

**PROFIL DARAH IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*) DALAM RANGKA  
MENILAI KONDISI PERAIRAN DAS BRANTAS KOTA MALANG JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh:

**DEVI RAHMANIA NUREKA WASTI  
NIM. 175080101111002**



**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 DAS BRANTAS KOTA MALANG JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**DEVI RAHMANIA NUREKA WASTI  
NIM. 175080101111002**



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





**SKRIPSI**

**PROFIL DARAH IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*) DALAM RANGKA  
MENILAI KONDISI PERAIRAN DAS BRANTAS KOTA MALANG JAWA TIMUR**

Oleh:

**DEVI RAHMANIA NUREKA WASTI**

**NIM. 175080101111002**

Telah dipertahankan didepan penguji  
pada tanggal 6 Juli 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dosen Pembimbing 1**



**Ir. Kusriani, MP**

**NIP. 19560417 198403 2 001**

**Tanggal: 7/13/2021**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing 2**



**Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP**

**NIP. 19720529 200312 1 001**

**Tanggal: 7/13/2021**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan**

**Manajemen Sumber Daya Perairan**



**Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP.**

**NIP. 19680919 200501 1 001**

**Tanggal: 7/13/2021**

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Devi Rahmania Nureka Wasti

NIM : 175080101111002

Judul Skripsi : Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dalam  
Rangka Menilai Kondisi Perairan DAS Brantas Kota Malang  
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 di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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, 29 Juni 2021



Devi Rahmania Nureka Wasti

NIM.175080101111002



## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dalam Rangka Menilai Kondisi Perairan DAS Brantas Kota Malang Jawa Timur

Nama Mahasiswa : Devi Rahmania Nureka Wasti

NIM : 175080101111002

Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Ir. Kusriani, MP

Pembimbing 2 : Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP.

### 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 : 6 Juli 2021



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat karuniaNya saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi. Pada proses penulisan skripsi ini saya mendapat bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi
2. Keluarga saya yaitu Bapak Wasito, Ibu Tini Dwi Wati, Deva Rahmania N.W. dan Arviona Trisa M. yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara finansial kepada penulis,
3. Ibu Ir. Kusriani, MP dan Bapak Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP. selaku dosen pembimbing I dan II yang senantiasa memberi bimbingan dan dukungan dalam penulisan skripsi.
4. Ibu Iwin dan Ibu Titin selaku laboran yang senantiasa memberikan dukungan peralatan dan bimbingan saat analisis sampel.
5. Teman-teman satu bimbingan (Hafizh, April, Ilham, Punto, Iswati, Ikhsan, Serly, Bimanty dan Sintan) yang selalu memberi semangat.
6. Hafizh Gigih Purnama yang selalu memberikan semangat, motivasi dan saran dalam mengerjakan laporan.
7. Teman kos (Aprillia dan Adel) dan Sahabat Sosial Masyarakat (Anisa F. dan Dinda P.) yang selalu menghibur dan memberi semangat dalam mengerjakan laporan.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan-kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dengan pahala yang setimpal.

Malang, 29 Juni 2021



## RINGKASAN

**DEVI RAHMANIA NUREKA WASTI.** Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dalam Rangka Menilai Kondisi Perairan DAS Brantas Kota Malang Jawa Timur (dibawah bimbingan **Ir. Kusriani** dan **Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP.**)

Sungai Brantas merupakan badan air yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas terletak di Kota Malang, Jawa Timur. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) merupakan salah satu jenis ikan wader asli sumber Sungai Brantas. Penelitian ini bertujuan dalam penentuan kesehatan ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) berdasarkan profil darah. Kegunaan dari penelitian ini adalah dapat digunakan untuk mengetahui hasil analisa kesehatan ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) berdasarkan profil darah dan analisis kualitas perairan berdasarkan metode *Canocal Correspondence Analysis* (CCA) dan Indeks Pencemaran. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan teknik survei. Penelitian ini dilakukan di tiga lokasi yaitu Sungai Swereg, Sungai Metro Pisang Candi dan Sungai Joyosuko. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*). Sampel yang diambil di ketiga lokasi adalah tiga ekor ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang dilakukan dua kali *sampling* dengan jarak waktu 2 minggu yang ditangkap menggunakan jaring. Lokasi pengambilan sampel kualitas air sama dengan pengambilan atau *sampling* ikan. Kualitas air yang diambil dalam penelitian ini antara lain suhu, pH, DO, BOD, Amoniak dan TSS. Sedangkan profil darah ikan yang diambil ada eritrosit, leukosit, haemoglobin, dan mikronuklei. Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengukuran kualitas air selama dua *sampling* di ketiga Lokasi adalah suhu didapatkan hasil berkisar antara 22.1 – 24.2 °C, pH berkisar antara 6.5 – 7.2, DO memiliki kisaran 5.5 – 6.9 mg/l, BOD berkisar antara 4.07 – 4.88 mg/l, amoniak berkisar antara 0.049 – 0.097 mg/l dan TSS berkisar antara 30 – 42 mg/l. Ketiga lokasi tergolong tercemar ringan berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 baku mutu kelas II. Nilai BOD yang melebihi ambang batas. Hasil darah yang didapatkan yaitu jumlah eritrosit berkisar antara 430.000 – 1.200.000 sel/mm<sup>3</sup>, jumlah leukosit berkisar antara 20.800 – 127600 sel/ mm<sup>3</sup>, konsentrasi haemoglobin berkisar antara 4 – 6 gram/% dan jumlah mikronuklei berkisar antara 11 – 27 sel/1000. Hasil uji CCA yang didapatkan jumlah eritrosit cenderung di pengaruhi oleh kualitas air dengan keseluruhan yang tinggi. Dikarenakan titik eritrosit dapat di proyeksikan ke seluruh parameter kualitas air dengan jarak yang dekat dapat diartikan jumlah eritrosit cenderung di pengaruhi oleh nilai kualitas air yang tinggi. Jumlah leukosit cenderung dipengaruhi oleh nilai DO tinggi, amoniak sedang ke rendah, pH sedang ke rendah, TSS sedang ke rendah, suhu sedang ke rendah dan BOD sedang ke rendah. Nilai hemoglobin cenderung di pengaruhi nilai BOD yang tinggi, DO yang tinggi, amoniak sedang ke rendah, pH sedang ke rendah, suhu sedang ke rendah dan TSS sedang ke rendah. Nilai mikronuklei cenderung dipengaruhi oleh nilai BOD yang tinggi, DO tinggi, pH sedang ke rendah, TSS sedang ke rendah, amoniak sedang ke rendah dan suhu sedang ke rendah. Saran yang dapat diberikan yaitu perlu adanya peran serta masyarakat sekitar dalam menjaga lingkungan perairan.



## SUMMARY

**DEVI RAHMANIA NUREKA WASTI.** *Blood Profile of Cakul Wader Fish (*Puntius binotatus*) in order to assess the condition of the waters of the Brantas watershed, Malang City, East Java* (under the guidance of Ir. Kusriani and Dr. Asus Maizar Suryanto H., S.Pi., MP.)

Brantas River is a body of water located in East Java Province. One of the Brantas Watersheds (DAS) is located in Malang City, East Java. Cakul wader fish (*Puntius binotatus*) is one type of wader fish native to the Brantas River. This study aims to determine the health of wader cakul fish (*Puntius binotatus*) based on the darahcal profile. The usefulness of this research is that it can be used to determine the results of the health analysis of the Cakul wader fish (*Puntius binotatus*) based on the darahcal profile and the analysis of water quality based on the Canocal Correspondence Analysis (CCA) and Pollution Index methods. Method used is descriptive method with survey technique. This research was conducted in three locations, namely the Swereg River, the Metro Pisang Candi River and the Joyosuko River. The sample used in this study was wader cakull fish (*Puntius binotatus*). The samples taken at the three locations were three wader cakul fish (*Puntius binotatus*) which were sampled twice with an interval of 2 weeks which were caught using nets. The location for sampling water quality is the same as taking or sampling fish. The water quality taken in this study included temperature, pH, DO, BOD, Ammonia and TSS. Meanwhile, the blood profile of the fish taken was erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, and micronuclei. The results obtained after measuring water quality during two samplings at the three stations were that the temperature ranged from 22.1 – 24.2 °C, pH ranged from 6.5 – 7.2, DO had a range of 5.5 – 6.9 mg/l, BOD ranged from 4.07 – 4.88 mg/ l, ammonia ranged from 0.049 – 0.097 mg/l and TSS ranged from 30 – 42 mg/l. The three locations are classified as lightly polluted based on PP No. 22 of 2021, class II quality standards. BOD value that exceeds the threshold. The blood results obtained were the number of erythrocytes ranging from 430,000 – 1,200,000 cells/mm<sup>3</sup>, the number of leukocytes ranged from 20,800 – 127600 cells/mm<sup>3</sup>, the hemoglobin concentration ranged from 4-6 grams/% and the number of micronuclei ranged from 11 – 27 cells/1000. The CCA test results obtained that the number of erythrocytes tends to be influenced by high overall water quality. Because the erythrocyte point can be projected to all water quality parameters with a close distance, it can be interpreted that the number of erythrocytes tends to be influenced by high water quality values. The number of leukocytes tends to be influenced by high DO values, moderate to low ammonia, moderate to low pH, moderate to low TSS, moderate to low temperature and medium to low BOD. Hemoglobin values tend to be influenced by high BOD values, high DO, moderate to low ammonia, moderate to low pH, moderate to low temperature and moderate to low TSS. Micronuclei values tend to be influenced by high BOD values, high DO, moderate to low pH, moderate to low TSS, moderate to low ammonia and moderate to low temperatures. Suggestions that can be given are the need for the participation of the surrounding community in protecting the aquatic environment.



**KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang dilimpahkan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi dengan judul "Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dalam Rangka Menilai Kondisi Perairan DAS Brantas Kota Malang 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 referensi dalam penelitian selanjutnya sekaligus menambah wawasan ataupun gambaran dan informasi mengenai analisis kesehatan Profil Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) dan kondisi kualitas air DAS Brantas Kota Malang Jawa Timur. Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, saya berharap kepada berbagai pihak untuk dapat memberikan masukan yang bersifat membangun untuk menjadikan laporan ini lebih baik.

Malang, 29 Juni 2021



Devi Rahmania Nureka Wasti  
NIM. 175080101111002

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>i</b>
<b>IDENTITAS TIM PENGUJI</b> .....	<b>ii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Kegunaan Penelitian .....	4
1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Sungai .....	6
2.2 Ikan Wader Cakul ( <i>Puntius binotatus</i> ) .....	8
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	8
2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Makan .....	9
2.3 Parameter Kualitas Air .....	10
2.3.1 Suhu .....	10
2.3.2 pH .....	11
2.3.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	12
2.3.4 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) .....	13
2.3.5 Amoniak .....	14
2.3.6 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	14
2.4 Darah Ikan .....	15
2.4.1 Sel Darah Merah (Eritrosit) .....	16
2.4.2 Sel Darah Putih (Leukosit) .....	17
2.4.3 Haemoglobin .....	18
2.5 Mikronuklei .....	19
2.6 Proses Masuknya Bahan Pencemar Pada Ikan .....	20
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1 Materi Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.3 Metode Penelitian .....	23
3.3.1 Teknik Pengumpulan Data .....	23
3.3.2 Penentuan Titik Lokasi .....	25
3.3.3 Teknik Pengambilan Ikan .....	25
3.3.4 Metode Pengambilan Darah Ikan .....	25
3.3.5 Metode Pengamatan Eritrosit .....	25
3.3.6 Metode Pengamatan Leukosit .....	26
3.3.7 Metode Pengamatan Konsentrasi Haemoglobin .....	27
3.4 Metode Pengamatan Mikronuklei .....	28
3.5 Metode Pengukuran Kualitas Air .....	28
3.5.1 Suhu .....	29



3.5.2	pH.....	29
3.5.3	Oksigen Terlarut (DO).....	29
3.5.4	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	30
3.5.5	Amoniak.....	30
3.5.6	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	31
3.6	Analisis Data.....	32
3.6.1	Metode Algoritma CCA.....	32
3.6.2	Metode Indeks Pencemaran.....	33
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>35</b>
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	35
4.1.1	Lokasi 1.....	35
4.1.2	Lokasi 2.....	36
4.1.3	Lokasi 3.....	37
4.2	Analisa Morfologi Ikan Wader ( <i>Puntius binotatus</i> ).....	38
4.3	Parameter Kualitas Air.....	40
4.3.1	Suhu.....	40
4.3.2	pH.....	41
4.3.3	Oksigen Terlarut (DO).....	43
4.3.4	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	44
4.3.5	Amoniak.....	46
4.3.6	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	47
4.4	Analisis Indeks Pencemaran (IP).....	48
4.5	Kondisi Darah Ikan Wader ( <i>Puntius binotatus</i> ).....	50
4.5.1	Jumlah Eritrosit.....	50
4.5.2	Jumlah Leukosit.....	52
4.5.3	Haemoglobin.....	54
4.6	Mikronuklei.....	55
4.7	Analisis Data <i>Canocal Correspondence Analysis</i> (CCA).....	57
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>60</b>
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>68</b>

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Baku Mutu Kelas II	54





DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alur Rumusan Masalah .....	3
2. Ikan Wader Cakul ( <i>Puntius binotatus</i> ) dari DAS Brantas Malang .....	8
3. Dokumentasi Lokasi 1 .....	36
4. Dokumentasi lokasi 2 .....	37
5. Dokumentasi Lokasi 3.....	38
6. Hasil <i>Total Length</i> dan <i>Total Width</i> Ikan Wader Cakul ( <i>Puntius binotatus</i> ).....	39
7. Hasil Pengukuran Suhu .....	40
8. Hasil Pengukuran pH .....	41
9. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) .....	43
10. Hasil Pengukuran BOD .....	44
11. Hasil Pengukuran Amoniak.....	46
12. Hasil Pengukuran TSS.....	47
13. Hasil Sel Darah Merah (Eritrosit).....	50
14. Eritrosit Ikan Wader Cakul ( <i>Puntius binotatus</i> ) .....	51
15. Hasil Sel Darah Putih (Leukosit) .....	52
16. Leukosit Ikan Wader Cakul ( <i>Puntius binotatus</i> ).....	53
17. Hasil Perhitungan Haemoglobin.....	54
18. Hasil Perhitungan Mikronuklei.....	56
19. Hasil Pengamatan Mikronuklei.....	56
20. Hasil Uji <i>Canocal Correspondence Analysis</i> (CCA).....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian .....	68
2. Tinjauan Pustaka Profil Darah dan Mikronuklei Ikan .....	69
3. Alat dan Bahan Skripsi .....	73
4. Data Hasil Kualitas Air .....	75
5. Data Hasil Pengamatan Darah Ikan .....	76
6. Dokumentasi Kegiatan .....	78
7. Hasil Kualitas Air menggunakan Indeks Pencemaran (IP) .....	86
8. Hasil Pengukuran <i>Total Length</i> dan <i>Total Wldth</i> .....	87





## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai Brantas merupakan salah satu sungai terpanjang di Pulau Jawa yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Sungai Brantas memiliki panjang 320 km dengan luas cekungan 120.000 km<sup>2</sup>. Sungai Brantas memiliki peran yang penting untuk beberapa wilayah di area Provinsi Jawa Timur, salah satunya di wilayah Kota Malang. Kota Malang merupakan daerah yang memanfaatkan aliran air dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas untuk berbagai kebutuhan. Pemanfaatan DAS Brantas Malang dapat dibagi menjadi dua yaitu kepentingan komersial (kebutuhan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), industri dan Perusahaan Listrik Negara (PLN)) dan *non* komersial (kebutuhan rumah tangga dan pertanian). Kualitas air yang mengalir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang perlu diperhatikan demi memenuhi kebutuhan (Astuti *et al.*2017).

Kepadatan penduduk Kota Malang menurut Lusiana *et al.*(2020), semakin meningkat setiap tahunnya dapat berpengaruh pada kualitas air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Kota Malang. Limbah yang berasal dari kegiatan penduduk dibuang langsung ke sungai, maka semakin tinggi aktivitas industri dan domestik disepanjang sungai, semakin signifikan terjadinya perubahan kualitas air. Perubahan kualitas air dapat dideteksi dari organisme yang hidup di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang. Salah satu organisme yang bisa digunakan untuk mendeteksi perubahan kualitas air yaitu ikan. Ikan merupakan salah satu organisme yang mudah ditemukan dan paling banyak hidup di lingkungan perairan sungai (Tyastuti *et al.*2016).

Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) menurut Sentosa dan Djumanto (2010), merupakan spesies ikan endemik di Sungai Brantas. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) mampu hidup dengan kondisi lingkungan sesuai habitatnya,



namun untuk melakukan pemijahan ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) memerlukan suhu cukup dingin, kondisi perairan relatif jernih, arus tidak terlalu deras dan oksigen yang cukup baik. Profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) untuk adaptasi dan kelangsungan hidup ikan itu sendiri dan tidak memengaruhi genetiknya. Profil darah dapat digunakan sebagai indikator perubahan kualitas perairan.

Parameter profil darah menurut Parrino *et al.*(2013), sebagai status pendugaan kesehatan ikan dalam merespon kualitas perairan, penyakit dan nutrisi. Parameter darah dapat digunakan untuk menentukan status kesehatan ikan adalah mikronuklei, konsentrasi haemoglobin, jumlah eritrosit (sel darah merah) dan leukosit (Saparuddin, 2019). Perubahan kualitas perairan memengaruhi kesehatan ikan karena perairan merupakan habitat ikan dalam kelangsungan hidupnya. Untuk mengetahui kondisi suatu perairan dapat dilakukan analisis parameter fisika, kimia, dan biologi (Sahabuddin dan Erma 2012). Perubahan parameter perairan secara signifikan dapat memengaruhi profil darah ikan. Penelitian yang sama menurut Lestari *et al.*(2017), menjelaskan bahwa perubahan kualitas perairan dan adanya bahan pencemar memengaruhi profil darah di ikan. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian lanjutan mengenai kesehatan ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) berdasarkan profil darah di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kota Malang, Jawa Timur dan kaitannya dengan perubahan kualitas perairan meliputi suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS.

## 1.2 Rumusan Masalah

Sungai Brantas merupakan badan air yang melewati beberapa wilayah di Jawa Timur salah satunya di Kota Malang. Disekitar dan sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang terdapat berbagai aktivitas manusia mulai dari pemukiman, industri dan pertanian yang membuang limbah cairnya, yang



selanjutnya akan menyebabkan berubahnya kondisi perairan di aliran sungai tersebut. Pemeriksaan darah pada ikan memiliki peran dalam mendeteksi adanya gangguan fisiologis pada ikan. Rumusan masalah yang dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 1.** Diagram Alur Rumusan Masalah

**Keterangan :**

1. Aktivitas manusia yang menghasilkan limbah seperti limbah dari pertanian, kegiatan domestik (rumah tangga) dan pertanian yang dibuang ke sungai akan menyebabkan pencemaran.
2. Masuknya limbah- limbah industri, pertanian dan domestik (rumah tangga) yang berlebih akan menyebabkan perubahan kondisi kualitas air yang meliputi parameter suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS.
3. Pengaruh perubahan parameter suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS akan memengaruhi profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Kota Malang. Pemeriksaan darah ikan akan memberikan informasi bagaimana pencemaran yang terjadi bagi kesehatan ikan.

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi kualitas air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang?

2. Bagaimana profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang tertangkap di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang?

3. Bagaimana hubungan antara kesehatan ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) dengan kualitas perairan di DAS Brantas Kota Malang?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kualitas air meliputi suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang.

2. Menganalisis profil darah pada ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang.

3. Menganalisis hubungan kesehatan profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) dengan kualitas perairan di DAS Brantas Kota Malang

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi kepada dinas terkait dan peneliti mengenai profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) serta mengkaji kondisi kualitas perairan meliputi suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang. Selain itu, untuk mengetahui hubungan kualitas air dengan kesehatan ikan kaitannya dengan pencemaran di DAS Brantas, Kota Malang.

### 1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2021 hingga Juni 2021 di tiga lokasi yaitu Sungai Swereg, Sungai Metro Pisang Candi dan Sungai Joyosuko yang merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **lampiran 1**. Analisis gambaran profil darah ikan dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan



dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir.



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sungai

Sungai merupakan menurut Wardiningsih dan Salam (2019), habitat bagi organisme perairan yang keberadaannya dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya.

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang bersifat mengalir yang harus dikelola secara menyeluruh dan berkelanjutan untuk kebutuhan masyarakat. Sungai juga merupakan sumber air yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kegiatan diantaranya kegiatan industri, kegiatan domestik (rumah tangga), pertanian, dan pemanfaatan lainnya. Kegiatan tersebut jika tidak dikendalikan dengan baik akan menyebabkan perubahan kondisi kualitas perairan. Perubahan kualitas perairan akan menyebabkan kerusakan, gangguan dan rentan bagi organisme yang hidup bergantung pada sumber daya air. Kualitas air di daerah hulu umumnya lebih baik daripada hilir. Pemanfaatan daerah hulu lebih sederhana dan bersifat alami seperti perkampungan kecil, pegunungan dan hutan. Pemanfaatan lahan meningkat ke arah hilir, hal tersebut suplai limbah dari hulu ke hilir semakin meningkat. Akhirnya daerah hilir merupakan tempat akumulasi pembuangan limbah dari hulu.

Sungai merupakan menurut Hakim *et al.*(2019), habitat organisme air terjadi hubungan timbal balik antara organisme air dengan lingkungannya.

Sungai merupakan tempat air mengalir dari mata air sampai muara. Sungai merupakan sumber daya air yang terletak diatas permukaan tanah yang memiliki

komponen badan sungai dan kawasannya. Sungai merupakan menurut

Yoviandianto *et al.* (2019), tempat-tempat pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dimana batas kiri kanannya dan sepanjang alirannya oleh garis sempadan. Wilayah sungai merupakan kesatuan wilayah tata pengairan dari hasil pengembahan beberapa daerah pengaliran sungai. Sungai memiliki



kawasan tampungan air yang akan mengalir ke badan sungai, yang dinamakan Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai (DAS) mendefinisikan sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (*DTA atau catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem daerah unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam. Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat berpengaruh terhadap karakteristik sungai.

