

**KAJIAN UJI HAYATI AIR LIMBAH HASIL IPAL (INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH) RUMAH SAKIT
TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)
SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH
STRUKTUR HEWAN**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

LIZA MAHERA

NIM. 150207135

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M/1440 H**

**KAJIAN UJI HAYATI AIR LIMBAH HASIL IPAL (INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH) RUMAH SAKIT
TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)
SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH
STRUKTUR HEWAN**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Bebas Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Islam**

Oleh :

LIZA MAHERA

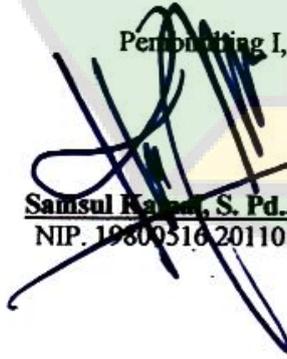
NIM : 150207135

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Samsul Khasbi, S. Pd., M. Pd.
NIP. 19800516 201101 1 007


Widya Sari, S.Si., M. Si.
NIP. 19820423 201101 2 010

**KAJIAN UJI HAYATI AIR LIMBAH HASIL IPAL (INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH) RUMAH SAKIT
TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)
SEBAGAI REFERENSI MATA KULIAH
STRUKTUR HEWAN**

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Sidang Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
pada Program Studi Pendidikan Biologi

Pada Hari/Tanggal

Rabu, 17 Juli 2019
14 Dzulkaidah 1440 H

Panitia Sidang Munaqasyah Skripsi

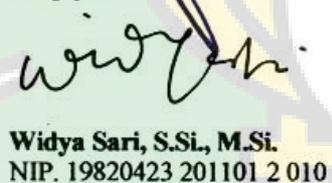
Ketua


Samsul Kamal, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19800516 201101 1 007

Sekretaris


Sarjadi A., S.Pd.L., M.Pd.
NIP. -

Penguji I


Widya Sari, S.Si., M.Si.
NIP. 19820423 201101 2 010

Penguji II


Nafisah Hanim, S.Pd., M.Pd.
NIDN 2019018601

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh


Dr. Muslim Reza, S.H., M.Ag.
NIP. 19590301 198903 1 001



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Liza Mahera

NIM : 150207135

Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*)
Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber izin atau tanpa izin pemilik karya.
4. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 8 Juli 2019

Yang menyatakan,



The image shows an official stamp from UIN Ar-Raniry. The stamp includes the text 'KEMENTERIAN AGAMA RI', 'UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY', and the identification number '32AHF070138321'. Below the stamp is a handwritten signature in black ink.

Liza Mahera
NIM.150207135

ABSTRAK

Limbah hasil instalasi pengolahan air limbah (IPAL) rumah sakit memiliki potensi mempengaruhi kualitas lingkungan perairan pada suatu kawasan, seperti halnya air limbah hasil IPAL rumah sakit uji yang mengandung amoniak diatas baku mutu limbah cair sebesar 8,15 mg/L. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh air limbah hasil IPAL rumah sakit uji terhadap kelangsungan hidup, adaptasi fisiologi dan struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 taraf perlakuan dan 4 ulangan. Analisis data kelangsungan hidup dan adaptasi fisiologi dilakukan dengan teknik analisis varian (ANOVA) dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT), untuk struktur histologi hati ikan mas dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) menurun sejalan dengan semakin tinggi konsentrasi larutan air limbah hasil IPAL yang dilarutkan pada media hidup ikan mas. Ikan mas mati dalam waktu 24 jam setelah paparan air limbah pada Perlakuan P₅ (75%). Hasil pengamatan terhadap adaptasi fisiologi menunjukkan adanya perubahan aktivitas pergerakan tubuh, persentase gerak operculum serta terjadinya pendarahan. Pengamatan pada struktur histologi hati ikan mas menunjukkan adanya peradangan sel, degenerasi, hemoragi bahkan nekrosis. Bentuk referensi mata kuliah struktur hewan dari penelitian kajian uji hayati air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dijadikan dalam bentuk modul praktikum. Simpulan penelitian ini adalah air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mempengaruhi kelangsungan hidup, adaptasi fisiologi dan struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

