

ANALISIS HISTOLOGI GINJAL IKAN KETING (*Mystus nigriceps*) YANG TERPAPAR OLEH LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DI HILIR SUNGAI WELANG, PASURUAN

SKRIPSI

Oleh:

**DILA DWI OKTAVIANI
NIM. 175080101111007**



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





**ANALISIS HISTOLOGI GINJAL IKAN KETING (*Mystus nigriceps*)
YANG TERPAPAR OLEH LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DI
HILIR SUNGAI WELANG, PASURUAN**

SKRIPSI

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

Oleh:

**DILA DWI OKTAVIANTI
NIM. 175080101111007**



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



SKRIPSI

ANALISIS HISTOLOGI GINJAL IKAN KETING (*Mystus nigriceps*) YANG TERPAPAR OLEH LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DI HILIR SUNGAI WELANG, PASURUAN

Oleh:

**DILA DWI OKTAVIANI
NIM. 175080101111007**

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 13 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui
Ketua Jurusan MSP

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. M. Firdaus, MP.)
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: _____

(Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS.)
NIP. 19570704 198403 2 001
Tanggal: _____



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dila Dwi Oktavianti

NIM : 175080101111007

Judul : Analisis Histologi Ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

Skripsi yang Terpapar oleh Logam Berat Kadmium (Cd) di Hilir
Sungai Welang, Pasuruan

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, 17 Juli 2021



Dila Dwi Oktavianti
NIM.175080101111007

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Histologi Ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) yang Terpapar oleh Logam Berat Kadmium (Cd) di Hilir Sungai Welang, Pasuruan

Nama Mahasiswa : Dila Dwi Oktavianti

NIM : 175080101111007

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS

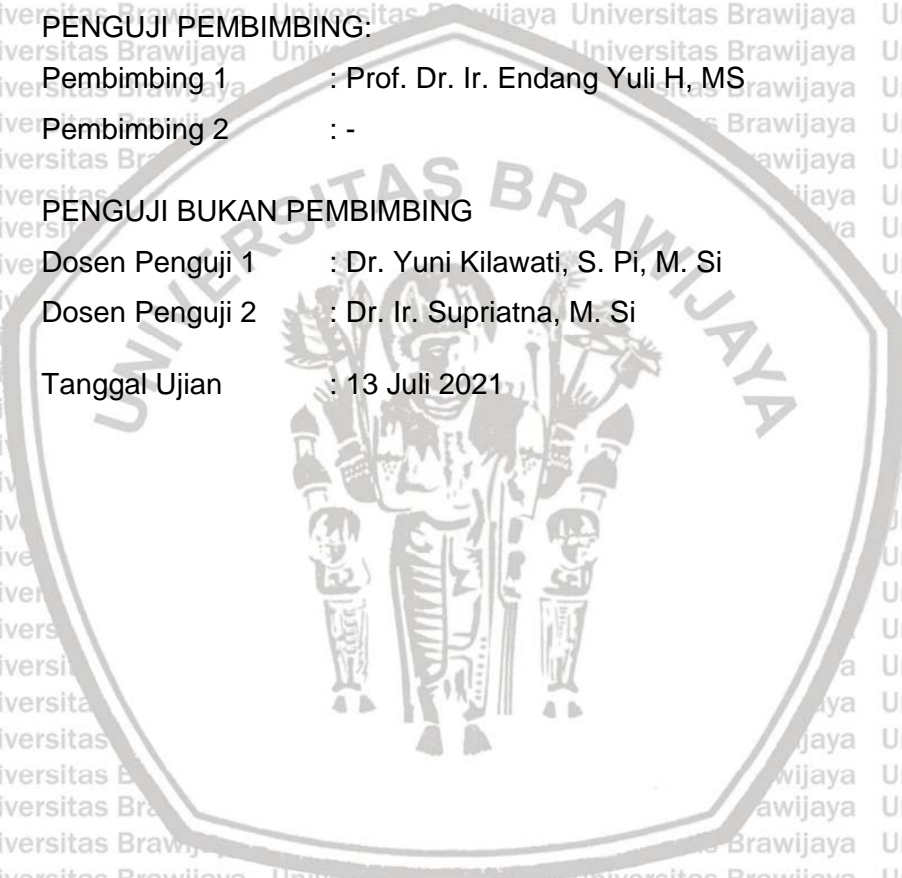
Pembimbing 2 : -

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Yuni Kilawati, S. Pi, M. Si

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Supriatna, M. Si

Tanggal Ujian : 13 Juli 2021



UCAPAN TERIMA KASIH

Pada Proses penulisan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Suparno dan Ibu Purwanti yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara materiil kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Maftuch, MS selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan selama penelitian.
4. Dr. Uun Yanuhar, S. Pi, M. Si selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan yang telah membantu dan mendukung kegiatan skripsi
5. Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan semangat kepada penulis.
6. Dr. Yuni Kilawati, S. Pi, M. Si selaku dosen penguji 1 dan Dr. Ir. Supriatna, M. Si selaku dosen penguji 2 yang telah mengarahkan dan memberi saran kepada penulis
7. Ibu Iwin, Ibu Titin, Pak Yudi dan Pak Udin atas dukungan peralatan dan bimbingan saat analisis sampel penelitian
8. Mbak Karina dan Mbak Riang atas bantuan dan dukungan selama penelitian
9. Teman-teman terdekat dan tim skripsi saya yang telah banyak membantu dan mendukung selama penelitian
10. Teman-teman Eridanus yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan

RINGKASAN

DILA DWI OKTAVIANTI. Analisis Histologi Ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) yang Terpapar oleh Logam Berat Kadmium (Cd) di Hilir Sungai Welang, Pasuruan (dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS**)

Hilir Sungai Welang merupakan badan air yang menerima buangan air limbah dari pabrik penyamakan kulit dan limbah domestik yang dihasilkan oleh masyarakat sekitar. Sungai ini mendapat bahan masukan lebih banyak yang berasal dari sungai bagian hulu dan tengah. Pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa bahan pencemar yang salah satunya adalah logam berat di perairan yang akan berdampak buruk pada kehidupan organisme salah satunya ikan. Berdasarkan uji pendahuluan, logam berat kadmium merupakan logam berat yang memiliki kadar tertinggi di Hilir Sungai Welang. Adanya logam berat dalam perairan sedikit demi sedikit akan terserap dalam jaringan ikan dan dalam konsentrasi tertentu dapat merusak organ-organ dalam tubuh (perubahan histologi). Salah satu organ yang paling sensitif terhadap pencemaran adalah ginjal. Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) merupakan jenis ikan yang mendominasi perairan Hilir Sungai Welang. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka penelitian tentang analisis histologis ginjal ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui status mutu air, kondisi histologi ginjal ikan keteng dan hubungan logam berat kadmium terhadap kerusakan histologi ikan keteng (*Mystus nigricps*).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2021 di Hilir Sungai Welang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode survey dan analisis deskriptif dengan sumber data primer dan data sekunder. Terdapat 3 stasiun dan 3 sub stasiun yang ditentukan berdasarkan tata guna lahan Hilir Sungai Welang dan dilakukan 2 kali sampling. Sampel ikan diambil sebanyak 2 ekor ikan pada masing-masing stasiun. Parameter kualitas air yang dianalisis antara lain fisika (suhu, TSS, kecepatan arus), kimia (pH, DO, COD, TOM, logam berat kadmium di air dan di ginjal ikan) serta biologi (histologi ginjal ikan keteng). Analisis status mutu air menggunakan indeks storet dan hubungan antara logam berat Cd di ginjal ikan terhadap histologi ginjal ikan menggunakan analisis regresi linier sederhana.

Status mutu air pada stasiun 1 (ringan), 2 (ringan) dan 3 (sedang) dengan masing-masing skor -10, -10 dan -14. Parameter yang tidak optimum yaitu suhu, TSS, pH, COD dan Cd. Kadar Cd ginjal ikan sebesar 4,41-6,6 mg/kg tergolong tidak optimum. Status kerusakan histologi ginjal ikan sampling 1 sebesar 40%-65% (rusak ringan-sedang). Sampling 2 sebesar 43,56%-52,67% (rusak ringan-sedang). Berdasarkan analisis regresi linier sederhana, variabel logam berat Cd ginjal ikan memiliki korelasi positif terhadap kerusakan histologi ginjal ikan keteng. Nilai R square pada setiap kerusakan histologi >50% maka variabel logam berat Cd ginjal ikan berpengaruh nyata terhadap kerusakan histologi ginjal ikan keteng. Kedua parameter tersebut memiliki nilai yang melebihi batas optimum yang berdampak buruk bagi ekosistem perairan tersebut. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa perairan Hilir Sungai Welang dalam kondisi tercemar ringan-sedang. Pengamatan kondisi ikan keteng di Hilir Sungai Welang lebih lanjut dapat dijadikan sebagai indikator dalam menentukan kualitas perairan.

SUMMARY

DILA DWI OKTAVIANTI. Kidney Histological Analysis of Keting Fish (*Mystus nigriceps*) Exposed to Heavy Metal Cadmium (Cd) in Downstream Welang River, Pasuruan (under the guidance of **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS**)

Downstream of the Welang River is a body of water that receives wastewater from the tanning factory and domestic waste generated by the community around the riverbanks. This river gets more input from the upstream and middle rivers which can cause water pollution. Water pollution can be caused by several pollutants, one of which is heavy metals where heavy metals in the waters will have a negative impact on the life of organisms, one of which is fish. Based on preliminary tests, heavy metal kadmium is a heavy metal that has the highest levels in the Lower Welang River. The presence of heavy metals in the waters will gradually be absorbed in fish tissues and in certain concentrations can damage organs in body tissues (histological changes). One of the organs most sensitive to pollution is the kidney. Keting fish (*Mystus nigriceps*) is a type of fish that dominates the waters of the Lower Welang River. Based on the background that has been stated, it is necessary to do research on the histological analysis of the kidneys of Keting fish (*Mystus nigriceps*) in the Lower Welang River. The purpose of this study was to determine the status of water quality, kidney histology condition of kating fish and the relationship of heavy metal cadmium to histological damage of kating fish (*Mystus nigricps*).

This research was conducted from March to April 2021 in Downstream of Welang River. The method used in this research is survey method and descriptive analysis with primary and secondary data sources. There are 3 stations and 3 sub stations which are determined based on the land use of the Welang River Downstream and 2 times sampling is carried out. Fish samples were taken as many as 2 fish at each station. The water quality parameters analyzed included physics (temperature, TSS, current velocity), chemistry (pH, DO, COD, TOM, heavy metal cadmium in water and in fish kidneys) and biology (kidney histology). Analysis of water quality status using the storet index and the relationship between heavy metal Cd in fish kidneys and histology of fish kidneys using simple linear regression analysis.

Water quality status at stations 1 (mild), 2 (mild) and 3 (moderate) with scores of -10, -10 and -14, respectively. Parameters that are not optimum are temperature, TSS, pH, COD and Cd. Fish kidney Cd levels of 4.41-6.6 mg/kg are not considered optimum. Histological damage status of fish kidney sampling 1 was 40%-65% (mild-moderate damage). Sampling 2 is 43.56%-52.67% (mild-moderate damage). Based on simple linear regression analysis, the heavy metal Cd variable in fish kidneys had a positive correlation with the histology of cattfish kidney damage. The value of R square for each histological damage is >50%, so the heavy metal Cd variable in fish kidneys has a significant effect on the histology of kating fish kidney damage. Both of these parameters have values that exceed the optimum limit which has a negative impact on the aquatic ecosystem. This can indicate that the waters of the Lower Welang River are in a mild-moderately polluted condition. Observation of the condition of kating fish in the Lower Welang River can further be used as an indicator in determining the quality of the waters.

KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan penelitian yang berjudul “Analisis Histologi Ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) yang Terpapar oleh Logam Berat Kadmium (Cd) di Hilir Sungai Welang, Pasuruan” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan dari segala aspek dalam tata cara penulisan maupun penggunaan tata bahasa di dalamnya, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat dijadikan sebagai pengalaman dan pengetahuan pada masa yang akan datang. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Malang, 17 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

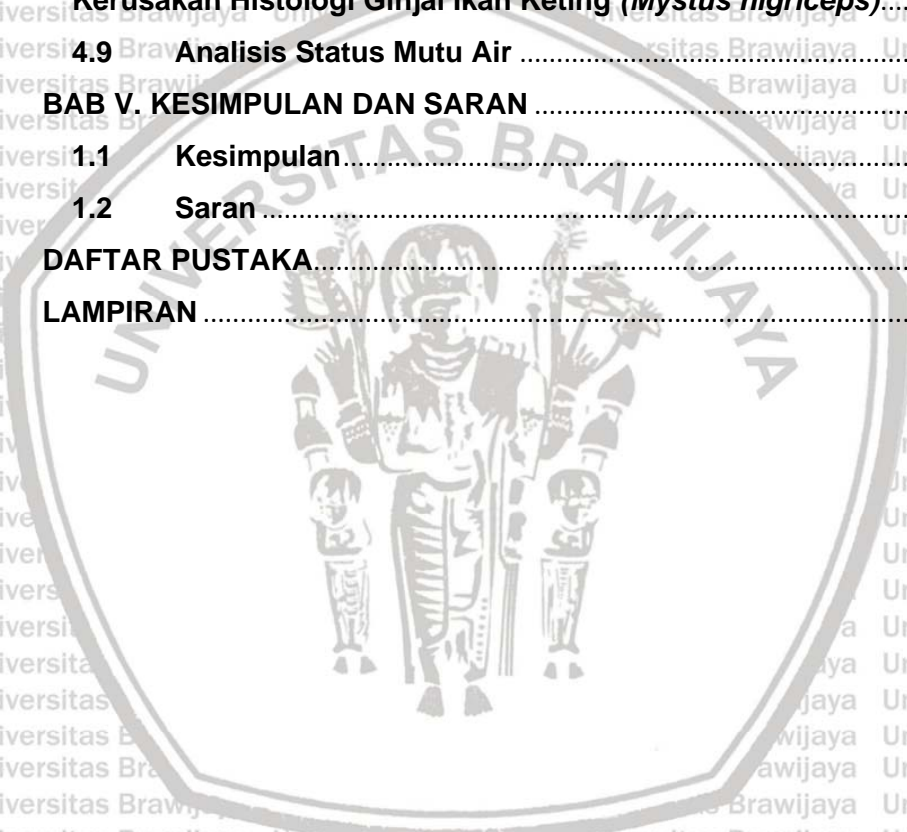
Halaman

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
IDENTITAS TIM PENGUJI	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sungai Welang.....	6
2.2 Pencemaran Air.....	7
2.3 Logam Berat.....	8
2.3.1 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air.....	9
2.3.2 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Ginjal Ikan.....	10
2.4 Deskripsi Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	12
2.5 Kualitas Air.....	13
2.6 Parameter Kualitas Air.....	15
2.6.1 Suhu.....	15
2.6.2 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	16
2.6.3 Kecepatan Arus.....	17
2.6.4 Derajat Keasaman (pH).....	17
2.6.5 DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	18
2.6.6 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	19



2.6.7 TOM (<i>Total Organic Matter</i>).....	20
2.7 Histologi.....	21
2.8 Analisis Data.....	23
BAB III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	26
3.2 Materi Penelitian.....	26
3.3 Alat dan Bahan.....	26
3.4 Kerangka Umum Penelitian.....	27
3.5 Metode Penelitian.....	27
3.5.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Ikan.....	29
3.6 Metode Pengukuran Logam Berat Kadmium (Cd).....	30
3.6.1 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air.....	30
3.6.2 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Ginjal Ikan.....	30
3.7 Metode Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	32
3.7.1 Suhu.....	32
3.7.2 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	32
3.7.3 Kecepatan Arus.....	33
3.7.4 Derajat Keasaman (pH).....	34
3.7.5 DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	34
3.7.6 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	35
3.7.7 TOM (<i>Total Organic Matter</i>).....	35
3.8 Metode Pengamatan Struktur Histologi Ginjal Ikan.....	36
3.8.1 Pembuatan Preparat Histologi.....	36
3.8.2 Pengolahan Data Kerusakan Sel Menggunakan <i>Software Olyvia</i>	38
3.8.3 Skoring Kerusakan Histologi.....	38
3.9 Analisis Data.....	39
3.9.1 Analisis Regresi.....	39
3.9.2 Standar Baku Mutu Kualitas Air.....	40
3.9.3 Metode STORET.....	41
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	43
4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	43
4.3 Analisis Morfologi Ikan.....	46
4.4 Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air.....	46
4.5 Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Ginjal Ikan.....	48

4.6	Kondisi Kualitas Air Sungai Welang.....	50
4.6.1	Suhu.....	50
4.6.2	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	52
4.6.3	Kecepatan Arus.....	54
4.6.4	Derajat Keasaman (pH).....	55
4.6.5	DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	57
4.6.6	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	58
4.6.7	TOM (<i>Total Organic Matter</i>).....	60
4.7	Kerusakan Histologi Ginjal Ikan.....	61
4.8	Hubungan Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan dengan Status Kerusakan Histologi Ginjal Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	67
4.9	Analisis Status Mutu Air.....	71
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		74
1.1	Kesimpulan.....	74
1.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN.....		85



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persentase Tingkat Kerusakan (Wolf et al., 2015).....	39
2. Nilai Baku Mutu Kelas II.....	40
3. Penentuan Status Nilai Baku Mutu.....	42
4. Klasifikasi Status Mutu Air Berdasarkan "US-EPA.....	42
5. Kerusakan jaringan pada organ ginjal ikan keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	61
6. Kualitas Air Hilir Sungai Welang.....	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Rumusan Masalah.....	3
2. Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>) (Kottelat et al., 1993).....	13
3. Diagram Alir Penelitian	27
4. Skema pembuatan preparat histologi (Martins et al., 2018).....	37
5. Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Stasiun 1	44
6. Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Stasiun 2	45
7. Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Stasiun 3	45
8. Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>)	46
9. Kadmium pada Hilir Sungai Welang.....	47
10. Kadmium dalam Ginjal Ikan Keting di Hilir Sungai Welang	49
11. Suhu pada Hilir Sungai Welang	51
12. TSS pada Hilir Sungai Welang.....	53
13. Kecepatan Arus pada Hilir Sungai Welang	54
14. pH pada Hilir Sungai Welang	55
15. DO pada Hilir Sungai Welang.....	57
16. COD pada Hilir Sungai Welang.....	59
17. TOM (Total Organic Matter) pada Hilir Sungai Welang.....	60
18. Kerusakan Nekrosis (A. Wikiandy et al., 2013, B. dokumentasi pribadi, 2021)	64
19. Kerusakan Kongesti (Sari et al., 2014, B. dokumentasi pribadi, 2021)	65
20. Kerusakan Degenerasi (Sari et al., 2014, B. dokumentasi pribadi, 2021).....	66

DAFTAR LAMPIRAN

1. Alat Penelitian	85
2. Bahan Penelitian.....	87
3. Peta Lokasi Pemantauan Sungai Welang	88
4. Baku Mutu Air Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001	89
5. Data Pengukuran Kualitas Air.....	90
6. Gambar Pengamatan Histologi	91
7. Perhitungan Status Kerusakan Histologi	92
8. Perhitungan Analisis Regresi Linier Sederhana	94
9. Perhitungang Indeks Storet.....	97
10. Dokumentasi Kegiatan.....	99



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan sistem air yang dinamis dan aktivitas banyak manusia di dekat badan air dapat menyebabkan berubahnya kualitas air sungai dari hulu ke hilir (Tanjung *et al.*, 2019). Fungsi sungai dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan domestik, kebersihan lingkungan, irigasi, perikanan budidaya, pariwisata, industri, olah raga dan transportasi serta kebutuhan lainnya (Dewa, *et al.* 2016).

Daerah Aliran Sungai Welang secara administratif terletak di Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan dan Kabupaten Malang. Hilir Sungai Welang merupakan bagian sungai yang menerima banyak buangan limbah yang berasal dari pabrik industri penyamakan kulit dan limbah rumah tangga penduduk sekitar yang berdampak pada menurunnya kualitas air sungai. Penelitian ini dilakukan di Sungai Welang bagian hilir karena terdapat bahan masukan lebih banyak yang berasal dari buangan limbah di sungai bagian hulu dan tengah, sehingga sangat memungkinkan apabila di bagian hilir terdapat banyak bahan-bahan pencemar yang ingin diteliti. Penentuan lokasi stasiun dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan tata penggunaan lahan yang ada di daerah Hilir Sungai Welang.

Pada Hilir Sungai Welang terdapat satu jenis ikan yang dominan dan menjadi tangkapan terbanyak oleh nelayan yaitu Ikan Keting (*Mystus nigriceps*). Ikan keting merupakan biota yang hidup di perairan tawar yang memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan tercemar tanpa mengalami kematian, diantaranya kadar oksigen terlarut yang rendah dan kekeruhan yang cukup tinggi.

Kualitas air sungai akan menurun jika nilai kualitas airnya tidak sesuai kriteria baku mutu yang akhirnya dalam pemanfaatannya harus melalui berbagai proses pengolahan. Kegiatan masyarakat disekitar bantaran sungai dapat menimbulkan adanya pencemaran. Pencemaran air disebabkan oleh bermacam-macam bahan pencemar yang salah satunya adalah logam berat. Keberadaan logam berat di perairan akan berdampak buruk pada kehidupan organisme, dan menimbulkan efek pada kesehatan manusia secara tidak langsung. Kadmium merupakan jenis logam berat yang bersifat toksik dalam lingkungan perairan.

Penelitian ini menganalisis logam berat kadmium yang merupakan kadar logam berat tertinggi yang terdapat pada Sungai Welang. Tingginya kadar logam berat pada air sungai dapat mempengaruhi kesehatan organisme atau biota didalamnya yang salah satunya adalah ikan. Ikan merupakan biomarker yang cukup signifikan untuk mengestimasi tingkat pencemaran logam berat. Karena mampu menggambarkan perubahan karakteristik perairan (Authman *et al.*, 2015). Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh keberadaan logam berat terhadap organisme ikan, maka langkah yang perlu dilakukan adalah dengan menghitung kadar logam berat dalam organ ikan dan menganalisis kerusakan yang ada pada organ ikan atau yang biasa disebut dengan histologi ikan. Histologi ialah suatu ilmu yang berkaitan dengan sel, jaringan serta unsur-unsurnya. Organ ikan yang memiliki sensitifitas tinggi terhadap pencemaran salah satunya adalah ginjal. Ginjal ikan air tawar dapat mengalami kerusakan jika berada dalam perairan yang tercemar limbah pabrik. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, penelitian tentang analisis histologis ginjal ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang perlu dilakukan.

1.2 Perumusan Masalah

Pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan sektor-sektor industri semakin meningkat dengan seiring berjalannya waktu. Keadaan tersebut akan berdampak pada kondisi kualitas air sekitar wilayah tersebut termasuk Sungai Welang. Warga yang masih membuang limbah domestik ke sungai dapat mengakibatkan meningkatnya tingkat pencemaran di hilir Sungai Welang. Jika kebiasaan ini terjadi dalam jangka waktu lama dan tidak segera dilakukan penanganan maka akan menurunkan kualitas air dan peran sungai dalam menunjang keseimbangan ekosistem. Pengamatan pada struktur histologi ginjal ikan dapat digunakan untuk menentukan adanya gangguan fisiologis tertentu dari organisme ikan dan status kesehatan lingkungan perairan. Adapun diagram alir rumusan masalah dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir Rumusan Masalah

Keterangan:

- a. Aktivitas penduduk di daerah Hilir Sungai Welang seperti industri penyamakan kulit, rumah tangga, perikanan dan pertanian tentu mengeluarkan limbah yang dibuang langsung ke sungai mengakibatkan perubahan kondisi perairan.
- b. Perubahan kondisi perairan berpengaruh pada perubahan status lingkungan perairan dan kondisi fisiologi ikan yang ditunjukkan dengan perubahan struktur histologi ginjal ikan
- c. Perubahan kondisi lingkungan perairan dan kondisi fisiologi ikan yang ditinjau dari perubahan struktur histologi ginjal ikan disebabkan oleh banyaknya limbah buangan oleh aktivitas manusia di sekitar Hilir Sungai Welang.

Berdasarkan bagan alur rumusan masalah diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kualitas air di Hilir Sungai Welang?
2. Bagaimana status kerusakan histologi ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang?
3. Bagaimana hubungan logam berat Cd (kadmium) dalam ginjal ikan terhadap kondisi histologi ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi kualitas air di Hilir Sungai Welang
2. Menganalisis status kerusakan histologi ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang
3. Menganalisis hubungan logam berat Cd (kadmium) dalam ginjal ikan terhadap kondisi histologi ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Akademisi

Hasil dari penelitian diharapkan mampu menjadi bahan referensi seputar informasi terkait histologi ginjal ikan sebagai indikasi pencemaran perairan

2. Masyarakat Umum

Hasil dari penelitian dapat menjadi bahan informasi terkait kondisi kualitas perairan di Hilir Sungai Welang dan agar dapat memberi informasi terkait kondisi ikan keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang

3. Instansi Pemerintah

Hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai bahan informasi terkait kondisi kualitas perairan di Hilir Sungai Welang.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai Welang

Sungai ialah tempat atau wadah air mengalir dari daerah hulu menuju daerah hilir. Daerah hulu umumnya identik dengan daerah pegunungan, sedangkan daerah hilir identik dengan kawasan laut. Selain dapat mengalirkan air dari daerah hulu, sungai dapat membawa berbagai material baik organik maupun material anorganik menuju bagian hilir. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa sungai termasuk sebagai perairan yang bersifat mengalir.