### 2.1.1 Sungai Brantas

Sungai Brantas merupakan menurut Priatna *et al.* (2016), badan air yang terletak di Provinsi Jawa Timur diantara  $110^{\circ} 30'$  dan  $112^{\circ} 55'$  BT dan  $7^{\circ} 01'$  dan  $8^{\circ} 15'$  LS. Aliran Sungai Brantas berawal dari Desa Brantas (Batu) yang berasal dari simpanan air Gunung Arjuno kemudian mengalir ke beberapa wilayah Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang dan Mojokerto. Sungai Brantas mempunyai area Daerah Aliran Sungai (DAS) sekitar  $11.800 \text{ km}^2$  atau  $\frac{1}{4}$  dari luas Provinsi Jawa Timur. Sungai Brantas membentang 320 km mengalir melingkari gunung berapi masih aktif yaitu Gunung Kelud. Sungai Brantas di Kabupaten Mojokerto bercabang menjadi dua aliran yaitu ke Sungai Porong (Sidoarjo) dan Sungai Kalimas (Surabaya) dan bermuara di Selat Madura.

Kota Malang bagian selatan menurut Ramu (2004), terdapat aliran Sungai Brantas bergabung dengan Sungai Metro dan Sungai Lesti di tepi kiri, selanjutnya menuju hulu Bendungan Sutami. Aliran Sungai Brantas belok ke utaranya barat laut, kemudian bergabung dengan Sungai Ngrowo. Sungai Brantas mengalir ke arah barat laut hingga Kartososno dan selanjutnya ke arah timur hingga Mojokerto, selanjutnya mengalir dan bercabang ke Sungai porong



(Sidoarjo) dan Sungai Kalimas (Surabaya). Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa setelah Sungai Bengawan Solo. Sungai Brantas sangatlah penting untuk berbagai aktivitas masyarakat Jawa Timur diantaranya untuk industri, pertanian dan domestik (rumah tangga).

## 2.2 Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

### 2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) menurut Fishbase (2021),

sebagai berikut :

- Kingdom : Animalia
- Filum : Chordata
- Kelas : Teleostei
- Ordo : Cypriniformes
- Famili : Cyprinidae
- Genus : Puntius
- Spesies : *Puntius binotatus*
- Nama lokal : Wader Cakul



a.



b.

**Gambar 2.** (a) Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Fishbase, 2017) (b) Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) diambil dari DAS Brantas Malang



Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) menurut Cahyadi, et al.(2021), mempunyai karakteristik tubuh licin, mempunyai empat sungut di kepalanya.

Bagian tubuh ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) mempunyai gurat sisi sempurna. Jari-jari terakhir sirip dorsal bergerigi dan mengeras, 4 ½ sisik antara gurat sisi dan awal sirip dorsal. Warna tubuh antara abu-abu perak sampai hijau keabu-abuan, bagian perut lebih pucat sedangkan bagian punggung lebih gelap.

### 2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Makan

Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) menurut Norfahronni et al. (2014), sering ditemukan di sungai, danau atau rawa. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) merupakan ikan beraktivitas pada permukaan air. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) aktif beraktivitas di siang hari. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) ini mampu hidup di kondisi lingkungan perairan baik dari hulu hingga hilir dan biasanya ditemukan ditengah hingga dasar sungai yang dangkal. Akhir musim penghujan menurut Sentosa dan Djumanto (2010), induk wader yang sebelumnya hidup di daerah lindungan akan beruaya pemijahan ke daerah sungai dengan pola ruaya tersebar sepanjang bagian pinggir sungai yang memiliki dasar kombinasi kerikil, pasir, dan bebatuan. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) tidak melakukan pemijahan jika perairan sungai keruh. Namun, ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) mampu bertahan hidup pada intensitas hujan yang cukup tinggi, seperti banjir dan air yang keruh. Keberadaan habitat pemijahan wader berupa daerah berbatu dan dangkal di zona pinggiran sungai.

Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) menurut Purnamaningtyas dan Wahyu (2013) termasuk ikan herbivora. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) biasa memakan tumbuhan, fitoplankton, dan detritus ataupun cacing sutra. Ukuran berat dan umurnya merupakan faktor untuk mengindikasikan jumlah pakan yang dibutuhkan oleh ikan setiap harinya. Kebiasaan makanan sangat tergantung pada lingkungan. Ikan akan cenderung menurut Lagler (1992), mencari makanan



didaerah yang sumberdaya makanan melimpah dan yang disukai. Banyaknya spesies ikan yang beradaptasi diri dengan persediaan makanan di perairan akan menyebabkan keragaman ikan di perairan tinggi.

## 2.3 Parameter Kualitas Air

### 2.3.1 Suhu

Suhu merupakan menurut Bahriyah *et al.*(2018), salah satu faktor penting, karena perubahan suhu dapat memengaruhi berbagai laju reaksi kimia, baik dalam tubuh organisme maupun pada lingkungan. Pertumbuhan biota air sangat dipengaruhi suhu air. Kisaran suhu optimal ikan di perairan tropis yaitu antara 28°C-32°C, kisaran tersebut konsumsi oksigen ikan mencapai 2,2 mg/g berat tubuh-jam. Pada suhu 25°C, konsumsi oksigen mencapai 1,2 mg/g berat tubuh-jam. Kisaran suhu 18°C-25°C ikan masih mampu bertahan hidup namun nafsu makan mulai turun. Suhu memengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun diperairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. suhu di suatu badan air dipengaruhi oleh lintang, musim, waktu dalam hari, penutupan awan, sirkulasi udara dan kedalaman badan air. Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air yang berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme-organisme akuatik mempunyai kisaran suhu tertentu (batas atas dan batas bawah) yang disukai untuk pertumbuhannya.

Suhu air kisaran 12°C-18°C berbahaya bagi ikan, sedangkan suhu di bawah 12°C ikan tropis akan mati keedinginan. Oleh karena itu, representasi nilai suhu suatu perairan menjadi penting untuk dikaji sebagai informasi data penelitian kualitas lingkungan (Kordi dan Tancung.2007). Suhu berpengaruh terhadap kondisi darah ikan. Suhu yang meningkat secara drastis dalam waktu



yang lama dapat menyebabkan ikan menjadi stres dan terjadi perubahan pada kondisi darah, salah satunya adalah leukosit. Ikan yang mengalami stres akibat perubahan lingkungan maupun karena infeksi akan meningkatkan respon sistem kekebalan tubuh pada ikan, yakni leukosit (Lubis *et al.* 2016).

### 2.3.2 pH

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Air bersifat basa atau asam tergantung nilai besar kecilnya pH.

Nilai pH dibawah kisaran normal, maka air tersebut bersifat asam sedangkan air yang mempunyai pH diatas pH normal maka bersifat basa. Limbah cair industri akan mengubah pH air yang menyebabkan terganggunya kehidupan organisme perairan (Arfiati, 2020). Derajat keasamaan (pH) sangat berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemar dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan bentuk zat di dalam air. Sangat penting untuk mengetahui nilai pH dalam air karena berhubungan dengan daya racun atau bahan pencemar di perairan yang dapat membahayakan bagi organisme akuatik maupun manusia yang mengkonsumsinya. Kelarutan pH pada air kelas 3 yaitu harus berkisar antara 6-9 (Isnaini, 2011).

Derajat keasaman atau pH merupakan logaritma negatif dari konsentrasi ion Hidrogen ( $H^+$ ). Kisaran pH menunjukkan keadaan asam dan basa pada perairan. Perairan dengan pH sebesar 7 dianggap netral atau tidak dalam keadaan asam maupun basa, pH >7 dianggap dalam keadaan basa dan pH <7 dianggap dalam keadaan asam. Kisaran pH suatu perairan dapat meluas mencapai 0-14. Nilai-nilai pH kebanyakan ditemui jatuh antara 0 dan 14. Kisaran pH layak untuk kehidupan organisme air adalah dari 5.5 sampai 10. Nilai pH kurang dari dapat mengakibatkan penurunan pada oogenesis ikan, fertilitas telur atau pertumbuhan anak ikan, atau penetasan telur dan pertumbuhan. Perairan



menurut Satriarti *et al.* (2018), memiliki nilai pH yang lebih kecil dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 merupakan perairan tercemar. Nilai pH kurang dari 6,5, maka bersifat asam dan mengandung ion logam, seperti besi, mangan, tembaga, timbal, dan seng yang beracun. Jika ikan berada pada kondisi tersebut secara terus menerus, akan menyebabkan risiko kesehatan pada ikan yaitu keracunan, sehingga kadar pH pada air jenis ini dikategorikan buruk.

### 2.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan organisme dan Indikator kesuburan perairan. Kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik perairan. Kadar Oksigen terlarut yang baik dalam suatu perairan yaitu > 5 ppm (Megawati, *et al.* 2014). Perairan yang termasuk kategori mesotropik mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi dan jumlah bakteri yang menurun dan H<sub>2</sub>S rendah. Pencemaran yang di sebabkan oleh bahan anorganik tinggi atau limbah yang masuk tidak dapat di gradasi oleh organisme pengurai. Bahan anorganik tinggi mengakibatkan tingginya oksigen terlarut dalam perairan. Suplai oksigen di dapat melalui difusi dan hasil fotosintesis fitoplankton (Utomo, 2013).

Oksigen terlarut yang kurang dari kondisi optimal ikan untuk pertumbuhan dan perkembangan dapat menyebabkan ikan menjadi *stress*, sehingga kekebalan tubuh ikan menurun (Tokah *et al.*, 2017). Oksigen terlarut 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. Peranan oksigen dalam kondisi aerobik adalah mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang akan menghasilkan nutrisi, sehingga dapat memberikan kesuburan perairan.



### 2.3.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

*Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah indeks yang menunjukkan bahan organik dari buangan limbah dengan menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dipakai dalam periode tertentu (biasanya 5 hari) sewaktu zat organik dalam air buangan diuraikan kemudian dioksidasikan oleh mikroba. Nilai BOD sebagai tolak ukur adanya kandungan senyawa organik yang dapat di biodegradasi.

Senyawa organik yang berada di dalam perairan akan dirombak oleh bakteri memanfaatkan oksigen terlarut, yang menyebabkan turunnya kadar oksigen perairan sampai mencapai tingkat terendah, keadaan ini akan mengganggu keseimbangan ekologi perairan yang menerima limbah (Isnaini.2011).

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik pada kondisi aerobik. BOD adalah angka indeks yang digunakan dalam penentuan pencemar dari limbah perairan. Semakin besar konsentrasi BOD, maka dapat dipastikan konsentrasi bahan organik dalam perairan tersebut juga tinggi (Prihatin *et al.*2018). BOD ditentukan menurut Nurjanah *et al.*2017, dengan menginkubasi air sampel selama 5 hari dan mengukur oksigen yang hilang dari awal hingga akhir tes. Hasil tes BOD untuk menetapkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk stabilisasi biologi dari zat organik yang ada dan digunakan dalam menentukan ukuran fasilitas pengolahan yang dibutuhkan, menentukan tingkat efisiensi proses pengolahan yang sudah dilakukan dan untuk menyesuaikan dengan bahan baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Nilai BOD memberikan gambaran kemampuan alami perairan dalam mendegradasi bahan organik yang ada. Nilai tersebut akan menunjukkan kemampuan perairan dalam memulihkan dirinya (*self purification*), apakah masih cukup baik atau sudah sangat rendah.



### 2.3.5 Amoniak

Amoniak merupakan hasil penguraian (pembusukan) bahan organik seperti bangkai hewan, kotoran hewan dan sebagainya. Jadi, jika terdapat Amoniak dalam air, ada kemungkinan terjadi perombakan bahan organik seperti masukan kotoran hewan dan bahan organik lainnya (Azizah dan Humairoh.2015). Sumber Amoniak terdapat juga dalam mineral tanah yang masuk ke badan air melalui erosi tanah. Kadar Amoniak yang baik bagi kehidupan ikan air tawar kurang dari 1 ppm. Apabila kadar Amoniak telah melebihi 1,5 ppm, maka perairan tersebut telah terjadi pencemaran (Tatangindatu *et al.* 2013).

Efek amoniak menurut Sutomo (1989), pada ikan yaitu adanya penyempitan permukaan insang. Adanya hal tersebut menyebabkan proses pertukaran gas dalam insang menurun. Selain itu, amoniak dapat menyebabkan penurunan pada jumlah sel darah merah dan kadar oksigen di dalam darah. Total konsentrasi amoniak pada perairan alami sebesar 0.25 mg/l dapat membahayakan untuk ikan dan organisme perairan lainnya. Tidak hanya ikan, sungai yang mengalami pencemaran juga sangat berbahaya bagi kehidupan organisme akuatik lainnya.

### 2.3.6 Total Suspended Solid (TSS)

Tingginya kandungan TSS menurut Yoviandianto *et al.*(2019), disebabkan adanya penggunaan lahan dari hulu dan sepanjang daerah aliran sungai. Jenis penggunaan lahan seperti perumahan penduduk dan semak belukar. Jenis penggunaan lahan tersebut menyebabkan terjadinya erosi partikel tanah yang kemudian masuk ke daerah aliran air sungai dan konsentrasi padatan tersuspensi dalam air sungai meningkat. *Total Suspended Solid* (TSS) terdiri dari lumpur pasir dan pasir halus serta jasad renik, terutama berasal dari kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke daerah aliran sungai. Berdasarkan



Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, menjelaskan bahwa nilai baku mutu TSS untuk klasifikasi mutu air kelas II yaitu  $< 50$  mg/L.

*Total Suspended Solid* (TSS) merupakan total residu padatan total yang tersaring dengan ukuran partikel maksimal  $2\mu\text{m}$ . *Total Suspended Solid* (TSS) berperan penting dalam produktivitas primer perairan. Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi disebabkan karena pada perairan tersebut menjadi tempat akumulasi padatan. Parameter *Total Suspended Solid* (TSS) sering dijadikan sebagai parameter kualitas perairan di karenakan, TSS yang tinggi dapat menunjukkan kondisi perairan yang buruk (Andini *et al.*, 2015).

#### 2.4 Darah Ikan

Salah satu parameter untuk melihat kelainan yang terjadi pada ikan adalah darah, baik yang terjadi adanya penyakit atau kondisi lingkungan. Ikan yang terserang penyakit ditandai dengan perubahan nilai kadar haemoglobin, jumlah eritrosit dan jumlah leukosit. Pemeriksaan darah berperan sebagai indikator tingkat keparahan suatu penyakit pada ikan. Studi darah merupakan kriteria penting untuk diagnosis dan penentuan kesehatan ikan (Lestari *et al.* 2017).

Profil kesehatan darah ikan dapat dijadikan acuan mengetahui kondisi kesehatan dan fungsi fisiologis tubuh. Perubahan darah ikan sebagai indikator adanya infeksi atau kondisi *stress* pada ikan. Perubahan kualitas air akibat pencemaran menyebabkan gangguan pada ikan, seperti ikan menjadi *stress*, sehingga ikan menjadi lemah dan mudah terserang organisme pathogen. Saat kondisi *stress*, terjadi perubahan jumlah eritrosit, kadar haemoglobin. Sedangkan, jumlah leukosit akan cenderung mengalami peningkatan (Riauwati dan Syawal.2016).

Darah adalah bagian dari komponen fisiologis ikan yang dapat mendeteksi tingkat kesehatan ikan. Sesuai dengan pernyataan bahwa gambaran normal darah ikan diperlukan untuk menentukan status kesehatan dan membantu



diagnosis penyakit pada ikan. Pemeriksaan histopatologi adalah suatu teknis pemeriksaan yang memberikan gambaran mengenai perubahan *abnormal* sel atau jaringan digunakan dalam menetapkan diagnosis penyakit pada ikan.

Pemeriksaan histopatologi pada ikan dapat memberikan gambaran perubahan jaringan ikan yang terinfeksi penyakit akibat pencemaran pabrik industri sekitar.

Darah ikan tersusun atas komponen cairan (plasma) dan komponen seluler (sel-sel darah). Sel-sel darah tersusun atas eritrosit, leukosit dan trombosit (keping darah) yang diedarkan ke seluruh tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup.

Leukosit berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh akan merespon dan dikirim secara pada daerah yang terinfeksi dan mengalami peradangan yang serius.

Peningkatan jumlah total leukosit terjadi adanya respon dari tubuh ikan terhadap keadaan lingkungan pemeliharaan yang buruk, faktor *stress* dan infeksi penyakit (Insivitawati *et al.* 2015).

Pada pembahasan mengenai profil darah ikan, maka berikut ini tabel tinjauan pustaka dari beberapa jurnal atau artikel tentang profil darah ikan (eritrosit, leukosit, haemoglobin dan mikronuklei) yang dilihat dari nilai normal gambaran darah ikan. Disajikan pada **lampiran 2**.

#### **2.4.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)**

Sel darah merah (eritrosit) ikan menurut Chinabut *et al.*(1991), mempunyai inti, bentuk umumnya bulat dan oval tergantung spesies ikannya.

*Stress* dan suhu lingkungan dapat memengaruhi jumlah eritrosit tiap spesies.

Bentuk oval sampai bundar, inti kecil dan sitoplasma jumlah besar pertanda eritrosit matang. Inti sel berwarna ungu dan dikelilingi plasma warna biru tua (pewarnaan Giemsa). Sel darah merah mengandung haemoglobin yang memungkinkan sel darah merah untuk membawa oksigen dari insang menuju ke seluruh jaringan tubuh.



Sel darah merah (eritrosit) pada ikan menurut Matofani *et al.*(2013), teleostei berkisar  $1,05-3,0 \times 10^8/\text{mm}^3$ . Jumlah eritrosit pada ikan normalnya  $1,3 \times 10^{10}$  sel/ $\text{mm}^3$ . Sel darah merah (eritrosit) berperan sebagai pengangkut haemoglobin dan pengangkut oksigen dari paru-paru. Selain itu, fungsi sel darah merah (eritrosit) antara lain mengkatalis reaksi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan air, sehingga kecepatan reaksi bolak-balik meningkat ribu kali lipat. Kecepatan reaksi ini membuat air dalam darah bereaksi banyak karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), sehingga mengangkutnya dari jaringan menuju paru-paru dalam bentuk  $\text{HCO}_3^-$  (ion bikarbonat). Faktor-faktor yang memengaruhi sel darah merah (eritrosit) antara lain jenis kelamin, spesies, umur, nutrisi pakan, aktivitas fisik dan ukuran. Peningkatan ukuran ikan dan umur akan memengaruhi kebutuhan oksigen. Ikan membutuhkan oksigen untuk respirasi, sirkulasi darah dan metabolisme, sehingga ukuran ikan yang lebih besar akan memiliki jumlah eritrosit lebih banyak daripada yang ukuran kecil (Sari *et al.*2020).

#### 2.4.2 Sel Darah Putih (Leukosit)

Ikan teleostei menurut Zulkarnain *et al.* (2017), jumlah normal leukosit yaitu  $20 \times 10^3 - 150 \times 10^3$  sel/ $\text{mm}^3$ . Tingkat ikan *stress* disebabkan dari kualitas air yang buruk sehingga memengaruhi tingginya jumlah leukosit. Faktor-faktor yang memengaruhi jumlah leukosit yaitu kondisi dan kesehatan tubuh ikan. Peningkatan jumlah leukosit dinamakan *leukositosis* merupakan reaksi *epinephrine* yang mana neutrophil dan limfosit dialirkan kedalam sirkulasi umum sehingga adanya kenaikan jumlah leukosit. Neutrophil berfungsi dalam mempertahankan tubuh dari partikel berbahaya salah satunya bakteri dan sedikit berperan dalam pertahanan tubuh pada perubahan lingkungan sehingga tubuh tidak melakukan produksi neutrophil dan menyebabkan berkurangnya presentase darah. Fungsi limfosit dalam menyediakan sistem pertahanan adanya serangan benda asing yang masuk ke dalam tubuh, jumlah limfosit menurun jika



sudah mengalami infeksi dari mikroba karena sebagian limfosit berpindah dari sirkulasi darah dan bersaing ke dalam jaringan tubuh sehingga terdapat peradangan. Leukosit adalah komponen sel darah yang memiliki fungsi sebagai pertahanan *non* spesifik yang akan melokalisasi dan mengeliminasi patogen. Patogen yang melemah karena telah melewati fase hidup stasioner menyebabkan leukosit diproduksi kembali guna untuk pemulihan kondisi kesehatan ikan. Turunnya respon imunitas ikan menandakan bahwa rendahnya nilai leukosit (Sari *et al.* 2020).

Leukosit berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh yang akan dikirim secara khusus ke daerah yang terinfeksi dan mengalami peradangan yang serius. Peningkatan jumlah total leukosit terjadi akibat adanya respon dari tubuh ikan terhadap kondisi lingkungan pemeliharaan yang buruk, faktor *stress* dan infeksi penyakit. Jumlah leukosit pada ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu jenis atau spesies ikan. Faktor-faktor yang memengaruhi jumlah leukosit harus dikendalikan selama pemeliharaan sehingga ikan tidak terserang pathogen (Insivitawati *et al.* 2015).

#### 2.4.3 Haemoglobin

Haemoglobin atau Hb merupakan menurut Yanto *et al.* (2015), salah satu bagian plasma darah yang berperan penting dalam sistem peredaran darah. Selain itu, haemoglobin berfungsi dalam pengangkutan gas terutama oksigen dari insang yang dipompa ke jantung dan di salurkan ke seluruh tubuh dan organ tubuh, pengangkutan nutrisi ke dalam sel serta pembuangan sisa metabolisme.

Haemoglobin (Hb) darah berhubungan menurut Matofani *et al.* (2013), erat dengan eritrosit, kadar Hb semakin sedikit maka ikan diduga mengalami anemia.

Anemia akan berdampak terjadinya hambatan proses pertumbuhan ikan, karena jumlah eritrosit rendah mengakibatkan suplai makanan ke sel, jaringan dan organ berkurang dan berdampak pada proses metabolisme ikan terhambat.



Haemoglobin atau Hb merupakan komponen sel darah merah yang mengandung zat Fe (Besi) dan protein globin mempunyai sifat yang menyatu dengan oksigen dan mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Kadar haemoglobin berkaitan erat dengan kondisi histopatologi insang. Adanya kerusakan ikan yaitu hiperplasia, edema dan fusi lamella sekunder menyebabkan berkurangnya efisiensi insang saat menyerap oksigen di perairan. Proses metabolisme akan terganggu jika insang menyerap oksigen rendah (Idzni *et al.*2018). Penurunan kadar haemoglobin mengindikasikan ketersediaan oksigen di jaringan terganggu.