Kata Kunci: Kelangsungan Hidup, Adaptasi Fisiologi, Histologi Hati, Ikan Mas, Limbah IPAL Rumah Sakit.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil ‘Alaamiin. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkah dan limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari program Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Shalawat dan salam terlanturkan kepada kekasih Allah SWT yaitu Nabi Besar Muhammad SAW, semoga rahmat dan hidayah Allah SWT juga diberikan kepada sanak saudara dan para sahabat serta seluruh muslimin sekalian.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kesulitan, dan hambatan mulai dari pengumpulan literatur, pengerjaan di lapangan, pengambilan sampel sampai pada pengolahan data maupun proses penulisan. Namun dengan penuh semangat dan kerja keras serta ketekunan sebagai mahasiswa, Alhamdulillah akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Hal tersebut tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah membantu, memberi kritik dan saran yang sangat bermanfaat dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini.

Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Samsul Kamal, S.Pd., M.Pd. selaku Pembimbing I dan Penasehat Akademik serta sebagai Ketua Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang telah banyak membantu penulis dalam segala hal baik memberi nasehat, bimbingan, saran dan menjadi orang tua bagi penulis mulai dari awal sampai dengan penulis menyelesaikan Pendidikan Sarjana.

2. Ibu Widya Sari, M.Si. selaku pembimbing II yang tidak henti-hentinya memberikan bantuan, ide, nasehat, material, bimbingan, dan saran, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Safrizal, ST. yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan dalam melaksanakan penelitian.
4. Dosen, semua staf, asisten dan laboran Laboratorium yang telah memberikan ilmunya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan gelar sarjana di Prodi Pendidikan Biologi.
5. Kepada sahabat-sahabat yang selama ini selalu ada; Sabina, Siska Rahayuni, Kak Cut Pah Nurul Asiah, Kak Arina Dini, Kak Niswatul Laini, Kak Maqfirah, Unit 05 serta teman-teman leting 2015 yang selalu ada dan seluruh teman-teman mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi.

Terimakasih teristimewa sekali kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda Muhammad Nur, S.Pd. dan Ibunda Khuzaimah serta seluruh keluarga besar dengan segala pengorbanan yang ikhlas dan kasih sayang yang telah dicurahkan sepanjang hidup penulis, doa dan semangat juga tidak henti diberikan menjadi kekuatan dan semangat bagi penulis dalam menempuh pendidikan hingga dapat menyelesaikan tulisan ini.

Semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah SWT dengan kebaikan yang berlipat ganda. Penulis mengucapkan permohonan maaf atas segala kesalahan dan kekhilafan yang pernah penulis lakukan. Penulis juga mengharapkan saran dan komentar yang dapat dijadikan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini. Semoga apa yang disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Dan semoga segalanya dapat berberkah serta bernilai ibadah di sisi-Nya. Aamiin ya rabbal'alaamiin.

Banda Aceh, 8 Juli 2019

Liza Mahera

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Defenisi Operasional.....	8
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	12
A. Limbah	12
B. Limbah Cair Rumah Sakit.....	19
C. IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah).....	26
D. Deskripsi Ikan Mas.....	28
E. Penerapan Hasil Penelitian pada Mata Kuliah Struktur Hewan.....	44
BAB III : METODE PENELITIAN.....	48
A. Rancangan Penelitian	48
B. Tempat dan Waktu Penelitian	49
C. Alat dan Bahan	50
D. Parameter Penelitian.....	50
E. Prosedur Penelitian.....	51
F. Hipotesis Penelitian.....	54
G. Teknik Analisis Data.....	55
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	57
A. Hasil Penelitian	57
B. Pembahasan.....	68
BAB V : PENUTUP	80
A. Kesimpulan.....	80
B. Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN-LAMPIRAN	90