• Sungai Welang

Daerah Aliran Sungai Welang secara administratif terdapat di Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan dan Kabupaten Malang. Menurut Maroeto, *et al.* (2017), Kali Welang adalah sungai dengan daerah tangkapan air terbesar yakni 518 km² dan terpanjang 36 km di Pasuruan dan selebar 35 m, namun debit aliran sungai ini lebih rendah dari debit Sungai Rejoso. Karakteristik sungai welang ialah berbelok-belok dan morfologi sungai serta kondisi DAS nya melebar pada bagian hulu.

Pada daerah aliran Sungai Welang terdapat 15 satuan tata guna lahan yang enam diantaranya meliputi kegiatan pertanian yakni perkebunan sayur-mayur, sawah serapan, pertanian, dan tegalan. Hilir Sungai Welang adalah wadiah air yang menerima banyak buangan limbah dari aktivitas industri penyamakan kulit dan limbah rumah tangga dari penduduk sekitar bantaran sungai yang berdampak pada menurunnya kualitas air sungai.

DAS Welang berdasarkan kondisi topografi daerah studi dapat digolongkan berdasarkan tata guna lahannya yaitu 30% adalah lahan hutan yang berada di daerah hulu, kemudian 50% adalah ladang yang berada di daerah

tengah dan pemukiman sebesar 20%. Kali Welang sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Pasuruan dan sebagian air sungainya melintas di Kota Pasuruan.

2.2 Pencemaran Air

Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001, pencemaran air adalah masuk atau di masukkannya makhluk hidup, zat energi dan atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia, sehingga menyebabkan kualitas air menurun hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Berdasarkan definisi tersebut, pencemaran dapat terjadi kapan saja baik disengaja ataupun tidak disengaja dari aktivitas kegiatan manusia.

Pencemaran juga disebut dengan polusi, sedangkan yang dimaksud dengan polutan merupakan bahan dari suatu pencemaran, seperti bahan pencemar fisika, bahan pencemar kimia dan bahan pencemar biologis. Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat, unsur, energi, atau komponen lainnya kedalam air sehingga dapat menyebabkan kualitas air terganggu. Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan ciri-ciri bau, rasa, dan warna (Sumampouw, 2015).

Menurut Gupta (2016), pencemaran air dapat terjadi dari dua sumber yaitu pencemaran terpusat dan pencemaran tidak terpusat. Sumber pencemaran terpusat adalah pencemaran yang terjadi dari sumber yang dapat diidentifikasi langsung. Contohnya pipa yang terpasang ke pabrik, tumpahan minyak dari kapal tanker, limbah yang keluar dari industri. Sumber pencemaran terpusat seperti limbah cair (baik kota dan industri). Sedangkan sumber pencemaran tidak terpusat adalah berasal dari sumber yang berbeda. Contohnya adalah limpasan dari lahan pertanian, limbah kota, dll. Sumber pencemaran juga terbagi menjadi pencemaran organik dan anorganik. Pencemaran bahan organik dapat berasal

dari insektisida, herbisida, organohalida dan bentuk bahan kimia organik lainnya.

Pencemaran bahan organik juga dapat berasal dari bakteri di kotoran ternak, pertanian dan limbah pengolahan makanan. Pencemaran bahan anorganik dapat berasal dari logam berat hasil drainase tambang, pengisian bahan bakar dan buangan limbah industri.

2.3 Logam Berat

Logam berat ialah suatu komponen alami yang terletak di kulit bumi dan memiliki sifat nondegradable maupun dihancurkan serta merupakan zat yang berbahaya dapat mengalami bioakumulasi. Menurut Kurniasari, *et al.* (2012), Salah satu bahan pencemar di perairan adalah logam berat. Logam berat merupakan zat yang bersifat toksik dan karsinogenik. Logam dapat dibedakan menjadi dua, yakni logam berat dan logam ringan. Logam yang mempunyai berat 5 g atau lebih pada setiap cm^3 disebut sebagai logam berat, sedangkan logam yang mempunyai berat kurang dari 5 g pada setiap cm^3 disebut sebagai logam ringan (Darmono, 1995).

Kontaminan logam berat dapat terpapar kedalam perairan melalui berbagai cara yaitu *run off*, dikeluarkan langsung ke permukaan badan air, dan air lindi menuju ke lapisan tanah. Terdapat dua cara logam berat dapat memasuki lingkungan yakni secara alami atau natural dan secara antropogenik atau tidak secara alami yaitu terlepas ke lingkungan karena adanya campur tangan manusia. Kondisi alami terlepasnya kontaminan logam berat di lingkungan diakibatkan oleh proses pelapukan akibat erosi, cuaca dan aktivitas vulkanik. Sedangkan secara antropogenik atau tidak alami terjadi karena aktivitas manusia seperti penggunaan pestisida, pertambangan, peleburan, pelapisan logam, pupuk penyubur tanah, dan lain-lain (Istarani dan Pandebesie, 2014).

Menurut Ahmad (2009), logam berat yang terdapat di perairan kemudian akan melalui proses biomagnifikasi di perairan dan adanya logam berat akan terus ditingkatkan, selanjutnya logam berat berasosiasi dengan rantai makanan yang kemudian dapat terakumulasi oleh biota perairan. Menurut Rizky (2016), kehadiran logam berat kadmium pada lingkungan perairan bukan hanya disebabkan oleh buangan limbah industri maupun limbah domestik, akan tetapi dapat berasal dari kontribusi alam secara tidak langsung yang turut menimbulkan terjadinya pencemaran logam berat di perairan.

2.3.1 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air

Kadmium ialah logam yang berwarna putih perak, mengkilap, lunak, mudah bereaksi, tidak larut dalam basa, serta dapat menghasilkan kadmium oksida apabila dipanaskan. Kadmium dapat membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak konstan. Kadmium memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan masa jenis sebesar $8,65 \text{ g/cm}^3$. Logam berat kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan sama dengan logam aluminium, tahan terhadap korosi dan juga tahan panas. Kadmium berfungsi sebagai penanda biologis atau biomarker pencemaran logam berat kadmium (Cd) di suatu perairan (Istarani dan Pandebesie, 2014).

Kadmium (Cd) adalah elemen yang relatif langka, dan konsentrasinya di kerak bumi jauh lebih sedikit daripada Hg dan Pb. Polusi logam berat kadmium (Cd) sering ditemui pada daerah industri. Adanya logam berat kadmium di suatu lingkungan secara berlebihan akan berdampak luas baik secara langsung maupun tidak langsung, karena logam ini memiliki sifat mudah teradsorpsi dan terakumulasi oleh tubuh organisme (Fauzi *et al.*, 2015). Menurut Hadi *et al.* (2015), logam berat kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang beracun di lingkungan. Hati dan ginjal merupakan organ utama dalam

mengakumulasi logam berat kadmium. Selain itu, logam berat kadmium juga bersifat mutagenik yang dapat menyebabkan kerusakan pada DNA hewan.

Logam berat kadmium dapat disebut sebagai limbah B3 berdasarkan sifat racunnya. Menurut PP no.18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3 pasal 1, dampak yang ditimbulkan Cd mampu merusak lingkungan dan kesehatan manusia sehingga dikategorikan kedalam limbah B3. Menurut Istarani dan Ellina (2014), kadar logam berat yang terkandung pada tubuh ikan relatif lebih tinggi dibandingkan kadar logam berat tempat organisme itu hidup. Terkhusus pada ikan jika kadar kadmium dalam tubuhnya melewati ambang batas yang telah ditetapkan maka dapat menghambat pertumbuhan dan mengakibatkan ikan menjadi beracun.

2.3.2 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Ginjal Ikan

Insang, hati dan ginjal ialah organ yang memiliki sensitifitas tinggi terhadap kontaminan logam berat. Logam berat yang masuk ke jaringan ginjal umumnya ditemukan di tubulus, glomerulus, dan otot ginjal. Konsentrasi logam berat yang berlebihan akan mengganggu fungsi dan peran glomerulus sebagai penyaring dan pembersih sel darah. Glomerulus merupakan salah satu organ nepron ginjal yang rentan akibat paparan logam berat. Kematian pada nefron ginjal dapat mengakibatkan penyakit gagal ginjal hingga kematian ikan.

Menurut Prabowo (2005), proses penyerapan awal kadmium oleh biota air bisa melalui tiga cara yakni pertama, dari air masuk melalui pernafasan atau organ insang, kedua dari air melalui permukaan tubuh atau kulit dan ketiga dari makanan, senyawa atau partikel yang dicerna oleh sistem pencernaan biota air.

Setelah kadmium terserap oleh tubuh, selanjutnya diikat oleh protein berat molekul rendah yang disebut thionein membentuk senyawa kompleks protein metallothionein yang disintesis dalam hati. Clark (1989) menerangkan apabila

logam berat yang ada di perairan dapat masuk ke dalam tubuh ikan, dan waktu masuknya logam berat ke tubuh ikan sangat bervariasi. Masuknya logam berat bisa melalui mulut dan alat pencernaan makanan, permukaan insang atau melintas integumen. Maka dari itu ikan yang hidupnya pada perairan dengan cemaran logam berat tinggi akan berakibat pada jaringan tubuhnya, yang akan mengandung kadar logam berat lebih tinggi.

Menurut Hober, *et al.* (2020), kadmium dalam organ dapat menimbulkan terjadinya kerusakan nekrosis pada organ dan kerusakan lainnya, hal ini disebabkan karena ROS (*reactive oxygen species*) yang mengakibatkan kerusakan lipid peroksidasi atau biasa disebut LPO, kemudian merusak bagian *barrierr* antioksidan, ini dapat merusak keseimbangan pro-oxidant secara tidak langsung, kadmium menyebabkan jumlah ion Cu dan Fe meningkat sehingga mengakibatkan stress oksidatif pada reaksi fenton, kadar antioksidan non-enzimatik yakni *glutathion* atau GSH menurun, kelompok dari sulfhidril, yang kemudian menonaktifkan enzim antioksidan yakni (SOD), katalase atau CAT, *glutathione reductase* atau GR, dan *glutathione peroksidase* atau Gpx. Kadmium bisa menurunkan aktivitas dari Na⁺, K⁺ -ATPase dalam organ yang dapat mengakibatkan penurunan transportasi di membran sel, ketidakstabilan sel-sel pada proses memompa ion Na⁺ keluar dari sel tersebut dapat menyebabkan meningkatnya cairan yang masuk dari ekstraseluler menuju intraseluler dan kemudian sel tidak dapat memompa ion Na⁺ dengan kadar cukup sehingga menyebabkan sel tersebut mengalami pembengkakan, dikarenakan muatan elektrolit yang berada di luar dan yang di dalam sel memiliki keadaan yang tidak seimbang. Hal ini sesuai dengan pernyataan pada penelitian sebelumnya bahwa ikan Medaka Sulawesi yang terpapar oleh kadmium dengan konsentrasi 0 mg/l (kontrol), 0,008 mg/l dan 0,03 mg/l, mendapatkan hasil kerusakan pada jaringan organ ikan seperti nekrosis, kongesti dan *hemorrhage*. Hasil analisis penelitian

ini mengatakan bahwa pemaparan kontaminan kadmium memiliki pengaruh terhadap kerusakan sel atau jaringan pada organ ikan medaka Sulawesi.

Menurut Lalitha (2012), semakin tinggi kadar zat toksik dalam tubuh maka akan semakin tinggi pula kerusakan yang dialami.

2.4 Deskripsi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

Ikan Keting ialah ikan jenis lokal Kali Welang. Ikan keting atau *Mystus nigriceps* ini adalah biota perairan pada air tawar yang memiliki toleransi tinggi atas perubahan kondisi lingkungannya yang tercemar tanpa mengalami kematian, di antaranya adalah kadar DO yang rendah dan tingkat kekeruhan yang tinggi (Sulistyo dan Setijanto, 2002). Ikan keting (*Mystus nigriceps*) memiliki sifat omnivora tetapi cenderung bersifat karnivora. Klasifikasi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) Menurut Fricke, et al. (2019), adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Superclass	: Pisces
Class	: Actinopterygii
Ordo	: Siluriformes
Subordo	: Siluroidei
Famili	: Bagridae
Genus	: <i>Mystus</i>
Spesies	: <i>Mystus nigriceps</i>



Gambar 2. Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) (Kottelat et al., 1993)

Ikan keting (*Mystus nigriceps*) masih dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia dengan jumlah yang tidak sedikit. Penyebaran Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) meliputi daerah Sumatra, Jawa dan Kalimantan. Jenis *Mystus nigriceps* di berbagai daerah lokal juga dikenal dengan nama *Ndaringan*, *Kebogerang*, *Kalibere*, *ingir-ingir*, *Senggiringan*, dan *Berengit*. Keting tersebar di wilayah Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Ikan keting (*Mystus nigriceps*) juga biasa dijual di pasar-pasar daerah setempat.

Ikan keting (*Mystus nigriceps*) merupakan ikan yang bersifat karnivora dan cenderung menyukai makanan sejenis crustacea dan insekta. Ikan keting (*Mystus nigriceps*) termasuk ikan yang memiliki ciri-ciri nokturnal. Selain itu, ikan keting (*Mystus nigriceps*) juga memiliki kebiasaan bersembunyi dibalik liang ditepi sungai. Ciri-ciri habitat yang disukai ikan keting (*Mystus nigriceps*) yaitu perairan dangkal ataupun dalam (terlindung) dan memiliki arus lemah sekitar 0,08 sampai 0,16 m/s. Menyukai substrat dasar yang berupa campuran pasir, batu-batuan dan kerikil serta kadang ditumbuhi lumut (Sulistyo dan Setijanto 2002).

2.5 Kualitas Air

Kualitas air sungai merupakan suatu hal yang sangat penting karena sumberdaya air ini berperan besar dalam membantu memenuhi kebutuhan

makhluk hidup antara lain: air minum, pertanian (irigasi), pasokan air domestik, pariwisata, rekreasi, perikanan, PLTA, transportasi, dan infrastruktur serta ekonomi lainnya dalam menggunakan air (Venkatramanan *et al.*, 2014)

Kualitas perairan merupakan faktor biofisika-kimia yang dapat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di perairan. Banyak sedikitnya bahan pencemar yang masuk ke perairan akan mempengaruhi kualitas suatu perairan.

Jika bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan ini lebih dari adaptasi dan kebiasaannya, maka menyebabkan daya dukung lingkungan menurun sehingga dapat menurunkan nilai fungsi dan guna perairan bagi peruntukan lainnya.

Beberapa parameter yang sering dijadikan bahan pengkajian untuk menentukan tingkat pencemaran di suatu perairan adalah parameter kualitas air (Altansukh dan Davaa, 2011 dalam Manik, 2007).

Kualitas air sungai umumnya dipengaruhi oleh kondisi iklim, masukan atmosfer, litologi cekungan dan masukan dari aktivitas antropogenik. Perubahan tata guna lahan dapat menyebabkan perubahan kualitas air (Jung *et al.*, 2015).

Arnold dan Gibbons (1996) dalam Pullanikkatil, *et al.* (2015), menyatakan bahwa mengkarakterisasi perubahan dalam penggunaan lahan, ditambah dengan

peningkatan pertumbuhan populasi, telah mengungkapkan kerentanan kualitas air di berbagai daerah tangkapan. Pembukaan lahan vegetasi alami dan

pengalihan penggunaan lahan alami menjadi perkotaan telah diketahui mengakibatkan beban limpasan dan sedimen meningkat dan juga menyebabkan

tingginya perpindahan polutan dari tanah menuju air.

2.6 Parameter Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Suhu adalah salah satu parameter yang berperan pada proses kehidupan serta persebaran dari organisme air. Suhu pada suatu perairan biasanya dipengaruhi oleh adanya intensitas cahaya matahari yang menembus ke dalam perairan dan kondisi atmosfer. Selain itu, suhu perairan juga dapat dipengaruhi oleh faktor geografis dan dinamika arus. Biasanya perairan yang letaknya di daerah geografis yang tinggi cenderung memiliki suhu yang dingin (Simanjuntak, 2009).

Suhu memiliki pengaruh terhadap kualitas air dimana peningkatan suhu pada perairan dapat mempengaruhi kelulus hidupan, pertumbuhan yang khususnya terjadi pada ikan stadia muda dan keberhasilan dari proses reproduksi. Suhu juga menentukan kemampuan satu jenis ikan dalam berkompetisi, resistensi penyakit, parasite dan predator yang terdapat di sekitar lingkungan perairan. Perubahan temperatur air juga mempengaruhi proses metabolisme ikan. Ikan memiliki sifat dapat beradaptasi terhadap perubahan suhu, ikan air tawar memiliki daya toleransi tinggi terhadap perubahan suhu. Jika suhu perairan melebihi kadar optimal dapat mempengaruhi kehidupan biota air.

Kehidupan dan pertumbuhan organisme air dipengaruhi oleh suhu air. Adapun kisaran suhu yang optimal pada perairan tropis yaitu 28°C-32°C. Jika suhu perairan melebihi kadar optimal maka akan berpengaruh terhadap kehidupan biota yang berada di dalamnya. Bila mana kondisi suhu melebihi ambang batas akan menyebabkan karbondioksida (CO₂) dalam perairan meningkat dan oksigen terlarut (DO) dalam perairan menurun, sehingga banyak biota yang kehabisan O₂ dan akhirnya mengalami kematian (Indrayana *et al.*, 2014)

2.6.2 TSS (*Total Suspended Solid*)

Menurut Jiyah, *et al.* (2017), *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan jumlah material padatan yang termasuk material organik dan material anorganik yang mengendap pada dasar perairan. Tingginya konsentrasi TSS dapat mengakibatkan turunnya rutinitas fotosintesa tumbuhan air baik tumbuhan mikro maupun tumbuhan makro, sehingga kadar oksigen yang dihasilkan tumbuhan air semakin berkurang yang kemudian dapat mengakibatkan kematian pada ikan.

Menurut Mazenda, *et al.* (2014), tingkat kekeruhan suatu perairan dipengaruhi oleh adanya TSS di perairan, sehingga dapat menghalangi intensitas cahaya matahari untuk masuk menembus perairan yang akhirnya dapat mengganggu proses fotosintesis serta dapat menurunkan kadar DO. Didapatkan korelasi yang positif antara nilai TSS dengan kekeruhan, yang mana semakin tinggi konsentrasi TSS maka tingkat kekeruhan akan semakin tinggi pula (Arafah *et al.*, 2015).

Kadar TSS dipengaruhi oleh banyaknya sedimentasi di perairan. Tetapi menurut Wisna, *et al.* (2016), total padatan tersuspensi tidak hanya mengandung suspensi padatan sedimen saja melainkan semua zat padat yang terlarut dalam air banyak faktor dari parameter fisika dan kimia perairan lain yang berpengaruh.

Nilai standar baku mutu TSS sesuai PP Nomor 82 tahun 2001 kelas II yaitu 50 mg/L. Konsentrasi TSS pada perairan berpengaruh terhadap kandungan logam berat, nilai TSS yang tinggi akan mengakibatkan nilai konsentrasi logam berat rendah. Proses adsorpsi logam berat terlarut dapat dipengaruhi dengan keberadaan TSS. Logam berat teradsorpsi oleh partikel tersuspensi akan terkumpul di dasar perairan, menyebabkan kandungan logam di air menjadi lebih rendah.

2.6.3 Kecepatan Arus

Arus adalah suatu gerakan massa air dari tempat satu ke tempat lainnya.

Menurut Harsono (2011), arus ialah suatu pergerakan air akibat adanya suatu gaya yang terdapat di badan air. Berbagai macam gaya yang terdapat pada air akan menimbulkan adanya arus di perairan antara lain yaitu gaya dorong dan hisap (pasang dan surut) dari air masuk kemudian keluar badan air dan juga gaya gesek dinding wadah badan air yang akan membuat arus air menjadi semakin lambat.

Menurut Said, *et al.* (2020), pertumbuhan ikan di pengaruhi oleh kecepatan arus di perairan. Wagner (2015) menyatakan bahwa pola aliran air dan variasinya memberikan pengaruh yang beragam dan kompleks pada kehidupan perairan. Efek yang terjadi dapat berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan hidup dan perilaku pada tiap fase kehidupan organisme perairan. Kecepatan arus menjadi salah satu faktor penting dalam mempengaruhi kehidupan biota perairan.

Angin dan gelombang air merupakan factor-factor yang berpengaruh terhadap kecepatan arus. Kecepatan gelombang air pada perairan sungai biasanya diakibatkan oleh aktivitas kapal yang melintas di perairan tersebut.

Menurut Chasanah *et al.* (2017), yaitu terdapat 4 klasifikasi yaitu arus lambat pada kisaran kecepatan sebesar 0-0.25 m/s, arus sedang pada kisaran kecepatan sebesar 0.25-0.50 m/s, arus cepat pada kisaran kecepatan sebesar 0.5-1 m/s dan arus sangat cepat pada kecepatan diatas 1 m/s.

2.6.4 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Hamuna *et al.* (2018), pH merupakan parameter yang menjadi indikator baik buruknya suatu perairan dan pH juga diartikan sebagai logaritma negatif konsentrasi ion H⁺ yang terlepas pada cairan. Salah satu parameter kimia

yang penting untuk mengetahui kestabilan suatu perairan ialah pH. Variasi nilai pH suatu perairan sangat berpengaruh terhadap organisme di perairan. Semakin tinggi nilai pH akan sangat menentukan indeks dominansi fitoplankton yang berpengaruh pada produktivitas primer di perairan yang mana adanya fitoplankton sangat didukung oleh ketersediaan nutrisi atau unsur hara di perairan.

Menurut Monalisa, *et al.* (2016), pada lingkungan perairan, nilai pH ini relatif stabil dan umumnya berkisar antara 7,5 – 8,4 dimana kisaran tersebut masih cocok untuk kebutuhan fitoplankton. Tinggi rendahnya nilai pH dapat dipengaruhi oleh banyaknya aktivitas bakteri dalam memecah material organik menjadi material anorganik baik yang di dasar perairan maupun di dalam air. pH di perairan ialah salah satu faktor kimia yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota air. Nilai pH yang rendah atau <5 dan nilai pH yang tinggi atau >11 akan berdampak pada keracunan ikan dan akhirnya mengalami kematian disertai tidak terjadinya reproduksi (Affan, 2011).

Nilai pH di suatu perairan biasanya berkisar >7 dan bersifat basis. Sebagian besar organisme perairan memiliki sifat sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH yang optimum untuk kehidupan organisme air berkisar antara 7 - 8,5. Nilai pH <4 dapat menyebabkan kematian pada tumbuhan air dikarenakan tumbuhan air tidak toleransi pada nilai pH yang rendah. Perubahan nilai pH akan berpengaruh pada biota dengan kepekaan yang tinggi. Nilai pH yang rendah dapat menunjukkan turunnya kualitas perairan.

2.6.5 DO (*Dissolved Oxygen*)

DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan total oksigen terlarut dalam air. Oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk metabolisme, respirasi, dan pertukaran zat yang menghasilkan suatu energi untuk tumbuh dan

berkembang biak. Selain itu, DO dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik maupun anorganik pada proses aerobik (Hamuna *et al.* 2018). Sehingga pada lingkungan perairan, parameter DO menjadi salah satu parameter terpenting.

Menurut Affan (2011), oksigen terlarut berasal dari difusi udara dan proses fotosintesis. DO dipengaruhi oleh suhu, tekanan udara dan salinitas.

Peningkatan ketiga parameter tersebut dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dan sebaliknya. Makin rendah nilai oksigen terlarut akan menunjukkan semakin tinggi tingkat pencemaran perairan karena semakin banyak oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk dekomposisi bahan-bahan organik (Poppo, 2008). Kadar DO yang menunjukkan penurunan drastis di suatu perairan dapat menunjukkan adanya dekomposisi zat-zat organik yang menghasilkan beracun serta membahayakan biota akuatik.

Adanya tambahan DO oleh proses pertukaran gas antara air dan udara dan dari proses fotosintetis dapat mengakibatkan kadar DO menjadi lebih tinggi pada permukaan air. Semakin bertambahnya suatu kedalaman, maka berjalannya proses fotosintesis menjadi semakin tidak efektif, oleh karena itu kadar DO mengalami penurunan hingga kedalaman yang biasa disebut sebagai "Compensation Depth", yakni kedalaman dimana oksigen yang dihasilkan melalui proses fotosintetis adalah sebanding dengan kebutuhan oksigen untuk bernafas (Simanjuntak, 2007).

