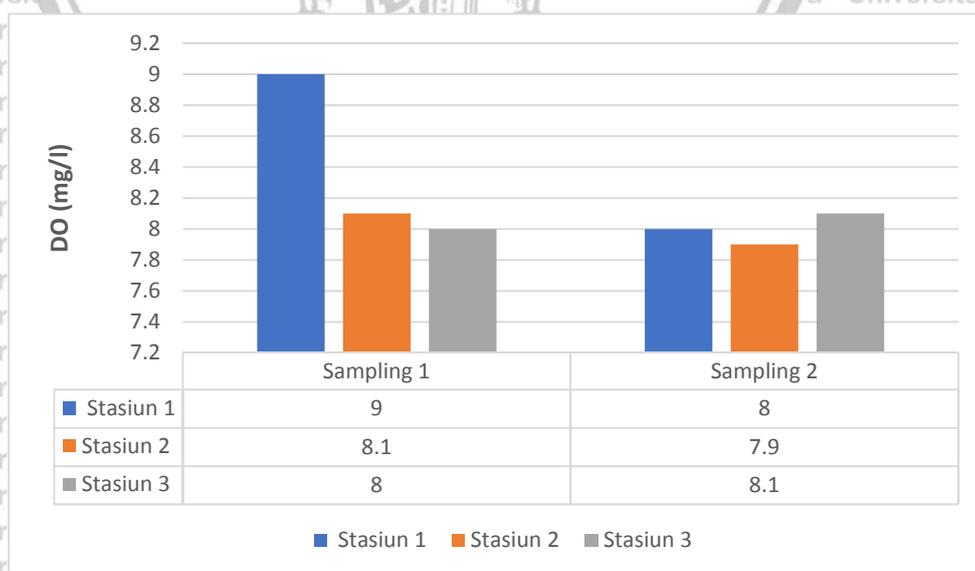
Gambar 10. Grafik pH

Gambar diatas merupakan hasil pengambilan data parameter pH stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3. Pengukuran pH dilakukan dua kali yaitu setiap dua minggu

sekali. Pengukuran pH dilakukan pada pukul 08.00 WIB pagi. Rentang hasil yang diperoleh untuk situs 1 adalah 7,1 - 7,2, kisaran untuk situs 2 adalah 6,5 - 7,3, dan kisaran untuk situs 3 adalah 6,5 - 6,9. Menurut penelitian Budiharjo (2002), pH antara 7,5 sampai 8 merupakan tingkat optimal bagi organisme akuatik. Kisaran pH air yang memenuhi syarat kehidupan adalah 6,5 sampai 7,5. Air dengan pH lebih rendah dari normal akan bersifat asam, sedangkan air dengan pH lebih tinggi akan bersifat basa (Lusiana et al., 2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kottelat (2013), pH optimal bagi ikan Wader Cakul untuk bertahan hidup adalah antara pH 6,0 dan 6,5.

Hasil pengukuran pH yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai pH pada stasiun 1 telah melewati batas kisaran pH yang optimum untuk ikan Wader Cakul tumbuh. Pada stasiun 2 dan 3 nilai pH termasuk ke dalam kisaran pH yang optimum untuk ikan Wader Cakul. Meskipun nilai pH pada stasiun 1 tidak termasuk ke dalam pH yang optimum untuk ikan Wader Cakul tumbuh, tetapi nilai pH tersebut termasuk ke dalam kisaran optimum untuk kehidupan bagi organisme akuatik.

4.3.4 Disolved Oxygen (DO)



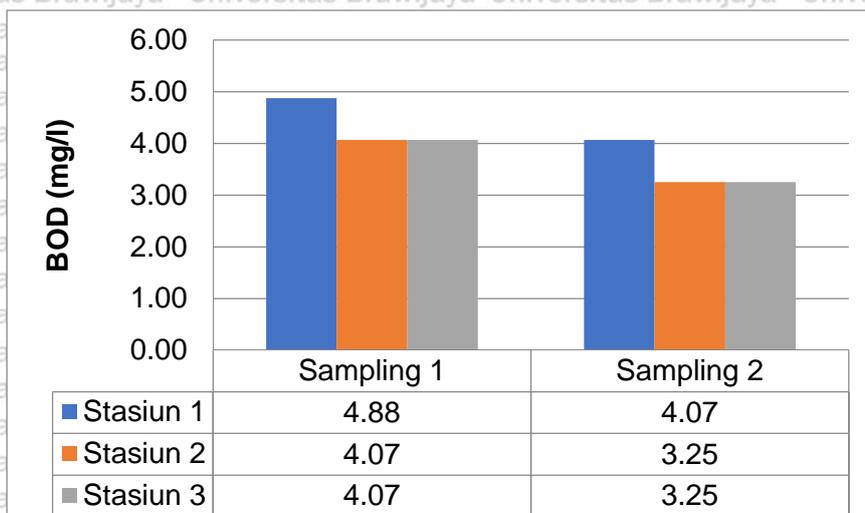
Gambar 11. Grafik DO (Mg/lt)

Gambar di atas menunjukkan hasil data yang diambil dari parameter DO stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3. Pengambilan DO membutuhkan waktu 2 kali, setiap 2 minggu sekali. Pengukuran DO dilakukan pada pukul 08.00 WIB pagi. Hasil yang diperoleh untuk stasiun 1 adalah antara 8 dan 9, rentang untuk stasiun 2 adalah antara 7.9 dan 8.1, dan untuk stasiun 3 adalah antara 8 dan 8.1. Hasil oksigen terlarut pada ketiga lokasi tersebut masih baik untuk organisme perairan.

Berdasarkan PP. 22 Tahun 2021, nilai oksigen terlarut yang baik dari air minimal 6 mg/L. Kecepatan difusi oksigen dari udara dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kekeruhan air, suhu, massa air dan pergerakan udara, seperti aliran air (Salmin, 2005). Oksigen terlarut dalam air sangat penting bagi kehidupan organisme akuatik, karena oksigen terlarut mempengaruhi pertumbuhan, kelangsungan hidup, distribusi, perilaku dan fisiologi semua organisme akuatik. Rendahnya tingkat DO < 4 mg/L tidak menguntungkan bagi kehidupan organisme akuatik. (Cabuga Jr *et al.*, 2017).

Hasil pengukuran kadar oksigen terlarut di setiap stasiun menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut di perairan baik, berkisar antara 7,9 hingga 8. Perbedaan hasil DO pada masing-masing lokasi dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kekeruhan air, kualitas air dan udara, debit air, dan suhu. Kadar DO lebih dari 4 mg/l merupakan kadar yang baik bagi kehidupan organisme perairan, sehingga dapat dikatakan kadar DO stasiun 1, 2, dan 3 merupakan kadar DO yang baik bagi kehidupan organisme perairan.

4.3.5 Biological Oxygen Demand (BOD)



Gambar 12. Grafik BOD (mg/l)

Metode Winkler digunakan untuk pengukuran BOD di UPT Laboratorium Perikanan Air Tawar Sumberpasir Malang Jawa Timur. Hasil pengukuran BOD dapat dilihat pada gambar di atas. Gambar di atas menunjukkan hasil pendataan parameter BOD di stasiun 1, 2, dan 3. BOD diambil dua kali, setiap dua minggu sekali. Hasil yang diperoleh untuk stasiun 1 antara 4,07 dan 4,88, stasiun 2 antara 3,25 dan 4,07, dan stasiun 3 antara 4,07 dan 3,25. Hasil BOD dari ketiga stasiun masih baik untuk organisme akuatik.

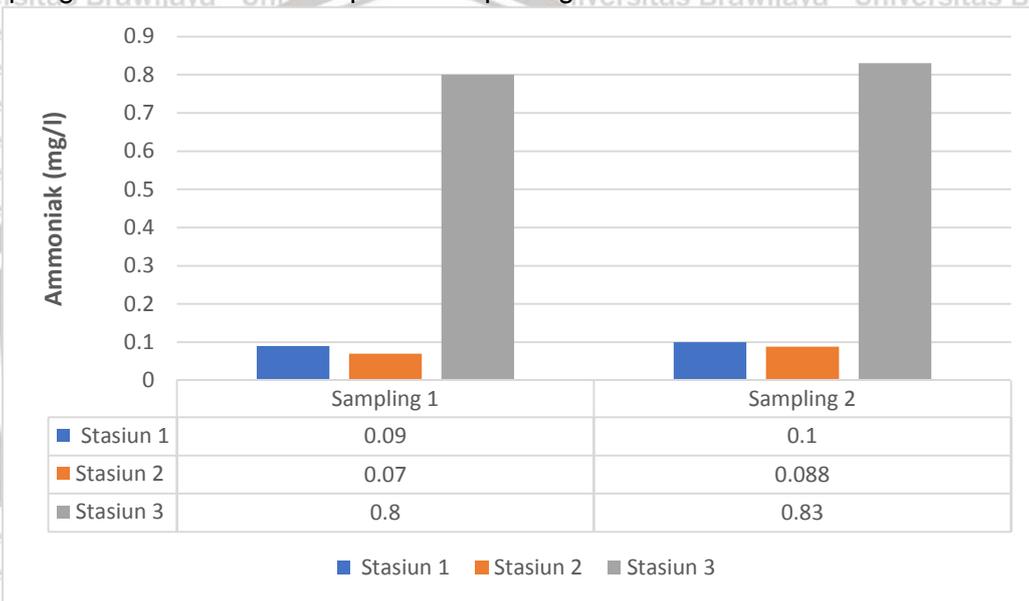
Menurut Pratiwi (2015), air alam memiliki nilai BOD 0,5-7,0 mg/l, dan air dengan BOD lebih dari 10 mg/l dianggap tercemar. Tinggi rendahnya nilai BOD dipengaruhi oleh banyaknya sampah organik yang masuk ke perairan. Semakin banyak mikroorganisme, hidupnya membutuhkan oksigen, dan semakin banyak mikroorganisme, semakin rendah kadar oksigen terlarut dalam air (Salmin, 2005).

Nilai BOD yang didapatkan pada penelitian ini dapat dikatakan baik karena masuk ke dalam rentang nilai BOD yang berada di perairan alami. Pada sampling 2 di stasiun 3 nilai BOD yang didapat sebesar 8,3 mg/l, nilai BOD tersebut telah melewati ambang batas dari nilai BOD yang ada di perairan alami yaitu 7,0 mg/l,

tetapi masih kurang dari 10 mg/l, sehingga bisa dikatakan perairan pada stasiun 3 masih tergolong baik. Adanya perbedaan nilai BOD pada sampling 1 dan sampling 2 bisa terjadi karena beberapa hal seperti suhu, aktivitas manusia, pembuangan limbah, penggunaan lahan, dan lain – lain.

4.3.6 Ammoniak

Pengukuran ammoniak dilakukan menggunakan metode *spektrofotometer* di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir, Malang, Jawa Timur. Hasil pengukuran ammoniak dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 13. Grafik Ammoniak (mg/l)

Grafik di atas merupakan grafik hasil pengukuran ammoniak yang dilakukan di 3 stasiun dengan setiap stasiun dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pukul 08.00 WIB. Kadar ammoniak tertinggi berada stasiun satu pada pengambilan sampel ke dua dengan besar kadarnya adalah 0.1 mg/l, sedangkan terendah pada stasiun 2 pada pengambilan sampel pertama dengan besar kadarnya adalah 0,07 mg/l. Pada stasiun 3 nilai kadar ammoniak tidak terdapat perubahan signifikan di setiap

pengambilan sampel yaitu 0,8 mg/l pada pengambilan pertama dan 0,83 pada pengambilan kedua.