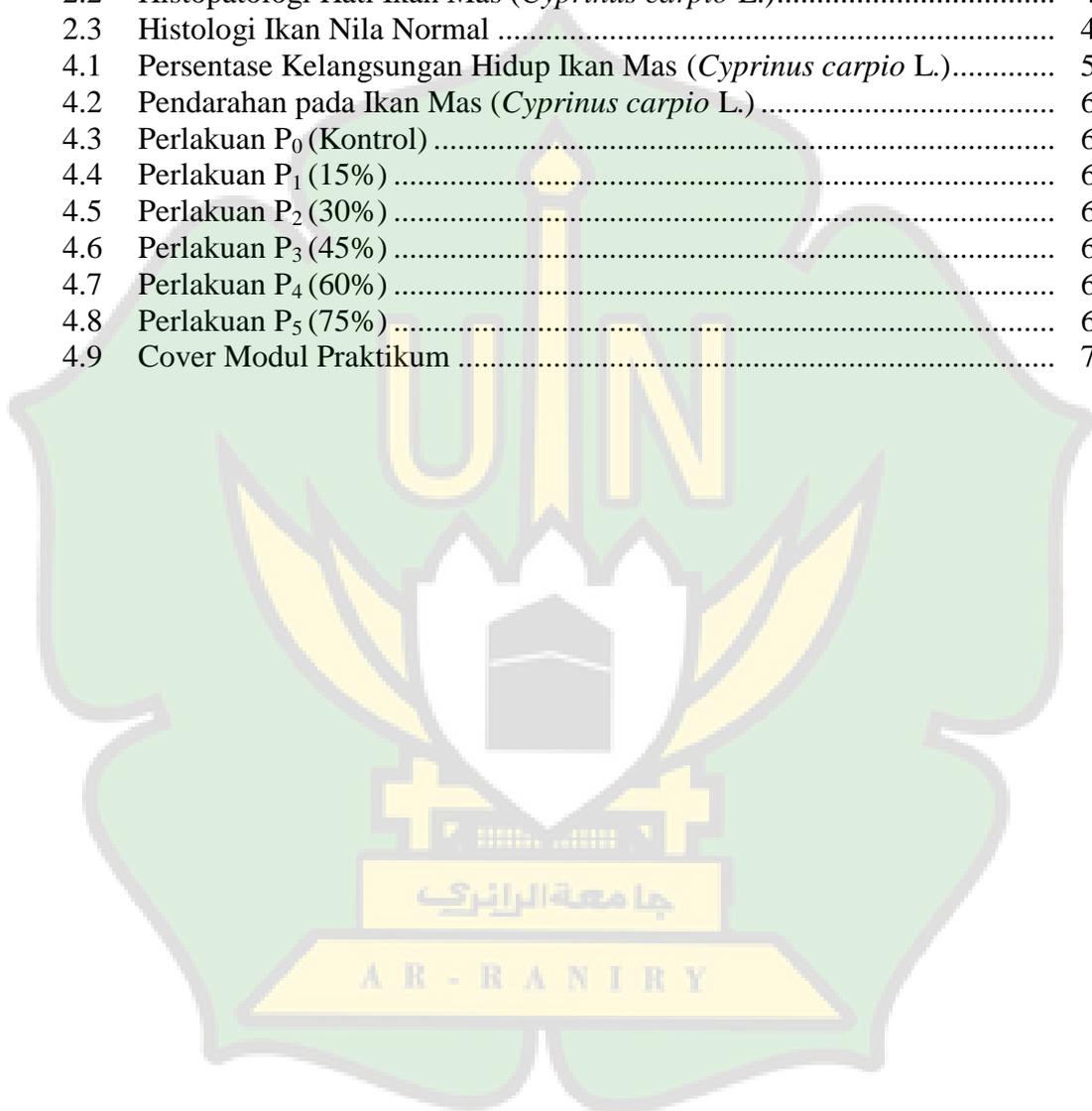
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit	24
2.2 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit	24
3.1 Alat yang digunakan dalam Penelitian	50
3.2 Bahan yang digunakan dalam Penelitian	50
4.1 Kelangsungan Hidup Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	57
4.2 Aktivitas Pergerakan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	61
4.3 Persentase Gerak Operkulum Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	62