2.6.6 COD (Chemical Oxygen Demand)

Menurut Lumaela, *et al.* (2013), COD ialah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan yang ada di air melalui reaksi kimia. Sumber COD banyak dari limbah buangan kegiatan industri, yaitu industri kertas, pembekuan udang, penyamakan kulit, pengalengan ikan, roti, susu, keju, gula, limbah domestik dan lain-lain. COD ialah banyaknya oksigen untuk

mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter ini menandakan tingginya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia..

Tingginya COD di suatu lingkungan akan berdampak pada lingkungan dan manusia, antara lain adalah banyaknya organisme air yang mati akibat konsentrasi DO yang rendah dan semakin sulitnya mendapatkan kualitas air sungai yang masih memenuhi kriteria kelas satu atau untuk kebutuhan minum.

Oleh karena hal itu COD merupakan indikator kuat dan penting dalam menentukan kualitas suatu perairan.

Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar adalah kurang dari 20 mg/l, sedangkan apabila nilai COD >200 mg/l maka hal ini menunjukkan bahwa perairan tersebut telah tercemar. Proses dekomposisi senyawa organik juga membutuhkan DO dalam perairan, semakin tinggi nilai COD berarti proses dekomposisi BO secara kimia juga semakin besar, sehingga membutuhkan kadar oksigen yang tinggi. Hal ini bias menyebabkan ikan mengalami kematian dikarenakan saat kadar DO dalam perairan ada dalam jumlah yang sedikit sehingga kebutuhan DO bagi biota air tidak terpenuhi secara maksimal (Hendrawan, 2008).

2.6.7 TOM (*Total Organic Matter*)

Menurut Yulius, *et al.* (2018), *Total Organic Matter* (TOM) ialah jumlah bahan organik yang ada di perairan. Bahan organik total dapat menggambarkan total kadar bahan organik di perairan yakni terdapat bahan organik terlarut, tersuspensi (particulate) dan koloid. Bahan organik ialah bahan yang bersifat kompleks serta dinamis yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang berada dalam tanah dan telah mengalami perombakan. Bahan organik ini terus mengalami perubahan bentuk yang dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi.

Suhu, susunan residu, dan ketersediaan unsur hara dan pH merupakan faktor yang mempengaruhi dekomposisi bahan organik. Parameter TOM dapat memperhitungkan tingkat kesuburan suatu perairan. Menurut Suryono dan Badjoeri (2013), Bahan organik total (TOM) merupakan indikator pemakaian oksigen terlarut dalam air untuk mengoksidasi bahan organik yang terlarut dalam air. Semakin tinggi konsentrasi TOM maka semakin tinggi konsentrasi bahan organik (pencemar) yang ada dalam air.

Menurut Ghufron dan Kordi (2010), kandungan *total organic meter* yang baik untuk kehidupan organisme di perairan yaitu tidak lebih dari 20 mg/L.

Menurut Susanto, *et al.* (2014), kadar bahan organik dengan jumlah yang tinggi akan mengakibatkan menurunnya kadar DO sehingga akan menyebabkan adanya kompetisi antara individu biota air dan dapat mengganggu proses metabolisme. Terganggunya sistem metabolisme dapat menyebabkan ikan menjadi stres. Perairan dengan kadar TOM yang tinggi akan berdampak pada berkurangnya DO yang kemudian mengakibatkan stres pada ikan ditandai dengan meningkatnya kadar gula darah. Ikan dalam kondisi stres disebabkan oleh lingkungan perairan yang buruk.

2.7 Histologi

Menurut William (2017), Histologi ialah suatu ilmu yang berkaitan dengan sel, jaringan serta unsur-unsurnya. Histologi sendiri terbagi menjadi tiga bagian yakni patologi, histopatologi, dan klinik medis. Menurut Mandia, *et al.* (2013), kualitas air yang menurun akan berakibat pada kerusakan secara struktural dan fungsional di beberapa organ ikan. Organ yang paling sensitive terhadap pencemaran salah satunya ialah ginjal. Ginjal ikan ialah salah satu organ yang pertama terpapar pencemaran pada lingkungan perairan. Perubahan pada ginjal ikan yang banyak ditemukan berupa nekrosis, kongesti dan degenerasi.

Perubahan pada organ ginjal seperti perubahan pada renal korpuskel seperti hipertropi glomerulus dan reduksi rongga filtrat juga di temukan pada perairan tercemar. Pencemaran logam berat dapat mengakibatkan terjadinya perubahan pada tubulus dan glomerulus, seperti yang telah disampaikan oleh Thophon dkk (2003) pada ikan merah (*Lates calcarifer*) di perairan yang tercemar oleh kadmium.

Ginjal ialah organ yang berfungsi untuk mempertahankan keseimbangan air dan elektrolit serta alat ekskresi produk akhir dari proses metabolisme dan senyawa asing dalam tubuh. Cara ginjal mempertahankan keseimbangan air dan elektrolit, dengan mempertahankan berbagai komponen plasma dalam tubuh atau mengeluarkannya melalui urin. Ginjal mengeluarkan zat – zat sisa metabolisme dalam proses ekskresi agar tidak sampai menumpuk dan menjadi racun bagi tubuh organisme. Ginjal merupakan salah satu organ terpenting pada tubuh karena fungsi utamanya mengeluarkan sisa metabolisme yang tidak terpakai oleh tubuh. Selain itu, ginjal juga memiliki fungsi dalam menjaga keseimbangan air dan garam. Ginjal juga memiliki kelenjar yang menghasilkan 3 hormon yaitu kelenjat endokrin. Ginjal menerima 25-30% sirkulasi darah untuk dibersihkan sehingga ginjal akan rentan terhadap zat kimia yang dibawa oleh darah (Suhita *et al.*, 2013). Menurut Lang *et al*, (2018), ginjal berfungsi dalam menjaga proses osmoregulasi ikan yang hidup di lingkungan aninsosmotik dimana lingkungan ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara intraselular dan ekstraselular pada morfologi sel. Langkah awal untuk menghitung jumlah kerusakan sel atau jaringan pada ginjal adalah dengan melihat kerusakan nekrosis, kongesti dan degenerasi.

Menurut Ibrahim (2013), Penurunan aktivitas pada jaringan yang ditandai hilangnya beberapa bagian sel disebut nekrosis dimana nekrosis ini dalam jangka waktu pendek dapat mengakibatkan kematian. Kerusakan nekrosis dapat

diakibatkan karena gangguan metabolisme dan aktivitas mikroorganisme, yang biasanya terjadi perubahan sel pada inti sel. Degenerasi ialah kelainan akibat adanya ruang kosong yang ditandai pembengkakan epitel tubulus yang berakibat terjadinya nekrosis. Menurut Selvi, *et al.* (2016), meningkatnya jumlah darah pada pembuluh darah yang melebar merupakan kerusakan pada ginjal yang disebut kongesti. Kongesti disebut juga dengan pembendungan darah. Menurut Parameswari (2013), kerusakan kongesti disebabkan oleh terganggunya dari sistem peredaran darah.

2.8 Analisis Data

A. Baku Mutu

Baku mutu air merupakan nilai batas (kadar) makhluk hidup, energi, komponen atau zat yang harus ada atau dapat diartikan sebagai unsur pencemar di dalam air yang ditentang keberadaannya. Mutu air berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 digolongkan menjadi 4 kelas yakni :

- a. Kelas 1 : air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas 2 : sarana atau prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, irigasi dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas 3 : pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, irigasi dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas 4 : irigasi atau pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Adanya nilai baku mutu berdasarkan kelas-kelas dan golongannya sangat penting untuk dijadikan acuan nilai ambang batas parameter kualitas air.

Dengan mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan maka akan memudahkan manusia dalam menentukan peruntukkan air tersebut.

B. Analisis Kualitas Air

• Indeks Storet

Analisis data kualitas air dapat dilakukan menggunakan metode analisis indeks STORET. Menurut Sahabuddin, *et al.* (2014), STORET adalah penentuan status mutu air dengan cara membandingkan data sampel dengan baku mutu yang telah ditentukan yang sesuai dengan peruntukannya. Pada metode STORET mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air. Menurut Romdania, *et al.* (2018), dengan menggunakan suatu metode STORET maka bisa diketahui parameter kualitas air apa saja yang sudah melebihi kadar baku mutu atau belum.

Pada awalnya metode STORET digunakan untuk menganalisis mutu air dengan detail seperti yang telah dipergunakan untuk menganalisis mutu air kelas I sebagai air minum, atau air konsumsi. Metode STORET untuk sekarang sudah banyak dipakai untuk menilai status perairan sesuai dengan peruntukannya. Air dikatakan bagus apabila mempunyai kadar konsentrasi sesuai nilai maksimum peraturan pemerintah tentang kadar air. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air status baku mutu perairan di kategorikan menjadi beberapa kelas (Saraswati *et al.*, 2015)

Menurut Yusnita, *et al.* (2021), Metode storet merupakan metode yang memiliki sensitivitas yang tinggi atau metode yang sensitive dalam merespon dinamika indeks kualitas air. Banyaknya parameter yang melebihi baku mutu

maka akan semakin buruk keadaan kualitas perairan. Metode storet bergantung untuk menentukan skor setiap parameter fisika, kimia dan biologi. Menurut Jubaedah, *et al.* (2015), metode storet mempunyai kelebihan yaitu bisa dilakukan dengan mudah dan cepat pada saat perhitungan nilai skor dari parameter, metode storet ini lebih representative juga dapat dengan mudah diidentifikasi kontaminan yang mengakibatkan suatu pencemaran perairan. Sedangkan kekurangan metode storet ialah data yang digunakan periodik atau data time series sehingga menjadikan kurangnya efisiensi waktu, tenaga, serta biaya.



BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2021 dengan beberapa tahapan yaitu uji pendahuluan, pengamatan dan pengukuran logam berat kadmium di Perairan Hilir Sungai Welang. Analisis parameter kualitas air dilaksanakan di Lab UPT Sumber Pasir FPIK UB, Lab Kimia FMIPA UB dan Lab. Uji Kualitas Air Perum Jasa Tirta Malang. Analisis struktur histologi ginjal ikan dilakukan di Lab FK Universitas Brawijaya.

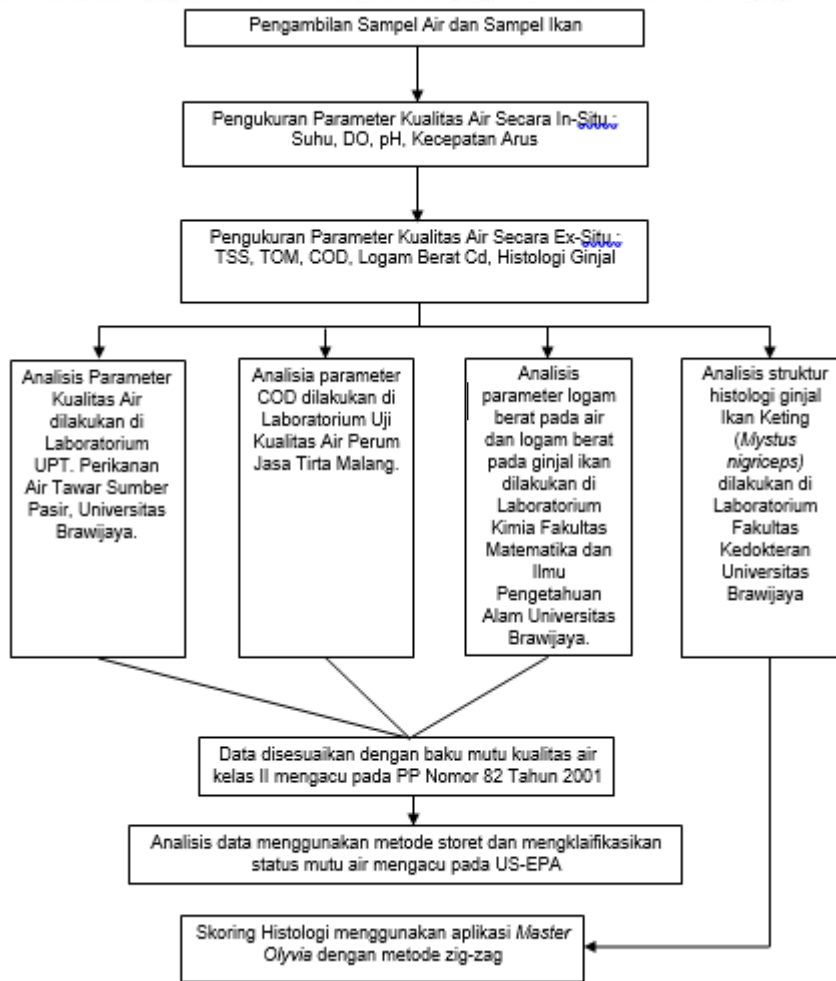
3.2 Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini adalah kualitas air dan kerusakan histologi ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) serta logam berat kadmium dalam ginjal ikan di Hilir Sungai Welang. Parameter kualitas air yang digunakan sebagai data pendukung antara lain fisika yaitu suhu, TSS, kecepatan arus, kimia yaitu pH, DO, COD, TOM dan logam berat kadmium dalam air serta biologi yaitu histologi ginjal ikan.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu histologi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) dan pengukuran parameter kualitas air antara lain suhu, TSS, kecepatan arus, pH, oksigen terlarut, COD, TOM dan logam berat kadmium (Cd) di air dan ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) dapat dilihat pada Lampiran 1 dan 2.

3.4 Kerangka Umum Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.5 Metode Penelitian

Proses pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode survey dan untuk analisis data menggunakan metode deskriptif. Metode survey ialah metode yang digunakan untuk mengumpulkan sebuah data berupa individu dan variable secara bersamaan, data lapang dikumpulkan untuk dapat mengetahui sesuatu yang sedang diteliti. Dengan menggambarkan lokasi atau tempat penelitian lalu dibuktikan dengan menganalisis data yang telah didapatkan (Hendrawati dan Heni, 2016).

Menurut Yusuf (2014), metode deskriptif merupakan metode yang menggambarkan keadaan dimasa sekarang secara detail. Menurut Pramesti (2014), dalam analisis deskriptif data digambarkan karakteristiknya.

Penggambaran data dapat secara visual, yakni deskripsi suatu data dapat digambarkan melalui diagram batang, garis, area, *pie*, boxplot dan histogram.

Penelitian ini mendapatkan sumber data melalui data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung yang berasal dari sumber data utama, data asli atau data yang paling *up to date*.

Berbagai macam cara yang dapat dilakukan untuk mengumpulkan data primer antara lain wawancara, observasi dan penyebaran kuesioner (Nuraedi, 2010).

Observasi pada penelitian ini yakni dengan melaksanakan pengamatan histologi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) dan beberapa parameter pendukung untuk menentukan kualitas air (suhu, TSS, kecepatan arus, pH, DO, COD, TOM dan logam berat) di Hilir Sungai Welang, Pasuruan. Sedangkan wawancara ialah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperoleh segala informasi langsung dari narasumber terpercaya dengan cara mempersiapkan beberapa pertanyaan dan mengajukan kepada pihak narasumber (Djaelani, 2013). Wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan terhadap pencari ikan di daerah sekitar Hilir Sungai Welang dan penentuan lokasi pengambilan sampel.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang didapat melalui media perantara (tidak langsung). Hasan (2002) menjelaskan bahwa data sekunder ialah data yang diperoleh dari seseorang yang melakukan penelitian melalui sumber-sumber atau penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah ada. Data sekunder didapatkan dari banyak sumber antara lain Biro Pusat Statistik (BPS), jurnal, laporan penelitian, buku dan lain-lain (Nuraedi, 2010).

3.5.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Ikan

Penentuan lokasi sampling ditentukan dengan Teknik *Purposive Sampling* yang merupakan teknik sampling dimana pemilihan satuan samplingnya berdasarkan kriteria atau pertimbangan tertentu yang bertujuan untuk mendapatkan titik satuan sampling dengan karakteristik yang sesuai dengan kehendak peneliti (Fauziyah *et al.* 2016). Adapun stasiun lokasi sampling pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Stasiun pertama di area industri dan pemukiman
2. Stasiun kedua di area kawasan pertanian dan dermaga
3. Stasiun ketiga di kawasan perikanan tambak dan mangrove

Penentuan lokasi sampling ditentukan berdasarkan tata guna lahan di lokasi penelitian. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilaksanakan 2 kali dengan jangka waktu 1 bulan. Pada setiap stasiun ditentukan tiga sub stasiun sehingga total sampel dalam setiap kali sampling yaitu 9 sampel.

Pengambilan sampel ikan keting dilakukan di setiap stasiun lokasi sampling. Pengambilan sampel Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) sebanyak 2 ekor ikan pada setiap stasiun diasumsikan telah mewakili kondisi organ ginjal di stasiun tersebut, ikan pertama sebagai sampel pengamatan struktur histologi ginjal ikan dan ikan kedua sebagai sampel pengamatan logam berat pada ginjal ikan. Untuk pengukuran kualitas air seperti suhu, kecepatan arus, pH dan DO dilakukan secara *in situ* atau secara langsung pada masing-masing stasiun sedangkan pengukuran kualitas air seperti TSS dan TOM dilakukan di Lab. UPT.

Perikanan Air Tawar Sumber Pasir, Universitas Brawijaya. Analisis parameter COD dilakukan pada Lab Uji Kualitas Air Perum Jasa Tirta Malang. Analisis parameter logam berat pada air dan logam berat pada ginjal ikan dilakukan di

Lab Kimia FMIPA Universitas Brawijaya. Analisis struktur histologi ginjal ikan dilakukan di Lab Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

3.6 Metode Pengukuran Logam Berat Kadmium (Cd)

3.6.1 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air

Penentuan Cd terlarut di perairan diukur menggunakan metode AAS yang analisisan di Lab. FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Adapun langkah-langkah pengukuran Cd, yaitu:

1. Mengambil 25 ml sampel air dengan pipet volume kemudian masukkan ke Beaker Glass 50 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan di atas kompor listrik sampai volumenya berkurang menjadi 15 ml lalu didinginkan.
3. Menyaring sampel yang sudah didinginkan kedalam labu ukur 25 ml, kemudian menambahkan akuades hingga tanda batas, lalu dikocok sampai homogen.
4. Menganalisis sampel dengan mesin AAS pada panjang gelombang tertentu.

3.6.2 Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Ginjal Ikan

Analisis logam berat kadmium dalam ginjal ikan diukur menggunakan alat AAS yang digunakan oleh Lab FMIPA Universitas Brawijaya. Adapun langkah-langkah pengukuran logam berat kadmium dalam ginjal ikan, adalah sebagai berikut:

1. Ikan kiting dibedah menggunakan gunting bedah (*sectio set*) yang dilakukan dengan membuka bagian *ventral* ikan kiting dari anus mengitari bagian *abdomen* ke arah *operculum*.
2. Dikeluarkan organ ginjal dari ikan kiting dan diletakkan di botol film berisi

formalin 10% sebanyak kebutuhan (hingga sampel organ tercelup semua)

3. Disimpan dalam wadah yang bersih dan tertutup rapat dilanjutkan proses pengeringan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 105 °C,
4. Sampel ginjal setelah dari oven dihaluskan dengan mortar dan alu selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* (destruksi sampel ginjal dilakukan sebagai langkah untuk memecah logam-logam berbentuk senyawa organik dalam organ ikan menjadi senyawa anorganik sehingga dapat diukur konsentrasi logam beratnya).
5. Sampel ditimbang kurang lebih 5 gram menggunakan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam labu keydal dan ditambahkan 25 ml HNO₃ didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang di ruang asam.
6. Dipanaskan di atas *hot plate* dengan temperatur 60 °C selama 4-6 jam dan di biarkan di ruang asam ± 12 jam dalam keadaan tertutup.
7. Larutan ditambahkan 2 ml H₂SO₄ dan dipanaskan kembali diatas *hot plate* hingga larutan menjadi pekat (± 1 jam). Selama proses pemanasan ditambahkan dua hingga tiga tetes larutan campuran HClO₄, HNO₃ (2:1) hingga terjadi perubahan warna dari coklat hingga menjadi kuning tua diikuti perubahan warna kembali menjadi kuning muda.
8. Larutan sampel dipindahkan, didinginkan dan ditambahkan 10 ml aquades dan 3 ml HCl serta di panaskan kembali untuk melarutkan sampel (± 15 menit).
9. Setelah dipanaskan masukan ke dalam labu takar 100 ml. Larutan hasil destruksi yang terdapat endapan disaring menggunakan kertas saring di atas corong kaca, kemudian larutan disimpan dalam wadah bersih dan tertutup rapat pada suhu ruang.
10. Pengukuran konsentrasi Cd dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA UB

menggunakan alat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) menggunakan panjang gelombang 228,8 nm

3.7 Metode Pengukuran Parameter Kualitas Air

3.7.1 Suhu

Pengukuran Suhu menggunakan alat DO meter dengan merek Leutron seri PDO-520. Adapun langkah – langkah penggunaan DO meter, yaitu:

1. Menekan tombol “POWER” untuk mengaktifkan alat, kemudian ditekan tombol “HOLD” dan ditekan tombol “REC” yang berfungsi untuk mengkalibrasi alat
2. Menunggu hingga alat menunjukkan angka 0 dan kemudian nilai kembali berjalan lagi. Kemudian ditekan “HOLD” hingga menunjukkan mg/l dan dicelupkan DO meter ke perairan dan ditunggu sekitar 2 – 3 menit hingga angkanya konstan.
3. Menekan “HOLD” dan kemudian dibaca nilai DO dan Suhu yang tertera pada alat dengan satuan mg/L.

3.7.2 TSS (*Total Suspended Solid*)

Menurut pada SNI (2004), mengukur padatan tersuspensi dapat dilakukan dengan metode gravimetri. Prosedur pengukurannya adalah sebagai berikut:

1. Mengoven kertas saring, kemudian menimbang kertas saring sebelum digunakan.
2. Menyaring air dengan kertas saring yang sudah disediakan dengan peralatan vakum pam hingga air pada vakum pam habis.
3. Memindahkan kertas saring dari penyaringan ke wadah.

4. Mengoven kertas saring selama 60 menit dengan suhu 105 °C, kemudian mendinginkan dengan desikator yang berfungsi menyeimbangkan suhu.
5. Menimbang kembali kertas saring.

Perhitungan :

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

Keterangan :

- A : Berat kertas saring dan residu kering, mg
B : Berat kertas saring, mg

3.7.3 Kecepatan Arus

Kecepatan arus diukur dengan menggunakan *Current meter*. Adapun cara pengukur arus memakai alat Curent metter adalah sebagai berikut:

1. Memegang alat Curent metter
2. Memasukkan current meter ke dalam air dan mengarahkan tanda panah sesuai arah arus.
3. Menekan tombol reset agar angka current meter kembali ke awal (mulai dari nol)
4. Menekan tombol zero dan timer kemudian ditunggu sekitar 20 detik
5. Setelah keluar angka kecepatan arus pada current meter, di catat angka

tersebut

3.7.4 Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan (SNI) No.06-6989.11-2004, Pengukuran pH perairan memakai alat bernama pH meter. Adapun langkah langkah dalam penggunaan pH meter, yaitu:

1. Membilas elektroda pada pH meter dengan air akuades, kemudian dikeringkan menggunakan tisu.
2. Memasukan elektroda ke air sampel hingga pH meter menampilkan angka stabil.
3. Mencatat angka yang sudah stabil di catatan.

3.7.5 DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO memakai alat DO Meter yang bermerek Leutron seri PDO-520 (Menurut Rovita *et al.*, 2012). Adapun langkah – langkah penggunaan DO meter, yaitu:

1. Menekan tombol “POWER” untuk mengaktifkan alat, kemudian ditekan tombol “HOLD” dan ditekan tombol “REC” yang berfungsi untuk mengkalibrasi alat
2. Menunggu hingga alat menunjukkan angka 0 dan kemudian nilai kembali berjalan lagi. Kemudian ditekan “HOLD” hingga menunjukkan mg/l dan dicelupkan DO meter ke perairan dan ditunggu sekitar 2 – 3 menit hingga angkanya konstan.
3. Menekan “HOLD” dan kemudian dibaca nilai DO yang tertera pada alat dengan satuan mg/L.