Menurut PP No. 22 Tahun 2021, nilai baku mutu amoniak yang diperbolehkan di lingkungan perairan sekunder tidak boleh melebihi 0.2 mg/L. Kandungan amonia di atas ambang batas dapat mengganggu kehidupan biota karena bersifat racun bagi organisme (Effendi, 2003). Toksisitas amonia akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu dan nilai pH serta penurunan oksigen terlarut. Sumber utama amonia dalam air berasal dari penguraian nitrogen organik dan nitrogen anorganik yang dihasilkan oleh penguraian bahan organik yang tidak terionisasi, sehingga bersifat racun bagi organisme akuatik (Nasichah, 2016).

Hasil amoniak yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar amoniak telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan di dalam air. Konsentrasi amonia yang tinggi dapat disebabkan oleh banyak faktor, tetapi faktor yang paling menentukan adalah pembuangan dari aktivitas manusia dan limpasan dari limbah rumah tangga, limbah industri, dan pupuk pertanian. Menurut investigasi yang dilakukan oleh Yoviandianto (2019), kandungan amonia yang diperoleh di Sungai Brantas adalah 0,03 - 0,27 mg/L. Bahan organik limbah domestik, pertanian, dan pertanian tercemar, sehingga kandungan amoniaknya tinggi. Dan pupuk pertanian.

4.4 Indeks Pencemaran Kualitas Air

Menurut Peraturan No. 61 Pergub Jawa Timur Tahun 2010 tentang Penetapan Muka Air Sungai, Malang dan Batu termasuk dalam klasifikasi baku mutu air sekunder. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lusiana *et al.*, (2020) tentang beban pencemaran BOD dan karakteristik oksigen terlarut Sungai Brantas di Kota Malang dan studi oleh Lusiana *et al.*, (2017), yang melibatkan identifikasi kesesuaian tanaman pertanian. Tingkat pencemaran tanah dan air sungai (studi kasus dari DAS Brantas). Untuk data perhitungan indeks

polusi dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

Standar baku mutu indeks pencemaran yang dijadikan acuan berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 2. Standar Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021.

| Parameter | Baku Mutu |
|-----------------|-----------|
| Suhu (°C) | Deviasi 3 |
| pH | 6 – 9 |
| DO (mg/l) | 4 |
| BOD (mg/l) | 3 |
| TSS (mg/l) | 50 |
| Ammoniak (mg/l) | 0.2 |

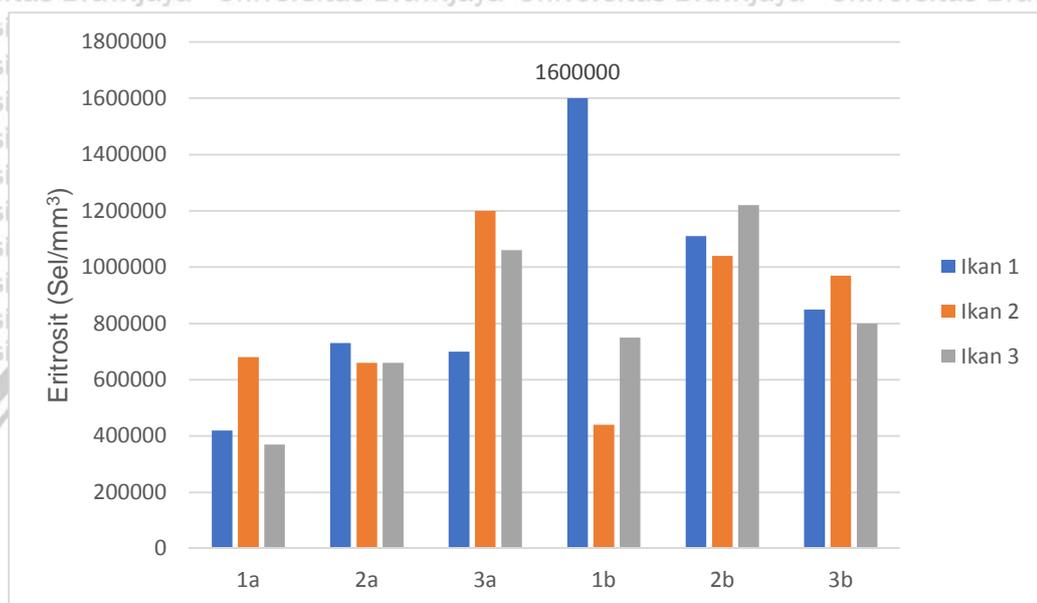
Interpretasi hasil olah data menggunakan Indeks Pencemaran dari parameter suhu, pH, BOD, DO, TSS, dan ammoniak menunjukkan ke tiga stasiun pada sampling satu maupun sampling dua mengalami pencemaran perairan yang ringan berdasarkan baku mutu kualitas perairan kelas II. Perolehan skor untuk stasiun satu yaitu 1.81 pada sampling satu dan 1.84 pada sampling dua. Stasiun dua pada sampling satu mendapat skor 1.70 dan pada sampling dua mendapat skor 1.77. Sampling satu pada stasiun tiga menunjukkan skor 3.03 dan 3.11 pada sampling dua. Baku mutu air sekunder mengacu pada sumber air yang dapat digunakan untuk wisata rekreasi, kegiatan budidaya air tawar, peternakan, irigasi, dan lokasi lainnya.

4.5 Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) yang dianalisis kesehatannya berdasarkan profil darah berasal dari Aliran Sungai Brantas Desa Pendem Kota Batu Jawa Timur. Kesehatan ikan di daerah ini dipengaruhi oleh berbagai faktor baik dari dalam maupun luar perairan.

4.5.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Pengukuran sel darah merah (eritrosit) dari Ikan Cakul Wader (*Puntius binotatus*) dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Departemen Reproduksi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Hasil pengukuran sel darah merah ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 14. Grafik Eritrosit Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama.

Interpretasi grafik di atas sebagai berikut, nilai eritrosit pada ikan yang ada di stasiun satu berkisar antara 420.000 – 1.600.000 sel/mm³, pada stasiun dua berkisar anantara 440.000 – 1.200.000 sel/mm³, dan pada stasiun tiga berkisar antara 370.000 – 1.220.000 sel/mm³. Rata-rata eritrosit pada minggu pertama di ketiga stasiun adalah 720.000 sel/mm³ dan pada minggu kedua didapatkan nilai rata-rata sebesar 975.556 sel/mm³. Nilai rerata pada minggu pertama lebih rendah dibanding minggu kedua, hal ini lantaran adanya pengaruh dari dalam tubuh ikan tersebut dan atau dari luar seperti kualitas perairan yang buruk (Qurniawatri, 2020). Peralihan status mutu perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia sangat berpengaruh terhadap jumlah sel darah merah ikan (eritrosit) dan

erythropoiesis (Setiawati *et al.*, 2020.). Kisaran normal nilai eritrosit pada ikan sehat adalah $1 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3 - 3 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$ (Zissalwa *et al.*, 2020, (Lestari *et al.*, 2019). Hasil olah data menunjukkan bahwa eritrosit Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) masih dalam batas normal ikan sehat.

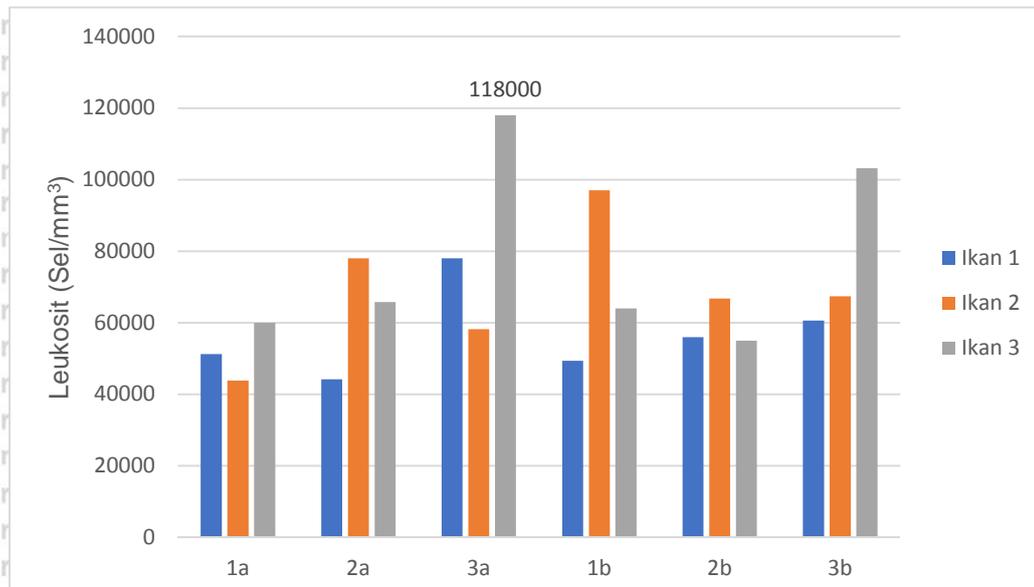
Variabel yang mempengaruhi kadar sel darah merah adalah spesies, jenis kelamin, umur, bahan organik, dan tekanan (Putri, 2019). Jumlah sel darah merah pada minggu pertama lebih sedikit dibandingkan minggu kedua, hal ini disebabkan oleh penanganan sampling yang kurang tepat pada saat penangkapan, perawatan dan pengambilan darah ikan. Ikan dengan jumlah sel darah merah (sel darah merah) yang rendah dapat mengalami hipoksia, yang berarti ikan tidak dapat menyerap oksigen secara optimal di dalam air dan menyebabkan efek tambahan anemia, dan variabel tekanan dapat menyebabkan peningkatan sel darah merah.

Stres yang dialami akan mengubah citra fisiologis ikan (Wahyu *et al.*, 2015).

Respon ikan terhadap cekaman ini tergolong sebagai respon sekunder (Lestari dan Syukriah, 2020).

4.5.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Pengukuran sel darah putih (leukosit) Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Hasil pengukuran leukosit dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 15. Grafik Leukosit Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama

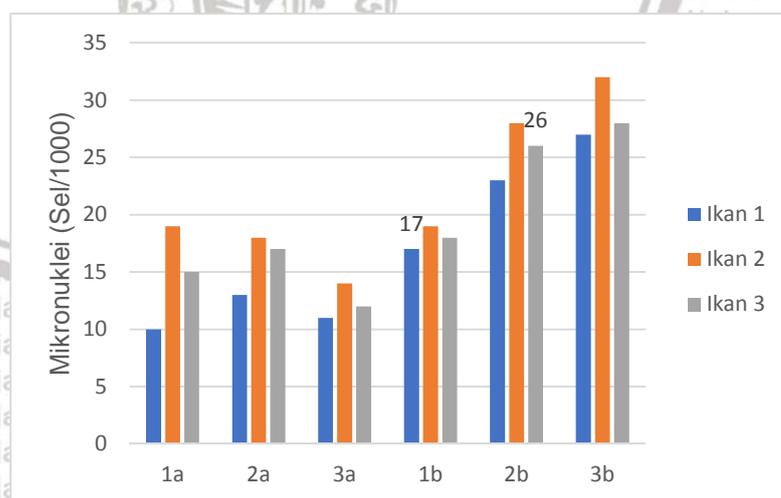
Interpretasi grafik di atas sebagai berikut, nilai leukosit pada ikan yang ada di stasiun satu berkisar antara 43.800 – 97.000 sel/mm³, pada stasiun dua berkisar antara 44.200 – 78.000 sel/mm³, dan pada stasiun tiga berkisar antara 58.200 – 118.000 sel/mm³. Rata-rata leukosit pada minggu pertama di ketiga stasiun adalah 66.356 sel/mm³ dan pada minggu kedua didapatkan nilai rata-rata sebesar 68.822 sel/mm³. Nilai rerata pada minggu pertama lebih rendah dibanding minggu kedua, hal ini lantaran adanya pengaruh dari dalam tubuh ikan tersebut dan atau dari luar seperti kualitas perairan. Kisaran normal nilai leukosit pada ikan sehat adalah 20.000 – 150.000 dalam setiap mili meter pangkat tiga (mm³) (Noercholis *et al.*, 2013) adapun pandangan lain dari Setyani *et al.*, (2018), bahwa kisaran jumlah sel darah putih pada ikan berada dikisaran 15.000 – 150.000 sel/mm³.