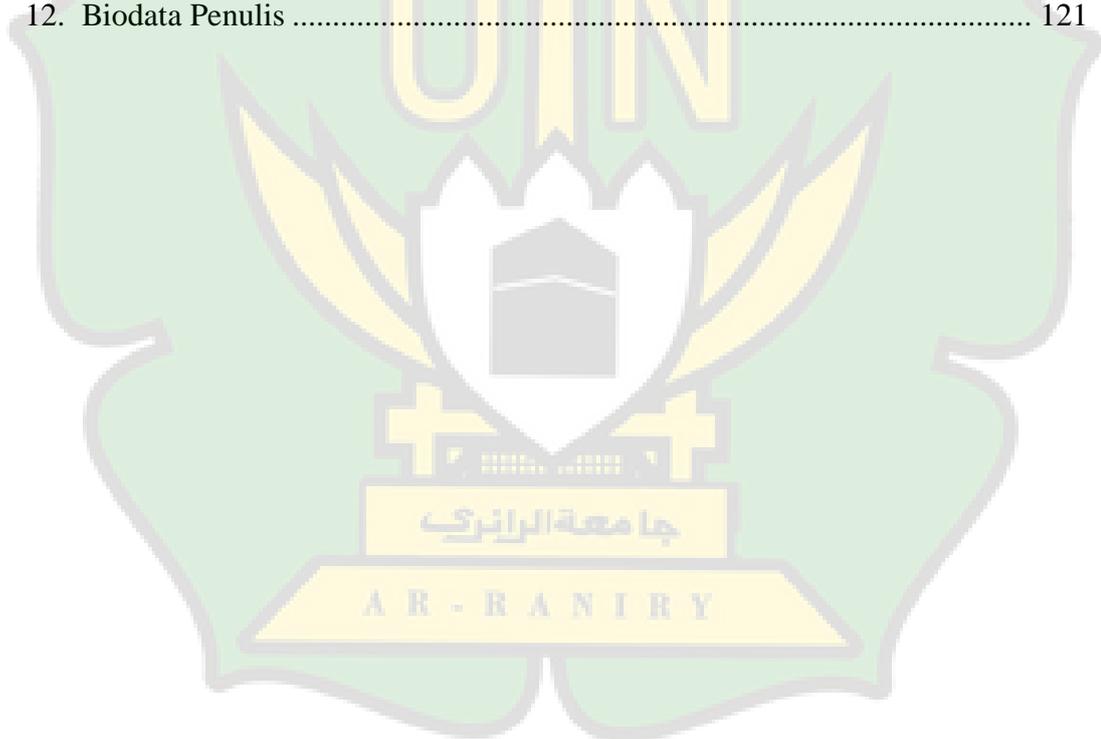
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Morfologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	30
2.2 Histopatologi Hati Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	43
2.3 Histologi Ikan Nila Normal	43
4.1 Persentase Kelangsungan Hidup Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	59
4.2 Pendarahan pada Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	63
4.3 Perlakuan P ₀ (Kontrol)	64
4.4 Perlakuan P ₁ (15%)	65
4.5 Perlakuan P ₂ (30%)	65
4.6 Perlakuan P ₃ (45%)	66
4.7 Perlakuan P ₄ (60%)	66
4.8 Perlakuan P ₅ (75%)	67
4.9 Cover Modul Praktikum	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Keputusan Pembimbing Skripsi	90
2. Surat Izin Melakukan Penelitian	91
3. Surat Keterangan Bebas Laboratorium Biologi UIN Ar-Raniry	92
4. Hasil Analisis Logam Berat dari LABBA	93
5. Data Kelangsungan Hidup Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	97
6. Data Adaptasi Fisiologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	99
7. Data Adaptasi Fisiologi (pendarahan) Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	103
8. Data Pengukuran Parameter Fisik Kimia Air	104
9. Pengolahan Data Kelangsungan Hidup Ikan Mas dengan ANOVA.....	106
10. Pengolahan Data Adaptasi Fisiologi Ikan Mas dengan ANOVA	107
11. Foto Kegiatan Penelitian.....	119
12. Biodata Penulis	121