DO 1 = Hasil pengukuran DO hari pertama

4. DO 5 = Hasil pengukuran DO hari ke lima

3.7.6 COD (Chemical Oxygen Demand)

Penentuan COD (Chemical Oxygen Demand) di perairan diukur menggunakan metode yang digunakan oleh Laboratorium Uji Kualitas Air Perumahan Kota di PT. Jasa Tirta Malang sebagai berikut :

1. Mencampurkan larutan $K_2Cr_2O_7$ + $HgSO_4$ pada tabung borosilikat menggunakan pipet 1,5 ml
2. Mencampurkan H_2SO_4 pekat + $AgSO_4$ menggunakan pipet 3,5 ml
3. Mengambil sampel menggunakan pipet 2,5 ml (sebelum dipipet sampel dikocok terlebih dahulu)
4. Ditutup dan dikocok sampai homogen
5. Dipanaskan pada reaktor dengan suhu $150^\circ C$ selama 2 jam
6. Ditunggu hingga suhu ruang
7. Baca pada panjang gelombang 440 nm

3.7.7 TOM (Total Organic Matter)

TOM dapat diukur dengan menggunakan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan sample sebanyak 25 ml ke dalam Erlenmeyer
2. Menambahkan larutan 4,75 ml $KMnO_4$ menggunakan pipet volume dan terjadi perubahan warna menjadi *pink*, lalu menambahkan larutan 5 ml H_2SO_4 1:4.
3. Memanaskan Erlenmeyer di *hot plate* hingga suhu $75^\circ C$ kemudian mengangkat dan didinginkan.
4. Apabila suhu sudah $60^\circ C$, menambahkan larutan Na -oxalate 0,01 N hingga jernih.

5. Mentitrasi dengan larutan KMnO_4 (0,01 N) hingga terbentuk warna (*pink*) pertama kali, kemudian volume KMnO_4 0,01 N yang terpakai dicatat sebagai ml titran atau nilai x (ml).

6. Melakukan tata cara (1-5) dengan menggunakan air sampel di ganti dengan aquades dan dicatat volume titrasinya yang digunakan sebagai nilai y (ml).

Perhitungan:

$$TOM \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(X - Y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{V \text{ air sampel}}$$

Keterangan rumus TOM:

- x = ml titran untuk air sampel
- y = ml titran untuk air sampel aquades
- 0,01 = nilai molaritas KMnO_4

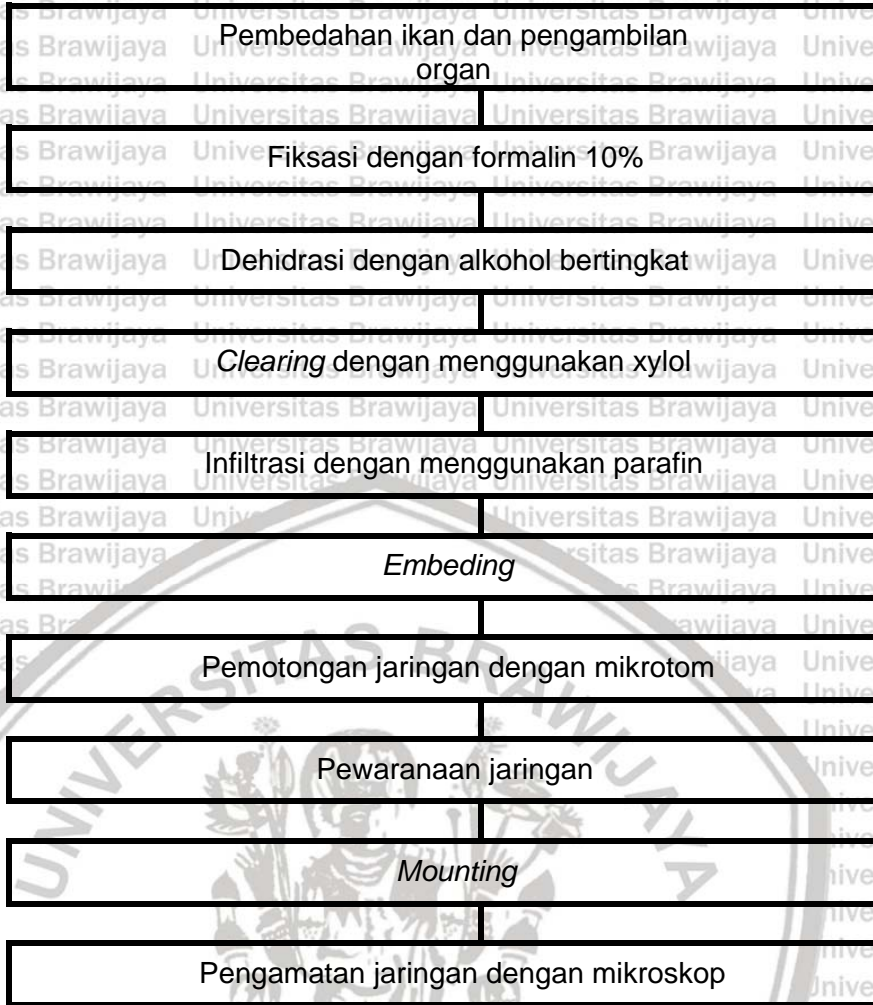
3.8 Metode Pengamatan Struktur Histologi Ginjal Ikan

Metode pengamatan struktur histologi ginjal dilakukan dengan cara pengambilan sampel ginjal ikan, pembuatan preparat histologi, pengolahan data kerusakan sel menggunakan *software olyvia* dan skoring kerusakan histologi.

3.8.1 Pembuatan Preparat Histologi

Pembuatan preparat histologi ginjal bertujuan untuk mempermudah proses pengamatan terhadap struktur organ ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) yang tertangkap di Hilir Sungai Welang, Pasuruan, Jawa Timur. Skema pembuatan dan pewarnaan preparat histologi secara singkat dapat dilihat pada

Gambar 4 yang mengacu pada Martins *et al.* (2018).



Gambar 4. Skema pembuatan preparat histologi (Martins *et al.*, 2018)

Sampel ginjal yang telah difiksasi dengan larutan formalin 10% selanjutnya didehidrasi dengan menggunakan alkohol bertingkat (70%, 80%, 90%, 95% dan alkohol absolut). Jaringan ginjal sebelum dilakukan proses dehidrasi terlebih dahulu dilakukan proses dekalsifikasi dengan larutan nitrogen. Jaringan ginjal yang telah didehidrasi kemudian dilakukan proses *clearing* dengan menggunakan larutan xylol I dan xylol II yang bertujuan untuk menghilangkan alkohol pada jaringan. Tahap berikutnya adalah pengisian pori-pori jaringan dengan menggunakan parafin agar mempermudah proses pemotongan jaringan menggunakan mikrotom. Jaringan dipotong dengan ketebalan 4-5 μm yang kemudian dilakukan proses pewarnaan jaringan dengan

menggunakan pewarna Hematoxylin dan Eosin. *Slide* jaringan tersebut kemudian dilakukan proses *mounting* dengan meneteskan entelan dan menutupnya dengan *cover glass* kemudian diamati menggunakan mikroskop.

3.8.2 Pengolahan Data Kerusakan Sel Menggunakan Software *Olyvia*

Hasil scan dari mikroskop Lab FK UB diolah di dalam aplikasi bernama *Olyvia* (format VSI). File foto scan dapat langsung dibuka atau di drag ke dalam aplikasi *Olyvia*. Kemudian gunakan fitur zoom in dan zoom out (ikon kaca pembesar) dan arahkan ke bagian foto yang diinginkan kemudian perbesar hingga 20x dan apabila kurang jelas bias diatur di menu *display enhancement* yang didalamnya terdapat *brightness*, *contrast*, dan *gamma* selanjutnya atur hingga gambar dapat benar-benar diidentifikasi.

3.8.3 Skoring Kerusakan Histologi

Untuk mengetahui kerusakan histologi ginjal ikan perlu dilakukan *skoring* dengan metode zig-zag pada masing-masing bidang pandang (5) dimana pada masing-masing bidang pandang dapat diamati jenis dan jumlah kerusakannya.

Kerusakan-kerusakannya yakni nekrosis, kongesti dan degenerasi. Setelah didapatkan total kerusakan sel pada setiap bidang pandang, kemudian dapat dimasukkan pada rumus

$$\text{persentase kerusakan sel} = \frac{\text{jumlah sel yang rusak} \times 100\%}{\text{jumlah yang dianalisis}}$$

Hasil dari perhitungan rumus kemudian disesuaikan dengan presentase tingkat kerusakan sel. Berikut merupakan 4 kategori kerusakan sel (**Tabel 1**).

Tabel 1. Persentase Tingkat Kerusakan (Wolf et al., 2015)

Tingkatan	Persentase Kerusakan (%)	Keterangan
1	$P < 25\%$	Normal
2	$25\% \leq P < 50\%$	Rusak Ringan
3	$50\% \leq P < 75\%$	Rusak Sedang
4	$P \geq 75\%$	Rusak Parah

3.9 Analisis Data

Analisis data penelitian ini menggunakan analisis regresi linier sederhana terhadap hubungan antara variabel terikat (Y) yaitu kerusakan histologi ginjal ikan keting dan variabel bebas (X) yaitu logam berat kadmium pada ginjal ikan keting. Variabel terikat (Y) ialah variabel yang terikat atau yang dipengaruhi dan variable bebas (X) adalah variabel yang mempengaruhi. Adanya hubungan atau pengaruh antara variabel X dan variabel Y dapat diketahui menggunakan analisis regresi linier.

3.9.1 Analisis Regresi

Analisis regresi ialah analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel tidak bebas terhadap satu atau lebih variabel bebas.

Analisis regresi linear sederhana adalah analisis yang melibatkan satu variabel bebas. Sedangkan regresi linear ganda (*multiple regression*) adalah analisis yang melibatkan lebih dari satu (minimal dua) variabel bebas (Andriani, 2017).

Penelitian ini menggunakan jenis analisis regresi linear sederhana yang digunakan untuk mengetahui faktor parameter kimia logam berat kadmium dalam ginjal ikan yang berpengaruh terhadap kerusakan histologi ginjal ikan. Bentuk umum persamaan regresi linier sederhana adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

Dimana :

Y = Variabel terikat yaitu histologi ginjal ikan keting

a = Nilai Y ketika nilai X = 0 (nilai konstan)

b = Angka arah atau koefisien regresi

X = variabel bebas yaitu logam berat Cd ginjal ikan keting

3.9.2 Standar Baku Mutu Kualitas Air

Data pengukuran kualitas air sungai yang telah didapatkan akan diolah dan disesuaikan dengan PP No. 82 Tahun 2001 kelas II tentang penetapan baku mutu air yang dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Kesesuaian baku mutu air kelas II pada penelitian ini mengacu pada penetapan baku mutu kualitas air kelas II (**Tabel 2**) yang digunakan Balai Besar Wilayah Sungai Brantas yang juga menaungi Sungai Welang sebagai wilayah pantauannya.

Tabel 2. Nilai Baku Mutu Kelas II

Parameter	Satuan	Baku mutu
Fisika		
Suhu	°C	Deviasi 3
TSS	Mg/l	50
Kimia		
pH		6-9
DO	Mg/l	4
COD	Mg/l	25
Kadmium	Mg/l	0.01

Sumber : PP no 82 tahun 2003

3.9.3 Metode STORET

Menurut Kepmen LH no. 115 Tahun 2003, salah satu metode yang digunakan untuk penentuan kualitas air adalah metode storet. Beberapa alasan dalam penggunaan metode storet untuk menentukan status mutu air dalam penelitian ini adalah pertama, storet memiliki sensitivitas tinggi dalam merespon dinamika indeks kualitas air terhadap seluruh parameter uji yang dianalisis dan dicocokkan dengan baku mutunya. Kedua, data dalam penelitian ini merupakan data temporal dimana penentuan status kualitas air seharusnya dilaksanakan dengan cara bertahap secara temporal sehingga akan diperoleh hasil yang benar-benar relevan sesuai kondisi lapang. Ketiga, dapat dilakukan dengan mudah dan cepat saat perhitungan nilai skor parameter, serta metode ini lebih representatif dalam menggambarkan lingkungan perairan dan dapat dengan mudah mengidentifikasi kontaminan penyebab pencemaran perairan. Langkah-langkah perhitungan menggunakan metode storet yaitu:

1. Dibuat sebuah tabel berisi data kualitas air fisika (suhu, TSS) dan kimia (pH, DO, COD dan logam berat kadmium) dan membuat kolom nilai maksimum, nilai minimum dan nilai rata-rata data kualitas air
2. Membandingkan nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai rata-rata hasil pengamatan parameter uji dengan baku mutu sesuai PP Nomor 8 Tahun 2001.
3. Memberikan nilai atau skor pada masing-masing parameter uji dengan cara:
 - a) Jika nilainya memenuhi baku mutu atau kurang dari baku mutu maka nilai skor 0 (nol).
 - b) Skor mulai -1 sampai dengan -9 jika nilai minimum, nilai maksimum, dan

nilai rata-rata tidak memenuhi baku mutu dengan jumlah sampel yang dianalisis kurang dari 10.

c) Skor mulai -2 sampai dengan -18 jika nilai minimum, nilai maksimum dan nilai rata-rata tidak memenuhi atau lebih dari baku mutu dengan jumlah sampel yang dianalisis lebih dari 10.

Uraian sistem pemberian skor atau nilai maksimum, nilai minimum, dan nilai rata-rata pada parameter kimia, fisika, dan biologi berdasarkan jumlah sampel yang digunakan tertera dalam **Tabel 3**.

Tabel 3. Penentuan Status Nilai Baku Mutu

Jumlah Contoh *)	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
≤ 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Manimum	-1	-2	-3
	Rata rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Manimum	-2	-4	-6
	Rata rata	-6	-12	-18

Sumber: KepMen LH No 115/MENLH/2003

Perhitungan total hasil skor dari semua parameter uji, dicocokkan hasilnya dengan **Tabel 4**.

Tabel 4. Klasifikasi Status Mutu Air Berdasarkan "US-EPA

No.	Kelas	Kategori	Skor	Keterangan
1.	A	Baik Sekali	0	Memenuhi Baku Mutu
2.	B	Baik	-1 S/D -10	Tercemar Ringan
3.	C	Sedang	-10 S/D -30	Tercemar Sedang
4.	D	Buruk	≥-30	Tercemar Berat

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Sungai Welang secara administratif berada di Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan dan Kabupaten Malang. DAS Welang merupakan Satuan Wilayah

Sungai Pekalen-Sampean. Bagian hulu DAS Welang terletak di kawasan Bromo dan Arjuno dan bermuara di Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan. Letak geografis DAS Welang antara 7°47'44"LS – 7°57'16"LS dan 112°36'49"BT – 112°55'58"BT. Menurut Keputusan Presiden No. 12 Tahun 2012, Kali Welang adalah bagian dari Wilayah Sungai Welang-Rejoso yang termasuk kedalam wilayah pengelolaan Pemprov Jawa Timur (Ningsih, 2015).

Berdasarkan kondisi topografi Sungai Welang digolongkan berdasarkan lahannya yakni 30% adalah lahan hutan sekitar daerah hulu, kemudian 50% adalah lahan ladang sekitar bagian tengah serta 20% adalah pemukiman. Sungai Welang sebagian besar mengalir di Kab. Pasuruan sedangkan sisanya mengalir di sekitar Kota Pasuruan. Sungai Welang memiliki sekitar 21 anak sungai yang total luasnya 509,50 km² diikuti panjangnya sekitar 53 km. Karakteristik sungai welang ialah berbelok-belok dan morfologi sungai serta kondisi DAS nya melebar pada bagian hulu.

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian ini menentukan 3 stasiun dan 3 sub stasiun untuk tempat pengambilan sampel. Posisi atau letak (titik koordinat) ditentukan menggunakan *Global Positioning System (GPS)*. Stasiun pengamatan 1, 2 dan 3 berdekatan dengan kawasan industri, pemukiman, pertanian, dermaga perikanan, tambak

dan mangrove. Jarak antar ketiga stasiun adalah stasiun 1 ke stasiun 2 sejauh 0,495 km, stasiun 2 ke stasiun 3 sejauh 3,36 km.

- **Stasiun 1**



Gambar 5. Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Stasiun 1

Gambar 5 menunjukkan keadaan lokasi pengambilan sampel stasiun 1 yang berada pada Desa Tambakrejo, Kec. Kraton, Pasuruan, Jawa Timur dengan titik koordinat -7.626641 LS dan 112.875176 BT. Keadaan sungai pada stasiun 1 yaitu air sungai sangat keruh berwarna kecoklatan atau coklat muda dan sedikit bau. Lokasi stasiun 1 berdekatan dengan industri pabrik penyamakan kulit dan pemukiman sehingga limbah yang dihasilkan dari industri pabrik dan pemukiman warga membuat keadaan sungai semakin menurun kualitasnya.

- **Stasiun 2**



Gambar 6. Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Stasiun 2

Gambar 6 menunjukkan keadaan lokasi c stasiun 2 yang berada pada Desa Tambakrejo, Kec. Kraton, Pasuruan, Jawa Timur dengan titik koordinat -7.622319 LS dan 112.875176 BT. Keadaan sungai pada stasiun 2 yaitu air sungai berwarna coklat muda, sedikit bau dan terdapat aktifitas warga bekerja sebagai nelayan kupang sebagai mata pencahariannya. Lokasi stasiun 2 berdekatan dengan area pertanian dan dermaga perikanan.

- **Stasiun 3**



Gambar 7. Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Stasiun 3

Gambar 7 menunjukkan keadaan lokasi pengambilan sampel stasiun 3 yang berada pada Desa Pulokerto, Kec. Kraton, Pasuruan, Jawa Timur dengan titik koordinat -7.596751 dan 112.869905 BT keadaan sungai pada stasiun 3

yaitu terdapat banyak sampah yang hanyut, sangat keruh, air sungai berwarna coklat, tidak bau dan volume air tinggi. Lokasi stasiun 3 berdekatan dengan kawasan tambak dan mangrove.

4.3 Analisis Morfologi Ikan

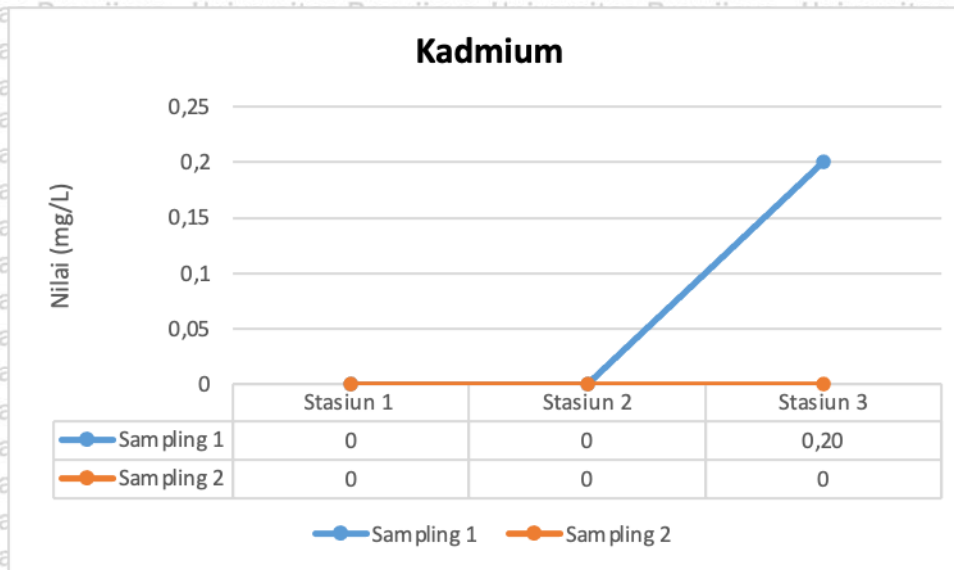


Gambar 8. Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

Ikan Keting di Hilir Sungai Welang, Pasuruan memiliki ciri-ciri morfologi antara lain memiliki panjang tubuh 15,5 - 23 cm. Warna kulit ikan abu-abu kehitaman, kondisi badan ikan keseluruhan sehat. Pada ikan keting (*Mystus nigriceps*) tidak ditemukan serabut sehingga tidak ditemukan bakteri dan jamur. Untuk menilai morfologi ikan keting (*Mystus nigriceps*) yang terinfeksi penyakit secara umum menunjukkan tanda-tanda antara lain kulit lembek berlendir dan pendarahan pada tubuh. Hal tersebut disebabkan oleh infeksi bakteri, serta gejala serabut pada kulit diagnosis penyakit yang disebabkan oleh jamur.

4.4 Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air

Kadmium ialah salah satu jenis logam berat toksik di lingkungan. Hasil pengukuran kadmium di Hilir Sungai Welang pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 9**).



Gambar 9. Kadmium pada Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran kadmium pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Kadar kadmium yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara tidak terdeteksi-0,20 mg/L. Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001, kadar kadmium pada stasiun 3 di sampling 1 melampaui baku mutu perairan kelas II yaitu 0,01 mg/L.

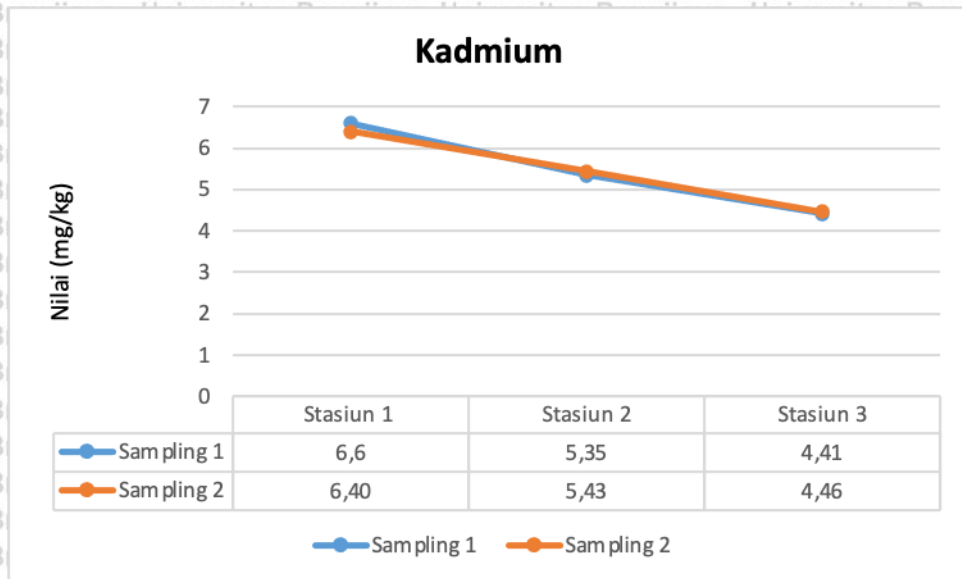
Tingginya kadar kadmium pada stasiun 3 di sampling 1 tersebut disebabkan oleh adanya buangan limbah oleh aktivitas penduduk, sekitar bantaran sungai welang seperti limbah pabrik industri, limbah pertanian, limbah domestik dan limbah perikanan dari buangan limbah bagian hulu, tengah hingga hilir sehingga kemungkinan besar terdapat banyak bahan pencemar atau bahan organik berbahaya yang tertimbun di stasiun 3 yang merupakan daerah hilir paling ujung. Sedangkan rendahnya nilai kadmium pada sampling 1 (stasiun 1 dan 2) dan sampling 2 (stasiun 1, 2 dan 3) disebabkan oleh kecepatan arus pada stasiun 1 dan 2 lebih tinggi yang dapat membawa bahan-bahan pencemar hanyut dan mengalir ke bagian hilir serta kadar TSS yang tinggi pada penelitian ini dapat menyebabkan kelarutan logam berat menjadi rendah, sesuai dengan pernyataan Rachmaningrum, *et al.* (2015), konsentrasi TSS pada perairan juga

dapat berpengaruh terhadap kadar logam berat dimana apabila nilai konsentrasi TSS naik akan menyebabkan kadar logam berat rendah atau menurun. TSS merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi logam berat. Logam berat yang teradsorpsi partikel tersuspensi kemudian berpindah ke dasar perairan sehingga kadar kontaminan logam berat dalam air jadi lebih rendah.

Menurut Amalia (2016), kehadiran logam berat kadmium di perairan disebabkan oleh adanya buangan limbah industri, rumah tangga dan kontribusi oleh alam secara tidak langsung yang turut menimbulkan pencemaran logam berat ini terjadi. Adanya logam berat Cd di suatu lingkungan dengan kadar berlebih akan berdampak luas baik berdampak langsung maupun secara tidak langsung, karena logam ini sangat mudah teradsorpsi dan terakumulasi pada tubuh organisme air (Fauzi *et al.*, 2015). Jika terdapat logam berat dalam perairan, maka akibat keberadaannya adalah dapat mengakibatkan gangguan atau kerusakan bagi biota air di dalamnya apabila terus-menerus organisme atau biota ini mengakumulasi logam berat Cd tersebut (Teheni & Syamsidar, 2016).

4.5 Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Ginjal Ikan

Logam berat Cd (Kadmium) adalah salah satu logam berat yang dapat menimbulkan kerusakan jaringan pada tubuh ikan. Hasil pengukuran kadmium dalam ginjal ikan pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 di 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 10**).