Hasil olah data menunjukkan bahwa leukosit Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) masih dalam batas normal ikan sehat. Variabel yang menyebabkan tinggi rendahnya leukosit adalah kondisi kesehatan ikan itu sendiri (Rejeki *et al.*, 2014). Beberapa kasus dan hasil penelitian terdahulu menyebutkan tinggi rendahnya leukosit erat kaitannya dengan polutan, bahan pencemar, bakteri atau

virus, dan stress yang sedang menimpa tubuh ikan. Jumlah leukosit pada minggu pertama lebih rendah dibanding dengan minggu kedua, keadaan ini lantaran penanganan yang salah pada sampling saat penangkapan, perawatan, dan pengambilan darah ikan (Fauzan *et al.*, 2017 dan Ayurahma, 2019). Paradigma berpikirnya adalah leukosit dan eritrosit tidak berada dalam satu garis linear karena tingginya jumlah sel darah putih (leukosit) adalah sebuah isyarat bahwa ikan mengalami stress atau leukositois (Susandi *et al.*, 2017). Leukositosis, stress, atau adanya infeksi akan menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah leukosit pada darah ikan (Pratiwi *et al.*, 2019).

4.5.3 Jumlah Mikronuklei

Pengukuran profil darah dan mikronuklei Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Hasil olah data pengukuran mikronuklei Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini.



Gambar 16. Grafik Mikronuklei Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama

Interpretasi grafik di atas sebagai berikut, nilai mikronuklei pada ikan yang

ada di stasiun satu berkisar antara 10 - 19 sel/1000, pada stasiun dua berkisar anatara 13 – 28 sel/1000, dan pada stasiun tiga berkisar antara 11 – 32 sel/1000.

Rata-rata mikronuklei pada minggu pertama di ketiga stasiun adalah 14.4 sel/1000 dan pada minggu kedua didapatkan nilai rata-rata sebesar 24.3 sel/1000. Nilai rerata pada minggu pertama lebih rendah dibanding minggu kedua, hal ini lantaran adanya pengaruh dari dalam tubuh ikan tersebut dan atau dari luar seperti kualitas perairan yang buruk. Acuan kisaran nilai normal mikronuklei untuk ikan yang sehat adalah 50 sel/1000 (Hussain *et al.*, 2017) adapun pandangan lain dari Lusianti dan

Alatas (2011) bahwa jumlah mikronuklei pada ikan sehat berada pada kisaran 3 – 30 sel/1000. Penelitian anteseden yang juga meneliti jenis ikan wader/ikan bader mencantumkan nilai mikronuklei pada angka 24 – 72 sel/1000 dan menggolongkan dalam kisaran normal (Hertika *et al.*, 2021 dan Qurniawatri, 2019). Hasil olah data menunjukkan bahwa nilai mikronuklei Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) masih dalam batas normal ikan sehat.

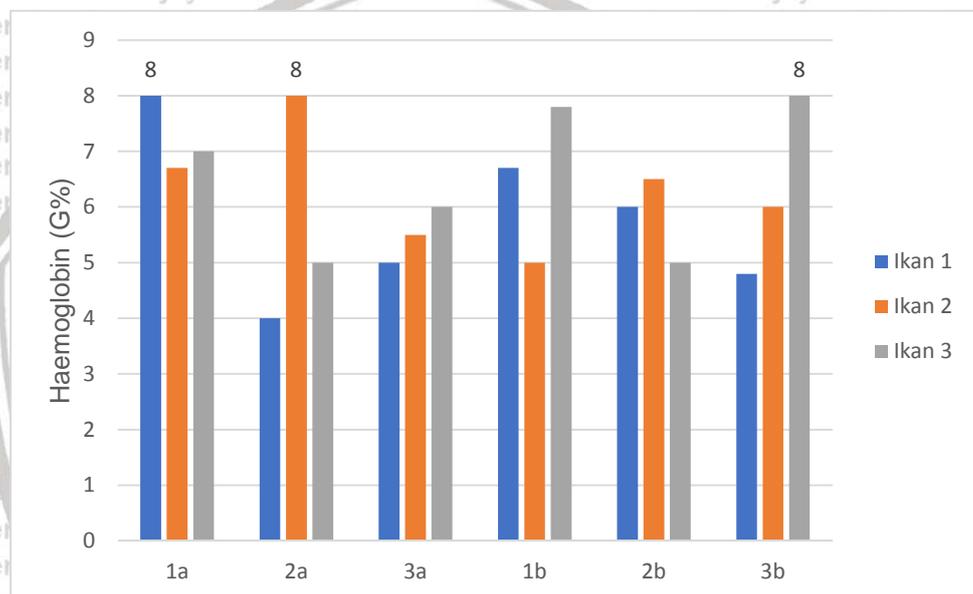
Jumlah mikronuklei pada minggu pertama lebih rendah dibanding dengan minggu kedua, keadaan ini lantaran penanganan yang salah pada sampling saat penangkapan, perawatan, dan pengambilan darah ikan. Faktor lain adalah pada saat sampling kedua kondisi perairan keruh dan kotor akibat banjir. Variabel yang menyebabkan tinggi rendahnya mikronuklei adalah kondisi lingkungan perairan, genetik ikan, dan degradasi disekitar habitat. Selanjutnya variabel yang memengaruhi ada tidaknya mikronuklei pada tubuh ikan adalah tingkat pencemaran perairan, jenis polutan, dan ketersediaan makanan (Putri, 2019).

Sedikit banyaknya bahan pencemar yang masuk dalam perairan tetap dapat terdeteksi olah ikan dengan cara menghasilkan mikronuklei (Melo *et al.*, 2014), konklusinya adalah semakin tinggi pencemaran di perairan maka nilai mikronuklei juga tinggi. Setiap stasiun memiliki nilai mikronuklei tertinggi 11 sel/1000 karena

pada masing-masing lokasi pengambilan sampling terdapat sektor pertanian (sawah), pemukiman warga, dan perkebunan (Hussain *et al.*, 2017).

4.5.4 Haemoglobin (Hb)

Pengukuran Hb Ikan Wader Cakul (*Puntius binotaus*) dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Hasil pengukuran Hb dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 17. Grafik Hb Ikan Wader Cakul (*Puntius binotaus*). Keterangan: 1a, 2b, 3c merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama, 1b, 2b, 3b merupakan stasiun pengambilan sampel untuk pengambilan pertama

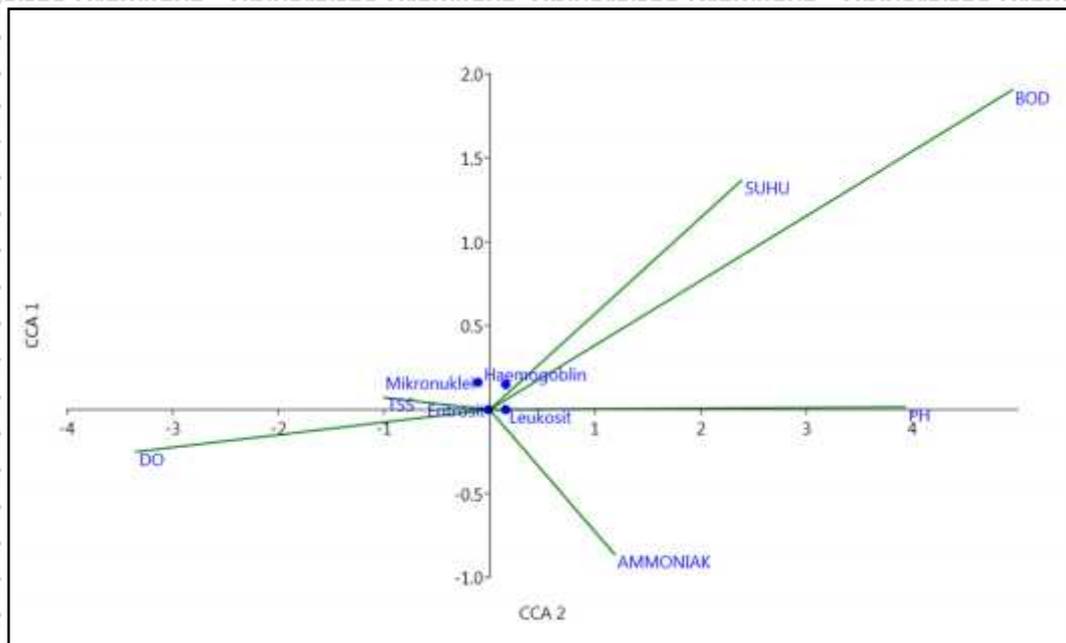
Interpretasi grafik di atas sebagai berikut, nilai Hb pada ikan yang ada di stasiun satu berkisar antara 8 - 11 (G%), pada stasiun dua berkisar antara 9 - 11 (G%), dan pada stasiun tiga berkisar antara 8 - 11 (G%). Rata-rata Hb pada minggu pertama di ketiga stasiun adalah 9.7 (G%) dan pada minggu kedua didapatkan nilai rata-rata sebesar 9.8 (G%). Nilai rerata pada minggu pertama lebih rendah dibanding minggu kedua, hal ini lantaran adanya pengaruh dari dalam tubuh ikan tersebut dan atau dari luar seperti kualitas perairan yang kurang sesuai.

Peralihan status mutu perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia sangat berpengaruh terhadap jumlah sel darah merah ikan (eritrosit) dan *erythropoiesis* (Setiawati *et al.*, 2020). Kisaran normal nilai Hb pada ikan sehat adalah 5.05 – 8.33 G% (Salasia *et al.*, 2001 dan Putri 2019) sedangkan menurut Fajriyani *et al.*, (2017), Hb normal ikan sehat adalah 9 – 13 G%, perbedaan nilai Hb pada ikan dapat dipengaruhi oleh spesies (Yuni *et al.*, 2019). Hasil olah data menunjukkan bahwa Hb Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) masih dalam batas normal ikan sehat.