Penurunan haemoglobin yaitu ketika ikan mengalami kekurangan energi karena oksigen pada jaringan tubuh berkurang. Penurunan nilai haemoglobin diduga ikan mengalami *stress* dan menyebabkan anemia karena suhu lingkungan tidak stabil sehingga berkurangnya oksigen (Sari, *et al.*2020).

## 2.5 Mikronuklei

Nukleus atau inti sel dimiliki setiap sel makhluk hidup, yang di dalamnya terdapat materi genetik yaitu *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) yang berperan utama untuk mengadakan kontrol terhadap aktivitas sel, salah satunya adalah fungsi reproduksi sel. Mikronuklei berasal dari dua kata yaitu kata *micro* dan *clei* yang artinya inti sel yang memiliki ukuran kecil (mikro) dan makronuklei merupakan inti sel yang memiliki ukuran besar (makro). Mikronuklei merupakan sitoplasma badan kromatin mengandung fragmen kromosom asentrik atau kromosom tertinggal selama anafase kemudian gagal menjadi inti sel selama terjadinya pembelahan sel. Akibat kerusakan genetik yang menghasilkan kelainan kromosom, sehingga menyebabkan pembentukan mikronuklei (Ali *et al.*2008).

Karakteristik mikronuklei menurut Lusiyanti dan Alatas (2011), yaitu diameter kurang dari seperlima diameter inti sel (nukleus) yaitu 10  $\mu\text{m}$  terletak dalam sitoplasma dan diluar inti sel (nukleus), sehingga tidak ada kontak



langsung dengan inti sel (nukleus). Karakteristik mikronuklei yang dapat dibedakan dari nukleus utama yaitu badan ekstra nuklear yang terletak di dalam sitoplasma, bentuk lonjong atau bulat, ukuran  $1/3 - 1/20$  dari nukleus utama di dalam sel, tekstur, warna, dan penampakan menggambarkan nukleus utama, dan posisi terpisah dari nukleus utama. Peningkatan jumlah mikronuklei menurut Yin Yang *et al.* (2017), dikarenakan adanya bahan pencemar diperairan. Sumber pencemaran berasal dari limbah rumah tangga, industri.

## 2.6 Bahan Pencemar dan Proses Masuknya Bahan Pencemar Pada Ikan

Bahan pencemar adalah komponen lain baik secara langsung atau tidak langsung masuk ke dalam suatu sistem dimana menyebabkan kerusakan sistem.

Bahan pencemar dibagi menjadi 2 yaitu polutan *degradable* dan polutan *non degradable*. Polutan *degradable* merupakan kelompok bahan pencemar yang dapat diuraikan, dihilangkan dan dikonsumsi serta dapat diturunkan sifat berbahayanya, sehingga dapat diproses alam atau diproses menggunakan teknologi buatan manusia, seperti IPAL. Bahan pencemar *degradable* terbagi lagi yaitu *rapidly degradable pollutants* dan *slowly degradable pollutants*. *Rapidly degradable pollutants*, merupakan polutan yang terdegradasi cepat, misalnya kotoran manusia, kotoran hewan, limbah tumbuhan dan bangkai. *Slowly degradable pollutants* merupakan bahan pencemar yang membutuhkan waktu lebih lama untuk terdegradasi, misalnya insektisida DDT (*Dichlor Diphenyl Trichloroethane*), PCBs, dan fenol. Bahan pencemar *non degradable* merupakan bahan pencemar yang tidak dapat diurai oleh kemampuan proses alam (Zaman dan Syafrudin, 2007).

Pencemaran yang terjadi di perairan khususnya sungai penyebabnya bisa dari lingkungan sekitar, ataupun kegiatan manusia dan aktivitas organisme di sungai itu sendiri. Namun, pencemaran yang terjadi di sungai lebih banyak



berasal dari limbah kegiatan manusia (pertanian, peternakan, industri) yang akan menyebabkan penurunan kualitas perairan sungai. Ada tiga kategori bahan pencemar berdasarkan sumbernya, yaitu limbah cair domestik, industri, dan pertanian yaitu sebagai berikut :

a. Limbah Cair Domestik

Limbah cair domestik menurut Eris (2009), merupakan limbah yang berasal dari kehidupan sehari-hari manusia di dalam pemukiman. Umumnya limbah berasal dari penggunaan untuk kebersihan yaitu gabungan kamar mandi, toilet, limbah dapur dan cucian. Limbah tersebut dibuang ke got (parit) dan menuju ke aliran sungai.

b. Limbah Cair Industri

Limbah cair industri yaitu sisa buangan yang berasal dari kegiatan proses produksi yang berbentuk cair dan pada umumnya akan dibuang ke saluran-saluran air dan berakhir di sungai. Limbah yang dihasilkan oleh industri berbagai macam, seperti limbah organik (berbau busuk), limbah yang mengandung belerang (berbau busuk), limbah anorganik (berbuih dan berwarna) dan limbah panas. Limbah industri jika dibuang secara terus menerus dan tidak segera ditangani dapat menyebabkan kerusakan bahkan kematian organisme perairan sungai. Selain itu, juga menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat sekitar sungai yang digunakan untuk keperluan sehari-hari, seperti mandi, cuci, dan kakus (Eris, 2009).

c. Limbah Cair Pertanian

Limbah cair pertanian menurut Sahabuddin dan Erma (2012), berasal dari kegiatan pertanian seperti pemakaian pupuk dan pestisida. Pemakaian pupuk dan pestisida yang berlebihan atau tidak sesuai dosis dapat mencemari perairan disekitarnya. Limbah pupuk mengandung fosfat dimana mampu merangsang pertumbuhan gulma air seperti ganggang dan eceng gondok. Limbah pestisida

memiliki aktivitas jangka waktu lama dan saat terbawa air keluar dari areal pertanian dapat menyebabkan kematian bagi hewan yang bukan sasarannya seperti ikan dan hewan air lainnya.

Masuknya bahan pencemar menurut Hertika dan Renanda (2019), pada perairan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan polutan dari tempat absorpsinya menuju ke peredaran darah. Bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang, rantai makanan dan kulit.

Perubahan kondisi perairan mengakibatkan masuknya polutan, sehingga menyebabkan perubahan 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.





## BAB III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah . Parameter kualitas air yang diukur antara lain parameter suhu, TSS, pH, DO, amoniak, BOD. Profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang tertangkap di tiga lokasi yaitu Sungai Swereg, Sungai Metro Pisang Candi dan Sungai Joyo Suko yang merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang, Jawa Timur

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian kualitas air meliputi suhu, pH, DO, BOD amoniak dan TSS, sedangkan profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) meliputi eritrosit, leukosit, haemoglobin dan mikronuklei. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 3.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik survei. Pengambilan data pada metode ini tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi juga meliputi tentang analisis dan pembahasan data. Metode deskriptif adalah menurut Suryana (2010) metode yang digunakan untuk mencari unsur-unsur, karakteristik suatu permasalahan yang ada. Metode ini dimulai dari mengumpulkan data, menganalisis data dan menginterpretasikannya.

#### 3.3.1 Tenik Pengumpulan Data

##### a. Data Primer

Data primer adalah data asli yang diperoleh secara langsung tanpa perantara, sehingga data primer dapat diartikan sebagai data yang tingkat keakuratannya baik. Data primer merupakan menurut Khairurrohman, *et al.* (2014) data yang dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertama. Data primer yang diambil dari

penelitian ini meliputi pengambilan sampel ikan. Selain itu, juga dilakukan pengukuran parameter kualitas air pada sungai dengan mengumpulkan data lapang yang berupa suhu, TSS, pH, oksigen terlarut, Amoniak dan BOD. Data primer didapatkan dengan dengan observasi dan dokumentasi. Pengambilan data primer dilakukan dua kali *sampling* dengan rentang 2 minggu. Observasi berasal dari kata Djaelani (2013), *observation* yang artinya pengamatan, yakni metode yang dilakukan dengan cara mengamati perilaku, kejadian atau kegiatan orang atau sekelompok orang yang diteliti, dan mencatat hasil pengamatan tersebut untuk mengetahui apa yang sebenarnya terjadi. Menurut Wardani dan Puspitasari (2014), wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara bertanya langsung kepada pihak yang mengetahui masalah tersebut. Dokumentasi adalah metode pengumpulan data berupa tulisan, seperti catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, dan lain sebagainya yang berkenaan dengan objek yang diteliti.

#### **b. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan menurut Dewi (2016), data yang diperoleh melalui sumber-sumber kedua atau secara tidak langsung melalui literatur-literatur baik dari, media massa (cetak atau elektronik), buku ataupun jurnal-jurnal ilmiah yang berhubungan dengan tujuan penelitian. Selain itu, data sekunder bisa diperoleh dari perpustakaan. Data sekunder yang di butuhkan untuk penelitian ini dikumpulkan melalui berbagai sumber. Data sekunder ini sangat diperlukan dalam mendukung data primer yang telah ditemukan di lapang. Data sekunder dapat dijadikan perbandingan dari hasil yang telah peneliti dapatkan. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari jurnal, majalah biro statistik, buku maupun publikasi lainnya.



### 3.3.2 Penentuan Titik Lokasi

Penetapan lokasi penelitian dilakukan dengan metode *purposive sampling* yaitu metode teknik sampling *non-random* sampling dimana peneliti menentukan pengambilan sampel dengan cara menerapkan tujuan atau pertimbangan tertentu. Lokasi pengambilan sampel terletak di tiga lokasi yaitu Sungai Swereg, Sungai Metro Pisang Candi dan Sungai Joyosuko yang merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Kota Malang, Jawa Timur.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Ikan

Pengambilan ikan wader (*Puntius binotatus*) dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, Malang menggunakan jaring. Sampel ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) diambil tiga sampel ikan pada setiap lokasinya. Pengambilan ikan dilakukan di tiga lokasi yang sudah ditentukan dan dilakukan pengukuran kualitas air (suhu, pH, DO, BOD, Amoniak dan TSS). Pengambilan darah ikan dilakukan menggunakan spuit yang selanjutnya akan diamati jumlah eritrosit, jumlah leukosit, haemoglobin dan mikronuklei.

### 3.3.4 Metode Pengambilan Darah Ikan

Pengambilan sampel darah, ikan menurut Payung dan Manoppo (2015), langkah - langkahnya sebagai berikut :

1. Meletakkan ikan diatas kain basah pada nampan
2. Mengambil darah di bagian *linea lateralis* dekat insang menggunakan jarum suntik dan diberikan antikoagulan (Na Citrat) untuk mencegah penggumpalan darah.
3. Menyimpan darah yang sudah diambil ke dalam tabung *ependorf* dan siap untuk diamati parameter darahnya.

### 3.3.5 Metode Pengamatan Eritrosit

Pengamatan jumlah sel darah merah ikan dilakukan berdasarkan metode Blaxhall dan Daisley (1973), yaitu mengambil darah menggunakan pipet eritrosit

hingga batas 0,5. Kemudian, darah dicampur dengan larutan hayem sebagai larutan pewarna pada pengamatan eritrosit sampai batasnya 101 yang tertera pada pipet eritrosit. Homogenkan isi pipet dengan cara membuat gerakan angka 8 agar tercampur, buang tetesan pertama, dan masukkan ke dalam kamar hitung *haemocytometer*, serta ditutup dengan *cover glass* dan dilakukan perhitungan di bawah mikroskop. Amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000X menggunakan minyak imersi. Semua eritrosit yang dihitung terdapat dalam 5 kotak kecil. Perhitungan jumlah eritrosit dimulai dari kotak kiri atas, kanan atas, kanan bawah, kiri bawah, dan kotak bagian tengah. Rumus perhitungan jumlah eritrosit adalah :

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

**Keterangan :**

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

**3.3.6 Metode Pengamatan Leukosit**

Pengamatan sel darah putih (leukosit) menurut Yanto *et al.* (2015), pada ikan dimana langkah – langkahnya 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 ikan (leukosit) menggunakan mikroskop cahaya. Pertama-tama pastikan mikroskop diletakkan pada meja datar dengan lensa kondensor diturunkan dan diafragma dikecilkan.

Perbesaran mikroskop yang digunakan yaitu 1000X dengan minyak imersi agar terlihat garis pandang pada *haemocytometer*. 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 :

$$\text{Jumlah Leukosit (Sel/mm}^3\text{)} = n \left( \frac{1}{4 \times 0,1} \right) \times 20$$

**Keterangan:**

- n = Jumlah leukosit terhitung (sel)
- 4 = Jumlah bidang pandang yang diamati
- 0,1 = Konstanta
- 20 = pengenceran

### 3.3.7 Metode Pengamatan Konsentrasi Haemoglobin

Peralatan yang digunakan untuk melakukan perhitungan konsentrasi haemoglobin pada ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) 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 haemoglobin adalah sampel darah ikan yang telah diberi anti koagulan HCL 0,1 N untuk pembentukan asam hemotin dan akuades untuk pengenceran. Pengukuran kadar haemoglobin menurut Putra (2015) dilakukan dengan metode sahlinometer. Prinsip metode ini adalah mengkonversikan haemoglobin dalam darah ke dalam bentuk asam hemotin oleh asam klorida. Prosedur perhitungan konsentrasi haemoglobin adalah



sebagai berikut :

1. Mengambil darah dari *appendof* dengan cara dihisap menggunakan pipet sahli sampai skala 20 mm<sup>3</sup>.
2. Menetesi tabung haemoglobin dengan larutan HCL 0,1 N hingga skala 10.
3. Menghomogenkan darah dengan larutan HCL dengan cara memutar-mutar tabung haemoglobin.
4. Meletakkan tabung pada rak haemoglobin selama 3-5 menit agar haemoglobin bereaksi dengan HCL membentuk asam hemotin.
5. Menambahkan akuades sedikit demi sedikit hingga warnanya sama dengan warna standar.
6. Pembacaan skala lajur gram/100 ml yang berarti banyaknya haemoglobin dalam gram per 100 ml darah.

#### 3.4 Metode Pengamatan Mikronuklei

Menurut Kousar dan Javed (2015), 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  $\pm 10$  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. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000X menggunakan minyak imersi.

#### 3.5 Metode Pengukuran Kualitas Air

Parameter pengukuran kualitas air terdiri dari parameter suhu, pH, DO, BOD, Amoniak dan TSS. Tujuan pengukuran kualitas air untuk mengetahui



kondisi lingkungan habitat ikan hidup. Prosedur pengukuran kualitas air sebagai berikut :

### 3.5.1 Suhu

Pengukuran parameter kualitas air yaitu suhu menggunakan *thermometer Hg*. Pengukuran suhu menurut SNI (2005) dengan cara sebagai berikut :

1. Menyiapkan *thermometer Hg*
2. Mencelupkan *thermometer Hg* kedalam perairan selama  $\pm 2-3$  menit, usahakan membelakangi sinar matahari
3. Mencatat hasil yang didapatkan

### 3.5.2 pH

Pengukuran pH menurut SNI (2006), dilakukan dengan menggunakan pH meter dengan cara sebagai berikut:

1. Menyiapkan pH meter dan mengkalibrasi menggunakan aquades
2. Menekan tombol "HOLD" pada pH meter
3. Memasukkan pH meter ke dalam perairan selama 2 menit
4. Mencatat nilai hasil pH yang didapatkan

### 3.5.3 Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut menurut SNI (2006), menggunakan DO meter dengan cara sebagai berikut:

1. Menyambungkan probe dengan kotak DO meter
2. Menekan tombol ON dan menunggu sampai muncul angka DO (mg/l) pada layar DO meter
3. Memasukkan probe ke dalam perairan yang akan diukur, menunggu hingga stabil
4. Mencatat hasil yang didapatkan

### 3.5.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah menurut Andika *et al.*(2020), jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh suatu organisme sebagai dekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Prosedur pengukuran BOD dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel oksigen terlarut ( $DO_1$ ) dan masukkan ke dalam botol *winkler*
2. Mengukur oksigen terlarut ( $DO_1$ ) dilapang di ukur dengan menggunakan metode *winkler*
3. Mencatat hasil oksigen terlarut ( $DO_1$ ) saat dilapang
4. Mengambil air sampel untuk oksigen terlarut ( $DO_5$ ) dan memasukannya ke botol *winkler* untuk diinkubasi dilaboratorium
5. Menginkubasi air sampel dalam keadaan gelap dengan suhu 20°C
6. Mengukur oksigen terlarut yang telah diinkubasi ( $DO_5$ ) menggunakan metode *winkler*
7. Melakukan perhitungan  $BOD = (DO_1 - DO_5) \times \text{Faktor Pengenceran}$

**Keterangan :**

- $DO_1$  = Hasil pengukuran DO hari ke-1
- $DO_5$  = Hasil pengukuran DO hari ke-5
- Faktor Pengenceran = 1

### 3.5.5 Amoniak

Metode pengukuran amoniak dilakukan di Laboratorium UPT Sumberpasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Prosedur pengukuran amoniak yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan air sampel 25 ml ke dalam gelas ukur
2. Menyaring air sampel 25 ml menggunakan kertas saring ke dalam labu Erlenmeyer
3. Meneteskan 11 tetes larutan *nessler*, homogenkan



4. Menutup erlenmeyer dengan plastik *wrap* tunggu sampai 30 menit untuk perubahan warna

5. Memasukkan ke dalam *cuvet* pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan masuknya (panjang gelombang 640 nm)

**3.5.6 Total Suspended Solid (TSS)**

Metode pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan di Laboratorium

UPT Sumberpasilir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya,

Malang. Prosedur dalam pengukuran TSS yang digunakan sebagai berikut :

1. Memanaskan kertas saring menggunakan oven dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam
2. Mendinginkan kertas saring selama 15 menit
3. Menimbang dengan neraca analitik sampai didapatkan berat konstan
4. Mencatat kertas saring sebagai nilai B
5. Menghomogenkan sampel, kemudian dimasukan ke gelas ukur 100 ml
6. Melakukan penyaringan menggunakan kertas saring dan dilakukan pengambilan dengan *vacum pump*
7. Mengambil kertas saring dan dipanaskan kembali kedalam oven dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam
8. Mendinginkan kertas saring, kemudian ditimbang dengan neraca analitik sampai mendapat berat konstan
9. Mencatat berat kertas saring sebagai nilai A
10. Menghitung padatan tersuspensi dengan rumus SNI 06-6989.3-2004, sebagai berikut :

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

**Keterangan :**

A = Berat kertas saring dan residu (mg)

B = Berat kertas saring (mg)

1000 = Konversi Liter (L) ke mililiter (ml)



### 3.6 Analisis Data

Adapun analisis data yang digunakan sebagai berikut :

#### 3.6.1 Metode Algoritma CCA

Metode analisa data yang dipilih untuk menggabungkan data hasil darah ikan wader cacul (*Puntius binotaus*) meliputi eritrosit, leukosit, haemoglobin dan mikronuklei dengan parameter kualitas air seperti suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS adalah algoritma CCA (*Canonical Correspondence Analysis*). Analisis CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) menggunakan aplikasi Past 4.03.

Metode analisis CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) menurut JiaXin *et al.* 2016, digunakan untuk mengetahui hubungan dari variabel independen ke variabel dependen dan menentukan parameter yang paling mempengaruhi variabel dependen. Variabel independen adalah variabel yang stabil dan tidak terpengaruh oleh variabel lain, sedangkan variabel dependen bergantung pada yang lain faktor yang diukur. Dalam penelitian ini variabel independen adalah parameter kualitas air. Sementara itu, variabel dependen adalah profil darah (termasuk eritrosit, leukosit, hemoglobin dan mikronuklei).

*Canonical Correspondence Analysis* (CCA) menurut Shanshan *et al.*(2021), menjelaskan bahwa suau teknik multivariate dalam mengidentifikasi dan kuantifikasi antara dua variabel. *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) terpusat pada korelasi antara kombinasi linier dari kumpulan variabel dependen  $y' = (y_1, y_2, \dots, y_p)$  dengan kombinasi linier dari kumpulan variabel independen  $x' = (x_1, x_2, \dots, x_q)$ . *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) untuk menentukan pasangan dari kumpulan linier yang memiliki korelasi terbesar. Fungsi kanonik merupakan pasangan dari kombinasi linier, sedangkan korelasinya disebut korelasi kanonik. *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) menurut Rini *et al.*(2012) digunakan untuk menentukan dua set dari basis vektor satu untuk X



dan satu untuk Y, maka mampu menjelaskan korelasi antara dua proyeksi dengan variabel yang ada di dalam basis vektor secara bersamaan.

### 3.6.2 Metode Indeks Pencemaran

Metode Indeks Pencemaran (IP) menurut Saraswati *et al.* (2017) merupakan indeks yang menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Indeks kualitas yang kedua adalah indeks maksimum (IM). Parameter yang dihitung meliputi suhu, pH, DO, BOD, amoniak dan TSS. Prosedur perhitungan indeks pencemaran (IP) sesuai dengan pedoman dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115 tahun 2003 yaitu sebagai berikut :

1. Menghitung harga Ci/Lij untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan sampel, dimana Ci adalah konsentrasi hasil pengukuran dan Lij adalah baku mutu.
2. Pada parameter DO karena nilai konsentrasi rendah menunjukkan pencemaran meningkat maka harus ditentukan nilai Cim (nilai DO jenuh). Nilai Ci/Lij pada parameter DO diganti dengan nilai hasil perhitungan :

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}}$$

3. Pada nilai baku mutu (Lij) parameter kualitas air yang memiliki rentang perhitungan nilai Ci/Lij yaitu sebagai berikut :

- Untuk  $C_i \leq L_{ij}$  rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = \frac{[C_i - L_{ij} \text{ (rata-rata)}]}{\{(L_{ij})_{\text{(minimum)}} - (L_{ij})_{\text{(rata-rata)}}\}}$$

- Untuk  $C_i > L_{ij}$  rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{(\text{rata-rata})}]}{\{(L_{ij})_{(\text{maksimum})} - (L_{ij})_{(\text{rata-rata})}\}}$$

4. Penggunaan hasil dari pengukuran  $(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$  digunakan apabila hasil yang didapatkan  $< 1,0$ . Apabila hasil dari pengukuran didapatkan hasil  $> 1,0$  maka harus dilakukan perhitungan nilai  $(C_i/L_{ij})_{\text{baru}}$  yaitu sebagai berikut:

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \log(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$$

5. Setelah dilakukan perhitungan seluruh nilai  $C_i/L_{ij}$  sesuai dengan ketentuan maka selanjutnya yaitu menghitung nilai indeks pencemaran (IP) dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$IP = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

**Keterangan:**

- Pij = indeks pencemaran
- $C_i$  = konsentrasi parameter kualitas air
- $L_{ij}$  = 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 PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup bahwa kelas Indeks Pencemaran (IP) ada 4, antara lain  $0 \leq IP \leq 1$  (memenuhi baku mutu),  $1 \leq IP \leq 5$  (tercemar ringan),  $5 \leq IP \leq 10$  (tercemar sedang) dan  $IP \geq 10$  (tercemar berat).



## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Secara geografis, kota Malang berada diantara posisi  $112.06^{\circ}$ - $112.07^{\circ}$  BT dan  $7.06^{\circ}$ - $8.02^{\circ}$  LS. Kecamatan yang terletak di kota Malang terdiri dari lima yaitu Kecamatan Kedungkadang, Kecamatan Sukun, Kecamatan Klojen, Kecamatan Blimbing dan Kecamatan Lowokwaru (Fernanda dan Kusuma, 2017).

Pengambilan sampel dilakukan di tiga lokasi yaitu di Sungai Swereg, Sungai Metro Pisang Candi yang berlokasi di Kecamatan Sukun dan Sungai Joyosuko yang berlokasi di Kecamatan Lowokwaru.

#### 4.1.1 Lokasi 1

Lokasi 1 dalam pengambilan sampel dilakukan di Sungai Swereg, Kecamatan Sukun, Kota Malang. Secara geografis Sungai Swereg berada dikoordinat  $112.612188^{\circ}$ BT dan  $7.991227^{\circ}$ LS. Lokasi 1 ini berdampingan dengan pemukiman warga dan pabrik tahu (*home industry*). Akses untuk menuju ke lokasi 1 tergolong mudah. Sungai Swereg masih tergolong sungai yang tingkat pencemaran rendah dikarenakan bioindikator perairan masih lengkap seperti susuh kura (*Sulcospira testudinaria*). Kondisi warna sungai pada lokasi pertama tergolong coklat kehijauan dan terlihat masih jernih tidak terlalu keruh. Selain itu, dilokasi 1 ini tumpukan sampah tergolong sedikit. Dalam pengambilan sampel ikan menggunakan jaring yang dibantu oleh masyarakat setempat dan diambil tiga ikan pada lokasi 1 ini. Hasil wawancara dengan warga sekitar yaitu Bapak Saleh (51 tahun) dan Mas Wisnu (20 tahun), menjelaskan bahwa biasanya ada warga yang memanfaatkan Sungai Swereg untuk mencuci motor dan ada beberapa warga yang menggunakan air untuk kehidupan sehari-harinya. Untuk keluhan dari masyarakat sekitar mengenai Sungai Swereg belum ada sampai saat ini.





a.



b.



c.

**Gambar 3.** Dokumentasi Lokasi 1 (a) Wawancara dengan warga setempat (b) Kondisi air dan Pemukiman (c) susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) (Dokumentasi Pribadi, 2021)

#### 4.1.2 Lokasi 2

Lokasi 2 dalam pengambilan sampel dilakukan di Sungai Metro Pisang Candi Kecamatan Sukun, Kota Malang. Secara geografis berada dikoordinat  $112.607210^{\circ}$  BT dan  $7.975341^{\circ}$  LS. Lokasi ini berada di dekat wilayah perumahan (Perum Alam Dieng Residence) dan mayoritas dikelilingi area

pemukiman serta dekat dengan salah satu universitas swasta di Malang. Selain itu, terdapat jembatan untuk akses jalan pintas menuju ke antar perumahan..

Kondisi perairan masih terlihat bersih dengan warna coklat kehijauan dan ditemukannya tumpukan sampah dalam skala kecil di sekitar perairan. Hasil wawancara dengan warga sekitar yaitu Bapak Muji (35 tahun) menjelaskan



bahwa sekitar lokasi 2 sering dilakukan aktivitas warga yaitu memancing. Dalam pengambilan sampel ikan menggunakan jaring dibantu oleh masyarakat setempat dan diambil tiga ikan pada lokasi 2 ini.



a.



b.



c.

**Gambar 4.** Dokumentasi lokasi 2 (a) Kondisi sungai (b) Pemukiman warga (c) Wawancara dengan masyarakat sekitar (Dokumentasi Pribadi, 2021)

#### 4.1.3 Lokasi 3

Lokasi 3 dalam pengambilan sampel dilakukan di Sungai Joyosuko, Kecamatan Sukun, Kota Malang. Secara geografis berada dikoordinat  $112.600741^{\circ}$  BT dan  $7.949845^{\circ}$  LS. Lokasi ini berada di wilayah pemukiman dan dikelilingi area persawahan. Hasil wawancara dengan warga sekitar Mas Aziz (22 tahun) menjelaskan bahwa sungai ini digunakan untuk irigasi sawah dan setiap harinya ada kegiatan warga yaitu memancing. Kebanyakan warga biasanya memancing sekitar pukul 14.00 – 17.00 WIB. Selain itu, pada lokasi 3 ini



biasanya dimanfaatkan warga untuk mencuci motor. Dalam pengambilan sampel ikan menggunakan jaring yang dibantu oleh masyarakat setempat dan diambil tiga ikan pada lokasi 3 ini.



a.



b.



c.

**Gambar 5.** Dokumentasi Lokasi 3 (a) Kegiatan warga (b) Wawancara dengan warga setempat (c) Kondisi perairan dan pematang sawah (Dokumentasi Pribadi, 2021)

#### 4.2 Analisa Morfologi Ikan Wader (*Puntius binotatus*)

Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) yang tertangkap di ketiga lokasi mempunyai karakteristik yaitu tubuhnya berwarna abu-abu perak sampai hijau keabuan. Selain itu, ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) mempunyai tubuh licin dan empat sungut di kepalanya. *Total Length* (tl) tubuh ikan wader cakul (*Puntius*

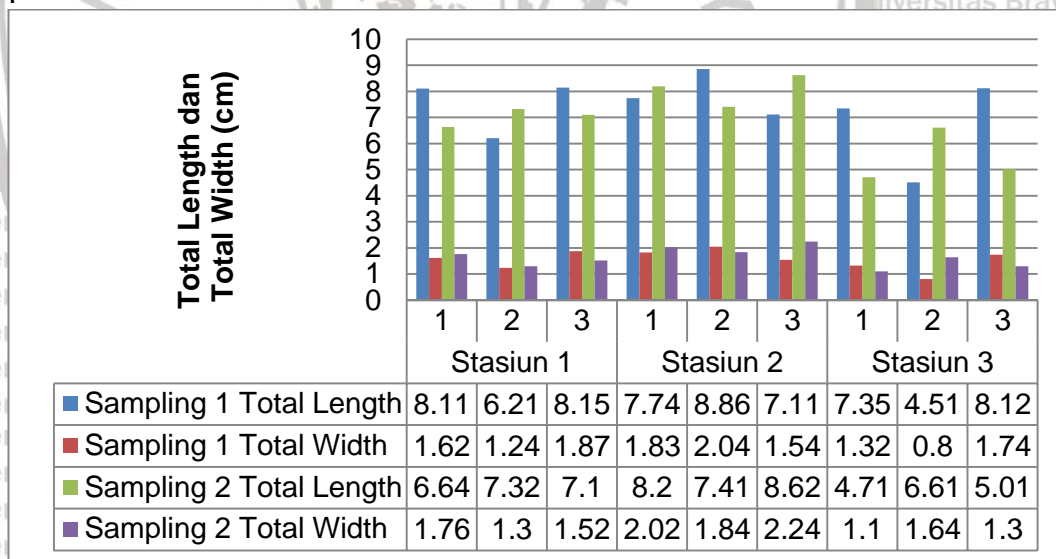
*binotatus*) pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 berkisar antara 6,21 – 8,15 cm, 7,11 – 8,86 cm dan 4,51 – 8,12 cm dan *total width* (tw) pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 berkisar antara 1,24 – 1,87 cm, 1,54 – 2,04 cm dan 0,8 –



1,64 cm dapat dilihat pada **Gambar 6**. Pengukuran *total length* dan *total width* menggunakan jangka sorong. Kondisi ikan di setiap lokasi berbeda-beda. Kondisi ikan yang sakit menunjukkan tanda-tanda seperti lemas, tidak lincah dan terdapat luka pada tubuhnya, sedangkan ikan yang masih sehat gerakannya lincah dan tidak terdapat luka pada tubuhnya. Tabel hasil pengukuran *Total Length* (tl) dan *total width* (tw) disajikan pada **lampiran 8**.



a.



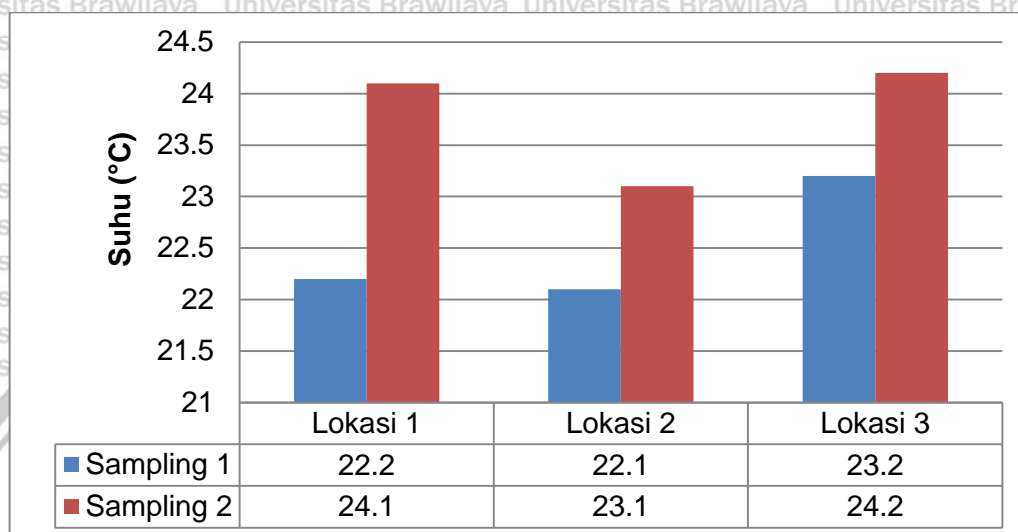
b.

**Gambar 6.** (a) Ikan wader yang tertangkap (*Puntius binotatus*) dan (b) Grafik Pengukuran Total Length dan Total Width Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

### 4.3 Parameter Kualitas Air

#### 4.3.1 Suhu

Pengambilan sampel suhu *sampling* 1 dan *sampling* 2 dilakukan di lapangan pukul 10.00 WIB menggunakan *thermometer Hg*. Hasil pengukuran suhu disajikan pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Hasil Pengukuran Suhu

Berdasarkan grafik diatas, nilai suhu yang didapatkan pada setiap lokasi selama dua kali *sampling*. Suhu yang didapatkan pada lokasi 1 22.1 °C dan 23.2 °C, lokasi 2 didapatkan hasil 22.1 °C dan 23.1 °C dan lokasi 3 didapatkan hasil 23.2 °C dan 24.2 °C. Suhu tertinggi yang didapatkan diketiga lokasi pengambilan *sampling* 1 dan *sampling* 2 yaitu 24.2 °C. Suhu perairan menurut Nelson (2006), ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) berkisar antara 24 °C - 26 °C. Suhu diketiga lokasi tergolong rendah untuk kehidupan ikan wader cakul (*Puntius binotatus*).

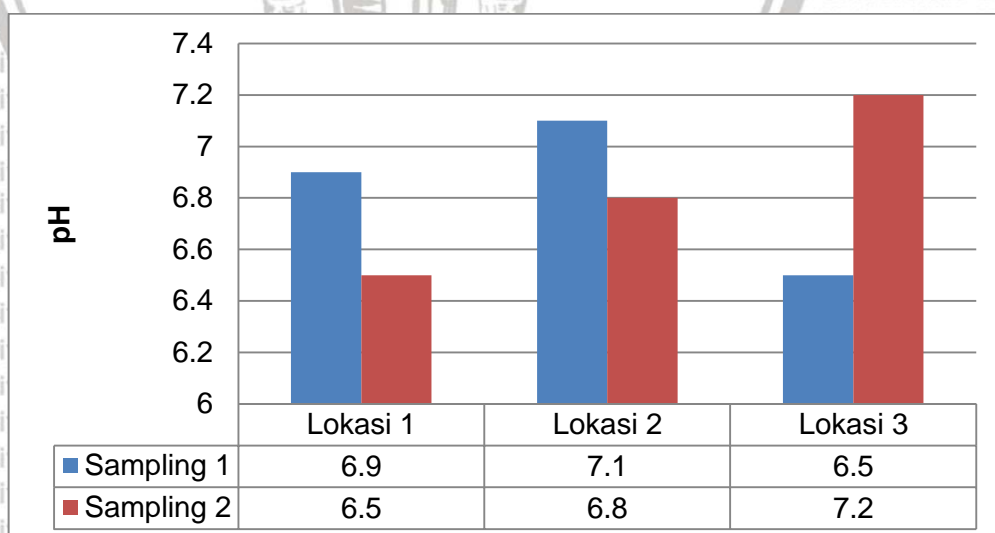
Penurunan suhu lingkungan menurut Satriarti *et al.* (2018), akan terjadi degradasi eritrosit dimana proses respirasi (pernafasan atau pengambilan oksigen) terganggu. Peningkatan suhu akan menyebabkan ikan aktif bergerak, tidak mau berhenti makan dan laju metabolisme meningkat sehingga kotoran



yang dihasilkan ikan lebih banyak, sehingga menyebabkan kualitas air disekitarnya buruk. Kebutuhan oksigen meningkat, namun ketersediaan oksigen air buruk atau turun sehingga ikan kekurangan oksigen dalam darah. Suhu tinggi dapat mengindikasikan terjadinya peningkatan erosit. Suhu tinggi maka jumlah eritrosit meningkat dikarenakan untuk mengurangi *stress* pada ikan maka ikan menyesuaikan fisiologisnya dengan meningkatkan eritrosit. Suhu perairan menurut Muarif (2016), bersifat dinamis dan berubah setiap waktunya. Suhu berpengaruh terhadap aktivitas organisme perairan seperti respirasi, konsumsi pakan, pertumbuhan serta reproduksi. Suhu rendah bisa terjadi karena aktivitas ikan yang lambat dan turunnya nafsu makan pada ikan. Penurunan nafsu makan ikan akan mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah eritrosit pada ikan, karena ikan kekurangan zat besi dalam pakan.

#### 4.3.2 pH

Pengambilan sampel pH *sampling 1* dan *sampling 2* dilakukan di lapang pukul 10.00 WIB dilakukan di lapang menggunakan alat pH meter. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Hasil Pengukuran pH

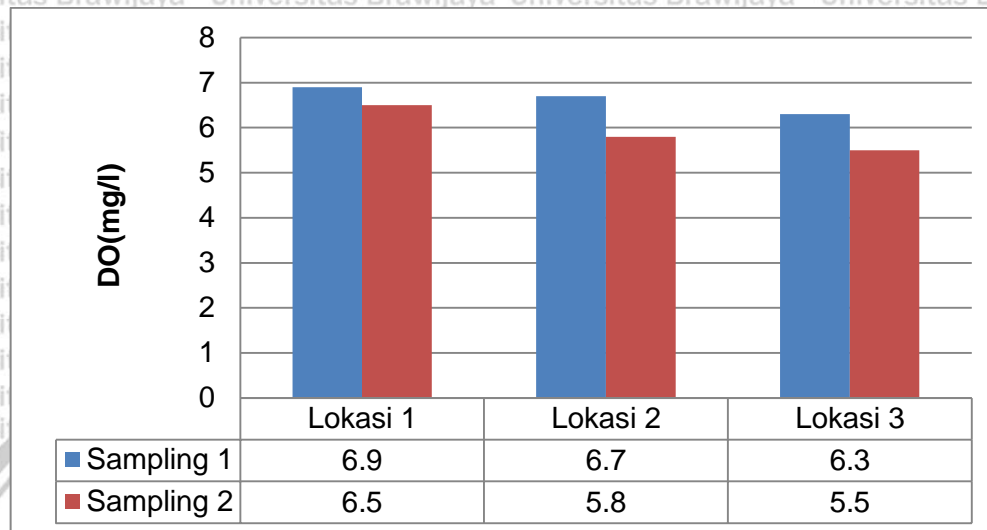
Berdasarkan grafik diatas, nilai pH yang didapatkan di setiap lokasi yang diukur menggunakan pH meter dan dilakukan dua kali *sampling*. Nilai pH yang didapatkan pada lokasi 1 yaitu 6.9 dan 6.5. pH yang didapatkan di lokasi 2 yaitu 7.1 dan 6.8 dan pada lokasi 3 didapatkan hasil 6.5 dan 7.2. Nilai pH berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang diperbolehkan untuk kehidupan organisme akuatik dan kualitas air berkisar antara 6-9 berdasarkan baku mutu kelas II. Dapat diartikan nilai pH disetiap lokasi masih memenuhi standar sesuai peruntukannya.

Salah satu parameter kualitas air yang menghasilkan sifat keasaman atau kebasaan diperairan disebut derajat keasaman (pH). Nilai pH menurut *Hertika et al.*(2021), pH terlalu asam dan diatas ambang batas menyebabkan kematian pada organisme perairan, sedangkan pH terlalu basa menghambat pertumbuhan organisme perairan. Nilai pH menurut Emilia dan Mutiara (2019) berkolerasi dengan ammonia. Nilai pH rendah, ammonia dapat terionisasi dan berubah menjadi ammonium. Limbah buangan industri dan limbah permukiman akan mempengaruhi nilai pH yang akan mengganggu kehidupan organisme perairan. Nilai pH dapat dipengaruhi oleh buangan limbah organik dan anorganik ke dalam perairan. Limbah organik bisa berasal dari limbah domestik atau limbah pertanian di sekitar sungai. Salah satu yang menyabkan tingginya nilai pH adalah kegiatan manusia seperti mandi dan mencuci yang menggunakan sabun. Nilai pH diperairan mendekati netral, diikuti nilai BOD akan semakin berkurang, karena nilai pH 7 dapat mengoptimalkan proses dekomposisi diperairan. Air yang mempunyai pH lebih kecil dari pH normal akan bersifat asam, sedangkan air yang pH lebih besar dari pH normal akan bersifat basa. Nilai pH perairan mampu mempengaruhi heamtologi ikan (Ramadhani.2016).



### 4.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Pengambilan sampel oksigen terlarut (DO) *sampling 1* dan *sampling 2* dilakukan di lapang pukul 10.00 WIB dilakukan di lapang menggunakan alat DO meter. Hasil pengukuran oksigen terlarut dapat dilihat pada **Gambar 9**.



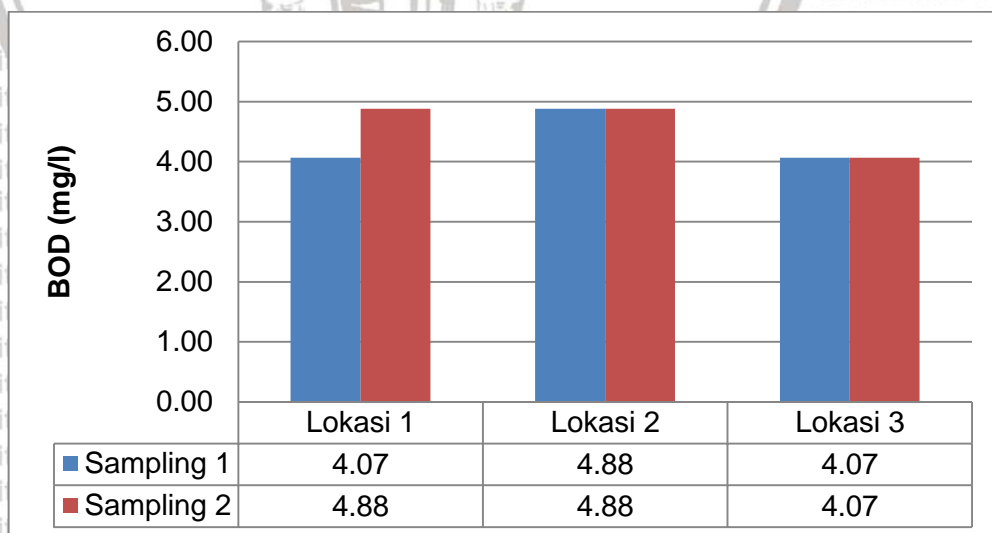
**Gambar 9.** Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan grafik diatas, nilai oksigen terlarut (DO) pada setiap lokasi selama dua kali *sampling*. Nilai oksigen terlarut (DO) pada lokasi 1 didapatkan hasil yaitu 6.9 mg/l dan 6.5 mg/l, lokasi 2 didapatkan hasil 6.7 mg/l dan 5.8 mg/l dan lokasi 3 didapatkan hasil 6.3 mg/l dan 5.5 mg/l. Oksigen terlarut (DO) menurut Arfiati *et al.*(2020), yang baik untuk kehidupan organisme perairan lebih dari 4 mg/l sedangkan oksigen terlarut kurang dari 2 mg/l menyebabkan kematian pada beberapa jenis ikan. Berdasarkan jurnal diatas, nilai oksigen terlarut (DO) diketiga lokasi tergolong baik. Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa baku mutu oksigen terlarut kelas II minimal 4 mg/l. Hasil oksigen terlarut (DO) diketiga lokasi pada *sampling 1* dan *sampling 2* tergolong normal.

Oksigen terlarut (DO) menurut Fitri *et al.*(2019), dibutuhkan organisme perairan untuk respirasi. Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap organisme perairan. Oksigen terlarut (DO) rendah akan mengganggu aktivitas metabolisme. Rendahnya nilai oksigen terlarut menurut Daroini dan Arisandi.(2021), dikarenakan adanya masukan limbah yang mencemari perairan sungai. Oksigen dibutuhkan dalam dua aspek yaitu kebutuhan lingkungan untuk spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif berdasarkan laju metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen menurut Lusiana *et al.*2020, pada lingkungan ikan disebabkan struktur molekul darah ikan, sehingga mempengaruhi hubungan antara nilai O<sub>2</sub> dalam air dan derajat kejenuhan O<sub>2</sub> pada sel darah.