Gambar 10. Kadmium dalam Ginjal Ikan Keting di Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran kadmium pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Kadar kadmium tertinggi terdapat pada stasiun 1 di sampling 1 yaitu 6,6 mg/kg. Kadar kadmium terendah terdapat pada stasiun 3 di sampling 1 yaitu 4,41 mg/kg. Berdasarkan Keputusan Dirjen Penelitian Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/VII/89 baku mutu pencemaran logam berat pada ikan dan hasil olahannya untuk logam kadmium sebesar 0,2 mg/kg maka kadar kadmium dalam ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) pada penelitian ini telah melebihi baku mutu.

Tingginya kadar logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting pada stasiun 1 di sampling 1 disebabkan oleh lingkungan perairan yang terkontaminasi limbah industri dan rumah tangga. Sedangkan pada stasiun 3 di sampling 1 nilai kadmium lebih rendah disebabkan karena adanya mangrove sebagai tumbuhan yang dapat mengabsorpsi logam berat secara alami. Menurut Harteman (2013), kontaminan logam berat dalam jaringan organ tubuh ikan dapat mengakibatkan kerusakan pada organ tubuh ikan. Jika logam berat ini berada dan terakumulasi dalam tubuh ikan dengan jumlah yang tinggi serta

melebihi batas nilai optimum yang telah ditetapkan maka hal ini dapat mengindikasikan terjadinya pencemaran lingkungan (Sundari *et al.*, 2016).

Menurut Connel dan Miller (1995), proses penyerapan awal kadmium oleh biota air bisa melalui tiga cara yakni pertama, dari air masuk melalui pernafasan atau organ insang, kedua dari air melalui permukaan tubuh atau kulit dan ketiga dari makanan, senyawa atau partikel yang dicerna oleh sistem pencernaan biota air. Kecepatan penyerapan logam dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor perubahan fisika dan kimiawi seperti pH, suhu, kadar garam dan ciri-ciri fisiologi serta perilaku makhluk hidup tersebut. Setelah kadmium terserap oleh tubuh selanjutnya diikat oleh protein berat molekul rendah yang disebut sebagai thionein yang kemudian membentuk senyawa kompleks protein metallothionein yang disintesis didalam hati. Selanjutnya metallothionein ini diangkut oleh sistem peredaran darah menuju organ ginjal.

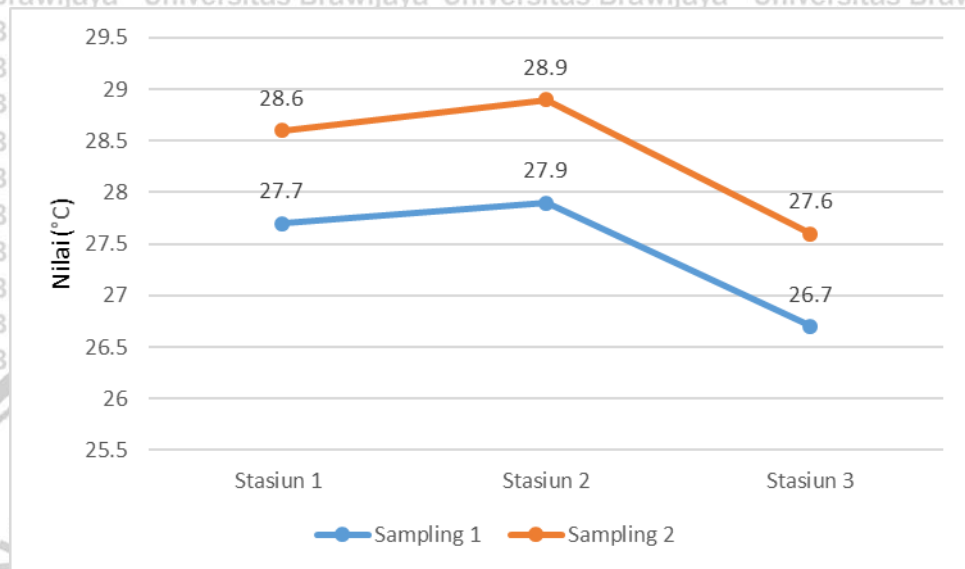
4.6 Kondisi Kualitas Air Sungai Welang

Adapun penelitian ini dilakukan juga pengukuran kualitas air pada lokasi pengambilan sampel Ikan yang diambil dari Sungai Welang, Pasuruan. Penelitian tentang kualitas air juga diperlukan karena kualitas air adalah salah satu sebagai faktor pendukung yang mempengaruhi kehidupan ikan. Parameter kualitas air yang di ukur antara lain suhu, TSS, kecepatan arus, pH, DO, COD, TOM dan logam berat kadmium. Adapun hasil pengukuran kualitas air di Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

4.6.1 Suhu

Suhu ialah salah satu faktor penting dalam kelangsungan hidup suatu organisme. Suhu suatu perairan biasanya dipengaruhi oleh adanya intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan, kondisi atmosfer, faktor

geografis dan dinamika arus. Perairan yang terletak di daerah geografis yang tinggi cenderung memiliki suhu yang dingin. Hasil pengukuran suhu pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 11**).



Gambar 11. Suhu pada Hilir Sungai Welang

Berdasarkan grafik di atas pengukuran suhu tertinggi terdapat pada sampling ke 2 stasiun 2 yaitu 28,9°C. Pengukuran suhu terendah terdapat pada sampling 1 pada stasiun 3 yaitu 26,7°. Nilai pengukuran suhu tersebut cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 kelas II untuk suhu adalah deviasi 3. Perbedaan suhu pada sampling 1 dan 2 disebabkan oleh waktu pengukuran yang berbeda dan juga saat sampling ke 2 dalam keadaan cerah berawan sesuai pernyataan Hamuna, *et al.* (2018), bahwa suhu perairan dipengaruhi oleh penutupan awan, sirkulasi udara, waktu dalam hari, lintang, aliran dan musim serta kedalaman suatu perairan.

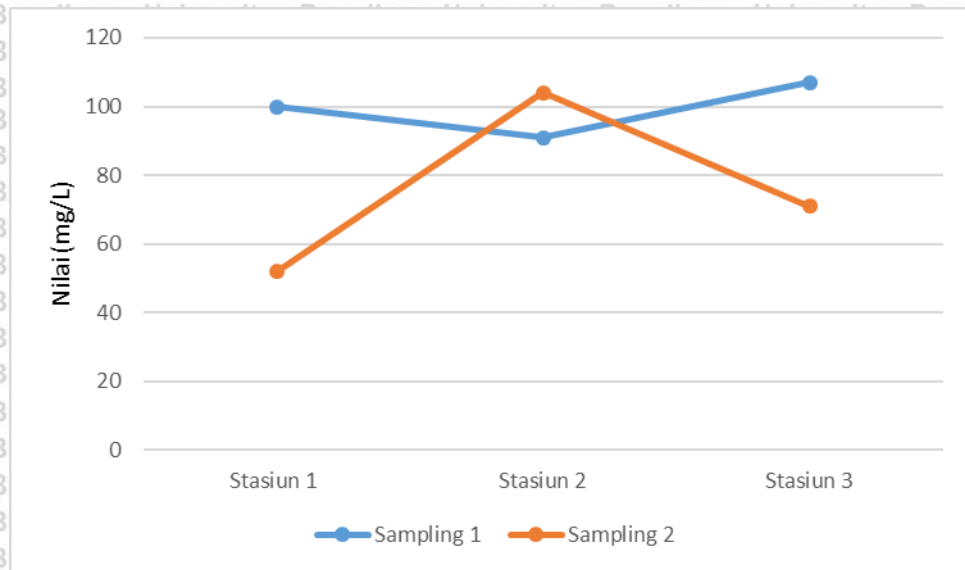
Menurut Priyono (2013), suhu untuk pemeliharaan ikan adalah berkisar antara 26-29°C. Sehingga pada kisaran suhu yang diperoleh pada hasil sampling 1 dan 2 disemua stasiun masih tergolong dalam kondisi yang baik untuk

kelangsungan hidup biota perairan. Suhu turut mempengaruhi kondisi kualitas air dimana kenaikan suhu pada perairan dapat mempengaruhi sintasan (kelulus hidupan), pertumbuhan dan keberhasilan siklus reproduksi. Perubahan suhu air dapat mempengaruhi proses metabolisme ikan.

Ikan memiliki sifat dalam beradaptasi terhadap perubahan suhu atau temperatur lingkungan, khususnya pada ikan air tawar memiliki daya toleransi tinggi terhadap perubahan temperatur. Jika suhu perairan melebihi kadar optimal maka akan berpengaruh terhadap kehidupan biota. Bila mana kondisi suhu melebihi ambang batas akan menyebabkan CO₂ dalam perairan meningkat dan oksigen terlarut dalam perairan menurun, sehingga banyak biota yang kehabisan O₂ dan akhirnya mengalami kematian (Erika *et al.*, 2018). Menurut Setyawan, *et al.* (2013), suhu perairan menjadi salah satu factor dalam proses kelarutan logam berat di dalam perairan. Semakin naik nilai suhu pada perairan maka kelarutan logam berat juga akan semakin meningkat.

4.6.2 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS merupakan factor penting dalam menentukan kualitas air. Hasil pengukuran TSS pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 12**).



Gambar 12. TSS pada Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran TSS pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Nilai TSS tertinggi adalah pada stasiun 3 di sampling 1 yaitu 107 mg/L. Nilai TSS terendah terdapat pada stasiun 1 di sampling 2 yaitu 52 mg/L. Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001 kelas II, nilai TSS di Hilir Sungai Welang melebihi baku mutu dimana baku mutu TSS kelas II adalah 50 mg/L.

Tingginya nilai TSS pada stasiun 3 di sampling 1 disebabkan oleh banyaknya zat padat yang tersuspensi di dalam perairan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas pembuangan limbah industri pabrik disekitar bantaran sungai dan terdapat sungai kecil yang digunakan untuk pembuangan limbah perikanan.

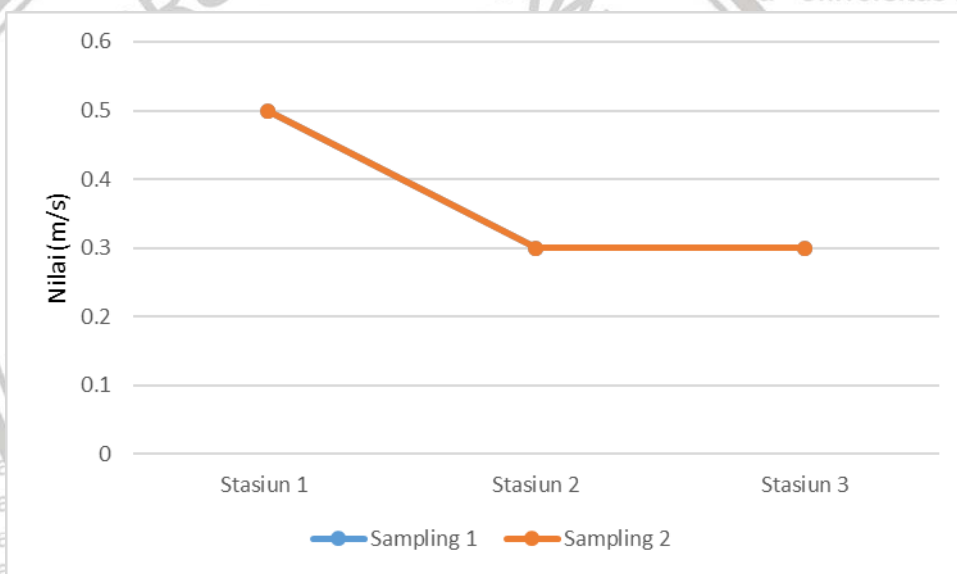
Rendahnya nilai TSS pada stasiun 1 di sampling 2 disebabkan oleh rendahnya sedimentasi yang terdapat pada daerah pemantauan stasiun 1.

TSS dengan konsentrasi tinggi juga dapat menimbulkan dampak-dampak lain seperti yang disebutkan oleh Murphy (2007) dalam Helfinalis, et al. (2012), nilai konsentrasi TSS yang tinggi akan menurunkan proses fotosintesis semua tumbuhan air sehingga kadar oksigen yang dilepaskan oleh tumbuhan menjadi sedikit dan mengakibatkan kematian pada ikan. Menurut Rachmaningrum, et al.

(2015), konsentrasi TSS pada perairan juga dapat mempengaruhi kadar logam berat dimana apabila nilai konsentrasi TSS naik akan menyebabkan paparan logam berat rendah atau menurun. TSS merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi logam berat terlarut. Logam berat yang teradsorpsi partikel tersuspensi kemudian akan berpindah ke dasar perairan sehingga kadar logam berat di air jadi lebih rendah.

4.6.3 Kecepatan Arus

Hasil pengukuran parameter kecepatan arus pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 13**).



Gambar 13. Kecepatan Arus pada Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran kecepatan arus pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Kecepatan arus yang tertinggi terdapat pada stasiun 1 sampling 1 dan 2 yaitu 0,5 m/s. Kecepatan arus yang terendah terdapat pada stasiun 2 dan 3 sampling 1 dan 2 yaitu 0,30 m/s.

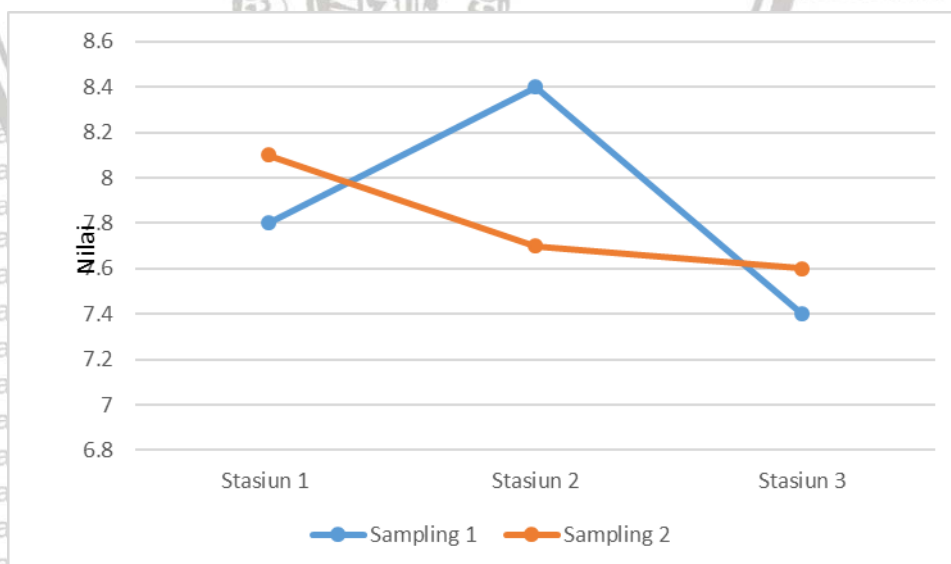
Tingginya kecepatan arus di stasiun 1 dan semakin rendahnya kecepatan arus di stasiun 2 dan 3 disebabkan oleh topografi hulu ke hilir. Menurut Siahaan,

et al. (2011), kecepatan arus di sungai berfluktuasi antara 0,09 - 1,40 m/detik dimana kecepatannya semakin melambat ke daerah hilir. Adanya faktor gravitasi dan lebar sungai serta material yang terbawa oleh air sungai menyebabkan kecepatan arus di bagian hulu menjadi paling besar. Menurut Said, et al. (2020), arus air dapat mempengaruhi kehidupan ikan, seperti untuk pertumbuhannya.

Kecepatan arus pada Hilir Sungai Welang termasuk kedalam kategori arus sedang sesuai pernyataan dari Chasanah et al. (2017), yaitu terdapat 4 kategori kecepatan arus yakni arus lambat pada kisaran 0-0.25 m/s, arus sedang pada kisaran 0.25-0.50 m/s, arus cepat pada kisaran 0.5-1 m/s dan arus sangat cepat diatas 1 m/s. Pada kecepatan arus, semakin rendah kecepatan arus maka kadar logam berat semakin tinggi dan begitu sebaliknya.

4.6.4 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas perairan. Hasil pengukuran pH pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 14**).



Gambar 14. pH pada Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran pH pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Nilai pH tertinggi terdapat pada stasiun 2 di sampling 1 yaitu 8,4. Nilai pH terendah terdapat pada stasiun 3 di sampling 1 yaitu 7,4. Berdasarkan PP No. 82 tahun 2001, nilai pH tersebut telah memenuhi baku mutu untuk perairan kelas II, yaitu 6-9 yang berarti nilai pH pada ketiga stasiun tersebut adalah normal dan baik untuk mendukung kelangsungan hidup biota perairan.

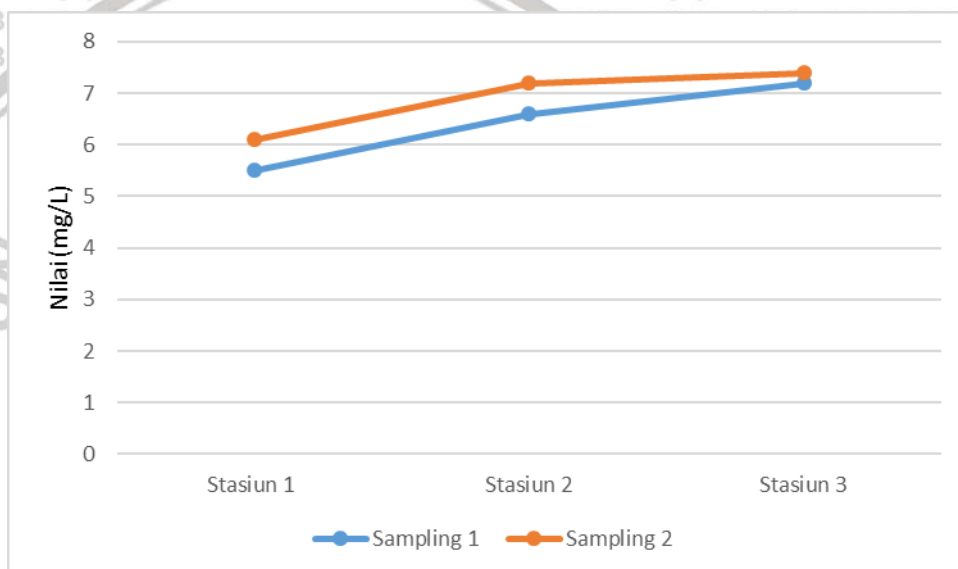
Tingginya nilai pH pada stasiun 2 di sampling 1 disebabkan karena tingginya zat kapur yang ada di daerah stasiun 2. Sumber zat kapur ini dapat berasal dari cangkang kerang, cangkang kupang dan cangkang biota air lainnya yang sudah lama terendap kemudian hancur dengan sendirinya. Pada stasiun 2 terdapat limbah cangkang kupang yang berasal dari aktivitas nelayan kupang yang sedang memproduksi kupang sebagai mata pencahariannya. Sedangkan rendahnya nilai pH pada stasiun 3 di sampling 1 disebabkan oleh tingginya kadar asam sulfat di perairan tersebut sesuai pernyataan Afriansyah, *et al.* (2016), tingginya pH di perairan disebabkan oleh tingginya zat kapur yang memasuki perairan tersebut sedangkan rendahnya nilai pH di perairan biasanya disebabkan oleh adanya asam sulfat pada perairan dengan kadar yang cukup tinggi.

Menurut Tatangindatu (2013), pH perairan yang baik bagi kehidupan ikan atau biota air umumnya berkisar antara 6.8 – 8.5. pH dengan kadar yang rendah dapat menyebabkan konsentrasi kelarutan logam berat dalam perairan semakin tinggi. Menurut Effendi (2003) dalam Suryanto (2011), sebagian besar organisme atau biota akuatik memiliki sensitifitas tinggi terhadap perubahan pH. Menurut Mainassy (2017), meningkatnya kadar pH dikarenakan lingkungan perairan dengan kondisi tercemar akibat aktivitas manusia, tingginya jumlah buangan limbah, dan bahan organik maupun bahan anorganik yang turut mencemari

lingkungan perairan tersebut. Menurut Wahyuni dan Zakaria (2018), kondisi pH dengan kadar yang rendah akan menyebabkan kematian pada organisme serta dapat meningkatkan kadar kelarutan logam berat di air.

4.6.5 DO (*Dissolved Oxygen*)

DO merupakan kadar oksigen terlarut dalam perairan dan sebagai parameter penting dalam menentukan kualitas suatu perairan. Hasil pengukuran DO pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 15**).



Gambar 15. DO pada Hilir Sungai Welang

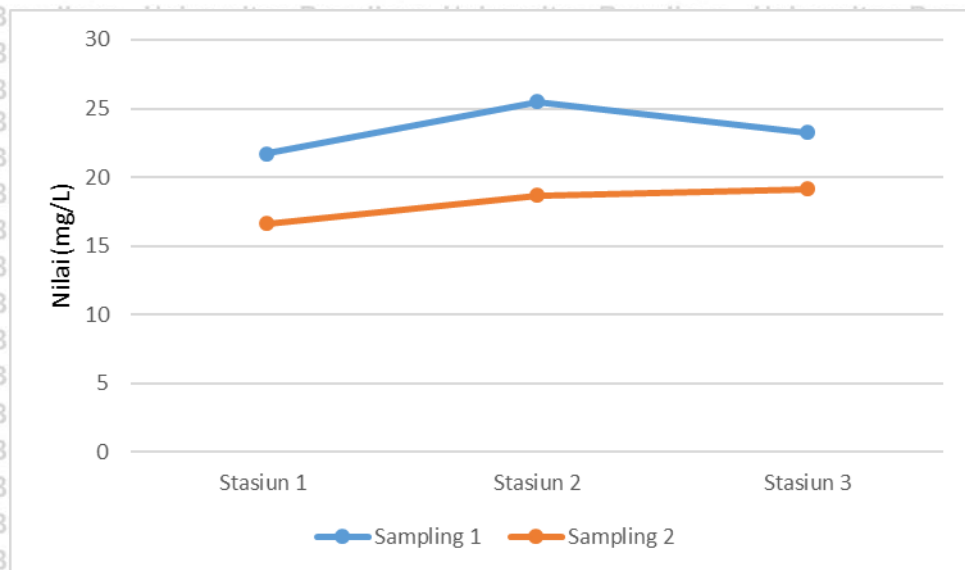
Hasil pengukuran DO pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Nilai DO tertinggi pada stasiun 3 sampling 2 yaitu 7,4 ppm. Nilai DO terendah pada stasiun 1 sampling 1 yaitu 5,5 ppm. Nilai DO tersebut memenuhi angka batas minimum PP No. 82 Tahun 2001 kelas II yaitu minimum 4. Nilai DO tersebut tergolong optimal karena sesuai dengan pernyataan Monalisa (2010), konsentrasi DO yang baik bagi kehidupan ikan yaitu 5 ppm dan konsentrasi DO yang baik bagi lingkungan perairan yaitu antara 5-7 ppm.

Tingginya nilai DO pada stasiun 3 sampling 2 disebabkan oleh adanya proses fotosintesis dalam perairan tersebut. Menurut Puspitaningrum (2012), meningkatnya kadar oksigen terlarut dalam air dikarenakan adanya aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air. Oksigen terlarut juga dapat berasal dari proses difusi dalam perairan. Sedangkan menurunnya kadar oksigen pada stasiun 1 di sampling ke 2 dapat disebabkan oleh proses respirasi oleh biota air serta proses dekomposisi bahan organik.

Suhu lingkungan yang meningkat dapat menurunkan kadar oksigen dalam perairan. Hal tersebut karena dengan naiknya suhu pada perairan dapat menurunkan kekuatan air untuk dapat mengikat O₂ akibatnya tingkat kejenuhan oksigen didalam air menurun. Selain itu, nilai DO yang rendah juga dapat disebabkan oleh limbah yang berasal dari aktifitas di stasiun 1, sehingga kadar DO digunakan untuk mendekomposisi bahan organik. Menurut Tatangindanu (2012), jika kadar DO tidak seimbang maka akan mengakibatkan stress pada ikan dikarenakan otak ikan tidak maksimal dalam mendapatkan suplai oksigen. Menurut Rachmaningrum, *et al.* (2015), DO dapat berpengaruh terhadap kelarutan logam berat di perairan dimana jika kadar DO rendah maka akan mengakibatkan logam berat terlarut mudah mengendap dan menjadi lebih rendah.

4.6.6 COD (Chemical Oxygen Demand)

COD ialah total oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik secara kimiawi. Hasil pengukuran COD pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 16**).