Variabel yang menyebabkan tinggi rendahnya Hb adalah peradangan dalam tubuh ikan, perairan yang tercemar, kekurangan vitamin, dan makanan rendah protein (Putri, 2019). Jumlah Hb pada minggu pertama lebih rendah dibanding dengan minggu kedua. Hb berperan sebagai sarana transportasi O₂ dan CO₂ yang terletak di dalam eritrosit (Susandi *et al.*, 2017). Ikan yang mempunyai kadar Hb rendah mengisyaratkan adanya kegagalan dalam proses metabolisme sehingga energi yang dihasilkan tidak mencukupi. Akibatnya adalah ikan menjadi kehilangan nafsu makan, lemas, terdiam di dasar perairan atau bahkan terlihat menggantung di permukaan perairan sehingga dapat menyebabkan kematian pada ikan (Madyowati dan Muhajir, 2018).

4.6 Canonical Coresspondence Analysis (CCA)

Hasil olah data yang didapat dari analisis kesehatan Ikan Wader (*Puntius binotatus*) berdasarkan profil darah yaitu jumlah eritrosit, leukosit, mikronuklei, dan hemoglobin dikaitkan dengan hasil olah data kualitas perairan yaitu pH, suhu, DO, BOD, TSS, dan ammoniak menggunakan analisis kanonikal koresponden. Berikut adalah hasil hubungan variabel independen (kualitas air) dan dependen (profil darah ikan):



Gambar 18. Hasil Uji CCA.

Interpretasi gambar hasil uji CCA adalah variabel dependen eritrosit cenderung terpengaruh pada kondisi TSS dan DO yang tinggi sedangkan suhu, pH, BOD, dan amoniak sedang. Variabel dependen leukosit cenderung terpengaruh pada kondisi pH, BOD, dan amoniak tinggi sedangkan TSS dan DO yang sedang ke rendah serta suhu sedang. Variabel dependen mikronuklei cenderung terpengaruh pada kondisi amoniak yang sedang ke rendah dan suhu, pH, DO, BOD, TSS sedang. Variabel dependen hemoglobin cenderung terpengaruh pada kondisi suhu dan BOD tinggi serta pH, DO, BOD, dan TSS yang sedang. Variabel independen suhu, BOD, DO, dan pH berpengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit, leukosit, Hb, dan mikronuklei dalam tubuh Ikan Wader Cakul B (*Puntius binotatus*). Korelasi interset (*inter-set correlations*) antara parameter kualitas perairan (suhu, DO, pH, BOD, Amoniak dan TSS) dengan aksis CCA dapat digunakan untuk menilai seberapa besar kontribusi dari masing-masing parameter lingkungan (Simanjuntak, 2017).

Suhu memiliki peran sebagai parameter penting yang digunakan sebagai proses secara biologis dan kimiawi ikan untuk reaksi seperti metabolisme.

Parameter DO digunakan ikan sebagai sarana pertumbuhan, reproduksi, dan perbaikan jaringan. Proses degradasi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme memanfaatkan oksigen terlarut. BOD tinggi di ke tiga stasiun dipengaruhi oleh faktor tekanan pemanfaatan perairan yang melebihi ambang batas seperti intensifikasi pertanian, pemukiman, perkebunan, perikanan, dan perindustrian. Limbah rumah tangga mengandung padatan tersuspensi, terapung suspensi, bahan organik, dan bakteri. Proses denitrifikasi menyebabkan tingginya nilai amoniak di perairan (Sugianti dan Astuti, 2018).

Karena kontak erat antara perairan yang mengandung zat beracun dan ikan, ikan dapat mengakumulasi polutan. Kontak terjadi apabila suatu zat kimia dipindahkan dari lingkungan perairan ke permukaan perairan atau permukaan tubuh ikan, seperti melalui insang serta permukaan kulit, termasuk lapisan lendir dan sisik. Bahan pencemar masuk ke organisme perairan melalui tiga cara yaitu makanan, insang, dan difusi melalui permukaan kulit, yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan ikan, sehingga mengurangi kemampuan sel darah merah untuk mengikat oksigen, menghalangi kerja enzim, dan merusak fungsi fisiologis tubuh dan proses metabolisme. Akibatnya, proses pertukaran ion dan gas melalui insang terganggu. Penurunan atau peningkatan parameter darah dalam ikan menunjukkan penyimpangan fisiologis. Sehingga menyebabkan infiltrasi di dalam sel serta memengaruhi proses sekresi di ginjal yang dapat berpengaruh terhadap enkapsulasi dan fagositosis. Hal ini lah yang menyebabkan naik turunnya nilai eritrosit, leukosit, haemoglobin, dan mikronuklei Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Sahetapy, 2012).

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Simpulan dari penelitian yang diperoleh adalah :

1. Hasil olah data profil darah dalam kondisi normal dan sehat. Rerata nilai eritrosit ketiga staisun adalah 720.000 sel/mm^3 - 975.556 sel/mm^3 . Rerata nilai leukkosit ketiga stasiun adalah 66.356 sel/mm^3 - 68.822 sel/mm^3 . Rerata nilai mikronuklei adalah 14.4 sel/1000 - 24.3 sel/1000 . Rerata nilai Hb adalah 5.7 G\% .

2. Hasil olah data kualitas air berdasarkan Indeks Pencemaran menunjukkan hasil tercemar ringan di tiga staiun. Stasiun satu mendapat skor 1.81 pada sampling satu dan 1.84 pada sampling dua. Stasiun dua mendapat skor 1.70 pada sampling satu dan 1.77 pada sampling dua. Stasiun tiga mendapat skor 3.03 pada sampling satu dan 3.11 pada sampling dua.

3. Variabel independen suhu, BOD, DO, dan pH berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen yaitu eritrosit, leukosit, Hb, dan mikronuklei dalam tubuh Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). Variabel TSS dan Ammoniak berpengaruh sedang menuju rendah terhadap variabel dependen eritrosit, leukosit, Hb, dan mikronuklei.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan bagi warga Desa Pendem Kota Batu Provinsi Jawa Timur untuk menjaga kondisi perairan di sepanjang Aliran Sungai Brantas dengan bijak mengolah sampah dan limbah baik dari rumah tangga maupun perkebunan. Meminimalisir adanya alih fungsi lahan di bantaran sungai serta perlu adanya penelitian lanjutan terkait kesehatan ikan menggunakan profil darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R. 2018. PEMANTAUAN JUMLAH BAKTERI Coliform DI PERAIRAN SUNGAI PROVINSI LAMPUNG. *Maj. TEGI*. **10** (1) 1–6.
- Akbariwati, I. 2015. Karakteristik Fisik, Kimia dan Fungsional Fillet Ikan Wader (*Rasbora jacobsoni*), Bader (*Puntius javanicus*), dan Patin (*Pangasius hypophtalmus*) Akibat Dari Perbedaan Teknik Preparasi.
- Ami, A. & Tadi, L. 2018. Analysis of basic physical-chemical parameters, nutrients and heavy metals content in surface water of small catchment area of karašica and vu ica rivers in croatia. *Environ. - MDPI*. **5** (2) 1–27.
- Andika, B., Wahyuningsih, P. & Fajri, R. 2020. Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Ppks) Medan. *Quim. J. Kim. Sains dan Terap*. **2** (1) 14–22.
- Andini, V.M. 2015. STUDY OF TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DISTRIBUTION USING AQUA MODIS IMAGERY IN SENUNU OCEAN, WEST OF NUSA TENGGARA. Institut Sepuluh November.
- Ardiansyah, A.F. 2016. Perkembangan Embrio Telur Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) pada Suhu Media Inkubasi 31oC. Brawijaya.
- Ari Hepi Yanti, E.L.T.R.S. 2019. Profil Hematologi Ikan Gabus (*Channa striata* Bloch, 1793). *J. Protobiont*. **8** (2) 283–289.
- Arifelia, D., Dianysah, G. & Surbakti, H. 2017. Analisis Kondisi Perairan Ditinjau Dari Konsentrasi Total Suspended Solid (Tss) Dan Sebaran Klorofil-a Di Muara Sungai Lumpur, Sumatera Selatan. *Maspari J*. **9** (2) 95–104.
- Asdak, C. 2018. *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Astria, F., Subito, M. & Nugraha, D.W. 2014. RANCANG BANGUN ALAT UKUR PH DAN SUHU BERBASIS SHORT MESSAGE SERVICE (SMS) GATEWAY. *J. MEKTRIK*. **1** (1) 47–55.
- Asyarah, D.Q. 2006. Studi makanan ikan beunteur (*Puntius binotatus*) di bagian hulu daerah aliran suangi (DAS) Ciliwung, Jawa Barat. IPB.
- Atima, W. 2015. BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH. *J. Biol. Sci. Educ*. **4** (1) 83–93.
- Azizah, M. & Humairoh, M. 2015. ANALISIS KADAR AMONIA (NH3) DALAM AIR SUNGAI CILEUNGSI. *Nusa Sylva*. **15** (1) 47–54.
- Azmi, Z., Saniman & Ishak. 2016. SISTEM PENGHITUNG PH AIR PADA TAMBAK IKAN BERBASIS MIKROKONTROLLER. *J. SAINTIKOM*. **15** (2) 101–108.
- Batubara, A.S., Nur, F.M., Zulfahmi, I., Rizal, S., Efizon, D., Elvyra, R., et al. 2019. Population dynamics of the Groe fish *Barbodes binotatus* (Pisces: Cyprinidae) in the Nagan River, Aceh Province, Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*. **348** (1).

Bhat, A., Ramu, K. & Kemper, K. 2005. *The Brantas River Basin, East Java, Indonesia*.

Budiharjo, A. 2002. Pakan Tambahan Alternatif Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*). *BioSMART*. **5** (1) 56–60.

Budiharjo, A. 2002. Seleksi Dan Potensi Budidaya Jenis-jenis Ikan Wader Dari Genus *Rasbora*. *J. Biodiversitas*. **3** (2) 225–230.

Cabuga, C.C., Apostado, R.R.Q., Abelada, J.J.Z., Calagui, L.B., Presilda, C.J.R., Angco, M.K.A., et al. 2017. Comparative fluctuating asymmetry of spotted barb (*Puntius binotatus*) sampled from the Rivers of Wawa and Tubay, Mindanao, Philippines. *Comput. Ecol. Softw.* **7** (1) 8–27.

Dewantoro, E. 2019. PERFORMA HEMATOLOGI IKAN TENGADAK (*Barbonymus schwanenfeldii*) YANG DIPELIHARA PADA BERBAGAI LEVEL AERASI AIR. *J. Ruaya J. Penelit. dan Kaji. Ilmu Perikan. dan Kelaut*. **7** (2) 26–33.

Dwiyanto, V., Kusumastuti, D.I. & Tugiono, S. 2016. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *J. Rekayasa Sipil dan Desain*. **4** (3) 407–422.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius, Yogyakarta.

Elinah, ., Batu, D.T.F.L. & Ernawati, Y. 2016. Food Habit and Niche Breath of Indigenous Fish Species at Penjalin Reservoir, Brebes District, Central Java. *J. Ilmu Pertan. Indones*. **21** (2) 98–103.

Elwafa, A.H. 2019. Studi Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Pesisir Sel Sedimen Muara Sungai Bodri - Banjir Kanal Timur Menggunakan Penginderaan Jauh. Universitas Negeri Semarang.

Erika, R., Kurniawan & Umroh. 2018. KEANEKARAGAMAN IKAN DI PERAIRAN SUNGAI LINGGANG , KABUPATEN BELITUNG TIMUR. *Akuatik J. Sumberd. Perair*. **12** (2) 17–25.