#### 4.3.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

Pengambilan sampel BOD *sampling 1* dan *sampling 2* dilakukan di lapangan pukul 10.00 WIB menggunakan metode *winkler* dilakukan di lapangan dan di Laboratorium UPT Perikanan Sumberpasir. Hasil pengukuran BOD dapat dilihat pada **Gambar 10**.



**Gambar 10.** Hasil Pengukuran BOD

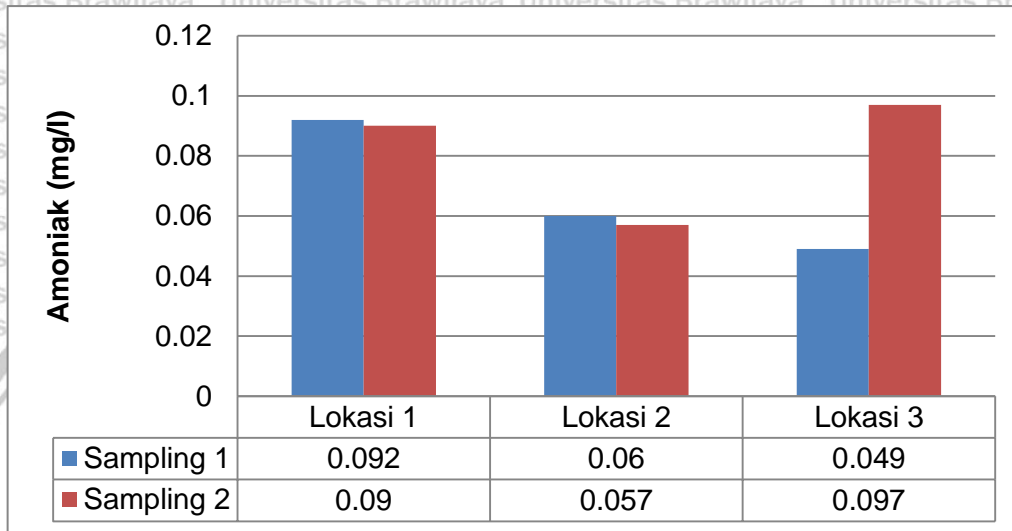


Berdasarkan grafik diatas, nilai BOD yang didapatkan di setiap lokasi yang diukur menggunakan metode *winkler* dan dilakukan dua kali *sampling*. Nilai BOD yang didapatkan pada lokasi 1 yaitu 4.07 mg/l dan 4.88 mg/l, lokasi 2 didapatkan hasil 4.88 mg/l dan 4.88 mg/l dan lokasi 3 didapatkan hasil 4.07 mg/l dan 4.07 mg/l. Nilai BOD berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu kelas II maksimal nilai BOD yaitu 3 mg/l. Nilai BOD yang didapatkan pada ketiga lokasi melebihi ambang batas.

Peningkatan nilai BOD menurut Mayagitha *et al.*(2014), berdampak tidak baik bagi organisme perairan. Parameter BOD, umumnya digunakan untuk mengindikasi masukan limbah ke perairan sungai. Peningkatan nilai BOD menunjukkan bahwa perairan sungai tersebut telah dimanfaatkan masyarakat sekitar (permukiman), industri bahkan bidang pertanian atau perikanan. Peningkatan nilai BOD menurut Daroini dan Arisandi.(2021), diikuti dengan penurunan oksigen terlarut diperairan, dikarenakan oksigen terlarut digunakan untuk mendegradasi bahan organik. Peningkatan nilai BOD menandakan rendahnya kandungan oksigen terlarut diperairan, akan berdampak pada kematian ikan karena ikan akan kekurangan oksigen (*anoxia*) dengan ditandai penurunan eritrosit. Kadar BOD tinggi mengindikasikan bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan organisme untuk mengoksidasi bahan organik dalam perairan tinggi, sehingga perairan mengalami defisit oksigen. Banyaknya organisme yang tumbuh menurut Bahriyah *et al.*(2018), diperairan dikarenakan adanya kelimpahan makanan yang tersedia (bahan organik), maka secara tidak langsung BOD dikaitkan dengan kadar bahan organik. Bahan organik sendiri merupakan hasil pembusukan hewan atau tumbuhan yang telah mati. Nilai BOD diikuti dengan dengan jumlah organik di perairan. Semakin tinggi jumlah bahan organik, maka semakin tinggi nilai BOD.

### 4.3.5 Amoniak

Pengambilan sampel Amoniak *sampling* 1 dan *sampling* 2 dilakukan di lapang pukul 10.00 WIB menggunakan spektrofotometer dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Sumberpasir, Universitas Brawijaya. Hasil pengukuran Amoniak dapat dilihat pada **Gambar 11**.



**Gambar 11.** Hasil Pengukuran Amoniak

Berdasarkan grafik diatas, nilai Amoniak didapatkan selama dua kali *sampling*. Hasil Amoniak pada lokasi 1 didapatkan hasil yaitu 0.092 mg/l dan 0.9 mg/l, lokasi 2 didapatkan hasil 0.06 mg/l dan 0.057 mg/l dan lokasi 3 didapatkan hasil 0.049 mg/l dan 0.097 mg/l. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu kelas II amoniak yaitu 0.2 mg/l. Nilai amoniak diketiga Lokasi tergolong masih baik sesuai peruntukannya.

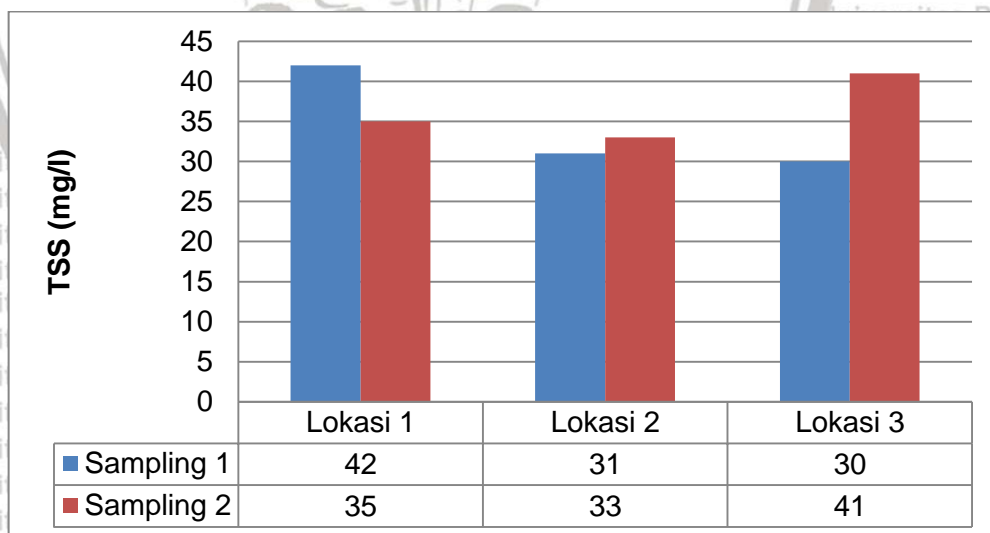
Keberadaan amoniak tinggi menurut Azizah dan Humairoh (2015), dapat mengganggu organisme perairan. Kandungan amoniak yang diperbolehkan untuk perairan yaitu 0.2 mg/l. Amoniak tidak dapat terionisasi ketika kondisi pH tinggi dan akan bersifat racun pada perairan. Pembusukan bahan organik oleh bakteri merupakan sumber utama dari amoniak. Daya racun amoniak akan



meningkat apabila suhu dan pH meningkat, serta kandungan oksigen terlarut rendah. Kadar amoniak yang tinggi mengindikasikan bahwa adanya pencemaran bahan organik. Meningkatnya kadar amoniak di dalam darah dan jaringan tubuh ikan, sehingga mengurangi kemampuan darah dalam mengikat oksigen. Kondisi amoniak menurut Hertika *et al.*(2021) jika melebihi ambang batas dan dibiarkan dapat mempengaruhi kelangsungan hidup organisme perairan. Salah satu organisme yang bisa rentan yaitu ikan. Rendahnya konsentrasi oksigen menyebabkan nitrogen berubah menjadi ammonia dan konsentrasi oksigen tinggi maka nitrogen berubah menjadi nitrat (Lusiana, *et al.*2020).

#### 4.3.6 Total Suspended Solid (TSS)

Pengambilan sampel *Total Suspended Solid (TSS)* *sampling* 1 dan *sampling* 2 dilakukan di lapang pukul 10.00 WIB menggunakan neraca analitik dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Sumberpasir, Universitas Brawijaya. Hasil pengukuran Amoniak dapat dilihat pada **Gambar 12**.



**Gambar 12.** Hasil Pengukuran TSS

Berdasarkan grafik diatas, nilai TSS didapatkan selama dua kali *sampling*. Hasil TSS pada lokasi 1 didapatkan hasil yaitu 42 mg/l dan 35 mg/l, lokasi 2 didapatkan hasil 31 mg/l dan 33 mg/l dan lokasi 3 didapatkan hasil 30 mg/l dan

41 mg/l. Kandungan TSS menurut Pujiastuti *et al.*(2013), yang lebih dari 400 mg/l tidak baik untuk kegiatan perikanan. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu kelas II yaitu 50 mg/l. Nilai TSS ketiga lokasi dapat diartikan bahwa masih tergolong baik sesuai peruntukannya.

*Total Suspended Solid* (TSS) menurut Bahriyah *et al.*(2018), merupakan zat padat yang berada didalam badan sungai atau partikel-partikel yang tersuspensi didalam air. Padatan yang menyebabkan kekeruhan di dalam air dan padatan tidak bisa mengendap langsung merupakan padatan tersuspensi.

Peningkatan *Total Suspended Solid* (TSS) menurut Hendrawan *et al.*(2016), pada musim hujan, secara umum nilai TSS lebih tinggi dibandingkan musim kemarau. Peningkatan TSS akan berdampak pada penurunan jumlah oksigen terlarut diperairan dan materi yang tersuspensi dalam perairan juga menghambat pertumbuhan organisme perairan sehingga mengganggu peran sebagai produsen. Kekeruhan yang terjadi diperairan sungai menyebabkan peningkatan TSS akan menghambat penterasi sinar matahari yang masuk ke dalam perairan. Sinar matahari yang terhambat masuk ke perairan akan menghambat pertumbuhan fitoplankton. Fitoplankton merupakan pakan alami di ekosistem perairan. Peningkatan TSS dalam perairan dapat menurunkan kesediaan oksigen terlarut di perairan (Winarsih *et al.*2016).

#### 4.4 Analisis Indeks Pencemaran (IP)

Berdasarkan hasil kualitas air yang didapatkan, hasil tersebut dikorelasikan dengan standar baku mutu kelas II sesuai PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang disajikan pada **Tabel 1**.



Parameter	Baku Mutu
Suhu (°C)	21-27
pH	6 – 9
DO (mg/l)	≥4
BOD (mg/l)	3
TSS (mg/l)	50
Amoniak (mg/l)	0.2

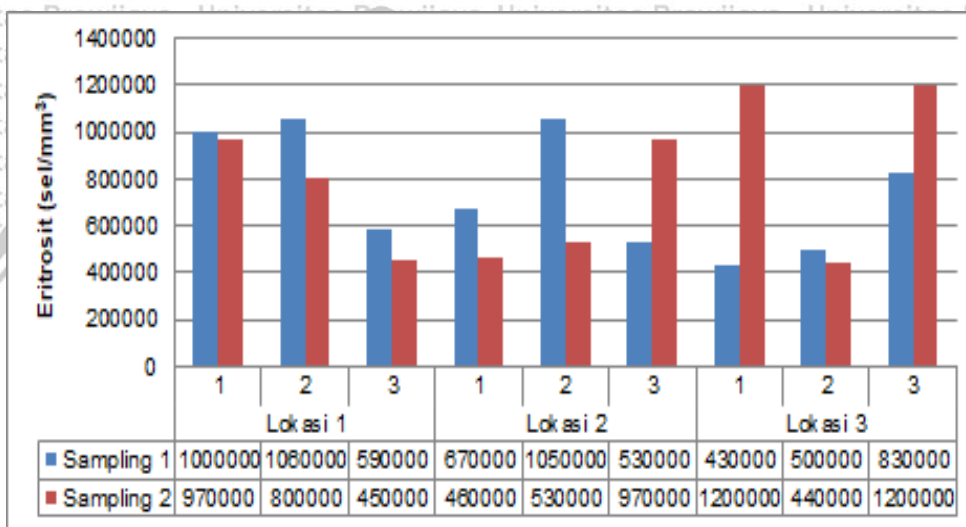
**Tabel 1.** Standar Baku Mutu Kelas II

Berdasarkan tabel hasil kualitas air menggunakan Indeks Pencemaran (IP) baku mutu kelas II pada ketiga lokasi didapatkan hasil yaitu lokasi 1 pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 tergolong tercemar ringan dengan nilai IP yaitu 1.28 dan 1.54. Nilai yang memenuhi baku mutu pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 di lokasi 1 yaitu pH, amoniak dan TSS, dan DO sedangkan yang tidak memenuhi baku mutu yaitu BOD. Lokasi 2 pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 tergolong tercemar ringan dengan nilai IP yaitu 1.24 dan 1.54. Nilai yang memenuhi baku mutu pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 di lokasi 2 yaitu pH, amoniak dan TSS dan DO, sedangkan yang tidak memenuhi baku mutu BOD. Lokasi 3 pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 tergolong tercemar ringan dengan nilai IP yaitu 1.26 dan 1.05. Nilai yang memenuhi baku mutu pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 di lokasi 3 yaitu pH, amoniak dan TSS dan DO, sedangkan yang tidak memenuhi baku mutu yaitu BOD. Kategori kelas Indeks Pencemaran (IP) ada 4, antara lain  $0 \leq IP \leq 1$  (memenuhi baku mutu),  $1 \leq IP \leq 5$  (tercemar ringan),  $5 \leq IP \leq 10$  (tercemar sedang) dan  $IP \geq 10$  (tercemar berat). Dapat disimpulkan bahwa ketiga lokasi pengambilan sampel tergolong tercemar ringan. Penilaian Indeks Pencemaran berdasarkan Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang menggunakan kategori baku mutu kelas II untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai di Malang. Penilaian Dinas Lingkungan Hidup menjelaskan bahwa sungai di kota Malang tergolong tercemar ringan. Hasil dari indeks pencemaran (IP) disajikan pada **lampiran 7**.

#### 4.5 Kondisi Darah Ikan Wader (*Puntius binotatus*)

##### 4.5.1 Jumlah Eritrosit

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya terhadap ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada tiga lokasi yang berbeda, didapatkan hasil sel darah merah ( $\text{sel}/\text{mm}^3$ ) pada ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang disajikan pada **Gambar 13**.

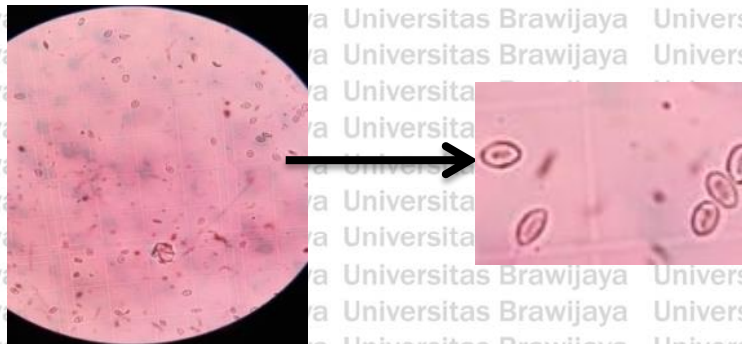


**Gambar 13.** Hasil Sel Darah Merah (Eritrosit)

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa jumlah sel darah merah (eritrosit) ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada lokasi 1 berkisar antara 450.000 – 1.060.000  $\text{sel}/\text{mm}^3$ . Kemudian jumlah eritrosit pada lokasi 2 berkisar antara 460.000 – 1.050.000  $\text{sel}/\text{mm}^3$  dan jumlah eritrosit pada lokasi 3 berkisar antara 430.000 – 1.200.000  $\text{sel}/\text{mm}^3$ . Rata-rata jumlah eritrosit ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada *sampling 1* dan *sampling 2* pada ketiga lokasi dengan rata-rata yaitu 740.000  $\text{sel}/\text{mm}^3$  dan 780.000  $\text{sel}/\text{mm}^3$ . Jumlah eritrosit ikan teleostei menurut Hussain *et al.*(2018), berkisar antara  $1.05 \times 10^6$  jt –  $3 \times 10^6$  jt  $\text{sel}/\text{mm}^3$ . Jumlah eritrosit diketiga lokasi didominasi jumlah eritrosit rendah.



Gambar sel darah merah (eritrosit) ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang disajikan pada **Gambar 14**.

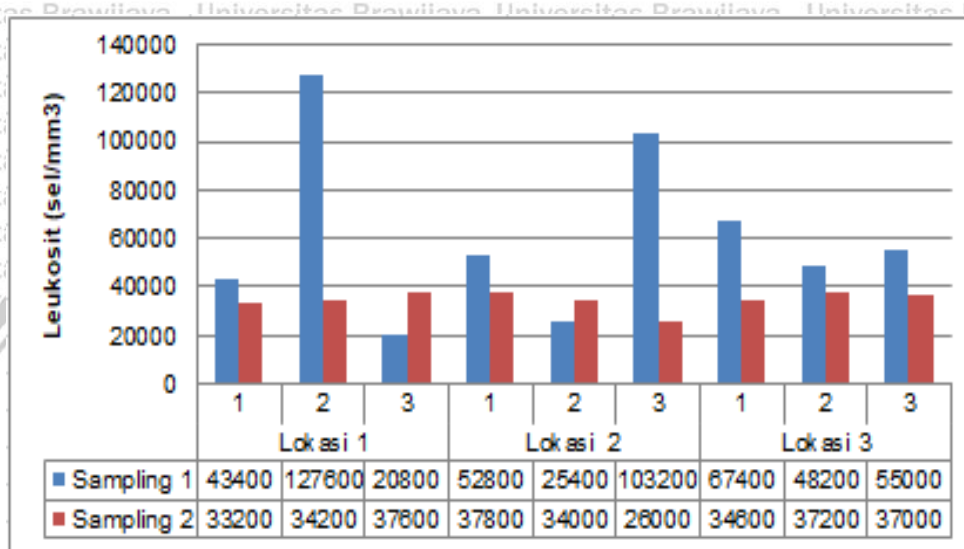


**Gambar 14.** Eritrosit Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

Jumlah eritrosit rendah menurut Royan *et al.*(2014), menunjukkan ikan mengalami *anoxia* (kekurangan O<sub>2</sub>), dikarenakan ikan tidak mampu mengikat oksigen dalam jumlah banyak walaupun diperairan ketersediaan oksigen mencukupi. Penurunan jumlah eritrosit juga mengindikasikan ikan mengalami *anemia*. Selain itu, faktor yang mempengaruhi penurunan jumlah eritrosit ada dua yaitu faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen merupakan faktor bawaan (faktor genetik) dan faktor eksogen disebabkan karena penyakit atau kondisi lingkungan perairan yang kurang mendukung misalnya adanya pencemaran. Penurunan nafsu makan menurut Zulkarnain *et al.*(2017), pada ikan juga menyebabkan penurunan jumlah eritrosit. Peran eritrosit merupakan bagian darah untuk proses transport O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam proses respirasi metabolisme nutrisi pada ikan. Laju metabolisme dan fisiologis memiliki pengaruh terhadap jumlah sel darah merah. Penurunan jumlah eritrosit bisa disebabkan karena rendahnya kadar oksigen terlarut didalam perairan. Peningkatan nilai BOD diikuti dengan penurunan oksigen terlarut diperairan, dikarenakan oksigen terlarut digunakan untuk mendegradasi bahan organik.

#### 4.5.2 Jumlah Leukosit

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya terhadap ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada tiga lokasi yang berbeda, didapatkan hasil sel darah putih (sel/mm<sup>3</sup>) pada ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang disajikan pada Gambar 15.

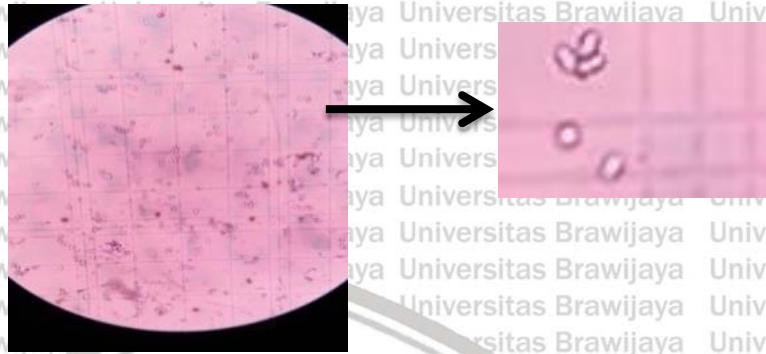


**Gambar 15.** Hasil Sel Darah Putih (Leukosit)

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa jumlah sel darah putih (leukosit) ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada lokasi 1 berkisar antara 43.400 – 127.600 sel/mm<sup>3</sup>. Kemudian jumlah leukosit pada lokasi 2 berkisar antara 25.400 – 103.200 sel/mm<sup>3</sup> dan jumlah leukosit pada lokasi 3 berkisar antara 34.600 – 67.400 sel/mm<sup>3</sup>. Jumlah leukosit ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada *sampling 1* dan *sampling 2* pada ketiga lokasi jumlah leukosit normal dengan rata-rata yaitu 60.422 sel/mm<sup>3</sup> dan 34.622 sel/mm<sup>3</sup>. Jumlah leukosit ikan menurut Purwanti *et al.*(2014), berkisar antara 20.000 – 150.000 sel/mm<sup>3</sup>. Ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) diketiga lokasi masih tergolong baku mutu darah karena jumlah sel darah putih (leukosit) masih dalam kisaran



normal ikan teleostei. Gambar sel darah putih (leukosit) ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang disajikan pada **Gambar 16**.