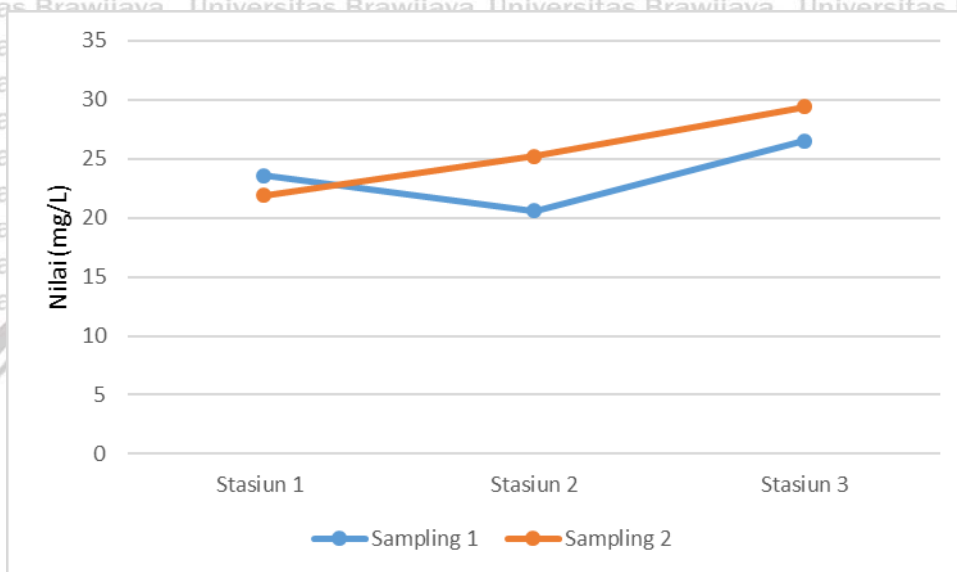
Gambar 16. COD pada Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran COD pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Nilai COD tertinggi terdapat pada stasiun 2 di sampling 1 yaitu 25,5 mg/L. Nilai COD terendah pada stasiun 1 di sampling 2 yaitu 16,61 mg/L. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 nilai COD pada penelitian ini rata-rata memenuhi baku mutu kelas II yaitu 25 mg/L. Pengujian COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi dengan cara menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

Nilai COD pada stasiun 1, 2 dan 3 di semua sampling tergolong dalam kisaran normal. Menurut Fachrurrozi (2010), keberadaan COD selain dipengaruhi banyak sedikitnya bahan buangan dan DO, juga dipengaruhi oleh adanya tanaman air yang mana dalam siklus hidupnya pasti melakukan aktifitas fotosintesis yang menghasilkan O_2 yang bisa menyuplai kebutuhan DO untuk memecah bahan organik dalam limbah. Adanya tanaman dalam perairan dapat menurunkan kadar COD dengan cara diserapnya bahan organik oleh tanaman. Sebaliknya, tanaman juga dapat meningkatkan kadar COD dengan gugurnya daun yang sudah rusak kemudian membusuk dalam air sehingga bahan organik akan meningkat diiringi meningkatnya nilai COD.

4.6.7 TOM (Total Organic Matter)

TOM ialah total seluruh bahan organik di perairan. TOM dapat menggambarkan total nilai bahan organik dalam perairan. Hasil pengukuran TOM pada penelitian di Sungai Welang Kota Pasuruan pada bulan Maret – April 2021 pada 3 stasiun yang berbeda (**Gambar 17**).



Gambar 17. TOM (Total Organic Matter) pada Hilir Sungai Welang

Hasil pengukuran TOM pada Wilayah Hilir Sungai Welang Pasuruan dapat dilihat pada grafik di atas. Nilai TOM tertinggi pada stasiun 3 di sampling 2 yaitu 29,43 mg/L. Nilai TOM terendah pada stasiun 2 di sampling 1 yaitu 20,6 mg/L. Nilai TOM pada 3 stasiun tergolong cukup, sesuai dengan pernyataan Effendi, *et al.* (2003), kadar TOM dikatakan baik jika nilainya kurang dari 20 mg/l dan nilai TOM adalah cukup jika nilainya berkisar antara 20-40 mg/l.

Kadar TOM di stasiun 1, 2 dan 3 di sampling 1 dan 2 tergolong cukup. Tingginya kadar TOM pada stasiun 3 di sampling 2 disebabkan oleh adanya bahan organik dari seresah tanaman dan detritus lainnya. Menurut Yulius, *et al.* (2018), telah diketahui bahwa bahan organik dalam perairan bersumber dari

serasah tanaman dan *detritus*. TOM merupakan gambaran kadar bahan organik total yang meliputi bahan organik tersuspensi, terlarut dan koloid.

Menurut Wahyuni, *et al.* (2017), struktur ginjal ikan di perairan tawar dengan kondisi jernih menunjukkan keadaan kapsul bowman dan glomerulus adalah normal. Struktur ginjal pada ikan di perairan tawar dengan kandungan bahann organik yang tinggi telah menunjukkan kondisi glomerulus yang tidak normal serta ditemukan kondisi glomerulus membesar diikuti dengan hilangnya inti sel di glomerulus kemudian ditemukan adanya kerusakan nekrosis.

4.7 Kerusakan Histologi Ginjal Ikan

Kerusakan histologi ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) berdasarkan pengamatan ditemukan perubahan struktur jaringan ginjal pada ikan keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang yaitu nekrosis, kongesti dan degenerasi. Perhitungan status kerusakan histologi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Status kerusakan ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) tertera pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Kerusakan jaringan pada organ ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*)

Lokasi	Sampling 1			Average (%)	Status Kerusakan Ginjal
	Nekrosis	Kongesti	Degenerasi		
Stasiun 1	29.00	92.33	73.67	65.00	Rusak Sedang
Stasiun 2	14.67	73.67	57.67	48.67	Rusak Ringan
Stasiun 3	10.67	73.00	36.33	40.00	Rusak Ringan
Sampling 2					
Stasiun 1	48.00	69.33	40.67	52.67	Rusak Sedang
Stasiun 2	40.00	66.33	42.33	49.55	Rusak Ringan
Stasiun 3	31.33	65.67	33.67	43.56	Rusak Ringan

Total kerusakan jaringan tertinggi didapatkan pada stasiun 1 di sampling pertama dengan presentase sebesar 65%. artinya kerusakan yang dialami $50\% \leq P < 75\%$ dan menunjukkan bahwa struktur ginjal berada pada kondisi rusak

sedang. Sedangkan total kerusakan jaringan terendah didapatkan pada stasiun 3 di sampling pertama dengan presentase sebesar 40% artinya kerusakan sebesar $25\% \leq P < 50\%$ dan menunjukkan bahwa kondisi struktur ginjal berada pada kondisi rusak ringan. Presentase total kerusakan jika $P < 25\%$ artinya kondisi dari struktur ginjal normal dan tidak ada kerusakan dan $P \geq 75\%$ yang artinya kondisi dari ginjal rusak parah.

Hasil pada 3 stasiun dengan 2 kali sampling histologi ikan keting (*Mystus nigriceps*) menunjukkan status kerusakan ginjal yang rusak ringan hingga rusak sedang dimana kerusakan tersebut disebabkan salah satunya karena ditemukan adanya logam berat pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) yang juga melebihi baku mutu khususnya logam berat Cd. Menurut Setyawan (2013), kandungan logam berat pada perairan akan terus naik sedikit demi sedikit yang disebabkan oleh ulah manusia, akibatnya adalah logam tersebut akan terserap dalam jaringan tubuh ikan, kemudian tertimbun dalam sel dan jaringan serta pada konsentrasi tertentu kontaminan logam berat tersebut akan merusak jaringan organ tubuh.

Pada stasiun 1 sampling pertama didapatkan hasil presentase tertinggi karena disebabkan oleh banyaknya limbah atau bahan cemaran yang terbuang pada area stasiun 1. Limbah tersebut berasal dari aktivitas rumah tangga dan limbah industry pabrik. Faktor lain yang mempengaruhi tingginya kerusakan jaringan ginjal ikan adalah adanya logam berat kadmium yang terkandung dalam ginjal ikan yang kadarnya melebihi baku mutu. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil pengukuran logam berat Cd dalam ginjal ikan keting di stasiun 1 tergolong tinggi dan melebihi baku mutu. Pada stasiun 3 sampling pertama didapatkan hasil terendah dikarenakan stasiun 3 merupakan daerah atau kawasan mangrove dimana mangrove memiliki fungsi sebagai agen bioremediasi alami dimana secara alami tumbuhan mangrove mampu menyerap logam berat yang

ada di alam yang salah satunya kadmium dan dibuktikan dengan hasil pengukuran kadar logam berat kadmium dalam ginjal ikan pada stasiun 3 berkadar paling rendah. Sehingga bahan cemaran yang masuk pada tubuh ikan relatif lebih sedikit. Hal ini sesuai pernyataan Utami, *et al.* (2018), tumbuhan mangrove memiliki peran penting bagi kehidupan di pesisir. Hutan mangrove berperan sebagai agen bioremediasi dimana mangrove dapat menyerap secara alami kandungan logam berat yang terdapat di alam. Selain itu, mangrove juga sebagai biofilter yakni kemampuan untuk dapat menyaring, memerangkap dan mengikat polusi di alam bebas seperti sampah, sedimen, dan limbah domestik. Fungsi mangrove dalam hal ini berperan dalam menurunkan tingkat pencemaran perairan.

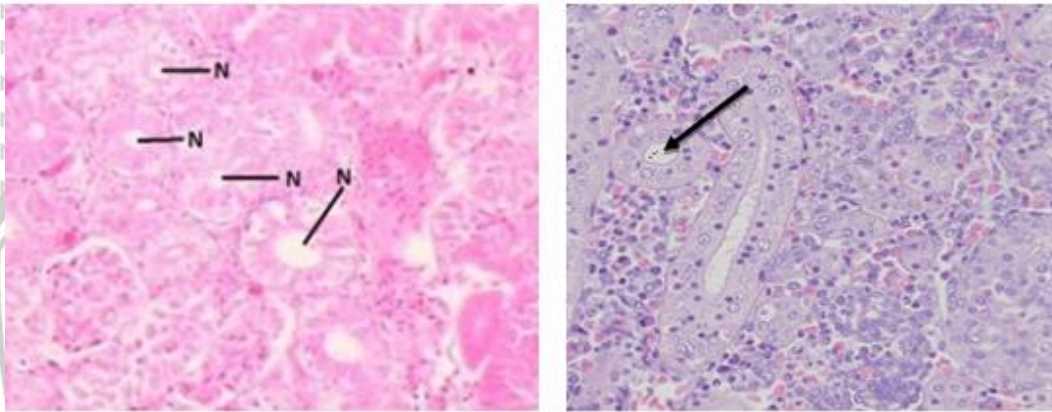
Kerusakan jaringan ginjal pada hewan akuatik secara terus-menerus akan menyebabkan terganggunya peran penting organ ginjal ikan keting sebagai filtrasi dan ekskresi dalam sistem metabolisme tubuh ikan keting. Seiring dengan berjalannya waktu aktivitas masyarakat sekitar bantaran Hilir Sungai Welang semakin bertambah yang diikuti dengan bertambahnya jumlah limbah yang terbuang ke sungai. Buangan limbah tersebut akan menjadi sumber pencemar yang mengakibatkan lingkungan menjadi tidak sehat dan berdampak langsung pada organisme didalamnya salah satunya ikan keting. Oleh karena hal tersebut, kemungkinan besar kerusakan jaringan pada organ ginjal ikan keting juga semakin meningkat hingga ginjal kehilangan peran dan fungsinya yang akan berdampak pada ketidakseimbangan pola hidup ikan keting. Jika hal tersebut terus terjadi, ikan keting tidak akan bertahan hidup dan akhirnya mati serta mengakibatkan jumlah populasi ikan keting dalam ekosistem tersebut menurun.

Jumlah populasi ikan keting yang terus menurun akan berdampak pada sistem rantai makanan yang tidak seimbang. Hal tersebut akan mengancam jumlah populasi lainnya. Ketidakseimbangan rantai makanan dalam ekosistem perairan

akan menyebabkan terganggunya ekosistem yang dapat menimbulkan adanya suatu pencemaran perairan. Berikut merupakan jenis kerusakan jaringan pada ginjal Ikan Keting :

1. Nekrosis

Nekrosis ditandai dengan menghilang atau tidak terlihatnya batas-batas sel dan inti sel. Hasil pengamatan histologi jaringan ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) menggunakan alat mikroskop perbesaran 400x didapatkan kerusakan berupa nekrosis (**Gambar 18**).



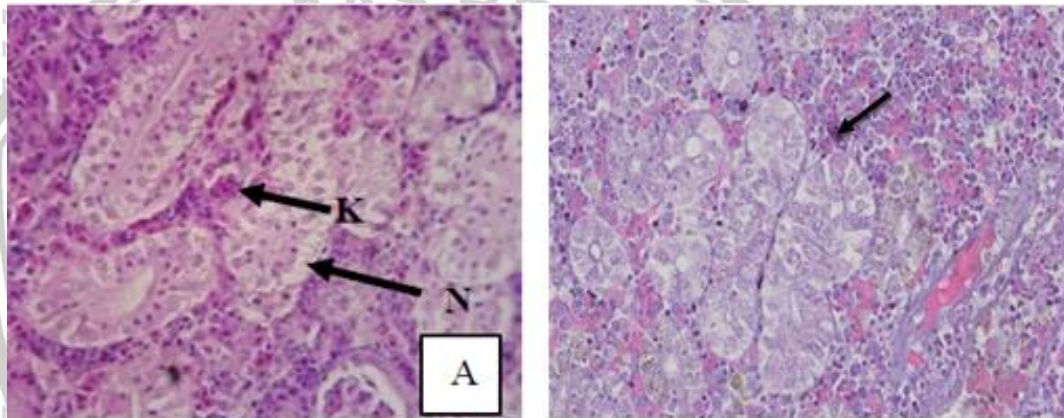
Gambar 18. Kerusakan Nekrosis (A. Wikiandy et al., 2013, B. dokumentasi pribadi, 2021)

Berdasarkan Gambar 18 pengamatan struktur histologi ginjal pada ikan keting (*Mystus nigriceps*) dari Hilir Sungai Welang ditemukan adanya kerusakan nekrosis yang ditunjukkan dengan hilangnya struktur sel jaringan. Hal tersebut disebabkan oleh senyawa asing yang masuk kedalam tubuh ikan dan menuju organ ginjal. Analisis kerusakan nekrosis pada ginjal keting (*Mystus nigriceps*) menggunakan perhitungan skoring dengan jumlah sel yang dianalisis adalah 300 sel dan terdapat 5 bidang pandang. Hasil perhitungan kerusakan nekrosis yang didapatkan yakni pada sampling pertama stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 29%, 14,67%, 10,67% dan pada sampling kedua stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 40%, 48%, 31,33% berdasarkan presentase sampling pertama termasuk dalam rata-

rata tingkatan 1 yaitu normal dan sampling kedua termasuk pada tingkatan 2 yaitu rusak ringan.

2. Kongesti

Menurut Selvi, *et al.* (2016), kongesti ialah kondisi bertambahnya volume darah pada pembuluh darah yang mengalami pelebaran. Kongesti dapat diartikan sebagai pembendungan darah. Hasil pengamatan histologi jaringan ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) menggunakan alat mikroskop perbesaran 400x didapatkan kerusakan berupa kongesti (**Gambar 19**).



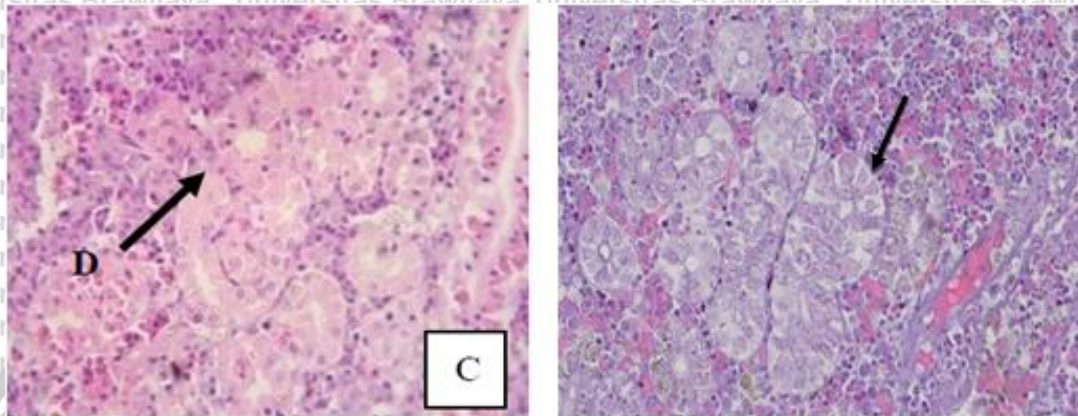
Gambar 19. Kerusakan Kongesti (Sari *et al.*, 2014, B. dokumentasi pribadi, 2021)

Berdasarkan Gambar 19 pengamatan struktur histologi ginjal pada ikan keting (*Mystus nigriceps*) dari Hilir Sungai Welang ditemukan adanya kerusakan kongesti (pembendungan darah). Analisis kerusakan kongesti pada ginjal keting (*Mystus nigriceps*) menggunakan perhitungan skoring dengan jumlah sel yang dianalisis adalah 300 sel dan terdapat 5 bidang pandang. Pada hasil perhitungan ini ditemukan kerusakan kongesti sampling pertama stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 92,33%, 73,67%, 73% dan pada sampling kedua stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 69,33%, 66,33%, 65,67%. Dari presentase tersebut sampling pertama dan sampling kedua termasuk pada rata-rata tingkatan 3 yaitu rusak sedang.

3. Degenerasi

Degenerasi ialah suatu kelainan yang diakibatkan adanya ruang kosong.

Hasil pengamatan histologi jaringan ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) menggunakan alat mikroskop perbesaran 400x didapatkan kerusakan berupa degenerasi (**Gambar 20**).



Gambar 20. Kerusakan Degenerasi (Sari et al., 2014, B. dokumentasi pribadi, 2021)

Berdasarkan Gambar 20 pengamatan struktur histologi ginjal pada ikan keting (*Mystus nigriceps*) dari Hilir Sungai Welang ditemukan adanya kerusakan degenerasi. Analisis kerusakan degenerasi pada ginjal keting (*Mystus nigriceps*) menggunakan perhitungan skoring dengan jumlah sel yang dianalisis adalah 300 sel dan terdapat 5 bidang pandang. Pada hasil perhitungan ini ditemukan kerusakan degenerasi pada sampling pertama stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 73,67%, 57,67%, 36,33% dan pada sampling kedua stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 42,33%, 40,67%, 33,67% dimana berdasarkan persentase tersebut pada sampling pertama termasuk pada rata-rata tingkatan 3 yaitu rusak sedang dan sampling kedua termasuk pada tingkatan 2 yaitu rusak ringan.

4.8 Hubungan Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan dengan Status Kerusakan Histologi Ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

Hubungan antara variabel logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan terhadap status kerusakan histologi ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) dapat diketahui dengan menggunakan analisis regresi. Perhitungan menggunakan analisis regresi linier sederhana tertera pada **Lampiran 8**. Berikut merupakan hasil analisis regresi pada:

A. Sampling 1 :

- **Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan Keting dengan Kerusakan Nekrosis**

Hasil regresi sederhana antara logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan keting (X) terhadap kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (Y) didapatkan persamaan regresi $Y = -28,43 + 8,53x$. Nilai koefisien sebesar 8,53 memiliki arti variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki korelasi positif terhadap kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*). Nilai koefisien determinasi variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting terhadap variabel kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) dilihat dari angka R square sebesar 0,94 yang memiliki arti bahwa logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting mempengaruhi kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) sebesar 94% dan sisa persentasenya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai R square lebih dari 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki pengaruh nyata terhadap kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*).

- **Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan Keting dengan Kerusakan**

Kongesti

Hasil regresi sederhana antara logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan keting (X) terhadap kerusakan kongesti pada ginjal ikan keting (Y) didapatkan persamaan regresi $Y = 29,75 + 9,15x$. Nilai koefisien sebesar 9,15 memiliki arti variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki korelasi positif terhadap kerusakan kongesti pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*). Nilai koefisien determinasi variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting terhadap variabel kerusakan kongesti pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) dilihat dari angka R square sebesar 0,84 yang memiliki arti bahwa logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting mempengaruhi kerusakan kongesti pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) sebesar 84% dan sisa persentasenya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai R square lebih dari 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki pengaruh nyata terhadap kerusakan kongesti pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*).

- **Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan Keting dengan Kerusakan**

Degenerasi

Hasil regresi sederhana antara logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan keting (X) terhadap kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (Y) didapatkan persamaan regresi $Y = -35,85 + 16,82x$. Nilai koefisien sebesar 16,82 memiliki arti variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki korelasi positif terhadap kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*). Nilai koefisien determinasi variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting terhadap variabel kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) dilihat dari angka R square sebesar 0,97 yang memiliki arti

bahwa logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting mempengaruhi kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) sebesar 97% dan sisa persentasenya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai R square lebih dari 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki pengaruh nyata terhadap kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*).

B.2. Sampling 2 :

- **Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan Keting dengan Kerusakan Nekrosis**

Hasil regresi sederhana antara logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan keting (X) terhadap kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (Y) didapatkan persamaan regresi $Y = -6,88 + 8,6x$. Nilai koefisien sebesar 8,6 memiliki arti variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki korelasi positif terhadap kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*). Nilai koefisien determinasi variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting terhadap variabel kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) dilihat dari angka R square sebesar 0,99 yang memiliki arti bahwa logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting mempengaruhi kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) sebesar 99% dan sisa persentasenya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai R square lebih dari 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki pengaruh nyata terhadap kerusakan nekrosis pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*).

- **Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan Keting dengan Kerusakan Kongesti**

Hasil regresi sederhana antara logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan keteng (X) terhadap kerusakan kongesti pada ginjal ikan keteng (Y) didapatkan persamaan regresi $Y = 56,86 + 1,88x$. Nilai koefisien sebesar 1,88 memiliki arti variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keteng memiliki korelasi positif terhadap kerusakan kongesti pada ginjal ikan keteng (*Mystus nigriceps*). Nilai koefisien determinasi variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keteng terhadap variabel kerusakan kongesti pada ginjal ikan keteng (*Mystus nigriceps*) dilihat dari angka R square sebesar 0,88 yang memiliki arti bahwa logam berat kadmium dalam ginjal ikan keteng mempengaruhi kerusakan kongesti pada ginjal ikan keteng (*Mystus nigriceps*) sebesar 88% dan sisa persentasenya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai R square lebih dari 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keteng memiliki pengaruh nyata terhadap kerusakan kongesti pada ginjal ikan keteng (*Mystus nigriceps*).

- **Logam Berat Cd dalam Ginjal Ikan Keting dengan Kerusakan Degenerasi**

Hasil regresi sederhana antara logam berat kadmium (Cd) dalam ginjal ikan keteng (X) terhadap kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keteng (Y) didapatkan persamaan regresi $Y = -19,3 + 3,6x$. Nilai koefisien sebesar 3,6 memiliki arti variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keteng memiliki korelasi positif terhadap kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keteng (*Mystus nigriceps*). Nilai koefisien determinasi variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keteng terhadap variabel kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keteng (*Mystus nigriceps*) dilihat dari angka R square sebesar 0,58 yang memiliki

arti bahwa logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting mempengaruhi kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*) sebesar 58% dan sisa presentasenya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai R square lebih dari 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting memiliki pengaruh nyata terhadap kerusakan degenerasi pada ginjal ikan keting (*Mystus nigriceps*).

4.9 Analisis Status Mutu Air

Menurut Sahabuddin, *et al.* (2014), Storet adalah sebuah penentuan status mutu air yang dilakukan dengan cara membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu yang telah disesuaikan dengan peruntukannya untuk menentukan status mutu air. Dengan dilakukannya metode ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Perhitungan Indeks Storet kualitas air pada Hilir Sungai Welang dapat dilihat pada **Lampiran 9**. Status Mutu Air Hilir Sungai Welang berdasarkan Indeks Storet ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Kualitas Air Hilir Sungai Welang

Stasiun	Total Skor	Kelas	Kategori	Keterangan
1	-10	B	Ringan	Tercemar Ringan
2	-10	B	Ringan	Tercemar Ringan
3	-14	C	Ringan	Tercemar Ringan

Berdasarkan **Tabel 6** dapat diketahui bahwa status mutu air pada stasiun 1 memiliki total skor -10 dimana nilai tersebut tergolong dalam kelas b kategori ringan dan tercemar ringan. Total skor pada stasiun 2 senilai -10 yang tergolong dalam kelas b kategori ringan dan tercemar ringan. Total skor pada stasiun 3 senilai -14 tergolong dalam kelas c kategori sedang dan tercemar sedang.

Parameter yang memiliki nilai optimum menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 kelas II antara lain pada stasiun 1 yaitu arus, DO, TOM, COD, logam berat Cd, pada stasiun 2 yaitu arus, pH, DO, TOM, logam berat Cd dan pada stasiun 3 yaitu arus, pH, DO, TOM dan COD. Sedangkan parameter yang nilainya melampaui baku mutu menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 kelas II pada stasiun 1 yaitu suhu, TSS, pH, pada stasiun 2 yaitu suhu, TSS, COD dan pada stasiun 3 yaitu suhu, TSS dan logam berat kadmium.