Fajriyani, A., Hastuti, S. & Sarjito. 2017. Pengaruh Serbuk Jahe pada Pakan Terhadap Profil Darah, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *J. Aquac. Manag. Technol*. **6** (4) 39–48.

Fathiyah, N., Pin, T.G. & Saraswati, R. 2017. Pola Spasial dan Temporal Total Suspended Solid (TSS) dengan Citra SPOT di Estuari Cimandiri , Jawa Barat. *Ind. Res. Work. Natl. Semin.* (1) 518–526.

Fatimah, A., -, H. & -, W. 2014. Perancangan Alat Ukur Tss (Total Suspended Solid) Air Menggunakan Sensor Serat Optik Secara Real Time. *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*. **6** (2) 68–73.

Fauzan, M. 2017. ISSN : 2540-9492 PENGARUH TINGKAT PAPARAN TIMBAL (Pb) TERHADAP PROFIL DARAH IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) The Influence Of The Level Of Lead (Pb) Exposure On The Blood Profiles Of Tilapia Fish (*Oreochromis niloticus*) PENDAHULUAN ISSN : 2540-. **01** (4) 702–708.

Fauzi, N.A. 2015. Study Komparatif Peran Bengawan Solo dan Sungai Brantas Dalam Perkembangan Ekonomi Abad Ke-10 M-15 M di Jawa Timur. *Avatara*. **3** (3).

Firmansyah, M.A., Werdiningsih, I. & Purwanto. 2015. PERBEDAAN DAYA MAKAN IKAN WADER PARI (*Rasbora argyrotaenia*), IKAN WADER BINTIK DUA (*Puntius binotatus*), DAN IKAN KEPALA-TIMAH (*Aplocheilichthys panchax*). *J. Kesehat. Lingkung.* **6** (4) 151–156.

Ganzon, M.A.M., Torres, M.A.J., Gorospe, J.J. & Demayo, C.G. 2012. Variations in Scale Morphology between Sexes of the Spotted Barb, *Puntius Binotatus* (Valenciennes, 1842) (Actinopterygii: Cyprinidae) Mary. *Int. Conf. Environ. Biosci.* **44** (17) 80–84.

Hasanah, A.N., Rukminasari, N. & Sitepu, F.G. 2014. PERBANDINGAN KELIMPAHAN DAN STRUKTUR KOMUNITAS ZOOPLANKTON DI PULAU KODINGARENG DAN LANYUKANG, KOTA MAKASSAR. *Torani.* **24** (1) 1–14.

Hertika, A.M.S., Supriatna, Darmawan, A., Nugroho, B.A., Handoko, A.D., Qurniawatri, A.Y., *et al.* 2021. The hematological profile of *Barbonymus altus* to evaluate water quality in the Badher bank conservation area, Blitar, East Java, Indonesia. *Biodiversitas.* **22** (5) 2532–2540.

Hussain, B., Sultana, T., Sultana, S., Al-Ghanim, K.A., Masood, S., Ali, M., *et al.* 2017. Microelectrophoretic study of environmentally induced DNA damage in fish and its use for early toxicity screening of freshwater bodies. *Environ. Monit. Assess.* **189** (3). Environmental Monitoring and Assessment.

Jiyah, Sudarsono, B. & Sukmono, A. 2016. STUDI DISTRIBUSI TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI PERAIRAN PANTAI KABUPATEN DEMAK MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT. *J. Geod. Undip.* **6** (1) 41–47.

Jusmaldi & Hariani, N. 2019. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan. *J. Iktiologi Indones.* **18** (2) 87.

Kaenda, H., Ishak, E. & Afu, L.O. 2016. Hubungan panjang berat Teripang di perairan Tanjung Tiram, Konawe Selatan [Length-weight relationship of Sea Cucumbers in the Tanjung Tiram Waters,]. *J. Manaj. Sumber Daya Perair.* **2** (2) 171–177.

Kodoatie, D.I.R.J. & Sugiyanto, I.M.E. 2002. *Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*, Edisi 1. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Kordi, K.M.G.H. 2010. *Budidaya Ikan Air Tawar*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Kottelat, M. 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia: A catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles B. Zool. Suppl.* **27** 1–663.

Kurniawan, V.P., Sudjoko, A. & Antoni. 2018. Kolaborasi Merawat Brantas (Sebuah Studi Komunikasi Lingkungan Di Desa Sumber Brantas, Kota Batu, Jawa Timur). *CHANNEL J. Komun.* **6** (1) 69.

Lensun, M. & Tumembouw, S. 2013. Tingkat pencemaran air sungai Tondano di Kelurahan Ternate Baru Kota Manado. *e-Journal Budid. Perair.* **1** (2) 43–48.

Lestari, D.F. & Syukriah, S. 2020. 20 20 722-4414. *Manaj. Stres Pada Ikan Untuk Akuakultur Berkelanjutan.* **1** (1) 96–105.

Lestari, E., Setyawati, T.R. & Yanti, A.H. 2019. Profil Hematologi Ikan Gabus (Channa striata Bloch, 1793). *J. Protobiont.* **6** (3) 283–289.

Lim, L.S., Tuzan, A.D., Malitam, L. & Ransangan. 2014. Spot polymorphism and size don not indicate sex identity : Implications for the random selection method for natural spawning of spotted barb (Puntius binotatus) in pond. *Int. Res. J. Biol. Sci.* **3** (4) 33–37.

Lubis, N.G., Sugito, S., Zuhrawati, Z., Zuraidawati, Z., Asmilia, N., Hamny, H., *et al.* 2016. EFEK PENINGKATAN SUHU TERHADAP JUMLAH LEUKOSIT IKAN NILA (Oreochromis niloticus) (The Effect of Temperature Increase on Leukocyte Count of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus)). *J. Med. Vet.* **10** (1) 31.

Lusiana, N., Rahadi, B. & Anugroho, F. 2017. Pertanian Dan Tingkat Pencemaran Air Sungai. *J. Bumi Lestari.* **17** (1) 58–68.

Lusiana, N., Widiatmono, B.R. & Luthfiyana, H. 2020. Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *J. Ilmu Lingkungan.* **18** (2) 354–366.

Madyowati, S.O. & Muhajir. 2018. RESPON STRESSOR KEPADATAN IKAN MAS (Cyprinus carpio L) SETELAH DIINFEKSI BAKTERI Edwardsiella tarda SECARA BUATAN. (September) 311–318.

Melo, K.M., Grisolia, C.K., Pieczarka, J.C., De Souza, L.R., Filho, J.D.S. & Nagamachi, C.Y. 2014. FISH in micronucleus test demonstrates aneugenic action of rotenone in a common freshwater fish species, Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Mutagenesis.* **29** (3) 215–219.

Muarif. 2016. Karakteristik Suhu Perairan Di Kolam Budidaya Perikanan. *J. Mina Sains.* **2** (2) 96–101.

Nasichah, Z., Widjanarko, P., Kurniawan, A. & Arfiati, D. 2016. ANALISIS KADAR GLUKOSA DARAH IKAN TAWES (Barbonymus gonionotus) DARI BENDUNG ROLAK SONGO HILIR SUNGAI BRANTAS. *Pros. Semin. Nas. Kelaut.* 328–333.

Noercholis, A. & Maftuch, M. 2013. Ekstraksi Fitur Roundness Untuk Menghitung Jumlah Leukosit Dalam Citra Sel Darah Ikan. *J. EECCIS.* **7** (1) 35–40.

Patty, S.I. 2013. Jurnal Ilmiah Platax DISTRIBUSI SUHU , SALINITAS DAN OKSIGEN TERLARUT DI PERAIRAN KEMA , SULAWESI UTARA 1 Distribution Temperature , Salinity And Dissolved Oxygen In Waters Kema , North Sulawesi Jurnal Ilmiah Platax. **1** (3) 148–157.

Patty, S.I. 2015. Karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *J. Pesisir Dan Laut Trop.* **3** (2) 1.

Peraturan Pemerintah. 2021. PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22 TAHUN 2021.

Peraturan Pemerintah. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001.

Peraturan Pemerintah. 2011. PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 38 TAHUN 2011.

Peraturan Pemerintah. 2012. PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK

INDONESIA NOMOR 37 TAHUN 2012.

Prasetyo, D., Zubaidah, A. & Noviana, V. 2019. Growth performance of Wader Cakul juvenile (*Puntius binotatus*) with different stocking density. *IJOTA (Indonesian J. Trop. Aquat.* **2** (1) 40–45.

Pratiwi, I.R., Prihanta, D.W. & Susetyarini, D.R.E.M.S. 2015. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015, yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, tema: “Peran Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Menyiapkan Generasi Unggul dan Berdaya Saing Global”, Malang, 21. *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Biol.* 76–88.

Pratiwi, V.I.A.A., Perairan, M.S., Perikanan, F., Kelautan, D.A.N. & Riau, U. 2019. JURNAL STUDI KONDISI DARAH IKAN LELE LOKAL (*Clarias batrachus*) DI SUNGAI TAPUNG KIRI DAN SUNGAI SAIL PROVINSI RIAU. 0–8.

Rahma, F.W., Mahasri, G. & Surmartiwi, L. 2015. PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK *Sargassum* sp. DENGAN PELARUT METANOL PADA PAKAN TERHADAP JUMLAH ERITROSIT DAN DIFFERENSIAL LEUKOSIT IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*). **7** (2) 213–218.

Rejeki, S., Royan, F. & Haditomo, A.H.C. 2014. Pengaruh Salinitas yang Berbreeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *J. Aquac. Manag. Technol.* **3** (2) 109–117.

Ritonga, L.B. 2020. PENGARUH PADAT TEBAR YANG BERBEDA TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*). *Chanos Chanos.* **18** (1) 1–6.

Rosida, L., Wasilah, S. & Khatimah, H. 2021. PENGARUH PEMBERIAN AIR DAERAH PERTAMBANGAN INTAN CEMPAKA TERHADAP MIKRONUKLEUS ZEBRA FISH (*Danio rerio*). **6** (April).

Sahabuddin, H., Harisuseno, D. & Yuliani, E. 2014. Analisis status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *J. Tek. Pengairan, Vol. 5, Nomor 1, Mei 2014, hlm 19–28.* 19–28.

Sahetapy, J. M. F. 2012. Dampak toksisitas sub kronis logam berat timbal (Pb) terhadap respons hematologi dan pertumbuhan ikan kerapu (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Triton.* **8** (1) : 1 – 69.

Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana.* **30** (3) 21–26.

Sarjito, N. & Haditomo, A.H.C. 2017. PEMBERIAN EKSTRAK BAWANG PUTIH DALAM PAKAN SEBAGAI IMUNOSTIMULAN TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN PROFIL DARAH IKAN PATIN (*Pangasius* sp.) *Garlic. J. Aquac. Manag. Technol.* **6** (3) 234–241.

Sarkiah, Rimalia, A. & Iskandar, R. 2016. KESEHATAN IKAN NILA GIFT (*Oreochromis niloticus*) PADA USAHA KERAMBA DI DESA MASTA, TAPIN, KALIMANTAN SELATAN. **41** 341–345.

Scheffer, M. & Markus, K. 2016. pengaruh suhu. **07** (1) 3345–3356.

Setiawati et al 2020.pdf. n.d.