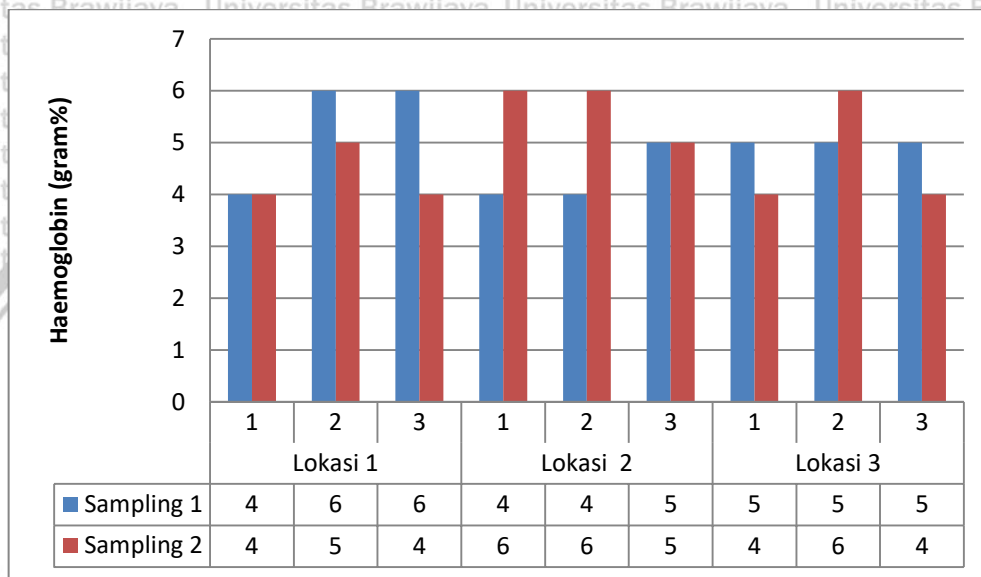


**Gambar 16.** Leukosit Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)

Leukosit merupakan menurut Royan *et al.*(2014), bagian sel darah yang berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh. Selain itu, leukosit berfungsi sebagai penahan benda asing atau pathogen melalui sistem imun. Ikan yang terserang penyakit akan mengalami peningkatan leukosit untuk melawan penyebab penyakit. Tinggi rendah jumlah leukosit adalah dari kesehatan ikan itu sendiri. Leukosit ikan teleostei menurut Saparuddin (2019), bagian sel darah yang berfungsi sebagai sistem kekebalan tubuh. Terjadinya peningkatan jumlah leukosit dikarenakan adanya respon tubuh ikan terhadap kondisi lingkungan seperti kualitas air yang buruk. Faktor yang memengaruhi jumlah leukosit yaitu dari kesehatan dan kondisi ikan. Selain itu, ikan *stress* dapat menyebabkan peningkatan jumlah leukosit. Jumlah eritrosit diantara kisaran normal mengindikasikan bahwa sistem imun ikan mampu menahan pathogen yang masuk. Fungsi leukosit dapat membantu membersihkan tubuh dari benda asing, dan menjadi menahan pathogen melalui sistem tanggap kebal dan respon lainnya. Peningkatan jumlah leukosit terjadi ketika ikan sakit sehingga leukosit memfagositosis bakteri dan mensintesa antibodi.

### 4.5.3 Haemoglobin

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya terhadap ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada ketiga lokasi yang berbeda, didapatkan hasil perhitungan konsentrasi haemoglobin (gram%) pada ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang disajikan pada **Gambar 17**.



**Gambar 17.** Hasil Perhitungan Haemoglobin

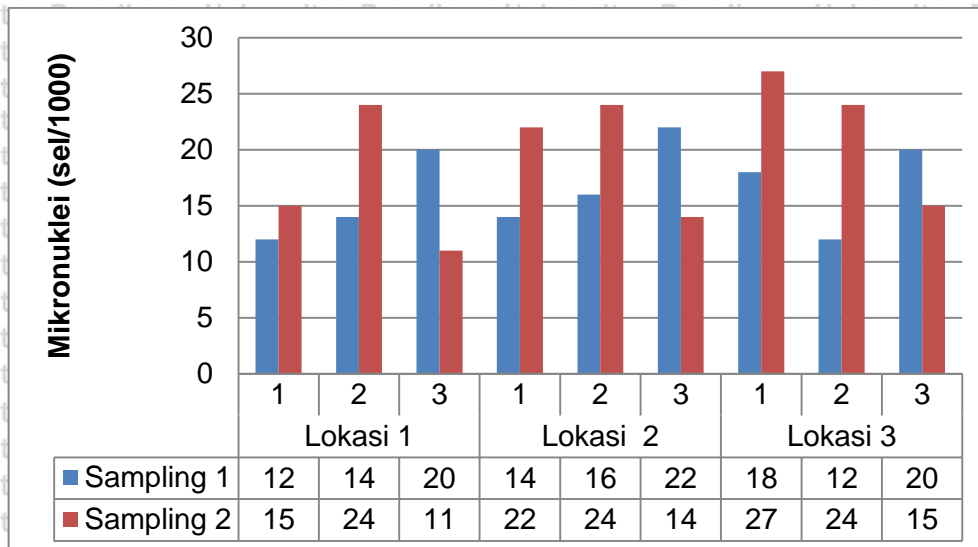
Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa hasil konsentrasi haemoglobin ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada lokasi 1 berkisar antara 4 – 6 gram%. Kemudian hasil konsentrasi haemoglobin pada lokasi 2 berkisar antara 4 – 6 gram%. dan hasil konsentrasi haemoglobin pada lokasi 3 berkisar antara 4 - 6 gram%. Rata-rata konsentrasi haemoglobin ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) diketiga lokasi pada *sampling* 1 dan 2 mendapatkan hasil yang sama yaitu 4.9 gram%. Haemoglobin ikan teleostei kadar normal menurut Yuni *et al.*(2019), berkisar antara 12 – 14 gram%. Konsentrasi haemoglobin diketiga lokasi dapat diartikan tergolong rendah atau dibawa baku mutu darah.



Haemoglobin merupakan menurut Susandi *et al.*(2017), alat transport O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> didalam eritrosit. Dapat diartikan haemoglobin berkaitan erat dan eritrosit dimana konsentrasi haemoglobin rendah ikan mengalami anemia. Anemia terjadi dikarenakan kemampuan haemoglobin yang rendah dalam mengikat O<sub>2</sub>. Kadar haemoglobin rendah mengakibatkan turunnya laju metabolisme dan energi yang dihasilkan rendah. Akibatnya ikan akan lemas dan menurunnya nafsu makan. Penurunan kadar hemoglobin menurut Rahma *et al.*(2015), berpengaruh terhadap oksigen yang rendah di dalam darah. Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mengindikasikan rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin dan kualitas air buruk atau ikan mengalami infeksi dalam tubuh dapat dilihat dari hemoglobin rendah atau dibawah kisaran normal. Konsentrasi haemoglobin menentukan tingkat ketahanan tubuh pada ikan, karena haemoglobin berhubungan erat dengan daya ikat oksigen dalam darah. Kemampuan ikan dalam mengikat oksigen tergantung pada jumlah konsentrasi haemoglobin dalam darah. Penurunan konsentrasi haemoglobin mengakibatkan laju metabolisme menurun dan energi yang dihasilkan juga rendah.

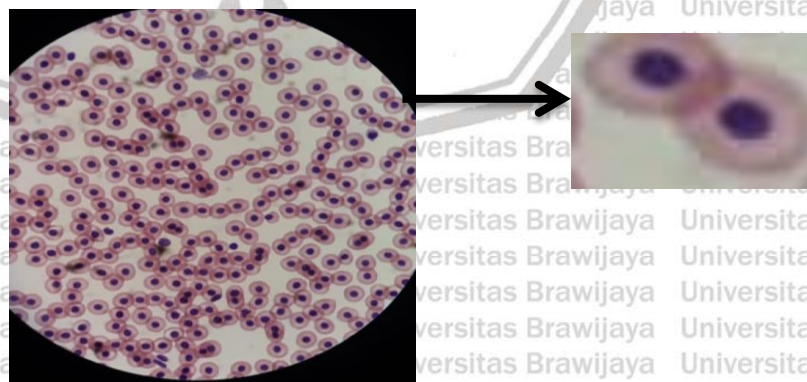
#### 4.6 Mikronuklei

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya terhadap ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada tiga lokasi yang berbeda, didapatkan hasil perhitungan jumlah mikronuklei (sel/1000) pada ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang disajikan pada **Gambar 18**.



**Gambar 18.** Hasil Perhitungan Mikronuklei

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan jumlah mikronuklei ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada lokasi 1 berkisar antara 11 – 24 sel/1000. Kemudian hasil perhitungan jumlah mikronuklei pada lokasi 2 berkisar antara 14 – 24 sel/1000. dan hasil perhitungan jumlah mikronuklei pada lokasi 3 berkisar antara 12 – 27 sel/1000. Rata- rata jumlah mikronuklei ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) diketiga lokasi pada *sampling* 1 dan 2 mendapatkan hasil yaitu 16 sel/1000 dan 19 sel/1000. Gambar mikronuklei disajikan pada **Gambar 19**.



**Gambar 19.** Hasil Pengamatan Mikronuklei

Perairan sungai menurut Hussain *et al.*(2018), tercemar menunjukkan jumlah mikronuklei tinggi. Jumlah mikronuklei tertinggi terletak dilokasi 3 dan



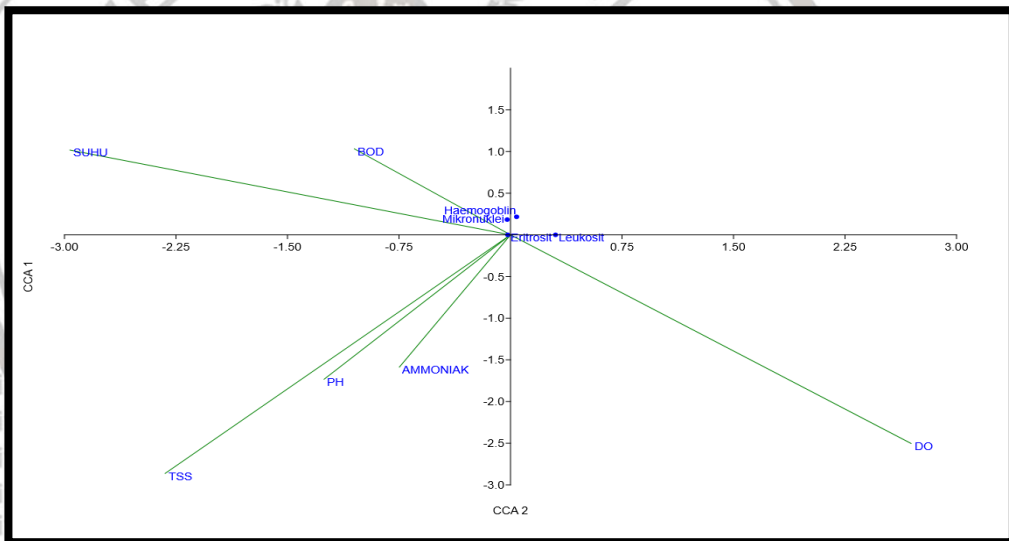
jumlah mikronuklei terendah di lokasi 1. Lokasi 3 merupakan lokasi yang sering digunakan bahkan setiap harinya untuk aktivitas warga salah satunya untuk mencuci pakaian, karpet ataupun motor, dimana limbah dari berbagai kegiatan warga tersebut masuk ke badan perairan. Pembuangan limbah pada perairan baik yang sudah diolah maupun yang belum di olah memiliki dampak tersendiri bagi kondisi dan kesehatan organisme yang hidup didalamnya serta kesehatan lingkungan disekitarnya. Lokasi 3 berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup termasuk golongan tercemar ringan sesuai baku mutu kelas II. Adanya mikronuklei dalam ikan menunjukkan ikan sudah terpapar oleh limbah. Ikan mampu menurut Hertika *et al.* 2021, merespon bahan pencemar didalam perairan meskipun tingkat konsentrasinya rendah, dimana salah satunya membentuk mikronuklei. Keberadaan mikronukeli pada ikan dapat dipengarui oleh beberapa faktor. Faktor – faktor yang mempengaruhi jumlah mikronuklei antara lain ketersediaan pakan, tingkat pencemaran, pemijahan dan jenis polutan. Peningkatan jumlah mikronuklei mengindikasikan bahwa kesehatan ikan menurun, sedangkan semakin rendah mikronuklei pada sel darah ikan, maka kesehatan ikan tersebut tergolong baik. Ikan mampu merespon bahan pencemar didalam perairan walaupun dalam konsentrasi yang cukup rendah yaitu dengan membentuk mikronuklei (Yin Yang *et al*, 2017).

#### 4.7 Analisis Data *Canocal Correspondence Analysis* (CCA)

Pengamatan profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) yang dilakukan di tiga lokasi dapat menggambarkan kondisi lingkungan perairan.

Parameter kualitas air yang diukur antara lain suhu, pH, DO, BOD, Amoniak dan TSS. Analisis kualitas air dengan profil darah menggunakan uji *Canocal Correspondence Analysis* (CCA). *Canocal Correspondence Analysis* (CCA)

merupakan analisis multivariate yang membahas hubungan antara parameter biologi dengan parameter lingkungan dalam bentuk *ordination*. Hasil uji *Canocal Correspondence Analysis* (CCA) untuk menilai seberapa tinggi berpengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen. Variabel independen adalah variabel yang stabil dan tidak terpengaruh oleh variabel lain bisa dikatakan variabel bebas, sedangkan variabel dependen bergantung pada yang lain faktor yang diukur bisa dikatakan variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel independen adalah parameter kualitas air. Sementara itu, variabel dependen adalah profil darah (termasuk eritrosit, leukosit, hemoglobin dan mikronuklei). Hasil yang didapatkan dari analisis uji *Canocal Correspondence Analysis* (CCA) disajikan pada **Gambar 20**.



**Gambar 20.** Hasil Uji *Canocal Correspondence Analysis* (CCA)

Hasil *Canocal Correspondence Analysis* (CCA) pada gambar 20 dapat diinterpretasikan bahwa, jumlah eritrosit cenderung di pengaruhi oleh kualitas air dengan keseluruhan yang tinggi. Dikarenakan titik eritrosit dapat di proyeksikan ke seluruh parameter kualitas air dengan jarak yang dekat dapat diartikan jumlah eritrosit cenderung di pengaruhi oleh nilai kualitas air yang tinggi. Jumlah leukosit cenderung dipengaruhi oleh nilai DO tinggi, amoniak sedang ke rendah, pH



sedang ke rendah, TSS sedang ke rendah, suhu sedang ke rendah dan BOD sedang ke rendah. Nilai hemoglobin cenderung di pengaruhi nilai BOD yang tinggi, DO yang tinggi, amoniak sedang ke rendah, pH sedang ke rendah, suhu sedang ke rendah dan TSS sedang ke rendah. Nilai mikronuklei cenderung dipengaruhi oleh nilai BOD yang tinggi, DO tinggi, pH sedang ke rendah, TSS sedang ke rendah, amoniak sedang ke rendah dan suhu sedang ke rendah.

Kondisi kualitas perairan yang dihasilkan diketiga lokasi DAS Brantas Kota Malang, nilai BOD dan DO yang cenderung memengaruhi profil darah ikan wader cakul (*Puntius binotatus*). *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut untuk menguraikan bahan organik di perairan. Banyaknya bahan organik di perairan akan memerlukan oksigen terlarut untuk menguraikannya. Konsumsi oksigen tinggi ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut dikarenakan kandungan bahan organik membutuhkan oksigen tinggi dalam menguraikannya. Ketika bahan organik tidak membutuhkan oksigen tinggi dalam menguraikannya atau perairan tersebut mampu *self purification* maka kandungan oksigen terlarut masih tersedia di perairan. Ikan mengalami *anoxia* (kekurangan O<sub>2</sub>), dikarenakan ikan tidak mampu mengikat oksigen dalam jumlah banyak walaupun di perairan oksigen tercukupi, maka berpengaruh terhadap rendahnya nilai eritrosit dan haemoglobin. Peningkatan BOD mengindikasikan adanya bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan. Mikronuklei terbentuk ketika di perairan tersebut terdapat bahan pencemar (Maturbongs *et al.*2019).

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan di DAS Brantas Kota Malang sebagai berikut :

1. Kondisi kualitas air diketiga lokasi berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu kelas II tergolong tercemar ringan. Nilai IP lokasi 1 pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 yaitu 1.28 dan 1.54. Nilai IP lokasi 2 pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 yaitu 1.24 dan 1.54. Nilai IP lokasi 3 pada *sampling* 1 dan *sampling* 2 yaitu 1.26 dan 1.05. Nilai BOD yang tidak memenuhi baku mutu diketiga lokasi pengambilan sampel.
2. Jumlah sel eritrosit pada ikan wader (*Puntius binotatus*) berkisar antara 430.000 – 1.200.000 sel/mm<sup>3</sup>, jumlah leukosit berkisar antara 20.800 – 127.600 sel/ mm<sup>3</sup>, konsentrasi haemoglobin berkisar antara 4 – 6 gram/% dan jumlah mikronuklei berkisar antara 11 – 27 sel/1000.
3. Hasil uji CCA yang didapatkan jumlah eritrosit cenderung di pengaruhi oleh kualitas air dengan keseluruhan yang tinggi. Dikarenakan titik eritrosit dapat di proyeksikan ke seluruh parameter kualitas air dengan jarak yang dekat dapat diartikan jumlah eritrosit cenderung di pengaruhi oleh nilai kualitas air yang tinggi. Jumlah leukosit cenderung dipengaruhi oleh nilai DO tinggi, amoniak sedang ke rendah, pH sedang ke rendah, TSS sedang ke rendah, suhu sedang ke rendah dan BOD sedang ke rendah. Nilai hemoglobin cenderung di pengaruhi nilai BOD yang tinggi, DO yang tinggi, amoniak sedang ke rendah, pH sedang ke rendah, suhu sedang ke rendah dan TSS sedang ke rendah. Nilai mikronuklei cenderung dipengaruhi oleh nilai BOD



yang tinggi, DO tinggi, pH sedang ke rendah, TSS sedang ke rendah, amoniak sedang ke rendah dan suhu sedang ke rendah.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang penulis dapat sampaikan yaitu dikarenakan ketiga lokasi pengambilan sampel di DAS Brantas Kota Malang kualitas perairan tergolong tercemar ringan maka perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai profil darah di DAS Brantas Kota Malang dan pemantauan kualitas air oleh dinas terkait di DAS Brantas Kota Malang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F. Kh. A. M. El-Shehawi dan M. A. Seehy. 2008. *Micronucleus test in fish genome: A sensitive monitor for aquatic pollutant. Africal journal of biotecnologi*. **7**(5), pp: 606-612.
- 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. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. **2**(1), 14-22.
- Andini, V.M., I.M.A. dan Y.Witasari. 2015. Studi Persebaran Total Suspended Solid (TSS) menggunakan Citra Aqua Senenu, Nusa Tenggara Barat. *GEOID*. **10**(2): 204-213.
- Arfiati D, Hertika AMS, Lukito DA. 2020. *Haematology profile in silver barb (Barbonymus Gonionotus) caught from Jagir River, Surabaya City, East Java, Indonesia. IOP Conf Ser Earth Environ Sci*.**416**: 012008.
- Astuti, P., N. Setyowati., dan M. A. Affandi. 2017. Kajian Kebijakan Pemerintah Daerah Berbasis Partisipasi Masyarakat Das Brantas Pada Pengelolaan Lingkungan Hidup Di Jatim. *Jurnal Cakrawala*. **11**(1) : 67 - 81.
- Azizah, M. dan M. Humairoh. 2015. Analisis Kadar Amoniak (NH<sub>3</sub>) Dalam Air Sungai Cileungsi. *Jurnal Nusa Sylva*. **15**(1): 47-54.
- Bahriyah, N., Laili, S. and Syauqi, A. 2018. Uji Kualitas Air Sungai Metro Kelurahan Merjosari Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*. **3**(3). 18-25.
- Blaxhall, P. C. and K. W. Daisley. 1973. *Routine Haematological Methods for Use with Fish Blood. Journal of Fish Biology*. **5**(1): 771 – 781.
- Cahyadi, R.; Junaidi Zakaria, I. & Roesma Imelda. D. 2021. *Morphological analysis of Loach Fish Homaloptera gymnogaster Bleeker, 1853 (Family; Balitoridae) from Different Elevations in Central Sumatra, Indonesia. Journal of Ichthyology*. **8**(1): 41-51
- Chinabut S., Limsuwan C. dan Katsuwan. 1991. *Histology of Walking Catfish Clariusbatracus* IDRC. Canada. 96 ps.
- Daroini, T.A. dan A.Arisandi. 2021. Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Journal Trunojoyo*. **1**(4):558-566.
- Dewi, M. 2016. Kinerja UPTD Dalam Pengelolaan Objek Wisata Sukun Muara Takus Kecamatan XIII Koto Kampar Kabupaten Kampar. *JOM FISIP*. **3**(2): 1 – 16.
- Djaelani, A. R. 2013. Teknik Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kualitatif. *Majalah Ilmiah PAWIYATAN*. **20**(1): 82 – 92.
- Emilia I, Mutiara D. 2019. Parameter Fisika, Kimia dan Bakteriologi Air Minum Alkali Terionisasi Yang Diproduksi Mesin Kangen Water Leveluk SD 501. *Sainmatika*. **16** (1): 67-73.
- Eris, F. R. 2009. Penanganan Masalah Persampahan dan Limbah Cair di Propinsi Banten. *Jurnal Agroekotek*. **1**(1): 36 – 45.



Fauzan, Muhammad, Rosmaidar, Sugito, Zuhrawati, Muttaqien, dan Azhar. 2017. Pengaruh Tingkat Paparan Timbal (Pb) terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *JIMVET*. 1(4):702 – 708.

Fernanda, Felita dan A. L. Kusuma. 2017. Kreativitas Masyarakat Kota Malang Dalam Membentuk Identitas Kota. *FSB Unesa*. 189 – 195.

*Fish Base*. 2021. <https://www.fishbase.se>. Diakses pada hari Selasa, 22 Juni 2021.

Fitri, U. A. 2019. Perhitungan beban pencemaran dari parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta pengaruh perilaku masyarakat terhadap kualitas air Sungai Percut. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan

Hakim, A.A., M.M.Kamal, N.A.Butet dan R.Affandi. 2019. Analisis Orde Sungai dan Distribusi Stadia sebagai Dasar Penentuan Daerah Perlindungan Ikan Sidat (*Anguilla spp*) di DAS Cemandiri, Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*. 3(1): 1-9.

Hendrawan, I. G., D. Uniluha Dan I. P. R. F. Maharta. 2016. Karakteristik Total Padatan Tersuspensi (Total Suspended Solid) Dan Kekeruhan (Turbidity) Secara Vertikal Di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal Of Marine And Aquatic Sciences*. 2(2): 29-33.