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industry yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat mencemari lingkungan.¹ Salah satu kegiatan industry yang menghasilkan limbah cair adalah rumah sakit. Rumah sakit merupakan sarana kesehatan sebagai upaya untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan masyarakat tersebut.² Limbah cair rumah sakit berasal dari kamar operasi, kamar bersalin, kamar mandi, dapur, ruang perawatan, ruang poliklinik, ruang tindakan, ruang laboratorium, dan lain-lain yang mengandung bahan kimia (toksik), infeksius dan radioaktif.³

Berkaitan dengan air limbah Allah SWT telah menjelaskan dalam Al-Qur'an

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾
جامعة الرانيري

surah Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi :

Artinya :

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari

¹Ign Suharto, “Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air”, (Yogyakarta: Andi Publisher, 2011), h. 313.

²I Made Djaja dan Dwi Manisksulistya, “Gambaran Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit X Jakarta,” *Jurnal MAKARA, KESEHATAN*, Vol. 10, No. 2, (Desember 2006), h. 60-61.

³Meylinda Mulyati dan JM Sri Narhadi, “Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Rk Charitas Palembang.” *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 12. No. 2, (2014), h. 67.

(akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (QS. Ar-rum/30 : 41).

Ayat di atas menyebut daratan dan lautan sebagai tempat terjadinya kerusakan ini dapat berarti bahwa daratan dan laut telah mengalami kerusakan, ketidak seimbangan, serta kurang manfaatan. Laut telah tercemar sehingga ikan mati dan hasil laut berkurang. Daratan semakin panas sehingga terjadi kemarau panjang. Alhasil, keseimbangan lingkungan menjadi kacau.⁴

Perusakan yang dimaksudkan akibat perbuatan tangan manusia seperti halnya limbah cair yang dibuang ke lingkungan bisa saja limbah tersebut mengandung berbagai macam bakteri maupun virus yang dapat tertular ke manusia baik itu secara langsung maupun melalui perantara vektor. Sebagaimana diketahui bahwa rumah sakit merupakan tempat berkumpulnya berbagai macam jenis penyakit baik itu yang menular maupun yang tidak menular dan bakteri maupun virus dapat masuk ke air limbah dan dibuang ke lingkungan maka akan berdampak pada masyarakat yang bermukim disekitar rumah sakit.⁵

Dampak dari limbah cair selain membahayakan kesehatan manusia, juga dapat merugikan dari segi ekonomi karena menimbulkan kerusakan benda atau bangunan. Selain itu limbah juga dapat membunuh biota air seperti ikan-ikan atau binatang lain dan dapat merusak lingkungan jika kandungan limbah tersebut mengandung logam berat dan telah melebihi baku mutu yang ditetapkan.⁶

⁴M. Quraish Shihab, *Tafsir AL-Misbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 76.

⁵Muhammad Taslim Nur, Tesis, *Studi Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Sinjai Tahun 2014*, (Makassar: UIN Alauddin Makassar, 2014), h. 13

⁶Nyoman Ngurah Adisanjaya dan Aulia Iefan Datya, "Perancangan Aplikasi Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit dengan Pemrograman Visual Foxpro (Studi Kasus : Rsup Sanglah Denpasar)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, Vol. 2, No. 2 ,(Oktober 2016), h. 268.