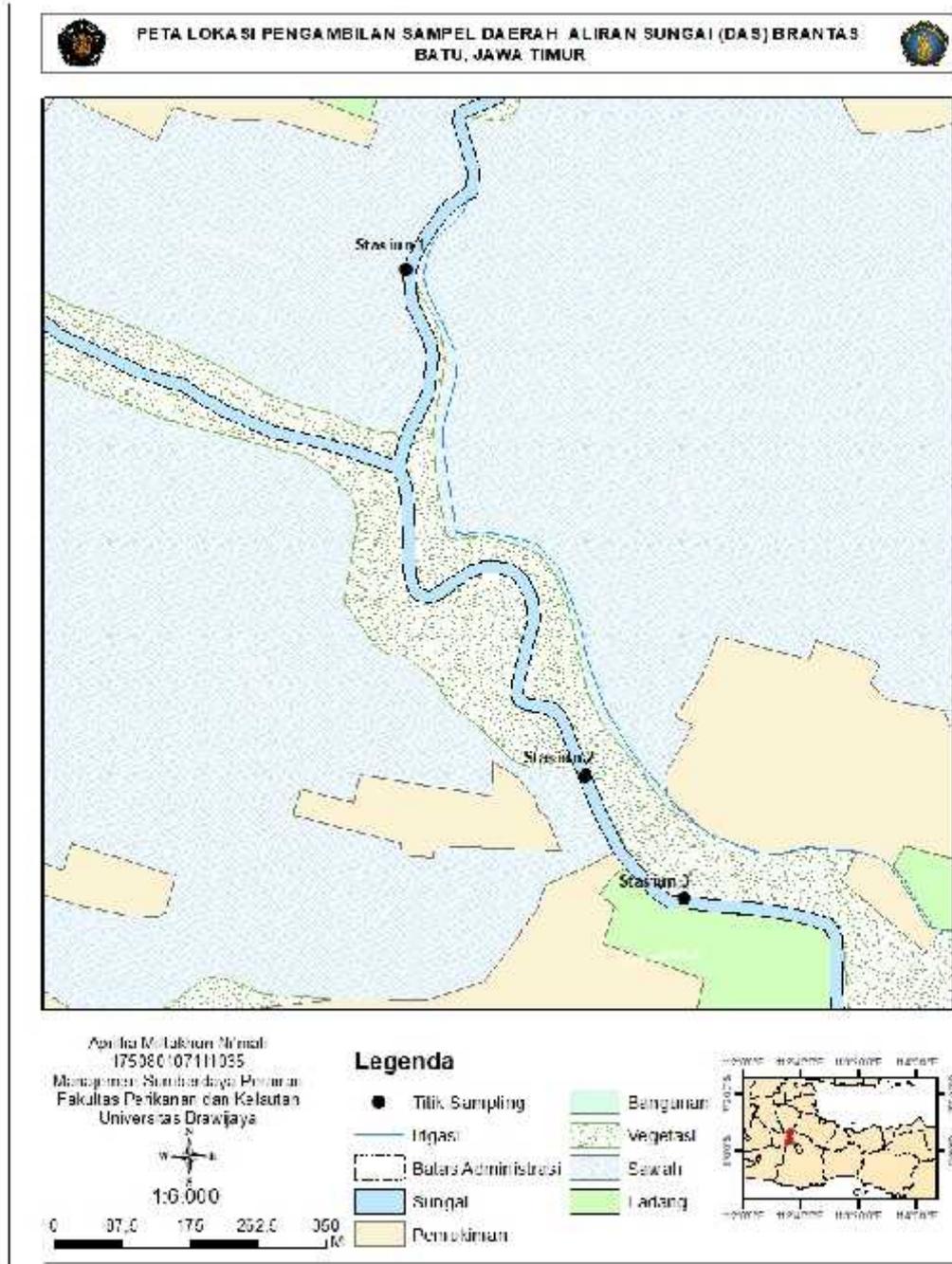
Setyani, R., Sarjito & Haditomo, A.H.C. 2018. Pengaruh perendaman ekstrak daun

- ceremai (*Phyllanthus acidus* [L] skeels) terhadap total eritrosit dan kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *J. Aquac. Manag. Technol.* **7** (1) 114–119.
- Siagian, M. & Simarmata, A.H. 2015. Profil Vertikal Oksigen Terlarut di Danau Oxbow Pinang Dalam , Desa Buluh Cina-Siak Hulu , Kabupaten Kampar , Provinsi Riau. *Akuatika.* **6** (1) 87–94.
- Siegers, W.H., Prayitno, Y. & Sari, A. 2019. PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA (*Oreochromis sp.*) PADA TAMBAK PAYAU Willem H. Siegers 1 , Yudi Prayitno 1 dan Annita Sari 1* 1. **3** (11) 95–104.
- Simanjuntak, C.P.H. 2017. Keragaman dan struktur kumpulan ikan di anak sungai-anak sungai Sopokomil, Dairi, Sumatera Utara [Fish diversity and assemblage structure in tributaries of Sopokomil River, Dairi, North Sumatra]. *J. Iktiologi Indones.* **12** (2) 155–172.
- Simbolon, A.R. 2016. PENCEMARAN BAHAN ORGANIK DAN EUTROFIKASI DI PERAIRAN CITUIS, PESISIR TANGERANG. *J. Pro-Life.* **3** (2) 109–118.
- Sinaga, E.L.R., Muhtadi, A. & Bakti, D. 2016. Profil Suhu, Oksigen Terlarut, dan pH Secara Vertikal Selama 24 Jam di Danau Kelapa Gading Kabupaten Asahan Sumatera Utara. *Omni Akuatika.* **12** (2) 114–124.
- Sugianti, Y. dan L. P. Astuti. 2018. Respon oksigen terlarut terhadap pencemaran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sumber daya ikan di sungai citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* **19** (2) : 203 – 212.
- Sukenda, Jamal, L., Wahjuningrum, D. & Hasan, A. 2008. Penggunaan Kitosan untuk Pencegahan Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Lele Dumbo *Clarias sp.* *J. Akuakultur Indones.* **7** (2) 159–169.
- Suripin. 2002. Pelestarian sumber daya tanah dan air. Andi, Yogyakarta.
- Susandi, F., Mulyana, M. & Rosmawati, R. 2017. Peningkatan Imunitas Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy Lac.*) Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Menggunakan Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*). *J. Mina Sains.* **3** (2) 1–13.
- Sutanto, A. & Purwasih. 2012. ANALISIS KUALITAS PERAIRAN SUNGAI RAMAN DESA PUJODADI TRIMURJO SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI SMA PADA MATERI EKOSISTEM. *BIOEDUKASI.* **3** (2) 1–9.
- Suyantri, E., Aunurohim & Abdulgani, N. 2011. *Sintasan (Survival Rate) Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) secara In-Situ di Kalimas Surabaya.* Institut Sepuluh November, Surabaya.
- Tokah, C., Undap, S.L. & Longdong, S.N.J. 2017. Kajian kualitas air pada area budidaya kurungan jaring tancap (KJT) di Danau Tutud Desa Tombatu Tiga Kecamatan Tombatu Kabupaten Minahasa Tenggara. *Budid. Perair.* **5** (1) 1–11.
- Tyastuti, E.M., Astirin, O.P. & Sunarto, S. 2016. EKOGENOTOKSISITAS LIMBAH CAIR BATIK DAN EFEK ANTIMUTAGENIK Lemna minor TERHADAP ERITROSIT IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Bioeksperimen J. Penelit. Biol.* **2** (2) 119.
- Utami, R.R., Geerling, G.W., Salami, I.R.S., Notodarmojo, S. & Ragas, A.M.J.

2020. Agricultural Pesticide Use in the Upper Citarum River Basin: Basic Data for Model-Based Risk Management. *J. Environ. Sci. Sustain. Dev.* **3** (2) 235–260.
- Wahyu, Supriyono, E., Nirmala, K. & Harris, E. 2015. Pengaruh Kepadatan Ikan Selama Pengangkutan Terhadap Gambaran Darah, pH Darah, dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Gabus *Channa striata* (Bloch, 1793). *J. Iktiologi Indones.* **15** (2) 165–177.
- Wahyuningsih, S. & Gitarama, A.M. 2020. AMONIA PADA SISTEM BUDIDAYA IKAN. *Syntax Lit.* **5** (2) 112–125.
- Willem H. Siegers, Y.P. dan A.S. 2019. PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA (*Oreochromis sp.*) PADA TAMBAK PAYAU. **3** (11) 95–104.
- Wurts, W.A. & Durborow, R.M. 1992. Interactions of pH, Carbon Dioxide, Alkalinity and Hardness in Fish Ponds William. *South. Reg. Aquac. Cent.* **0** (464) 1–4.
- Yanto, H., Hasan, H. & Sunarto, S. 2015. Studi Hematologi Untuk Diagnosa Penyakit Ikan Secara Dini di Sentra Produksi Budidaya Ikan Air Tawar Sungai Kapuas Kota Pontianak. *J. Akuatika.* **VI** (1) 11–20.
- Yetti, E., Soedharma, D. & Haryadi, S. 2011. JPSL Vol. (1) : 10-15 , Juli 2011. *JPSL.* **1** (1) 10–15.
- Yovidianto, I.A., Mahmudi, M. & Darmawan, A. 2019. Pemetaan Distribusi Kualitas Air Untuk Mendukung Budidaya Perikanan Menggunakan Sistem Informasi Geografis, Kasus Di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji. *JFMR-Journal Fish. Mar. Res.* **3** (3) 373–381.
- Yulis, P.A.R., Desti & Febliza, A. 2018. Analisis kadar DO, BOD dan COD air sungai Kuantan terdampak penambangan emas tanpa izin. *J. Bioterdidik.* (113) 64–75.
- Yuni, K.P., Hasan, H. & Hasan, E. 2019. STUDI HEMATOLOGI IKAN SEMAH (*Tor Douronensis*), JELAWAT (*Leptobarbus Hoeveni*), TENGADAK (*Barbonymus Schwanefeldi*), BIAWAN (*Helostoma Temmincki*), dan BOTIA (*Chromobotia Macracanthus*). *J. Ruaya J. Penelit. dan Kaji. Ilmu Perikan. dan Kelaut.* **7** (1) 65–69.
- Zissalwa, F., Syawal, H. & Lukistyowati, I. 2020. Profil Eritrosit Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang Diberi Pakan Mengandung Ekstrak Daun Mangrove (*Rhizophora apiculata*) dan di Pelihara dalam Keramba Erythrocyte Profile of *Pangasius hypophthalmus* Feed with *Rhizophora Apiculata* Leaf Extr. **25** (1) 70–78.