Hertika, A.M.S. dan R.B.D.S.Putra. 2019. Ekotoksikologi Untuk Lingkungan Perairan. *UB Press:Malang*. 1-150 hlm.

Hertika, A.M.S., Supriatna, A.Darmawan, B.A.Nugroho, A.D.Handoko, A.Y.Qurniawatria dan R.A.Prasetyawati. 2021. Profil Hemosit Susuh Kura (*Sulcospira Testudinaria*) Dalam Rangka Mengevaluasi Kualitas Perairan Wilayah Konservasi Badher Bank, Desa Tawangrejo, Kecamatan Binangun, Kabupaten Blitar. *JFMR*. 5(1): 106-118.

Hussain, B., T.Sultana, S.Sultana, M.S.Masoud, Z.Ahmed and S.Mahboob. 2018. Fish eco-genotoxicology: Comet and micronucleus assay in fish erythrocytes as in situ biomarker of freshwater pollution. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 25(2018): 393-398.

Insivitawati, E., G.Mahasri dan Kusnoto. 2015. Gambaran darah dan histopatologi insang, usus dan otak ikan koi (*Cyprinus carpio koi*) yang diinfeksi *Spore myxobolus koi* secara oral. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2): 225-234.

Izdni, S.A., Junardi dan D.W.Rousdy. 2018. Kadar Hematokrit dan Haemoglobin Ikan Sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Terpapar Logam Berat Merkuri Klorida. 7(3): 68-71.

Isnaini, A. 2011. Penilaian Kualitas Air dan Kajian Potensi Situ Salam Sebagai Wisata Air di Universitas Indonesia, Depok. *TESIS*. Universitas Indonesia.

JiaXin J, Ying W, Hong J, Yan K, XueHe L, XiuYing Z. 2016. Improvement of ecological geographic regionalization based on remote sensing and canonical correspondence analysis: A case study in China. *Sci China Earth Sci*. 59 (9): 1745-1753. DOI: 10.1007/s11430-016-5297-5

Khairurrohman, M. F., B. Hartono, dan H. D. Utami. 2014. Analisis kualitas pelayanan terhadap kepuasan konsumen dalam pembelian ayam





- goreng di "ayam goreng roker" di Malang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* **25**(2): 80-88.
- Kordi M. G. H. dan A. B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. PT Rineka Cipta. Jakarta. 200 hlm.
- Kousar, S dan M. Javed. 2015. Studies on Induction of Nuclear Abnormalities in Peripheral Blood Erythrocytes of Fish Exposed to Copper. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **15**(1): 879 – 886.
- Lagler E. 1992. Freshwater fishery biology. Second edition. WMC. Brown company publisher. Dubuqua Iowa.
- Lestari, E., T.R.Setyawati dan A.H.Yanti. 2017. Profil Darah Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Protobiont*. **6**(3): 283 – 289.
- Lubis, Nauval Gibran., Sugito, Zuhrawati, Zuraidawati, N. Asmilia, Hamny, dan U. Balqis. 2016. Efek Peningkatan Suhu Terhadap Jumlah Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. **10**(1): 31 – 33.
- Lusiana, N. A.A.Sulianto, L.A.Devianto dan S.Sabina. 2020. Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. **8**(2):161-176.
- Lusiyanti Y. dan Z. Alatas. 2011. Uji Mikronuklei dengan pengeblokan Sitokenesis pada Limfosit dan Aplikasi sebagai Biodosimetri Radiasi. Seminar Nasional Keselematan Kesehatan dan Lingkungan VII. Hal 75-71.
- Matofani, A.S., S.Hastuti dan F.Basuki. 2013. Profil Darah Ikan Nila Kunti (*Oreochromis niloticus*) yang Diinjeksi *Streptococcus agalatae* dengan Kepadatan Berbeda. **2**(2): 64-72.
- Maturbongs, M.R., S.Elviana, C.Rani, dan A.B.Iqbal. 2019. Keterkaitan Parameter Fisik-Kimia Perairan dengan Kelimpahan Jenis Ikan Demersal di Sungai Maro pada Fase Bulan Berbeda Musim Peralihan I. *Jurnal Agribisnis Perikanan*. **12**(1): 162-173.
- Mayagitha, K. A., Haeruddin dan S. Rudiyaniti. 2014. Status Kualitas Perairan Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Konsentrasi TSS, BOD5, COD Dan Struktur Komunitas Fitoplankton. *Diponegoro Journal Of Maquares*. **3**(1): 177-185.
- Muarif. 2016. Karakteristik suhu perairan di kolam budidaya perikanan. *Jurnal Mina Sains*. **2**(2): 96-101.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world. Fourth edition*. John Willey & Sons, Inc. 601 p.
- Norfahronni, R. M., Asriyanto dan Sardiyatmo. 2014. Pengaruh perbedaan transparansi bucu dan umpan terhadap hasil tangkapan ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) di Rawa Jombor, Kabupaten Klaten. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. **3**(4): 111-119.
- Nurjanah, S., B. Zaman, dan A. Syakur. 2017. Penyisihan BOD dan COD Limbah Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma Dielectric Barrier Discharge (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*. **6**(1): 1 – 14.



Parrino, V., T. Cappello, G. Costa, C. Cannavà, M. Sanfilippo, F. Fazio and S. Fasulo. 2013. Comparative study of haematology of two teleost fish (*Mugil cephalus* and *Carassius auratus*) from different environments and feeding habits. *The European Zoological Journal*. **85**(1): 193-199.

Payung, C. N dan H. Manoppo. 2015. Peningkatan respon kebal non-spesifik dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui pemberian jahe, *Zingiber officinale*. *Jurnal Budidaya Perairan*. **3**(1): 11-18.

PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Priatna, D.E., T.Purnomo dan N.Kuwanti. 2016. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Ikan Bader (*Barbonymus gonionotus*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *LenteraBio*. **5**(1): 48-53.

Prihatin, A., P. Setyono, dan Sunarto. 2018. Sebaran klorofil-a, nitrat, fosfat, dan plankton sebagai indikator kesuburan ekosistem di mangrove Tapak Tugurejo Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. **16**(1): 68 – 77.

Pujiastuti, P., B. Ismail., dan Pranoto. 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal EKOSAINS*. **5**(1) : 59-75.

Purnamaningtyas, S. E., dan D. W. H. Tjahjo. 2013. Kebiasaan makan dan luas relung beberapa jenis ikan di Waduk Djuanda, Jawa Barat. *BAWAL*. **5**(3): 151-157.

Purwanti, S.C., Sumintodan A. Sudaryono. 2014. Gambaran Profil Darah Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Yang Diberi Pakan dengan Kombinasi Pakan Buatan dan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **3**(2) : 53-60.

Putra, A. N. 2015. Gambaran darah Ikan Patin (*Pangasius Sp.*) dengan penambahan probiotik pada pakan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. **4**(1): 63-69.

Ramadhani, E. 2016. Analisis pencemaran kualitas air Sungai Bengawan Solo akibat limbah industri di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar. *Disertasi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Ramu, Kikkeri V. 2004. *Brantas River Basin Case Study Indonesia*. 1 – 76.

Rahma, F. W., G. Mahasri dan L. Surmartiwi. 2015. Pengaruh pemberian ekstrak sargassum sp. Dengan pelarut metanol pada pakan terhadap jumlah eritrosit dan differensial leukosit ikan lele dumbo (*Clarias Gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*. **7**(2): 213-218.

Riauwati, M dan H. Syawal. 2016. Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Kolam Budidaya di Kecamatan Marpoyan Damai Kota Pekanbaru. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **21**(1): 1 – 6.

Rini, R. D. K., Wirawan dan H. Kusuma. 2012. Pengenalan wajah dengan algoritma Canonical Correlation Analysis (CCA). *Jurnal Teknik ITS*. Vol 1: 439-444.

Royan, F., S. Rejeki, dan A. H. C. Haditomo. 2014. Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **3**(2): 109 – 117.



Sahabuddin dan Erma Suryani. 2012. Cemar Air dan Tercapainya Lingkungan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan. *Jurnal Publikasi Pendidikan*. **2(2)**: 102 – 111.

Saparuddin. 2019. Respon Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Suhu Pemeliharaan yang Berbeda. *Saintifik*. **5(2)**: 121-126.

Saraswati, N. L. R. A., Yulius., A. Rustam., H. L. Salim., A. Heriati dan E. Mustikasari. 2017. Kajian kualitas air untuk wisata bahari di pesisir kecamatan moyo hilir dan kecamatan lape, kabupaten sumbawa. *Jurnal Segara*. **13(1)**: 37-47.

Sari, R.P., Windarti dan M.Riauwyat. 2020. Gambaran darah ikan patin (*Pangasius hypothalamus*) yang dipelihara dengan manipulasi fotoperiod dan diberi pakan yang diperkaya kunyit. *Berkala Perikanan Terubuk*. **48(3)**: 1-7.

Satriarti, R.B., S.W.Pawhestari, Merliyana dan N.Widianti. 2018. Penentuan Tingkat Pencemaran Sungai Berdasarkan Komposisi Makrobentos Sebagai Bioindikator. *al-Kimiya*. **5(2)**: 57-61.

Sentosa, A.A dan Djumanto. 2010. Habitat pemijahan ikan wader pari (*Rasbora lateristriata*) di Sungai Ngrancah, Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **10(1)**: 55-63.

Shanshan M., Xingchen Lv, S.Geng, G.Wang, S.Yang and Yu Gao. 2021. *Canonical correspondence analysis of relationship between characteristics of phytoplankton community and environmental factors in Wolong Lak*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **621(1)**: 1-6.

SNI 06-6989.23.2005. Air dan air limbah-Bagian 22 : Cara uji suhu dengan thermometer

SNI. 2006. Metode Pengukuran Kualitas Air. Binas Pekerjaan Umum. Jakarta.

Suryana. 2010. Metode Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Universitas Pendidikan Indonesia.

Susandi, F., Mulyana Dan Rosmawati. 2017. Peningkatan imunitas benih ikan gurame (*Osphronemus Gouramy Lac.*) terhadap bakteri aeromonas hydrophila menggunakan rosella (*Hibiscus Sabdariffa L.*). *Jurnal Mina Sains*. **3(2)**: 1-13.

Sutomo. 1989. Pengaruh Amoniak Terhadap Ikan Dalam Budidaya Sistem Tertutup. *Oseana*. **16(1)**: 19 – 26.

Tatangindatu, F., O. Kalesaran dan R. Rompas. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. **1(2)** : 8-9.

Tokah, Christian., S. L. Undap dan S. N. J. Longdong. 2017. Kajian Kualitas Air Pada Area Budidaya Kurungan Jaring Tancap (KJT) di Danau Tutud Desa Tombatu Tiga Kecamatan Tombatu Kabupaten Minahasa Tenggara. *Budidaya Perairan*. **5(1)**: 1 – 11.

Tyastuti, E. M., O. Parama. A, dan Sunarto. 2016. Ekogenotoksisitas Limbah Cair Batik dan Efeislamk Antimutagenik Lemna minor Terhadap Eritrosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Bioeksperimen*. **2(2)**: 119 – 129..



Utomo, Y. 2013. Saprobitas Perairan Sungai Juwana berdasarkan Bioindikator Plankton. *SKRIPSI*. Universitas Negeri Semarang. 58 hlm.

Yanto, H., H.Hasan dan Sunarto. 2015. Studi Darah untuk Diagnosis Penyakit Ikan Secara Dini di Sentra Produksi Budidaya Ikan Air Tawar Sungai Kapuas Kota Pontianak. *6(1)*: 11-20.

Ying Yan., A.J. Rogers., F. Gao and L.A. Katz. 2017. *Unusual Features of Non-Dividing Somatic Macronuclei In The Ciliate Class Karyorelictea. European Journal of Protistology. 61* : 399-408.

Yoviandianto, I.A., M. Mahmudi dan A. Darmawan. 2019. Pemetaan Distribusi Kualitas Air Untuk Mendukung Pengelolaan Sumber daya Perairan dengan Sistem Informasi Geografis, Kasus di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji. *Journal of Fisheries and Marine Research. 3(3)*: 372-380.

Yuni, K.P.,H.Hasan dan E. Prasetyo. 2019. Studi Hematologi Ikan Semah (Tor douronensis), Jelawat (Leptobarbus hoeveni), Tengadak (Barbonymus schwanenfeldi), Biawan (Helostoma temmincki), dan Botia (*Chromobotia macracanthus*). *Jurnal Ruaya. 7(1)* : 1-5.

Wardani, S dan M. Puspitasari. 2014. Audit Tata Kelola Teknologi Informasi Menggunakan Framework Cobit Dengan Model Maturity Level (Studi Kasus Fakultas ABC). *Jurnal Teknologi. 7(1)*: 38 – 46.

Wardinarsih,S. dan B.F.Salam. 2019. Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Sempadan Sungai Ciliwung Di Kawasan Kampung Pulo Dan Bukit Duri Jakarta. *NALARs Jurnal Arsitektur.18(1)*: 65-74.

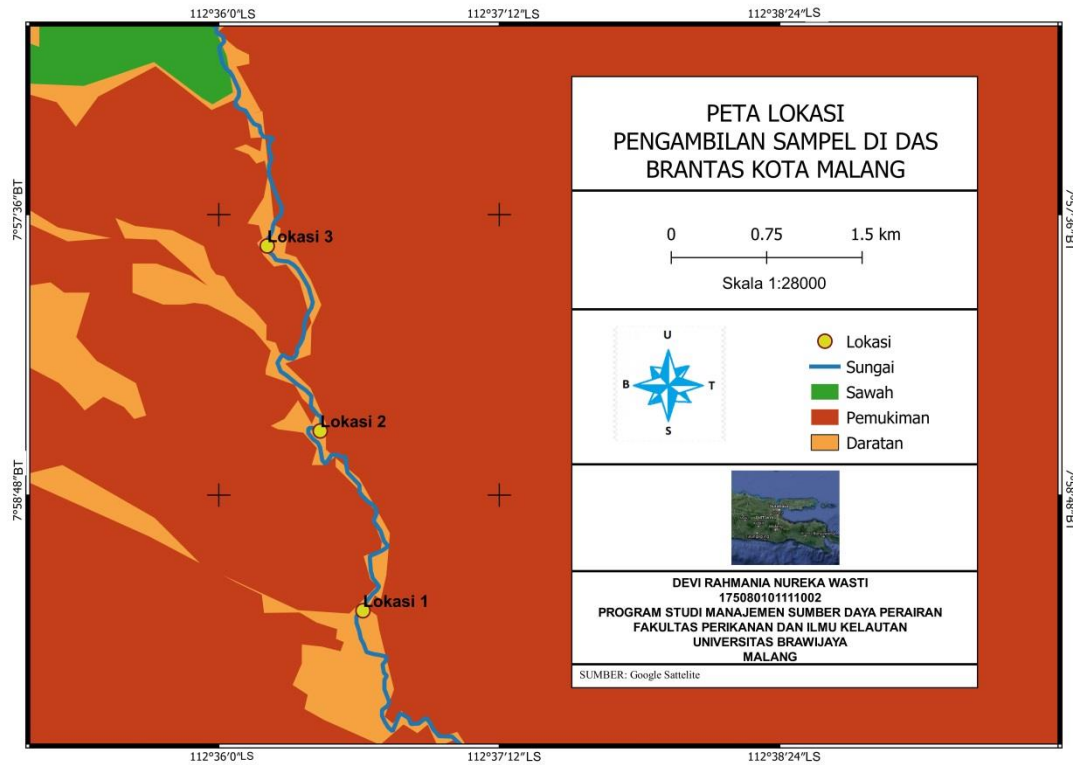
Winarsih, Emiyarti dan L. O. A. Afu. 2016. Distribusi *Total Suspended Solid* Permukaan Di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut. 1(2)*: 54-59.

Zaman, B dan Syafrudin. 2007. Model Numerik 2-D (Lateral & Longitudinal) Sebaran Polutan Cadmium (Cd) di Muara Sungai (Studi Kasus: Muara Sungai Babon, Semarang). *Jurnal Presipitasi. 3(2)*: 1 – 8.

Zulkarnain, L.A., S.Hastuti, dan Sarjito. 2017. Pengaruh Penambahan Vitamin C Pada Pakan Sebagai Imunostimulan Terhadap Performa Darah, Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management anda Techonology. 6(3)*: 159-168.

# LAMPIRAN

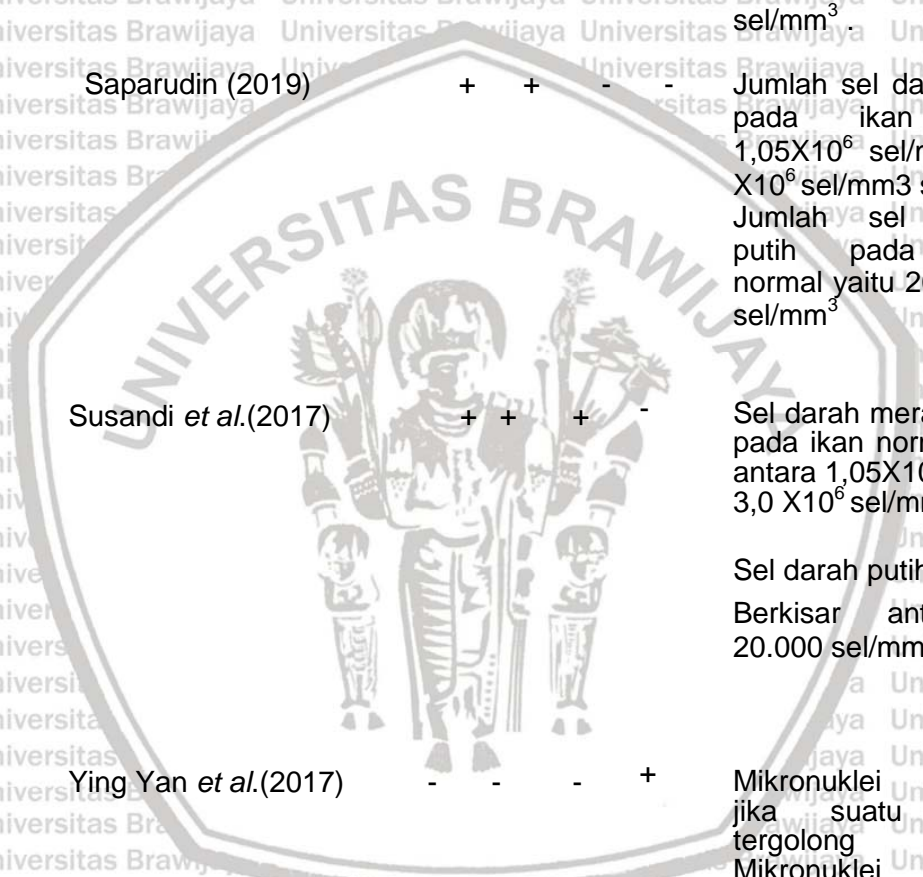
Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian





Lampiran 2. Tinjauan Pustaka Profil Darah dan Mikronuklei Ikan

Pustaka	Eri	Leu	Hb	Mik	Keterangan
Royan <i>et al.</i> , (2014)	+	+	-	-	Jumlah sel darah merah pada ikan teleostei normal sebanyak $1,05 \times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> – $3,0 \times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> Jumlah sel darah putih pada ikan nila 20.000 sel/mm <sup>3</sup> – 150.000 sel/mm <sup>3</sup> .
Saparudin (2019)	+	+	-	-	Jumlah sel darah merah pada ikan normal $1,05 \times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> – $3,0 \times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> Jumlah sel darah putih pada ikan normal yaitu 20.000 – 150.000 sel/mm <sup>3</sup> .
Susandi <i>et al.</i> (2017)	+	+	+	-	Sel darah merah (Eritrosit) pada ikan normal berkisar antara $1,05 \times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> – $3,0 \times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> Sel darah putih (Leukosit) Berkisar antara nila 20.000 sel/mm <sup>3</sup>
Ying Yan <i>et al.</i> (2017)	-	-	-	+	Mikronuklei terbentuk jika suatu perairan tergolong tercemar. Mikronuklei terbentuk antara binokleat dan monokleat





Parrino *et al.*, (2013)

+ + - -

Sel darah merah pada ikan *Mugil cephalus* sebanyak  $2,08 \times 10^6$  sel/mm<sup>3</sup> dan sel darah merah pada ikan *carassius auratus* sebanyak  $0,5 \times 10^6$  sel/mm<sup>3</sup>.

Sari *et al.*(2020)

+ + - -

Sel darah putih pada ikan sebanyak  $30,08 \times 10^3$  sel/mm<sup>3</sup> dan sel darah merah pada ikan sebanyak  $66,35 \times 10^3$  sel/mm<sup>3</sup>. Eritrosit normal memiliki kadar  $1,05 \times 10^6$  sel/mm<sup>3</sup> –  $3,0 \times 10^6$  sel/mm<sup>3</sup>. Leukosit normal memiliki kadar berkisar antara nilai 20.000 sel/mm<sup>3</sup> – 150.000 sel/mm<sup>3</sup>. Kadar haemoglobin ikan sehat berkisar antara 12-14 Hb/100.

Matofani *et al.*(2013)

+ + + +

Jumlah sel darah merah pada ikan yang normal yaitu  $1,05 \times 10^6$  –  $3,0 \times 10^6$  sel/mm<sup>3</sup>. Jumlah sel darah putih ikan normal berkisar antara 20.000-150.000 sel/mm<sup>3</sup>. Ikan yang sehat memiliki kadar haemoglobin antara 12-14 Hb/100.