Hilir Sungai Welang berdasarkan survey dan pengamatan secara visual memiliki ciri-ciri warna air yang keruh kecoklatan, bahan hanyutan sedikit dan terdapat banyak vegetasi mangrove di sungai stasiun 3. Berdasarkan hasil wawancara warga setempat, khususnya sekitar daerah stasiun 1 didapatkan informasi bahwa buangan limbah dari pabrik penyamakan kulit (PT. Carma) sering kali membuat perairan di daerah stasiun 1 menjadi sangat keruh dan bau yang selanjutnya mengalir ke perairan sungai stasiun 2 dan 3. Beberapa aktivitas warga setempat yang juga melibatkan bantaran hilir sungai welang antara lain melakukan proses produksi kupang mulai dari pendaratan kupang, pencucian kupang hingga penjualan kupang, beberapa warga membuang limbah domestik langsung ke dalam air sungai. Pada sungai stasiun 2 terdapat aliran anak sungai yang membuang limbah pertanian. Sedangkan pada sungai stasiun 3 terdapat aliran buangan limbah tambak serta mendapat bahan masukan lebih banyak yang berasal dari sungai bagian hulu dan tengah sehingga menumpuk dan tertimbun di stasiun 3 yang merupakan bagian hilir paling akhir, hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas perairan stasiun 3.

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Gupta (2016), sumber pencemaran dapat dibagi menjadi pencemaran organik dan anorganik.

Pencemaran bahan organik dapat berasal dari insektisida, herbisida,

organohalida dan bentuk bahan kimia organik lainnya. Pencemaran bahan organik juga dapat berasal dari bakteri di kotoran ternak dan pertanian dan limbah pengolahan makanan. Pencemaran bahan anorganik dapat berasal dari logam berat hasil drainase tambang, pengisian bahan bakar dan buangan limbah industri.

Penelitian ini dapat mengindikasikan adanya pencemaran air yang diduga disebabkan oleh adanya tekanan lingkungan berupa senyawa-senyawa toksik diantaranya limbah organik, limbah industri, limbah rumah tangga serta pestisida dari aliran sungai buangan limbah pertanian yang berakibat pada kesehatan biota perairan. Pencemaran perairan di ketiga lokasi pantauan tersebut didukung dengan adanya data kuantitatif dari kondisi histologi ginjal berupa jumlah dan presentase kerusakan jaringan ginjal. Dapat dikatakan bahwa hasil dari penelitian ini dapat mengkonfirmasi bahwa perubahan histologi ginjal pada ikan dapat dijadikan sebagai indikator yang baik sebagai salah satu penentu kualitas air. Hal ini dapat menegaskan bahwa perubahan histologi ginjal dapat dijadikan evaluasi dari pencemaran awal di perairan terhadap senyawa kimia (logam berat) yang menyebabkan stress pada biota akuatik.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

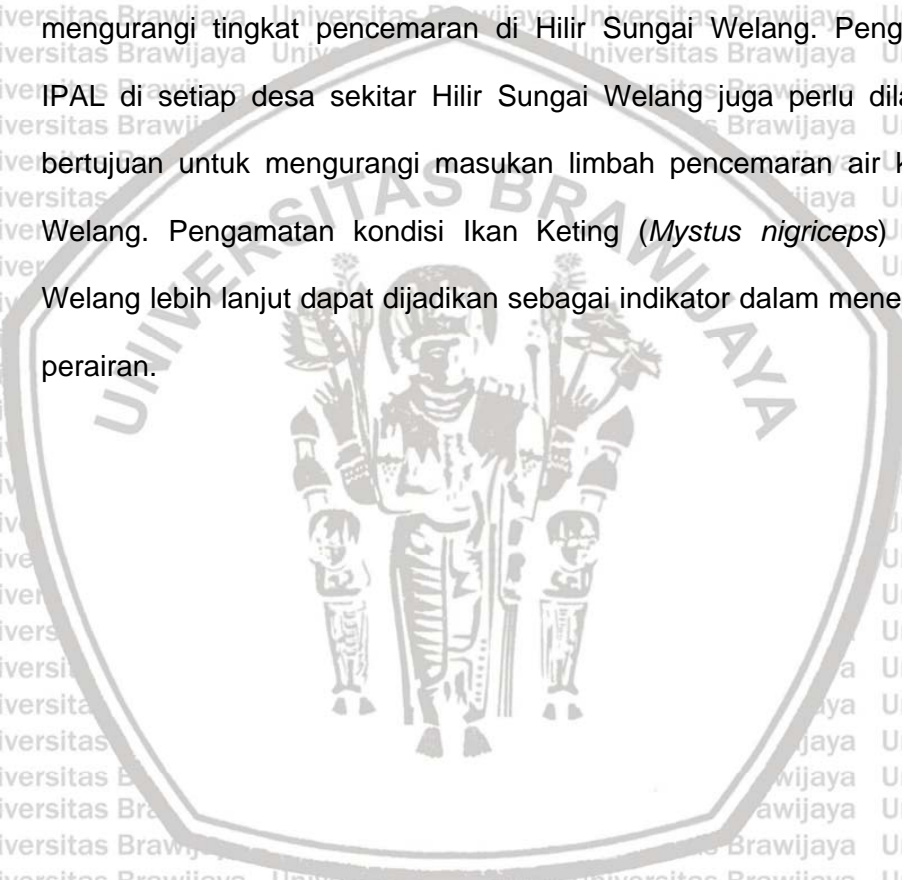
Penelitian mengenai analisis histologi ginjal Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) yang terpapar oleh logam berat kadmium (Cd) di Hilir Sungai Welang,

Pasuruan Jawa Timur dapat disimpulkan bahwa:

1. Perairan Hilir Sungai Welang memiliki status mutu air pada stasiun 1 (ringan), 2 (ringan) dan 3 (sedang). Hal ini disebabkan karena banyaknya bahan pencemar seperti buangan limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian dan limbah perikanan di sekitar Hilir Sungai Welang, Pasuruan.
2. Presentase kerusakan histologi ginjal Ikan Keting sampling 1 stasiun 1 sebesar 65% (rusak sedang), stasiun 2 sebesar 48,67% (rusak ringan) dan stasiun 3 sebesar 40% (rusak ringan). Presentase kerusakan sampling 2 stasiun 1 sebesar 52,67% (rusak sedang), stasiun 2 sebesar 49,55% (rusak ringan) dan stasiun 3 sebesar 43,56% (rusak ringan).
3. Logam berat Cd dalam ginjal ikan keting memiliki korelasi positif terhadap kerusakan histologi ginjal ikan keting. Nilai R square pada setiap kerusakan histologi >50% maka logam berat Cd ginjal ikan keting berpengaruh nyata terhadap kerusakan histologi ginjal ikan keting. Kadar logam berat kadmium dalam ginjal ikan keting dan kerusakan histologi ginjal ikan keting tergolong tinggi dan melebihi baku mutu, hal tersebut dapat mengakibatkan ekosistem perairan terganggu dan dapat mengindikasikan terjadinya suatu pencemaran di lingkungan. Maka hasil dari penelitian ini dapat mengkonfirmasi bahwa perubahan histologi ginjal pada ikan dapat dijadikan sebagai indikator yang baik sebagai salah satu penentu kualitas air.

1.2 Saran

Kondisi Sungai Welang bagian hilir berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dilihat dari perubahan lingkungan dan perubahan histologi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Pasuruan dinyatakan dalam kondisi tercemar ringan-sedang dengan parameter yang tidak optimum yaitu suhu, TSS dan logam berat Cd oleh karena itu perlu dilakukannya tindakan yang lebih ketat atas arahan kepada pelaku industri maupun masyarakat sekitar sungai agar dapat mengurangi tingkat pencemaran di Hilir Sungai Welang. Pengadaan fasilitas IPAL di setiap desa sekitar Hilir Sungai Welang juga perlu dilakukan, hal ini bertujuan untuk mengurangi masukan limbah pencemaran air ke Hilir Sungai Welang. Pengamatan kondisi Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Hilir Sungai Welang lebih lanjut dapat dijadikan sebagai indikator dalam menentukan kualitas perairan.



DAFTAR PUSTAKA

Affan, J.M. 2011. Seleksi Lokasi Pengembangan Budidaya Dalam Keramba Jaring Apung (Kja) Berdasarkan Faktor Lingkungan dan Kualitas Air di Perairan Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah. *J. Sains.* **17**(3) : 99-106.

Afriansyah, A., Dewiyanti, I., & Hasri, I. (2016). Keragaan Nitrogen dan T-Phosfat pada Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) oleh Ikan Peres (*Osteochilus kappenii*) dengan Sistem Resirkulasi (Doctoral dissertation, Syiah Kuala University).

Amalia, W. R., Halang, B., & Naparin, A. (2016). Kandungan kadmium (Cd) pada air, daging serta mikroanatomi insang ikan kelabau (*Osteochillus melanopleurus*) di Muara Sungai Martapura. In *Di: Prosiding Seminar Nasional Tahun* (pp. 84-92).

Anhwange, B. A., Agbaji, E. B., & Gimba, E. C. 2012. Impact Assessment of Human Activities and Seasonal Variation on River Benue, within Makurdi Metropolis. *International Journal of Science and Technology.* **2**(5): 248-254.

Arafah, F., M. Taufik dan L. M. Jaelani. 2015. Analisis Parameter Kualitas Air Laut di Perairan Kabupaten Sumenep untuk Pembuatan Peta Sebaran Potensi Ikan Pelagis. *Rekayasa Lingkungan.* **1**: 21-30.

Authman, M.MN., Mona S Zaki, Elsayed A Khallaf and Hossam H Abbas. 2015. Use of Fish as Bio-indicator of the Effects of Heavy Metals Pollution. *Journal Aquaculture Research and Development.* **6**(4): 1-13

Azhar, A., & Dewata, I. (2018). Studi kapasitas beban pencemaran sungai berdasarkan parameter organik (BOD, COD dan TSS) di Batang Lembang Kota Solok, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management).* **2**(1): 76-87.

Bloom, J. H. 1998. Chemical and Physical Water Quality Analysis. Nuffic UNIBRAW/LUW/fish. Malang.

Chasanah, I., Purnomo, P. W., & Haeruddin, H. (2017). Analisis Kesesuaian Wisata Pantai Jodo Desa Sidorejo Kecamatan Gringsing Kabupaten Batang. *Journal of Natural Resources and Environmental Management.* **7**(3): 235-243.

Darmono, 1995, Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk hidup. Universitas Indonesia Press, Jakarta: 131-134 hlm.

Dewa, C., L. D. Susanawati dan B. R. Widiatmono. 2016. Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 35-42.

Dianti, L., Slamet Budi Prayitno dan Restiana Wisnu Ariyati. 2013. Ketahanan nonspesifik Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang direndam ekstrak daun jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(4):63-71

Djaelani, A. R. 2013. Teknik pengumpulan data dalam penelitian kualitatif. *Majalah Ilmiah Pawiyatan*. 20(1) : 82-92.

Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius: Yogyakarta

Fachrurrozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. (2010). Pengaruh variasi biomassa *Pistia stratiotes* L. terhadap penurunan kadar BOD, COD, dan TSS limbah cair tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. None.

Faggio, C., F. Arfuso, G. Piccione, A. Zumbo and F. Fazio. 2014. Effects of three different anticoagulants and storage time on haematological parameters of Mugil cephalus (*Linneaus*, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 14: 615-621

Faturrohman, Ikhsan., Sunarto dan I. Nurruhwati. 2016. Korelasi Kelimpahan Fitoplankton Dengan Suhu Perairan Laut Disekitar PLTU Cirebon. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7(1): 115 – 122.

Gupta, Asha. 2016. Water pollution-sources, effects and control. India. 17p.

Gutiérrez, J. M., Silvia Villar and Alicia Acuña Plavan. 2014. Micronucleus test in fishes as indicators of environmental quality in subestuaries of the Río de la Plata (Uruguay). *Marine Pollution Bulletin*: 1-6.

Hamuna, B., Tanjung, R. H., & MAury, H. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura.

Harsono, E. 2011. Kajian hubungan antara fitoplankton dengan kecepatan arus air akibat operasi waduk jatiluhur. *Jurnal Biologi Indonesia*. 7(1): 99-120.

Harteman, E. (2013). Pemantauan Logam Berat pada Histologi Ikan Badukang (*Arius Caelatus Valenciennes 1840*) Muara Sungai Kahayan dan Katingan, Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal Of Tropical Animal Science)*. 2(1), 21-26.

Helfinalis, Sultan dan Rubiman. 2012. Padatan Tersuspensi Total di Perairan Selat Flores Boleng Alor dan Selatan Pulau Adonara Lembata Pantar (Total Suspended Solids in the Flores Boleng Alor Straits and In the South of Adonara Lembata Pantar Islands). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, **17**(3) :148-153.

Hussain, B., Tayyaba Sultana, Salma Sultana, K. A. Al-Ghanim and Shahid MAHBOOB. 2017. Effect of pollution on DNA damage and essential fatty acid profile in *Cirrhinus mrigala* from River Chenab. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. **35**(3):1-8.

Indrayana, R., Muh, Yusuf dan Azis R. 2014. Pengaruh Arus Permukaan terhadap Sebaran Kualitas Air di Perairan Genuk Semarang. *Jurnal Oseanografi*. **3**(4): 651-659.

Istarani, Festri & Ellina S. P. 2014. Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*. **3**(1): 53-58.

Jiyah, B., Sudarsono dan A. Sukmono. 2017. studi distribusi total suspended solid (tss) di perairan pantai kabupaten demak menggunakan citra landsat. *Jurnal Geodesi Undip*. **6**(1): 41-47.

Kurniasari, L. 2010. Pemanfaatan mikroorganisme dan limbah pertanian sebagai bahan baku biosorben logam berat. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*. **6**(2).

Kurniawan, A., Sarjito dan Slamet Budi Prayitno. 2014. Pengaruh pemberian ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia*) pada pakan terhadap kelulushidupan dan profil darah Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi *Aeromonas caviae*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **3**(3): 76-85.

Lang.Gui.,Tao.Li.,and Qiya.Zhang.2018. Fish kidney cells show higher tolerance to hyperosmolality than amphibian. *Aquaquulture and Fisheries*. **3**:135-138.

Li Hua-Tao., L. Feng, Wei-Dan Jiang, Y. Liu, J. Jiang, Shu-Hong Li and Xiao-Qiu Zhou. 2013. Oxidative stress parameters and anti-apoptotic response to hydroxyl radicals in fish erythrocytes: Protective effects of glutamine, alanine, citrulline and proline. *Aquatic Toxicology*. **126**: 169-179.

Lugo ,R. Salazar,C. M.,A. Oliveros,L. Marina R.,Mairin L.,Evelin Rojas-Villaruel.2011. Histopathological changes in gill, liver and kidney of neotropical fish *Colossoma macropomum* exposed to paraquat at different temperatures. *Environmental Toxicology and Pharamtology*. **31**:490-495.

Luzhna, Lidiya, Palak Kathiria and Olga Kovalchu. 2013. Micronuclei in genotoxicity assessment: from genetics to epigenetics and beyond. *Frontiers in Genetic*. **4**(131): 1-17.

Maass, K. K., Fabian Rosing, Paolo Ronchi, Karolin V. Willmund, Frauke Devens, Michaela Hergt, Harald Herrmann, Peter Lichter and Aurélie Ernst. 2018. Altered nuclear envelope structure and proteasome function of micronuclei. *Experimental Cell Research*. **371** (12): 353–363.

Mainassy, M.C. 2017. Pengaruh Parameter Fisika dan Kimia terhadap Kehadiran Ikan Lompa (*Thryssa baelama* Forsskal) di Perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. **19** (2): 61-66.

Marganingrum, D., Roosmini, D., Pradono, P., & Sabar, A. (2013). Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP)(Studi Kasus: Hulu DAS Citarum). *RISSET Geologi dan Pertambangan*, **23**(1), 41-52.

Mazenda, G., A. A. Soebroto dan C. Dewi. 2014. Implementasi *fuzzy inference system* (fis) metode tsukamoto pada sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air sungai. *Journal of Enviromental Engineering and Sustainable Technology*. **1**(2): 92-103.

Merina, G., I. J. Zakaria dan Chairul. 2016. Produktivitas Primer Fitoplankton dan analisis Fisika Kimia di Perairan Laut Pesisir Barat Sumatera Barat.

Monalisa, S. S. dan Infa Minggawati. 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) di Kolam Beton dan Terpal. *Journla of Tropical Fisheries*. **5**(2): 526-530.

Mukhtasor, 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 159 hlm.

Muranli, Fulya Dilek Gökalp and Utku Güner. 2011. Induction of micronuclei and nuclear abnormalities in erythrocytes of mosquito fish (*Gambusia affinis*) following exposure to the pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. **726**: 104-108.

Nuraedi. 2010. Bahan belajar mandiri metode penelitian pendidikan: Pengolahan dan analisis data hasil penelitian. Fakultas Ilmu Pendidikan. UPI. 30hlm.

Obiakor, M.O., Okonkwo, J., Nnabude, P. And Ezeonyejiaku, C., 2012. Ecogenotoxicology: Micronucleus Assay in Fish Erythrocytes as in situ Aquatic Pollution Biomarker: a Review. *J. Anim. Sci. Adv.* **2**(1), 123–130.

Ouédraogo, O. dan J. Chétela. 2015. Bioaccumulation and Trophic Transfer of Mercury and Selenium in African Sub-Tropical Fluvial Reservoirs Food Webs (Burkina Faso). *PLoS ONE*. **10**(4): 1-22

Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksisitas Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.

Pangaribuan, G., W. Yusuf dan K. P. Utomo. 2013. Perencanaan saluran primer Sungai Jawi dengan kemampuan swa purifikasi saluran terhadap beban pencemar organik. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN*. **1**(1): 1- 10.

Pemerintah Republik Indonesia. 2011. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tentang Sungai. Pemerintah Republik Indonesia: Jakarta.

Prasetyawan, I. B., Maslukah, L., & Rifai, A. 2017. Pengukuran sistem karbon dioksida (CO₂) sebagai data dasar penentuan fluks karbon di perairan jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, **6**(1), 9-16.

Pratiwi, E. D., C. J. Koenawan dan A. Zulfikar. 2015. Hubungan Kelimpahan Plankton Terhadap Kualitas Air di Perairan Malang Rapat Kabupaten Bintang Provinsi Kepulauan Riau.

Priyono, E., Muslim dan Yulisma. 2013. Maskulinisasi Ikan Gapi (*Poecilia reticulata*) melalui perendaman induk bunting dalam larutan madu dengan lama perendaman berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1**(1):14-22.

Purnomo, D. 2009. Logam berat sebagai penyumbang pencemaran air laut. *Jurnal Lingkungan*. **10**(2): 1-5.

Puspitaningrum, M., Izzati, M., & Haryanti, S. 2012. Produksi dan konsumsi oksigen terlarut oleh beberapa tumbuhan air. *Anatomi dan Fisiologi*, **20**(1), 47-55.

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

Rachmaningrum, M. (2015). konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada perairan Sungai Citarum hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung. *Jurnal Reka Lingkungan*. **3**(1): 19-29.

Radiarta, I. N., & Haryadi, J. (2017). Seleksi Parameter Pembentuk Indeks Kualitas Perairan untuk Pengembangan Budidaya Laut: Studi Kasus Perairan Teluk Sinabang, Aceh. *Jurnal Segara*, **13**(3).

Rahayu. 2009. Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai. World Argoforestry Centre. Hlm 38.

Rahmawati, A dan D. Surilayani. 2017. Pengelolaan Kualitas Perairan Pesisir Desa Lontar, Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.7(1): 59-70.

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, *et al.* (2014), Storet merupakan penentuan status mutu air dengan cara membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu yang disesuaikan dengan peruntukannya untuk menentukan status mutu air

Said, D. S., Mayasari, N., Sadi, N. H., Waluyo, A., & Nafisyah, E. 2020. Kinerja Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin Pasupati (*Pangasius sp.*) pada Kecepatan Arus Berbeda. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*. 27(2).

Said, I., Jalaluddin, M. N., Upe, A dan Wahab, A.W. 2009. Penetapan konsentrasi logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria sungai matangpondo Palu. *Jurnal Chemica*. 10(2), 40–47.

Saktiyono. 2006. *IPA BIOLOGI SMP Dan Mts JILID 1*.Erlangga: Jakarta

Santoso, A. A., Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2017). Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 463-473.

Sari, D. R., & Prayitno, S. B. (2014). Pengaruh Perendaman Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) Terhadap Kelulushidupan Dan Histologi Ginjal Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*) Yang Diinfeksi Bakteri "Edwardsiella Tarda". *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(4), 126-133.

Selvi, N. Z., M. Riau waty dan H. Syawal. 2016. Hispathology kidney of pangasius hypothalamus that are immersed in curcumin and were infected by *Aeromonas hydrophilla*. *Jurnal Mahasiswa Perikanan dan Ilmu Kelautan*. Universitas Riau.

Setiawan, Heru. 2013. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 7(1): 11-18.

Setyawan, N., Martuti, N. K. T., dan Peniati, E. 2013. Mikro Anatomi Insang Ikan sebagai Indikator Pencemaran Logam Berat di Perairan Kaligarang Semarang. *Life Science*. 2(1).

Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., & Prasetyo, L. B. (2011). Kualitas Air Sungai Cisadane, Jawa Barat-Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*. **11**(2): 268-273.

Simanjuntak, M. 2007. Oksigen terlarut dan apparent oxygen utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Ilmu Kelautan*. **12**(2) : 59-66.

Simanjuntak, M. 2009. Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan (J. Fish)*. **9**(1) : 31-45.

SNI 06-2477-1991. http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/415

Sudirman, N. dan S. Husrin. 2014. Status baku mutu air laut untuk kehidupan biota dan indeks pencemaran perairan di Pesisir Cirebon pada musim kemarau [*Water Quality Standards for Marine Life and Pollution Index in Cirebon Coastal Area in the Dry Season*]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **6**(2): 149-154.

Suhita, N. L. P. Ratna, I. W. Sudira, I. B. O. Winaya. 2013. Histopatologi ginjal tikus putih akibat pemberian ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) Peroral. *Buletin Venetier Udayana*. **5**(2):71-78.

Sumampouw, O. J. 2015. Diktat Pencemaran Lingkungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat UNSRAT Manado. 92 hlm.

Sundari, D., Miko H. & Suharjo. 2016. Kandungan Logam Berat dalam Bahan Pangan di Kawasan Industri Kilang Minyak, Dumai. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. **19**(1): 55–61.

Supriyantini E dan H. Endrawati. 2015. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. **18**(1): 38–45.

Suriadarma, A. 2011. Dampak Beberapa Parameter Faktor Fisik Kimia Terhadap Kualitas Lingkungan Perairan Wilayah Pesisirkarawang - Jawa Barat. *Riset geologi dab pertambangan*. **21**(2): 21-36.

Suryanto, A. M. (2011). Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. **4**(2): 135-140.

Suryono, T., & Badjoeri, M. (2013). Kualitas Air Pada Uji Pembesaran Larva Ikan Sidat (*Anguilla Spp.*) Dengan Sistem Pemeliharaan Yang Berbeda. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, **20**(2).

Susana, T. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. **5(2)** : 33-39.

Susanto, A., Taqwa, F. H., & Marsi, M. (2014). Toksisitas limbah cair lateks terhadap jumlah eritrosit, jumlah leukosit dan kadar glukosa darah ikan patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **2(2)**: 135-149.

Tatangindatu, F., O. Kalesaran dan R. Rompas. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Budidaya Perairan*. **1(2)**: 8-19.

Taufik, M. Dan E. Setiadi. 2015. Pemaparan insektisida endosulfan pada konsentrasi subletal terhadap kondisi hematologis dan histologis Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*. **1 (1)**: 109-115.

Tchobanoglous, G., Burton, F.L. and Stensel, H.D. 2014. Wastewater Engineering Fifth Edition. New York: Mc Graw-Hill Education.

Teheni, M. T. & Syamsidar M. S. 2016. Penentuan Kadar dan Distribusi Spasial Logam Berat Kadmium (Cd) pada Rumput Laut Asal Perairan Kab. Takalar dengan Metode SSA (Spektrofotometer Serapan Atom). Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Thapa D.S, Sharma, C.M, Kang S and Sillanpam M. 2014. The Risk of Mercury Exposure to the People Consuming Fish From Lake Phewa, Nepal. *Int. J. Environ. Resk Public Health*. **11**: 6771-6779.

Ulfah, S. (2014). Upaya Penurunan Logam Berat Timbal pada *Mystus nigriceps* di Kali Surabaya Menggunakan Filtrat Kulit Nanas. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. **3(1)**.

Utami, R., Rismawati, W., & Sapanli, K. (2018, July). Pemanfaatan mangrove untuk mengurangi logam berat di perairan. In *seminar nasional hari air sedunia*. **1(1)**: 141-153.