LAMPIRAN

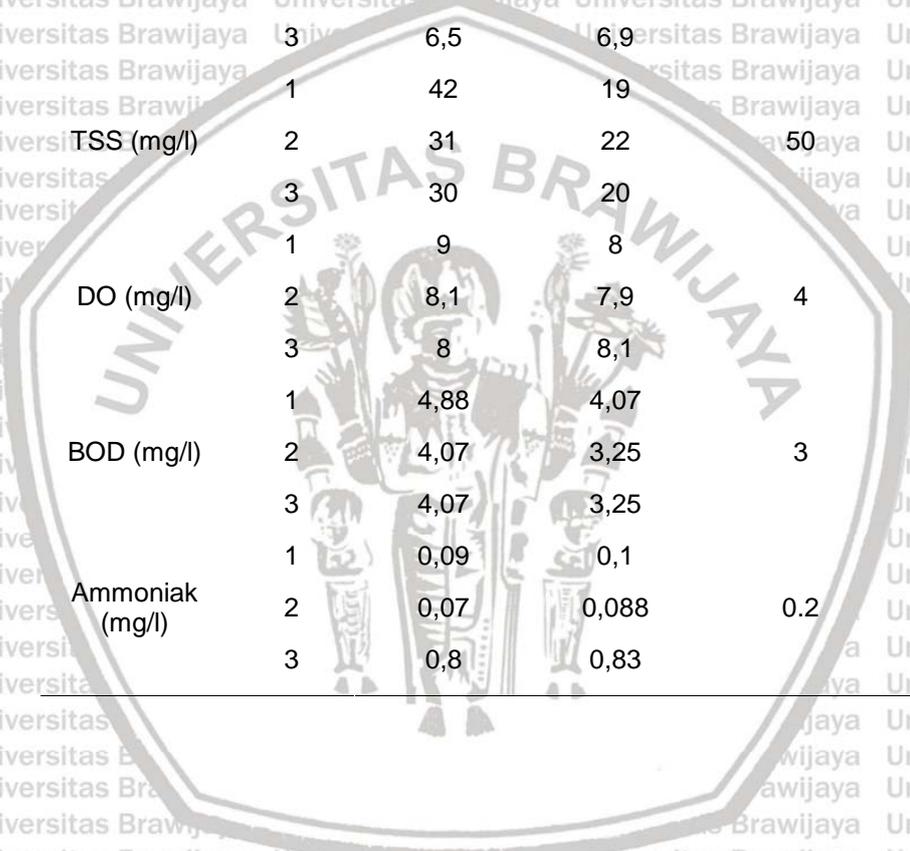
Lampiran 1. Lokasi Penelitian



Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air

a. Data Kualitas Air

| Parameter | Stasiun | Sampling | | Ambang Batas Normal | Acuan |
|-----------------|---------|----------|-------|---------------------|--|
| | | 1 | 2 | | |
| Suhu (°C) | 1 | 18,1 | 17,9 | Deviasi 3 | Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 |
| | 2 | 19,2 | 18,3 | | |
| | 3 | 18,2 | 19,2 | | |
| pH | 1 | 7,1 | 7,2 | 6 - 9 | Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 |
| | 2 | 6,5 | 7,3 | | |
| | 3 | 6,5 | 6,9 | | |
| TSS (mg/l) | 1 | 42 | 19 | 50 | Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 |
| | 2 | 31 | 22 | | |
| | 3 | 30 | 20 | | |
| DO (mg/l) | 1 | 9 | 8 | 4 | Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 |
| | 2 | 8,1 | 7,9 | | |
| | 3 | 8 | 8,1 | | |
| BOD (mg/l) | 1 | 4,88 | 4,07 | 3 | Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2001 |
| | 2 | 4,07 | 3,25 | | |
| | 3 | 4,07 | 3,25 | | |
| Ammoniak (mg/l) | 1 | 0,09 | 0,1 | 0.2 | Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 |
| | 2 | 0,07 | 0,088 | | |
| | 3 | 0,8 | 0,83 | | |



b. Tabel DO di Air Tawar Berdasarkan Suhu
(Boyd, 1980)

| °C | Mg/l | °C | Mg/l |
|----|-------|----|------|
| 0 | 14.16 | 18 | 9.18 |
| 1 | 13.77 | 19 | 9.01 |
| 2 | 13.40 | 20 | 8.84 |
| 3 | 13.05 | 21 | 8.68 |
| 4 | 12.70 | 22 | 8.53 |
| 5 | 12.37 | 23 | 8.38 |
| 6 | 12.06 | 24 | 8.25 |
| 7 | 11.76 | 25 | 8.11 |
| 8 | 11.47 | 26 | 7.99 |
| 9 | 11.19 | 27 | 7.86 |
| 10 | 10.92 | 28 | 7.75 |
| 11 | 10.67 | 29 | 7.64 |
| 12 | 10.43 | 30 | 7.53 |
| 13 | 10.20 | 31 | 7.42 |
| 14 | 9.98 | 32 | 7.32 |
| 15 | 9.76 | 33 | 7.22 |
| 16 | 9.56 | 34 | 7.13 |
| 17 | 9.37 | 35 | 7.04 |

c. Indeks Pencemaran

| Samplng | Stasiun | Parameter | Ci | Lij | Ci/Lij | Ci/Lij Baru | Ci/Lij Baru Rata-rata | Ci/Lij Baru Max | IP | Status |
|---------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------------|-----------------------|-----------------|------|-----------------|
| | | pH | 7 | 6-9 | 0.33 | 0.33 | | | | |
| | | BOD | 4.88 | 3 | 1.63 | 2.06 | | | | |
| | | DO | 6.6 | 4 | 0.50 | 0.50 | | | | |
| 1 | | TSS | 35 | 50 | 0.70 | 0.70 | 1.06 | 2.33 | 1.81 | Tercemar Ringan |
| | | Amoniak | 0.09 | 0.2 | 0.45 | 0.45 | | | | |
| | | Suhu | 18 | 24-26 | 2.33 | 2.33 | | | | |
| | | pH | 7.2 | 6-9 | 0.20 | 0.20 | | | | |
| | | BOD | 4.07 | 3 | 1.36 | 1.36 | | | | |
| | | DO | 6.4 | 4 | 0.54 | 0.54 | | | | |
| 1 | 2 | TSS | 31 | 50 | 0.62 | 0.62 | 0.88 | 2.23 | 1.70 | Tercemar Ringan |
| | | Amoniak | 0.07 | 0.2 | 0.35 | 0.35 | | | | |
| | | Suhu | 18.3 | 24-26 | 2.23 | 2.23 | | | | |
| | | pH | 7.3 | 6-9 | 0.13 | 0.13 | | | | |
| | | BOD | 4.07 | 3 | 1.36 | 1.66 | | | | |
| | | DO | 6.8 | 4 | 0.46 | 0.46 | | | | |
| | 3 | TSS | 30 | 50 | 0.60 | 0.60 | 1.52 | 4.00 | 3.03 | Tercemar Ringan |
| | | Amoniak | 0.8 | 0.2 | 4.00 | 4.00 | | | | |
| | | Suhu | 18.2 | 24-26 | 2.27 | 2.27 | | | | |
| | | pH | 6.5 | 6-9 | 0.67 | 0.67 | | | | |
| | | BOD | 4.07 | 3 | 1.36 | 1.66 | | | | |
| | | DO | 7.4 | 4 | 0.37 | 0.37 | | | | |
| | 1 | TSS | 42 | 50 | 0.84 | 0.84 | 1.07 | 2.37 | 1.84 | Tercemar Ringan |
| | | Amoniak | 0.1 | 0.2 | 0.50 | 0.50 | | | | |
| | | Suhu | 17.9 | 24-26 | 2.37 | 2.37 | | | | |
| | | pH | 6.7 | 6-9 | 0.53 | 0.53 | | | | |
| | | BOD | 3.25 | 3 | 1.08 | 1.17 | | | | |
| | | DO | 7.3 | 4 | 0.36 | 0.36 | | | | |
| | 2 | TSS | 33 | 50 | 0.66 | 0.66 | 0.92 | 2.33 | 1.77 | Tercemar Ringan |
| | | Amoniak | 0.088 | 0.2 | 0.44 | 0.44 | | | | |
| | | Suhu | 18 | 24-26 | 2.33 | 2.33 | | | | |
| | | pH | 6.9 | 6-9 | 0.40 | 0.40 | | | | |
| | | BOD | 3.25 | 3 | 1.08 | 1.08 | | | | |
| | | DO | 7.9 | 4 | 0.25 | 0.25 | | | | |
| | 3 | TSS | 32 | 50 | 0.64 | 0.64 | 1.45 | 4.15 | 3.11 | Tercemar Ringan |
| | | Amoniak | 0.83 | 0.2 | 4.15 | 4.15 | | | | |
| | | Suhu | 18.4 | 24-26 | 2.2 | 2.2 | | | | |

Lampiran 3. Profil Darah dan Panjang Lebar

a. Profil Darah

| Parameter | Stasiun | Sampling 1 | | | Rata-rata | Sampling 2 | | | Rata-rata |
|-------------|---------|------------|---------|---------|-----------|------------|---------|---------|-----------|
| | | lkan 1 | lkan 2 | lkan 3 | | lkan 1 | lkan 2 | lkan 3 | |
| Haemoglobin | 1 | 4,8 | 6 | 6 | 6 | 6,5 | 5 | 6,7 | 6 |
| | 2 | 6,2 | 4,8 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| | 3 | 6,6 | 6,8 | 5 | 6 | 4,3 | 5 | 6,4 | 5 |
| Eritrosit | 1 | 420000 | 680000 | 370000 | 490000 | 1600000 | 440000 | 750000 | 930000 |
| | 2 | 730000 | 660000 | 660000 | 683333 | 1110000 | 1040000 | 1220000 | 1123333 |
| | 3 | 700000 | 1200000 | 1060000 | 986667 | 850000 | 970000 | 800000 | 873333 |
| Leukosit | 1 | 51200 | 43800 | 60000 | 51667 | 49400 | 97000 | 64000 | 70133 |
| | 2 | 44200 | 78000 | 65800 | 62667 | 56000 | 66800 | 55000 | 59267 |
| | 3 | 78000 | 58200 | 118000 | 84733 | 60600 | 67400 | 103200 | 77067 |
| Mikronuklei | 1 | 10 | 19 | 15 | 15 | 17 | 19 | 18 | 18 |
| | 2 | 13 | 18 | 17 | 16 | 23 | 28 | 26 | 26 |
| | 3 | 11 | 14 | 12 | 12 | 27 | 32 | 28 | 29 |