Mikronuklei terbentuk ketika perairan tercemar





Pustaka	Eri	Leu	Hb	Mik	Keterangan
Zulkarnain et al., (2017)	+	+	-	-	Pada ikan teleostei, jumlah normal eritrosit adalah $1,05 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$
Purwanti et al., (2014)	+	+	+	+	Pada ikan teleostei, jumlah leukosit normal adalah $20.000 - 150.000 \text{ sel/mm}^3$ Jumlah eritrosit normal pada ikan teleostei yaitu $1,05 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$ Jumlah leukosit normal pada ikan teleostei yaitu $20.000 - 150.000 \text{ sel/mm}^3$
Husain et al.(2018)	+	+	-	+	Jumlah normal eritrosit pada ikan yaitu $1,05 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$ Jumlah normal leukosit pada ikan yaitu $20.000 - 150.000 \text{ sel/mm}^3$ Mikronuklei terbentuk jika suatu perairan mengalami pencemaran
Yuni et al., (2019)	+	+	+	+	Jumlah sel darah merah pada ikan yang normal yaitu $1,05 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$ Jumlah sel darah putih ikan normal berkisar antara $20.000 - 150.000 \text{ sel/mm}^3$

Ikan yang sehat memiliki kadar haemoglobin antara 12-14 Hb/100. Mikronuklei terbentuk ketika perairan tercemar

Ikan normal memiliki kadar eritrosit berkisar antara  $1,05 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6 \text{ sel/mm}^3$

Ikan normal memiliki kadar leukosit berkisar antara 20.000-150.000 sel/mm<sup>3</sup>

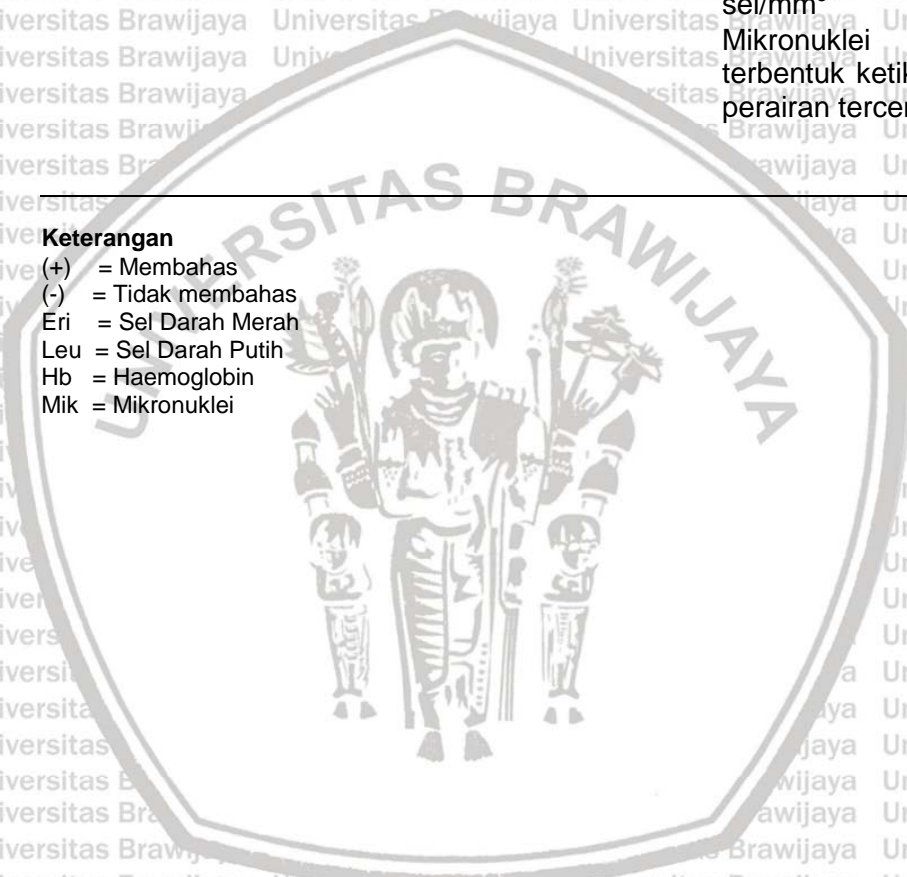
Mikronuklei akan terbentuk ketika suatu perairan tercemar

Hertika et al.(2021)

+ + - +

**Keterangan**

- (+) = Membahas
- (-) = Tidak membahas
- Eri = Sel Darah Merah
- Leu = Sel Darah Putih
- Hb = Haemoglobin
- Mik = Mikronuklei





Lampiran 3. Alat dan Bahan Skripsi

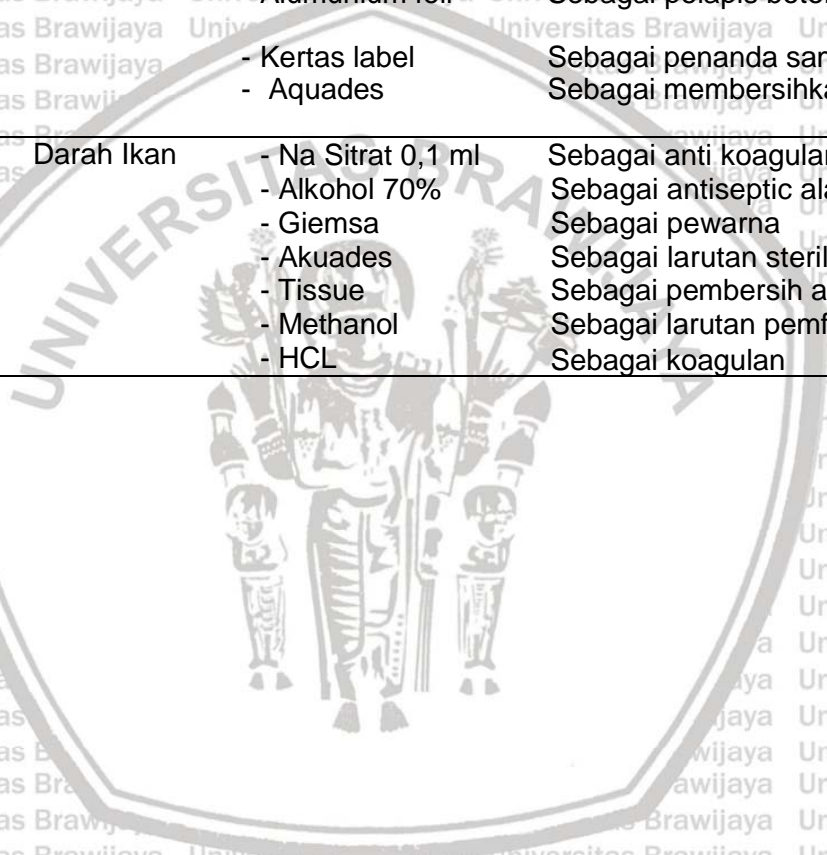
a. Alat beserta fungsinya

No.	Parameter (satuan)	Nama Alat	Fungsi
1.	Suhu (°C)	<i>Thermometer Hg</i>	Untuk mengukur suhu perairan sunagi
2.	pH	pH meter	Untuk mengukur pH perairan sungai
3.	DO (mg/l)	DO meter	Untuk mengukur DO perairan sungai
4.	Amoniak	- <i>Beaker glass</i> 50 ml	Untuk wadah sampel air
		- Spektofotometer 420 $\mu$ m	Untuk mengukur nilai Amoniak
5.	TSS	- Oven	Untuk memanaskan sampel TSS
		- Timbangan analitik	Untuk mengukur berat konstan sampel TSS
		- Gelas ukur	Untuk tempat mengukur air sampel yang akan digunakan
6.	BOD	- Pompa <i>vacum pump</i>	Untuk menyaring sampel
		- Botol DO	Untuk tempat sampel air yang akan diukur BODnya
7.	Darah Ikan	- <i>Washing bottle</i>	Untuk wadah aquades
		- <i>Beaker glass</i>	Untuk tempat sisa larutan
		- Kamera digital	Untuk dokumentasi kegiatan
		- Pipet tetes	Untuk mengambil larutan
		- Spuit 1 ml	Untuk menghisap darah ikan
		- Mikroskop	Untuk pengamatan darah ikan
		- <i>Haemocytometer</i>	Untuk meletakkan sampel
		- <i>Coverglass</i>	Untuk penutup <i>object glass</i>
		- Appendorf	Untuk wadah tempat menyimpan darah
		- <i>Washing bottle</i>	Untuk wadah aquades
		- Lap basah	Untuk membersihkan sisa kotoran

b. Bahan beserta fungsinya

No.	Parameter (satuan)	Nama Alat	Fungsi
1.	Suhu (°C)	Air Sungai	Sebagai sampel yang akan diukur suhunya
2.	pH	Air Sungai	Sebagai sampel yang akan diukur pH
3.	DO (mg/l)	Air Sungai	Sebagai sampel yang akan diukur DO

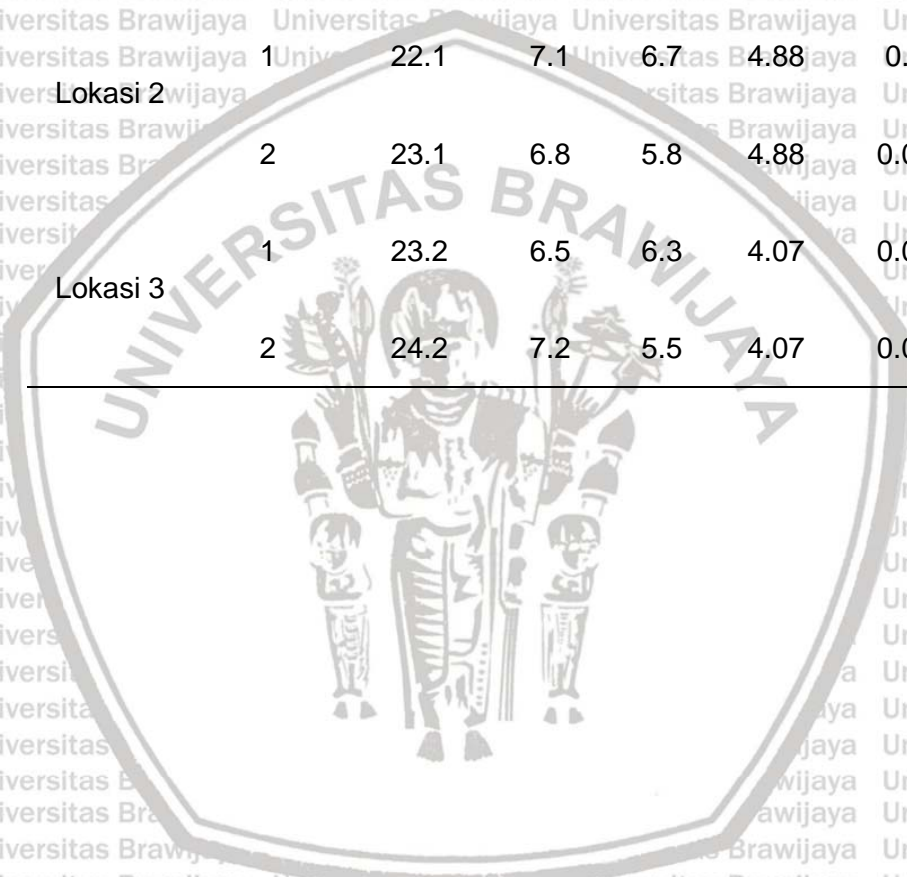
4. Amoniak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air Sungai</li> <li>- Larutan Nessler</li> <li>- Aquades</li> </ul>	Sebagai sampel yang diuji Sebagai pengkomplekan warna kuning kemerahan Sebagai larutan kalibrasi
5. TSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kertas saring (<i>wattaman</i>)</li> <li>- Alufo</li> <li>- Air Sungai</li> <li>- Aquades</li> </ul>	Sebagai penyaring air sungai Sebagai alas kertas <i>wattman</i> saat di oven Sebagai sampel yang akan diukur Sebagai kalibrasi alat
6. BOD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air Sungai</li> <li>- Alumunium foil</li> <li>- Kertas label</li> <li>- Aquades</li> </ul>	Sebagai sampel yang akan diukur BOD Sebagai pelapis botol DO Sebagai penanda sampel Sebagai membersihkan botol DO
7. Darah Ikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Na Sitrat 0,1 ml</li> <li>- Alkohol 70%</li> <li>- Giemsa</li> <li>- Akuades</li> <li>- Tissue</li> <li>- Methanol</li> <li>- HCL</li> </ul>	Sebagai anti koagulan Sebagai antiseptic alat Sebagai pewarna Sebagai larutan steril Sebagai pembersih alat Sebagai larutan pemfikasi Sebagai koagulan





Lampiran 4. Data Hasil Kualitas Air

Lokasi	Sampling	Parameter					
		Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Amoniak (mg/l)	TSS (mg/l)
Lokasi 1	1	22.2	6.9	6.9	4.07	0.092	42
	2	24.1	6.5	6.5	4.88	0.09	35
Lokasi 2	1	22.1	7.1	6.7	4.88	0.06	31
	2	23.1	6.8	5.8	4.88	0.057	33
Lokasi 3	1	23.2	6.5	6.3	4.07	0.049	30
	2	24.2	7.2	5.5	4.07	0.097	41



Lampiran 5. Data Hasil Pengamatan Darah Ikan

<b>Eritrosit</b>		
	<i>Sampling 1</i>	<i>Sampling 2</i>
	1000000	970000
Lokasi 1	1060000	800000
	590000	450000
	670000	460000
Lokasi 2	1050000	530000
	530000	970000
	430000	1200000
Lokasi 3	500000	440000
	830000	1200000
<b>Rata-Rata</b>	<b>740000</b>	<b>780000</b>

<b>Leukosit</b>		
	<i>Sampling 1</i>	<i>Sampling 2</i>
	43400	33200
Lokasi 1	127600	34200
	20800	37600
	52800	37800
Lokasi 2	25400	34000
	103200	26000
	67400	34600
Lokasi 3	48200	37200
	55000	37000
<b>Rata-Rata</b>	<b>60422</b>	<b>34622</b>

<b>Haemoglobin</b>		
	<i>Sampling 1</i>	<i>Sampling 2</i>
	4	4
Lokasi 1	6	5
	6	4
	4	6
Lokasi 2	4	6
	5	5
	5	4
Lokasi 3	5	6
	5	4
<b>Rata-Rata</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>

<b>Mikronuklei</b>		
	<i>Sampling 1</i>	<i>Sampling 2</i>
Lokasi 1	12	15
	14	24





Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan

1. Darah Ikan

a. Pengambilan Darah Ikan dan Pengukuran *Total length* dan *Total width*



Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) yang tertangkap



Pengambilan Darah Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)



Masukkan darah ke *appendorf*



Pengukuran menggunakan jangka sorong



b. Pengamatan Eritrosit



Pengambilan darah menggunakan pipet eritrosit



Menambahkan darah dengan larutan hayem



Meneteskan darah ke *haemocytometer* dan ditutup dengan *cover glass*



Mengamati eritrosit menggunakan mikroskop perbesaran 1000x

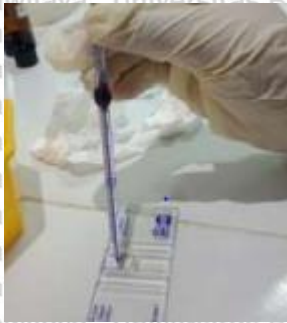
c. Pengamatan Leukosit



Pengambilan darah menggunakan pipet leukosit



Menambahkan darah dengan larutan turk



Meneteskan darah ke haemocytometer dan ditutup dengan cover glass



Mengamati leukosit menggunakan mikroskop perbesaran 1000x

d. Pengamatan Haemoglobin



Memasukkan sampel darah ke tabung Hb dan menambahkan aquades ke dalam tabung sampek menyerupai warna kuning di samping tabung dan diamati hasilnya



e. Pengamatan Mikronuklei



Darah yang telah diambil dibuat preparat apus darah di atas *object glass* dan menunggu sampai kering



Menambahkan methanol pada apusan darah



Menambahkan larutan *giemsa* dan menunggu sampai kering



Mengamati mikronuklei di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x

## 2. Kualitas Air

### a. Pengukuran Suhu, pH dan DO



Pengukuran DO menggunakan DO meter



Pengukuran pH menggunakan pH meter



Pengukuran suhu menggunakan *thermometer Hg*



b. BOD



Pengukuran BOD<sub>1</sub> dilakukan dilapang menggunakan metode titrasi *winkler*



Menunggu sampai mengendap dan menghitung nilai DO<sub>n</sub>. BOD<sub>5</sub> disimpan dalam desikator dan dilakukan perhitungan setelah 5 hari

c. Amoniak



Menyiapkan sampel air untuk dihitung amoniaknya



Menuangkan air sampel sebanyak 25 ml ke dalam gelas ukur



Menyaring air sampel ke dalam *beaker glass*



Menambahkan larutan *Nessler* sebanyak 11 tetes dan menunggu selama 30 menit





Memasukkan ke dalam cuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan masuknya (panjang gelombang 640 nm)

d. TSS



Memanaskan kertas saring menggunakan oven sampai selama 1 jam



Menimbang kertas saring menggunakan neraca analitik sebagai nilai B



Menyiapkan air sampel sebanyak 100 ml kedalam beaker glassa



Melakukan penyaringan menggunakan kertas saring dengan alat *vacum pump*.

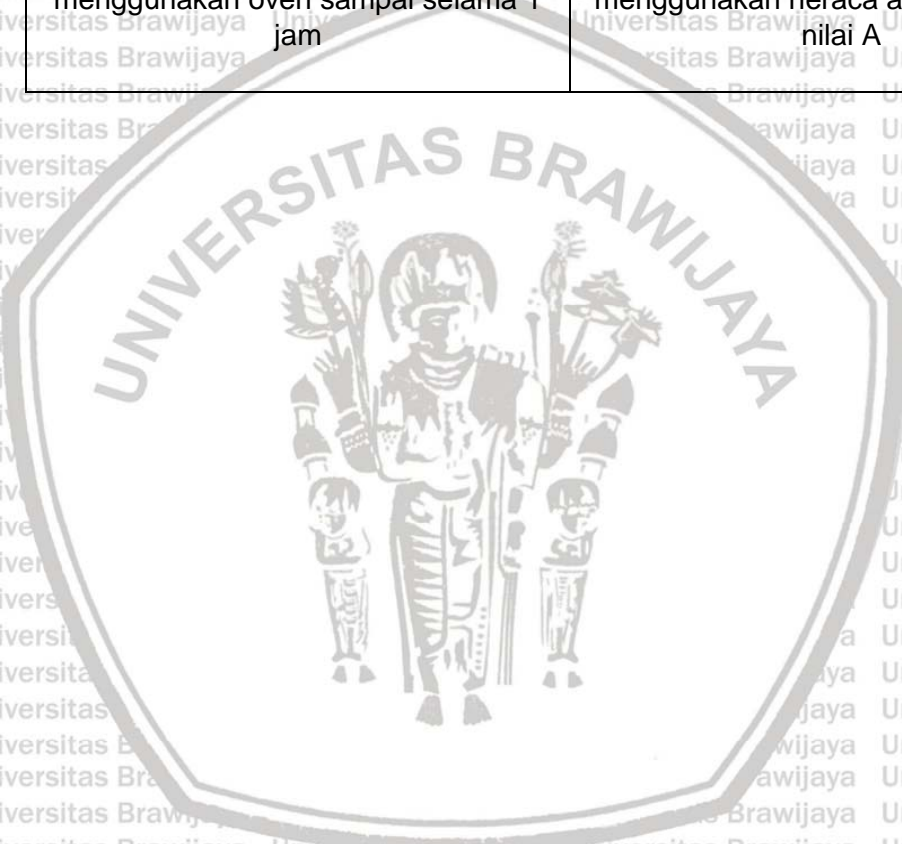




Memanaskan kembali kertas saring menggunakan oven sampai selama 1 jam



Menimbang kertas saring menggunakan neraca analitik sebagai nilai A



Lampiran 7. Hasil Kualitas Air menggunakan Indeks Pencemaran (IP)

Sampling	Parameter	Ci	Lij	Ci/Lij	Ci/Lij baru	Ci/Lij baru rata-rata	Ci/Lij baru max	IP	Status
Lokasi 1	Suhu	22.2	21-27	0.6	0.6	0.72	1.66	1.28	Tercemar Ringan
	pH	6.9	6-9	0.40	0.40				
	BOD	4.07	3	1.36	1.66				
	DO	6.9	≥4	0.36	0.36				
	TSS	42	50	0.84	0.84				
	Amoniak	0.092	0.2	0.46	0.46				
Lokasi 2	Suhu	22.1	21-27	0.63	0.63	0.64	1.63	1.24	Tercemar Ringan
	pH	7.1	6-9	0.27	0.27				
	BOD	4.88	3	1.63	1.63				
	DO	6.7	≥4	0.40	0.40				
	TSS	31	50	0.62	0.62				
	Amoniak	0.06	0.2	0.30	0.30				
Lokasi 3	Suhu	23.2	21-27	0.27	0.27	0.66	1.66	1.26	Tercemar Ringan
	pH	6.5	6-9	0.67	0.67				
	BOD	4.07	3	1.36	1.66				
	DO	6.3	≥4	0.47	0.47				
	TSS	30	50	0.60	0.60				
	Amoniak	0.049	0.2	0.25	0.25				
Lokasi 1	Suhu	24.1	21-27	0.03	0.03	0.73	2.06	1.54	Tercemar Ringan
	pH	6.5	6-9	0.67	0.67				
	BOD	4.88	3	1.63	2.06				
	DO	6.5	≥4	0.41	0.41				
	TSS	35	50	0.70	0.70				
	Amoniak	0.09	0.2	0.45	0.45				
Lokasi 2	Suhu	23.1	21-27	0.30	0.30	0.73	2.06	1.54	Tercemar Ringan
	pH	6.8	6-9	0.47	0.47				
	BOD	4.88	3	1.63	2.06				
	DO	5.8	≥4	0.59	0.59				
	TSS	33	50	0.66	0.66				
	Amoniak	0.057	0.2	0.29	0.29				
Lokasi 3	Suhu	24.2	21-27	0.07	0.07	0.60	1.36	1.05	Tercemar Ringan
	pH	7.2	6-9	0.20	0.20				
	BOD	4.07	3	1.36	1.36				
	DO	5.5	≥4	0.65	0.65				
	TSS	41	50	0.82	0.82				
	Amoniak	0.097	0.2	0.49	0.49				



Lampiran 8. Hasil Pengukuran *Total Length* dan *Total Width*

Lokasi	Sampel	Sampling 1		Sampling 2	
		<i>Total Length</i>	<i>Total Width</i>	<i>Total Length</i>	<i>Total Width</i>
1	1	8.11	1.62	6.64	1.76
	2	6.21	1.24	7.32	1.3
	3	8.15	1.87	7.1	1.52
2	1	7.74	1.83	8.2	2.02
	2	8.86	2.04	7.41	1.84
	3	7.11	1.54	8.62	2.24
3	1	7.35	1.32	4.71	1.1
	2	4.51	0.8	6.61	1.64
	3	8.12	1.74	5.01	1.3