Valee, Bert L. and David D. Ulmer. 1972. Biochemical effect of mercury, kadmium and lead. Grant-in-aid: 129p.

Wahyuni, T. T., & Zakaria, A. (2018). Keanekaragaman Ikan di Sungai Luk Ulo Kabupaten Kebumen. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*. **35(1)**: 23-28.

Wagiman, Yusfiati dan R. Elvyra. 2014. Struktur ginjal ikan selais (*Ompokhypophthalmus*) di Perairan Sungai Siak Kota Pekanbaru. *Jurnal fakultas MIPA*. **1(2)**: 1-9.

Wagner EJ. 2015. A Review of the Effects of Flow on Brown Trout, Fisheries Experiment Station, Logan, UT 84321 November 2015. Tanggal diunduh 11 Januari 2019. https://wildlife.utah.gov/fes/pdf/revieweffects_of_flow_on_brown_trout_red_ds.pdf

Wikiandy, N., Rosidah dan T. Herawati. 2013. Dampak pencemaran limbah industri tekstil terhadap kerusakan struktur organ ikan yang hidup di daerah aliran sungai (DAS) Citarum bagian hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 4(3): 215-225.

Wisha, U. J., Yusuf, M., & Maslukah, L. 2016. Kelimpahan fitoplankton dan konsentrasi tss sebagai indikator penentu kondisi perairan Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 9(2): 122-129.

Yulius, Y. 2018. Distribusi spasial kualitas air di kawasan konservasi laut daerah (kkld) lombok tengah. *Majalah Ilmiah Globe*. 20(1): 35-46.

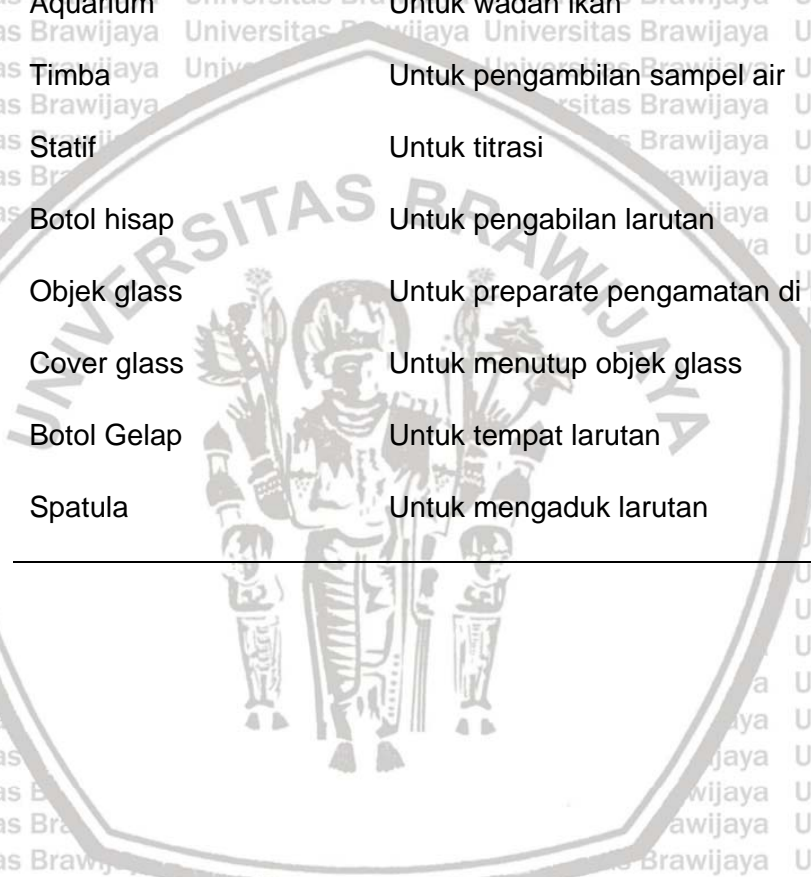


LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Coolbox	Untuk wadah sampel air dan ikan
2	Tabung reaksi	Untuk wadah sampel
3	Rak tabung reaksi	Untuk wadah tabung reaksi
4	Penggaris	Untuk mengukur panjang ikan
5	Timbangan digital	Untuk mengukur berat ikan
6	Sectio set	Untuk membedah sampel ikan
7	Oven	Untuk mengoven kertas saring TSS
8	Loyang aluminium	Untuk wadah kertas saring saat dioven
9	Pipet tetes	Untuk mengambil larutan dalam skala kecil
10	Beaker glass	Untuk wadah aquades
11	Tabung reaksi	Untuk wadah klorofil
12	Washing bottle	Untuk wadah aquadest
13	Vaccum pump	Untuk membantu mempercepat penyaringan
14	Mikroskop	Untuk mengidentifikasi jenis mikroplastik
15	Nampan	Untuk wadah alat-alat
16	Gelas ukur 25ml	Untuk mengukur volume larutan
17	Corong	Untuk memasukkan larutan pada wadah kecil
18	Laptop	Untuk membantu menghimpun data
19	DO meter	Untuk mengukur DO dan suhu
20	pH meter	Untuk mengukur kadar pH

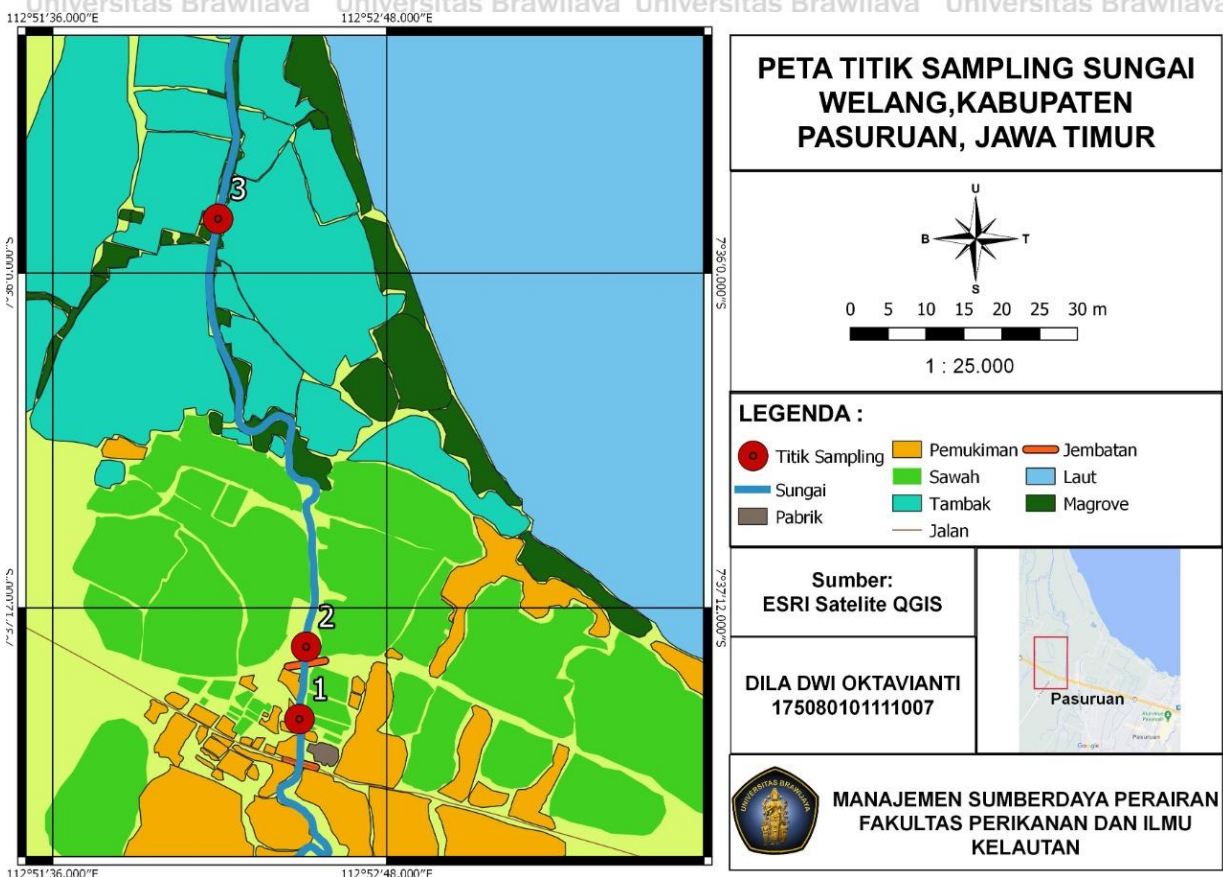
- | | | |
|----|---------------|---|
| 21 | Current meter | Untuk mengukur arus |
| 22 | Sentrifus | Untuk mengukur klorofil |
| 23 | Erlenmeyer | Untuk wadah sampel |
| 24 | Hot plate | Untuk memanaskan suhu sampel TOM |
| 25 | Botol 600 ml | Untuk tempat sampel |
| 26 | Aerator | Untuk aerasi ikan |
| 27 | Aquarium | Untuk wadah ikan |
| 28 | Timba | Untuk pengambilan sampel air |
| 29 | Statif | Untuk titrasi |
| 30 | Botol hisap | Untuk pengambilan larutan |
| 31 | Objek glass | Untuk preparate pengamatan di mikroskop |
| 32 | Cover glass | Untuk menutup objek glass |
| 33 | Botol Gelap | Untuk tempat larutan |
| 34 | Spatula | Untuk mengaduk larutan |



Lampiran 2. Bahan Penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1.	Kertas label	Sebagai pemberi tanda pada sampel
2.	Tisu	Sebagai pembersih alat yang akan digunakan
3.	Aquadest	Sebagai larutan kalibrasi
4.	Aluminium foil	Sebagai penutup tabung reaksi dan alas organ saat dioven
5.	H ₂ O ₂	Sebagai larutan penghancur bahan organik
6.	Kertas saring <i>whattman</i> no.42	Sebagai penyaring sampel
7.	Plastik <i>ziplock</i>	Sebagai wadah
8.	Sampel air	Sebagai objek yang diidentifikasi
9.	Sampel ikan	Sebagai objek yang diidentifikasi
10.	MnSO ₄	Untuk mengikat Oksigen
11.	H ₂ SO ₄	Sebagai pelarut endapan coklat
12.	NaOH+KI	Untuk mengendapkan dan melepaskan I ₂
13.	Amylum	Indicator warna ungu
14.	Na ₂ S ₂ O ₃	Untuk larutan titrasi
15.	KMnO ₄	Sebagai oksidator dan sebagai pengikat bahan organik
16.	Na-Oxalate	Sebagai reduktor
17.	NH ₄ OH	Sebagai bahan untuk melarutkan lemak dan suplai ion H ⁺ dan sebagai indicator pembentukan warna kuning.
18.	Alkohol 10%	Larutan preservasi sampel ginjal ikan

Lampiran 3. Peta Lokasi Pemantauan Sungai Welang



Lampiran 4. Baku Mutu Air Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001

KRITERIA MUTU AIR BERDASARKAN KELAS

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001

TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria mutu air berdasarkan kelas

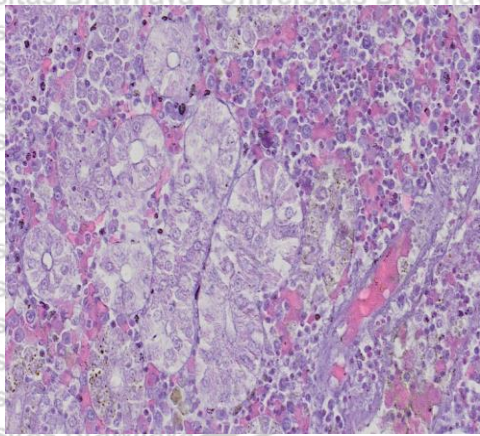
PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	⁰ C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	5000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu ≤ 5000 mg/L.
KIMIA ORGANIK						
pH		6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sebagai P	mg/L	0.2	0.2	1	5	
NO3 sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH3-N	mg/L	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0.05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	
Barium	mg/L	1	(-)	(1)	(1)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	
Kadmium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	
Khrom (VI)	mg/L	0.05	0.05	0.05	1	
Tembaga	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Cu ≤ 1 mg/L.
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Fe ≤ 5 mg/L.
Timbal	mg/L	0.03	0.03	0.03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Pb ≤

Lampiran 5. Data Pengukuran Kualitas Air

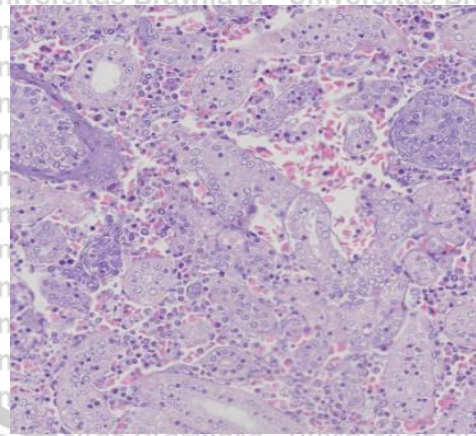
Stasiun	Ph	Suhu	DO	Arus	TSS	COD (mg/L)	TOM	Cd Air	Cd Ginjal
1.1	7.4	27.5	5.1	0.4	75	21.7	7.58	Tidak Terdeteksi	6.6
1.2	7.8	28	6	0.5	92		25.2		
1.3	7.7	27.7	5.5	0.5	134		37.9		
Rata- rata	7.8	27.7	5.5	0.5	100	21.7	23.6		
2.1	7.5	27.6	6.2	0.2	103	25.5	6.32	Tidak Terdeteksi	5.35
2.2	7.6	27.9	7	0.3	109		13.9		
2.3	7.9	28.3	6.7	0.3	62		41.7		
Rata- rata	7.9	27.9	6.6	0.3	91.3	25.5	20.6		
3.1	6.7	26.3	7.5	0.2	139	23.27	26.54	0.20	4.41
3.2	7.6	26.9	7.1	0.3	74		29.07		
3.3	7.8	26.9	6.9	0.3	109		24.01		
Rata- rata	7.4	26.7	7.2	0.27	107.33	23.27	26.54		

Stasiun	Ph	Suhu	DO	Arus	TSS	COD (mg/L)	TOM	Kadmium (Cd)	
1.1	7.97	28.4	6.8	0.4	39	16.61	34.12	Tidak Terdeteksi	6.4
1.2	8.64	28.7	5.2	0.5	37		20.22		
1.3	9.27	28.6	6.3	0.5	80		11.37		
Rata- rata	8.10	28.6	6.10	0.47	52	16.61	21.90		
2.1	7.48	28.9	7.1	0.2	208	18.69	37.9	Tidak Terdeteksi	5.43
2.2	7.9	29.6	6.6	0.3	29		12.6		
2.3	8.09	28.2	8	0.3	75		25.2		
Rata- rata	7.7	28.9	7.2	0.3	104	18.69	25.233		
3.1	8.23	26.4	8.1	0.3	95	19.16	37.9	Tidak Terdeteksi	4.46
3.2	7.83	28.6	7.2	0.3	65		25.2		
3.3	7.59	27.9	7	0.3	53		25.2		
Rata- rata	7.50	27.6	7.43	0.30	71	19.16	29.43		

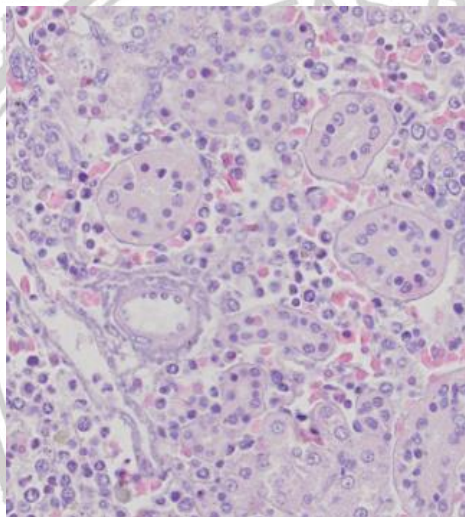
Lampiran 6. Gambar Pengamatan Histologi



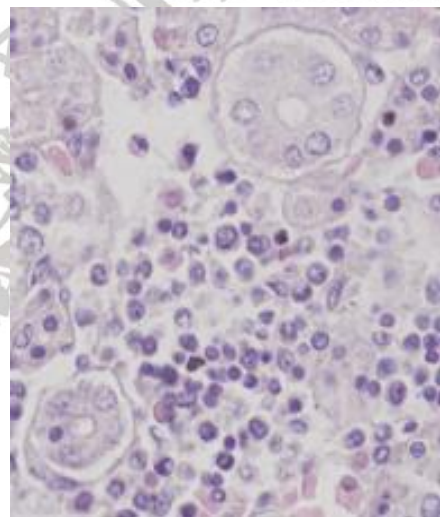
Bidang pandang 1



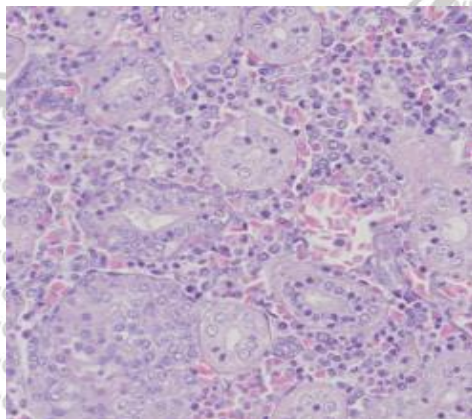
Bidang pandang 2



Bidang pandang 3



Bidang Pandang 4



Bidang pandang 5

Lampiran 7. Perhitungan Status Kerusakan Histologi

• **Sampling 1**

Stasiun	Kerusakan	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	Total	Jumlah sel yang dianalisis	%
1	Nekrosis	25	13	16	25	8	87	300	29.00
	Kongesti	52	85	44	54	42	277	300	92.33
	Degenerasi	31	49	44	50	47	221	300	73.67
									65.00

Stasiun	Kerusakan	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	Total	Jumlah sel yang dianalisis	%
2	Nekrosis	9	10	3	8	14	44	300	14.67
	Kongesti	52	43	46	46	34	221	300	73.67
	Degenerasi	26	70	21	27	29	173	300	57.67
									48.67

Stasiun	Kerusakan	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	Total	Jumlah sel yang dianalisis	%
3	Nekrosis	10	3	2	11	6	32	300	10.67
	Kongesti	49	43	41	37	49	219	300	73.00
	Degenerasi	34	27	10	12	26	109	300	36.33
									40.00

• Sampling 2

Stasiun	Kerusakan	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	Total	Jumlah sel yang dianalisis	%
1	Nekrosis	33	20	33	28	30	144	300	48.00
	Kongesti	40	44	42	39	43	208	300	69.33
	Degenerasi	24	23	26	22	27	122	300	40.67
									51.44

Stasiun	Kerusakan	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	Total	Jumlah sel yang dianalisis	%
2	Nekrosis	27	24	16	28	25	120	300	40.00
	Kongesti	40	42	35	42	40	199	300	66.33
	Degenerasi	16	34	24	26	27	127	300	42.33
									49.56

Stasiun	Kerusakan	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	Total	Jumlah sel yang dianalisis	%
3	Nekrosis	37	10	10	19	18	94	300	31.33
	Kongesti	40	40	39	37	41	197	300	65.67
	Degenerasi	19	19	20	21	22	101	300	33.67
									44.78

Lampiran 8. Perhitungan Analisis Regresi Linier Sederhana

Sampling 1

- Nekrosis

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.973
R Square	0.947
Adjusted R Square	0.893
Standard Error	3.147
Observations	3

ANOVA					Significance
	df	SS	MS	F	F
Regression	1	175.873	175.873	17.753	0.148
Residual	1	9.906	9.906		
Total	2	185.779			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-28.433	11.195	-2.540	0.239	-170.685	113.819
X Variable 1	8.535	2.026	4.213	0.148	-17.204	34.275

- Kongesti

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.917
R Square	0.840
Adjusted R Square	0.680
Standard Error	6.207
Observations	3

ANOVA					Significance
	df	SS	MS	F	F
Regression	1	202.242	202.242	5.250	0.262
Residual	1	38.522	38.522		
Total	2	240.764			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	29.753	22.077	1.348	0.406	-250.763	310.268
X Variable 1	9.153	3.995	2.291	0.262	-41.604	59.910

- Degenerasi

Regression Statistics

Multiple R	0.987
R Square	0.973
Adjusted R Square	0.947
Standard Error	4.323
Observations	3

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	683.198	683.198	36.550	0.104
Residual	1	18.692	18.692		
Total	2	701.890			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-35.850	15.379	-2.331	0.258	-231.254	159.553
X Variable 1	16.823	2.783	6.046	0.104	-18.534	52.180

Sampling 2

- Nekrosis

Regression Statistics

Multiple R	1.000
R Square	0.999
Adjusted R Square	0.999
Standard Error	0.274
Observations	3

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	138.944	138.944	1857.132	0.015
Residual	1	0.075	0.075		
Total	2	139.019			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-6.882	1.094	-6.290	0.100	-20.785	7.021
X Variable 1	8.593	0.199	43.094	0.015	6.059	11.126

- Kongesti

Regression Statistics	
Multiple R	0.938
R Square	0.880
Adjusted R Square	0.760
Standard Error	0.955
Observations	3.000

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	6.698	6.698	7.339	0.225
Residual	1	0.913	0.913		
Total	2	7.610			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	56.866	3.821	14.881	0.043	8.310	105.421
X Variable 1	1.887	0.696	2.709	0.225	-6.962	10.735

- Degenerasi

Regression Statistics	
Multiple R	0.761
R Square	0.580
Adjusted R Square	0.160
Standard Error	4.213
Observations	3.000

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	24.500	24.500	1.380	0.449
Residual	1	17.750	17.750		
Total	2	42.250			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	19.297	16.853	1.145	0.457	-194.846	233.440
X Variable 1	3.608	3.071	1.175	0.449	-35.416	42.632

Lampiran 9. Perhitungang Indeks Storet

Stasiun 1										
No	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Pengukuran						Jumlah Skor
				Minimum	skor	Maksimum	skor	Rata-Rata	skor	
Fisika										
1	Suhu	C	Deviasi 3	27.5	0	28.7	-1	28.15	-3	-4
2	TSS	mg/l	50	37	0	134	-1	76	-3	-4
Kimia										
3	pH		6-9	7.4	0	9.27	-2	8	0	-2
4	Oksigen Terlarut	mg/l	4	5.5	0	6.1	0	5.8	0	0
5	COD	mg/l	25	16.61	0	21.74	0	19.18	0	0
6	Kadmium	mg/l	0.01	0	0	0	0	0	0	0
Total Skor										-10

Stasiun 2										
No	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Pengukuran						Jumlah Skor
				Minimum	skor	Maksimum	skor	Rata-Rata	skor	
Fisika										
1	Suhu	C	Deviasi 3	27.6	0	29.6	-1	28.4	-3	-4
2	TSS	mg/l	50	29	0	208	-1	97.65	-3	-4
Kimia										
3	pH		6-9	7.48	0	8.09	0	7.8	0	0
4	Oksigen Terlarut	mg/l	4	6.6	0	7.2	0	6.9	0	0
5	COD	mg/l	25	18.69	0	25.54	-2	22.1	0	-2
6	Kadmium	mg/l	0.01	0	0	0	0	0	0	0
Total Skor										-10

Stasiun 3										
No	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil Pengukuran						Jumlah Skor
				Minimum	skor	Maksimum	skor	Rata-Rata	skor	
	Fisika									
1	Suhu	C	Deviasi 3	26.3	0	28.6	-1	27	0	-1
2	TSS	mg/l	50	53	-1	139	-1	89.16	-3	-5
	Kimia									
3	pH		6-9	6.7	0	8.23	0	7.5	0	0
4	Oksigen Terlarut	mg/l	4	6.9	0	8.1	0	7	0	0
5	COD	mg/l	25	19.16	0	23.273	0	21.2	0	0
6	Kadmium	mg/l	0.01	0	0	0.2	-2	0.1	-6	-8
	Total Skor									-14

Lampiran 10. Dokumentasi Kegiatan



Pengambilan Sampel Air



Pengukuran *Disolved Oxygen*



Pengukuran Kecepatan Arus



Pengukuran pH



Mengukur Panjang ikan



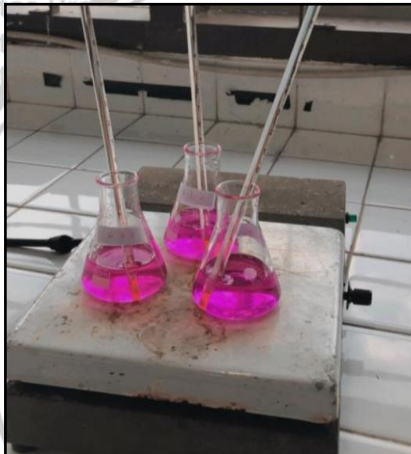
Pengovenan kertas saring



Menimbang Berat Ikan



Scan Preparat Histologi



Pengukuran TOM



Pembedahan ikan