Baku mutu untuk limbah cair rumah sakit sendiri sudah tertera pada keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 58 tahun 1999.⁷ Baku Mutu Limbah cair Rumah Sakit adalah batas maksimal limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari suatu kegiatan rumah sakit. Baku mutu limbah cair yang telah diatur dalam KEPMEN LH Nomor 58/MENLH/12/1995 ditinjau secara berkala sekurang-kurangnya 5 tahun sekali.⁸

Pengelolaan limbah cair rumah sakit merupakan bagian yang berfungsi untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan penanganan yang baik dan benar melalui IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah).⁹ IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) adalah sistem pengolahan limbah cair rumah sakit yang didesain berdasarkan karakteristik limbah cair yang selanjutnya akan dipompa untuk diolah dengan menggunakan system *diffuser*.¹⁰

Rumah Sakit tersebut sudah mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), namun tetap dikhawatirkan karena mengandung bahan yang berbahaya yang memiliki potensi dampak penting terhadap penurunan kualitas lingkungan. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji analisis logam berat yang terdapat dalam air limbah IPAL, seperti amoniak yang memiliki nilai 8, 15 mg/L dan melebihi

⁷Candra Putra Prokoso, dkk, “Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dr. Ramelan Surabaya”, *Jurnal Kelautan*, Vol. 2, No.1, (2009), h. 27.

⁸Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No: KEP-58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Diakses pada tanggal 16 Desember 2018.

⁹Cut Yulvizar, “Efektivitas Pengolahan Limbah Cair dalam Menurunkan Kadar Fenol di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainoel Abidin (RSUDZA) Banda Aceh”, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi*, Vol.3, No.2, (2011), h. 9.

¹⁰Prehatin Trirahayu Ningrum dan Nita Nurinda Khalista, “Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Kabupaten Jember” *Jurnal IKESMA*, Vol.10 No.2, (2014), h.142-143.

ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kep-Men LH No. 51 Th. 2004 yaitu 0,3 mg/L.¹¹ Sedangkan untuk parameter yang memenuhi standar baku mutu antara lain mangan, merkuri, timbal, arsen, besi dan nitrat dan nitrit. Karena permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan uji biologi terhadap suatu organisme perairan, yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting, sehingga ikan ini banyak dibudidayakan. Selain dipelihara dalam kolam-kolam tertentu, ikan mas sering dipelihara di sawah bersama-sama dengan tanaman padi.¹² Ikan mas dipilih sebagai biota uji karena memiliki kriteria sebagai bioindikator, yaitu: tersedia dalam ukuran dan jumlah yang bervariasi, serta dapat hidup sepanjang tahun, mudah didapatkan dan harganya murah, mudah dikembangbiakkan dalam skala laboratorium, berukuran relatif kecil, memiliki sensitivitas oksigen terlarut yang tinggi, dan retan terhadap perubahan lingkungan.¹³

Pengaruh dari limbah cair hasil IPAL rumah sakit uji dapat diamati melalui kelangsungan hidup, adaptasi fisiologi dan struktur histologi hati ikan mas. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan uji hayati untuk mengetahui pengaruh limbah cair hasil IPAL rumah sakit terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio*

¹¹Endang Supriyanti, dkk., "Konsentrasi Bahan Organik pada Perairan Mangrove di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan," *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*, Vol. 6, No.1, (2017), h. 6.

¹²Siti Rudiyaniti dan Astri Diana Ekasari, "Pertumbuhan dan *Survival Rate* Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* Linn) pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G," *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol. 5, No. 1, (2009), h. 40.

¹³Joni Hermana dan Harry Indriati, "Pengujian Toksisitas Limbah Pelumas Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)," *Jurnal Purifikasi*, Vol. 7, No.1, (2006), h. 74.