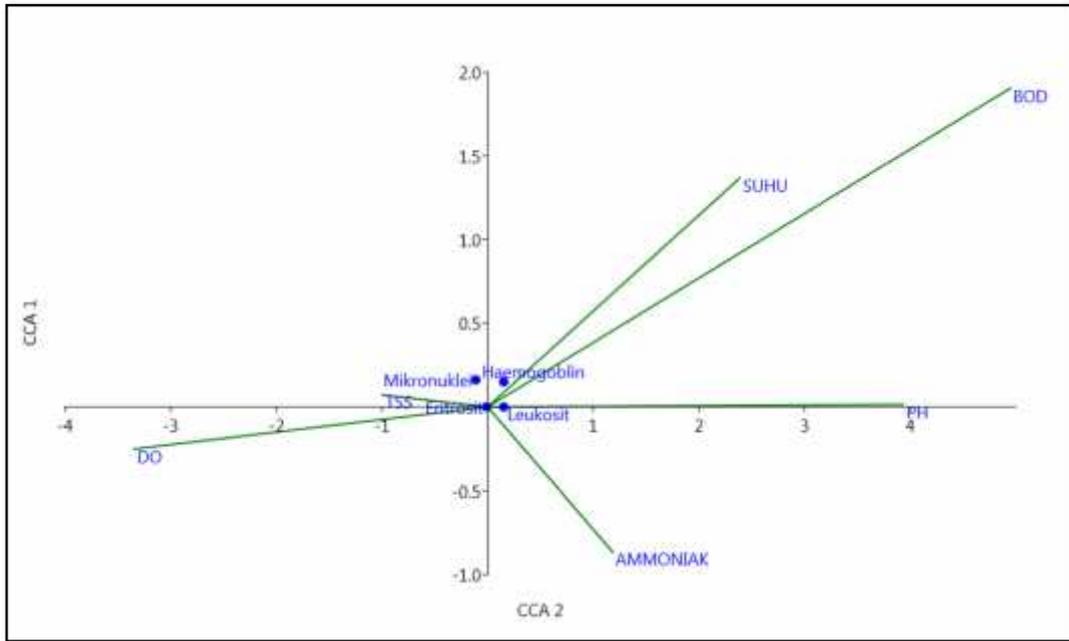
b. Panjang Lebar

| Stasiun | lkan | Sampling 1 | | Sampling 2 | |
|---------|------|------------|-------|------------|-------|
| | | Panjang | Lebar | Panjang | Lebar |
| 1 | 1 | 7,55 | 1,82 | 8,31 | 1,52 |
| | 2 | 8,42 | 0,5 | 4,21 | 2,04 |
| | 3 | 6,84 | 0,94 | 5,91 | 1,96 |
| 2 | 1 | 7,61 | 1,54 | 7,92 | 2,04 |
| | 2 | 6,51 | 1,86 | 6,74 | 1,54 |
| | 3 | 4,31 | 1,54 | 8,36 | 0,6 |
| 3 | 1 | 6,61 | 1,73 | 7,64 | 1,04 |
| | 2 | 5,81 | 1,66 | 6,54 | 0,84 |
| | 3 | 6,94 | 1,1 | 4,81 | 2,04 |

c. Panjang Berat

| Jantan | | Betina | | Pustaka |
|----------------|--------------|----------------|--------------|------------------------------|
| Panjang (mm) | Berat (gram) | Panjang (mm) | Berat (gram) | |
| 55.70 – 114.63 | 2.14 – 21.32 | 51.33 – 133.74 | 1.68 – 30.02 | (Jusmaldi dan Hariani, 2019) |
| 50.16 – 106.52 | 2.20 – 15.45 | 45.67 – 131.11 | 1.27 – 31.15 | (Jusmaldi dan Hariani, 2019) |
| 56.64 – 120.28 | 2.02 – 14.29 | 60.60 – 146.01 | 3.69 – 43.34 | (Jusmaldi dan Hariani, 2019) |
| 95.50 | 11.23 | 40.00 | 0.70 | (Lim et al., 2013) |

Lampiran 4. Canonical Correspondence Analysis



Lampiran 5. Pustaka Acuan Profil Kesehatan Ikan Berdasarkan Profil Darah

| Pustaka | Eri | Leu | Hb | He | Mik | Keterangan |
|-----------------------------------|-----|-----|----|----|-----|--|
| Zulkarnain <i>et al.</i> , (2017) | + | + | - | - | - | Pada ikan teleostei, jumlah normal eritrosit adalah $1,05 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6$ sel/mm ³ . Pada ikan teleostei, jumlah normal leukosit adalah $20 \times 10^3 - 150 \times 10^3$ sel/mm ³ . |
| Fauzan <i>et al.</i> , (2017) | + | + | - | - | - | Eritrosit Ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) normal, yaitu 20.000 – 3.000.000 sel/mm ³ . Leukosit Ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) normal, yaitu 20.000 – 150.000 sel/mm ³ . |
| Nursatia <i>et al.</i> , (2017) | + | + | - | - | - | Eritrosit Ikan patin (<i>Pangassius sp.</i>) normal, yaitu 20.000-3.000.000 sel/mm ³ . Leukosit Ikan patin (<i>Pangassius sp.</i>) normal, yaitu $2 \times 10^4 - 1,5 \times 10^5$ sel/mm ³ . |
| Yuni <i>et al.</i> , (2019) | + | + | + | + | - | Jumlah eritrosit pada ikan normal yaitu $3,18 \times 10^5$ sel/mm ³ . Jumlah leukosit ikan normal berkisar antara 20.000-150.000 sel/mm ³ dan jumlah hematokrit ikan sehat berkisar antara 32.000 - 146.000 sel/mm ³ . Hb pada ikan teleostei berkisar antara 10 – 14. |
| Ahmed and Sheikh (2020) | + | + | + | + | - | Jumlah eritrosit <i>Channa punctatus</i> yang belum terpapar deltrameltrin berada pada kisaran $3,139 \times 10^6 - 3,165 \times 10^6$ sel/mm ³ , sedangkan yang terpapar deltrameltrin berkisar $1,873 \times 10^6 - 2,833 \times 10^6$ sel/mm ³ . Jumlah leukosit pada <i>Channa punctatus</i> yang belum terpapar deltrameltrin berkisar $18,084 \times 10^3 - 18,808 \times 10^3$ sel/mm ³ , sedangkan yang terpapar deltrameltrin berkisar $14,793 \times 10^3 - 20,564 \times 10^3$ sel/mm ³ . Hb normal antara 12 – 18. |
| Hertika <i>et al.</i> , (2021) | + | + | + | + | + | Jumlah eritrosit Ikan Bader Bang (<i>Barbonymus altus</i>) yaitu 1.515.277 sel/mm ³ . Jumlah leukosit yaitu 122.591 sel/mm ³ . Jumlah Hb 6.6 G%. Jumlah hematokrit yaitu 27%. Jumlah Mikronuklei yaitu 24 – 72 sel/1000. |

Keterangan

(+) = Membahas

(-) = Tidak membahas

Hb = Haemoglobin

Leu = Leukosit

Eri = Eritrosit

Mik = Mikronuklei

He = Hematokrit

Lampiran 6. Foto Kegiatan

Pengambilan Sampel dan Data Lapangan



Pengambilan Sampel Ikan



Pengambilan Sampel Air Parameter pH



Pengambilan Sampel Ikan Menggunakan Sesar



Pengambilan Sampel Air Parameter DO

Pengukuran Data Laboratorium



Pengambilan Sampel Darah



Hasil Pewarnaan Sampel Darah

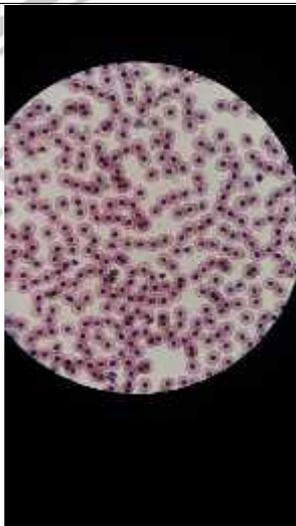


Hasil Pengambilan Sampel Darah Untuk Haemoglobin



Pengukuran Sampel Air Parameter Ammoniak

Hasil Profil Darah



Hasil Pengamatan Mikronuklei



Hasil Pengamatan Leukosit



Hasil Pengamatan Eritrosit

Lampiran 7. Alat dan Fungsi

| No. | Alat | Fungsi |
|-----|--------------------------|--|
| 1. | Pipet tetes | : Untuk memindahkan larutan dalam skala kecil |
| 2. | Mikroskop binokuler | : Untuk mengamati darah pada ikan |
| 3. | Spuit 1 cc | : Untuk mengambil darah pada ikan |
| 4. | Appendorf | : Untuk wadah darah ikan |
| 5. | Burret | : Untuk mengukur volume suatu larutan, digunakan dalam titrasi |
| 6. | pH Meter | : Untuk mengukur pH pada perairan |
| 7. | Thermometer Hg | : Untuk mengukur suhu pada perairan |
| 8. | Washing Bottle | : Untuk wadah aquades |
| 9. | GPS | : Untuk mengetahui letak geografis |
| 10. | Spektrofotometer | : Untuk menghitung panjang gelombang |
| 11. | Haemocytometer | : Untuk menghitung darah ikan |
| 12. | Erlenmeyer | : Untuk tempat pencampuran larutan |
| 13. | Gelas Ukur | : Untuk mengukur air sampel maupun larutan |
| 14. | DO Meter | : Untuk mengukur DO dan suhu di perairan |
| 15. | Nampan | : Untuk alas membedah ikan |
| 16. | Spatula | : Untuk pengaduk larutan |
| 17. | Botol Inkubasi | : Untuk tempat sampel air BOD |
| 18. | Inkubator | : Untuk tempat inkubasi sampel BOD |
| 19. | Timbangan analitik | : Untuk mengukur berat objek |
| 20. | Objek glass | : Untuk pengamatan darah dan mikronuklei ikan |
| 21. | <i>Handtally counter</i> | : Untuk menghitung jumlah sel darah yang ditemukan. |
| 22. | Cover glass | : Untuk menutup bagian objek glass |
| 23. | Pipet Thoma eritrosit | : Untuk mengencerkan darah dalam pengamatan eritrosit. |
| 24. | Pipet Thoma leukosit | : Untuk mengencerkan darah dalam pengamatan leukosit. |
| 25. | Botol sampel | : Untuk tempat sampel air. |
| 26. | Labu ukur | : Untuk tempat sampel air. |
| 27. | Kompur listrik | : Untuk memanaskan larutan. |
| 28. | Coolbox | : Untuk menyimpan sampel. |

Lampiran 8. Bahan Dan Fungsi

| No. | Bahan | Fungsi |
|-----|---|--|
| 1. | Air Sampel | : Sebagai bahan yang akan diuji. |
| 2. | Aquades | : Sebagai larutan kalibrasi. |
| 3. | Methanol | : Sebagai larutan pemfiksasi. |
| 4. | HNO ₃ | : Sebagai larutan untuk mengawetkan sampel logam berat. |
| 5. | Larutan auaregia | : Sebagai larutan untuk mendestruksi senyawa organic dengan logam berat. |
| 6. | MnSO ₄ | : Sebagai larutan pengikat oksigen bebas. |
| 7. | Alkali iodide azida | : Sebagai larutan pembentuk endapan coklat. |
| 8. | H ₂ SO ₄ | : Sebagai larutan untuk pengondisian asam |
| 9. | Na ₂ S ₂ O ₃ 0,25N | : Sebagai larutan titrasi. |
| 10. | Amilum | : Sebagai larutan untuk pengondisian basa. |
| 11. | Larutan K Na Tartat | : Sebagai larutan untuk mengendapkan Cl dalam larutan agar tidak mengganggu terbentuknya kompleks berwarna kuning kemerahan. |
| 12. | Nessler | : Sebagai larutan untuk membantu terjadinya pengomplekkan berwarna kuning kemerahan. |
| 13. | Asam sulfanilat | : Sebagai pelarut dalam NaOH. |
| 14. | H ₂ SO ₄ | : Sebagai larutan untuk membuat pereaksi campuran A. |
| 15. | NaOH | : Sebagai larutan untuk membentuk terjadinya senyawa kompleks yang berbentuk kuning kemerahan. |
| 16. | Na-sitrat 3,8% | : Sebagai larutan antikoagulan. |
| 17. | Giemsa | : Sebagai larutan pewarnaan darah pada ikan. |
| 18. | Darah ikan | : Sebagai objek akan dihitung total darah dan mikronukleinya. |
| 19. | Tisu | : Sebagai pembersih alat. |
| 20. | Larutan hayem | : Sebagai larutan pewarna pada pengamatan eritrosit. |
| 21. | Larutan turk | : Sebagai larutan pewarna pada pengamatan leukosit. |
| 22. | Aluminium foil | : Sebagai pembungkus botol inkubasi. |
| 23. | Kertas label | : Sebagai pemberi tanda saat pengamatan. |