L.). Tujuan dari uji hayati adalah untuk mengetahui konsentrasi bahan uji (bahan kimia atau limbah) serta perubahan suhu, pH yang dapat menimbulkan pengaruh yang merugikan sekelompok biota dengan kondisi control.¹⁴

Pihak pengelola lingkungan hidup Rumah Sakit sudah melakukan penelitian terhadap kualitas air limbah hasil IPAL, tetapi khusus pada parameter fisik-kimia saja. Sedangkan pemeriksaan terhadap parameter biologis belum diuji. Sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih rinci melalui kajian uji hayati tersebut terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.), terutama dampaknya terhadap struktur jaringan organ hati yang dapat di pelajari dalam mata kuliah struktur hewan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu dosen mata kuliah Struktur Hewan menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran pada mata kuliah Struktur Hewan sudah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan tuntutan RPS (Rencana Pembelajaran Semester). Namun, proses pelaksanaannya masih terdapat kelemahan, diantaranya yaitu kurang referensi pembelajaran mengenai gambaran struktur histologi pada berbagai macam hewan vertebrata, yang pelaksanaannya terfokus pada jaringan hewan mamalia saja. Selain itu pengamatan struktur histologi selalu menggunakan preparat jaringan hewan normal sedangkan jaringan hewan yang abnormal belum pernah diamati. Sehingga penelitian ini memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut, yaitu dengan menghasilkan struktur histologi organ hati ikan mas dalam bentuk preparat awetan kaca yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa yang sedang mengikuti mata kuliah Struktur

¹⁴Candra Putra Prokoso, dkk, "Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil Instalasi...", h. 28.

Hewan untuk memberikan informasi mengenai stuktur histologi hewan dari kelas pisces.¹⁵

Penelitian tentang pengaruh limbah cair terhadap struktur histologi organ hati ikan telah banyak dilakukan sebelumnya, salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Tugiyono (2009) tentang Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula PT Gunung Madu Plantation Lampung dengan Analisis Biomarker: Indeks Fisiologi dan Perubahan Histologi Hati Ikan Nila. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perubahan struktur histologi hati ikan nila (*O. Niloticus*) berupa kongesti atau hyperemia yang terjadi dengan meningkatnya volume darah akibat pelebaran pembuluh darah kecil dan perlemakan hati (*steatosis/fatty changes*). Perlemakan hati ditandai dengan terlihat banyaknya bulatan-bulatan kosong pada jaringan, bulatan-bulatan kosong tersebut terlihat pada tepi, dipusat, di daerah pertengahan atau diseluruh lobuli.¹⁶

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah melakukan penelitian tentang **“Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*) Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan”**.

B. Rumusan Masalah

¹⁵Wawancara dengan salah satu Dosen Pengasuh Mata Kuliah Struktur Hewan, pada tanggal 10 September 2018 di Banda Aceh.

¹⁶Tugiono, dkk, “Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula Pt Gunung Madu Plantation Lampung dengan Analisis Biomarker: Indeks Fisiologi dan Perubahan Histologi Hati Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linn), *Jurnal Sains Mipa*, Vol. 15, No.1, (2009), h. 48.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas maka yang menjadi rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana pengaruh air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) ?
2. Bagaimana pengaruh air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) ?
3. Bagaimana pengaruh air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) ?
4. Bagaimana bentuk referensi mata kuliah struktur hewan dari penelitian tentang kajian uji hayati air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

2. Untuk mengetahui pengaruh air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).
3. Untuk mengetahui pengaruh air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).
4. Bentuk referensi mata kuliah struktur hewan dari penelitian tentang kajian uji hayati air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dijadikan dalam bentuk modul praktikum.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi:

1. Teoritik

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ataupun rujukan bagi mahasiswa dan peneliti tentang kajian uji hayati air limbah hasil IPAL rumah sakit terhadap struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus Carpio* L.).

2. Praktik

Secara praktik manfaat hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dalam pembelajaran struktur hewan dan penambahan referensi pada pembelajaran struktur hewan.

E. Definisi Operasional

1. Kajian

Kata “kajian” memiliki makna meluas, yaitu: proses, cara, perbuatan mengkaji, dan penyelidikan. Kata *kajian* bisa memiliki kaitan makna dengan kata ‘penelitian’, dalam arti ‘kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif untuk memecahkan suatu persoalan atau menguji suatu teori untuk mengembangkan prinsip umum.’¹⁷

2. Uji hayati

Uji hayati adalah uji yang dilakukan untuk mengevaluasi potensi relatif dari bahan-bahan kimia dengan jalan membandingkan pengaruh-pengaruh tersebut pada biota dengan kontrol yang menggunakan biota yang sama.¹⁸ Uji hayati yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji hayati limbah hasil IPAL rumah sakit dengan cara pengamatan pada biota perairan yaitu pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

3. Limbah

Limbah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomi.¹⁹ Adapun limbah yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cair, yang berupa limbah hasil IPAL rumah sakit.

¹⁷ Andri Wicaksono, *Pengkajian Prosa Fiksi*, (Garudhawaca: Yogyakarta, 2014), h. 63

¹⁸ Candra Putra Prokoso, dkk, “Kajian Uji Hayati...”, h. 28

¹⁹ Lilis Endang Sunarsih, *Penanggulangan Limbah*, (Yogyakarta: Deepublis, 2018), h. 3.

4. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) rumah sakit yang dimaksud peneliti adalah uji hayati air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit terhadap struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebagai referensi mata kuliah struktur hewan.

5. Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Ikan merupakan salah satu hewan uji yang digunakan sebagai bioindikator adanya tekanan perubahan lingkungan khususnya di perairan. Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Ikan mas merupakan salah satu ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting, sehingga ikan ini banyak dibudidayakan.²⁰ Ikan mas tersebut diperoleh dari Balai Pembenuhan Ikan, Janthoe, Aceh Besar dengan panjang rata-rata $5,13 \pm 0,06$ cm/ekor dan bobot rata-rata $3,01 \pm 0,10$ g/ekor.²¹

6. Adaptasi Fisiologis Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.).

Adaptasi fisiologis adalah penyesuaian kehidupan di habitat tertentu terhadap perubahan lingkungan bahkan terhadap bahan pencemar khususnya logam berat.²² Adaptasi fisiologi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah adaptasi fisiologi terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang dapat diamati

²⁰Siti Rudiyantri dan Astri Diana Ekasari, "Pertumbuhan dan *Survival Rate*....", h. 40.

²¹Arifin Mustofa, dkk, "Pengaruh Periode Pemuasaan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)," *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Vol. 7, No. 1, (2018), h. 19.

²²Sri Haryanti, dkk, "Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar," *Jurnal Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi*, h. 39.

melalui aktivitas pergerakan, persentase gerak operkulum dan pendarahan pada ikan mas.

7. Histologi Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.).

Istilah histologi berasal dari bahasa Yunani; histos yang berarti : jaringan dan *logos* yang berarti pengetahuan, jadi ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang jaringan, baik jaringan hewan maupun tumbuhan.²³ Struktur jaringan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah jaringan hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

8. Referensi

Referensi adalah sumber acuan (rujukan atau petunjuk) yang dapat dipakai sebagai bahan.²⁴ Referensi dalam penelitian ini adalah acuan yang dijadikan sebagai sumber informasi dan data dalam proposal. Penelitian ini akan menghasilkan modul praktikum yang akan menjadi referensi untuk mata kuliah struktur hewan.

9. Mata Kuliah Struktur Hewan

Mata kuliah struktur hewan merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus diikuti oleh setiap mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada semester III dengan bobot kredit 3(1) SKS, 2 SKS teori dan 1 SKS untuk kegiatan praktikum. Struktur hewan merupakan mata

²³ Dr. Eka Pramytha Hestianah, dkk, *Histologi Veteriner*, (Surabaya: Revika Petra Media, 2014), h.1.

²⁴ Tim penyusun Kamus Pusat Bahasa, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 2002), h. 939.

kuliah dasar utama dalam mempelajari organisasi tingkat jaringan dasar yang meliputi jaringan ikat, polos dan otot.²⁵



²⁵Suryawati, dkk, "Korelasi Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah,...h. 34.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga, yang lebih dikenal sebagai sampah), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis.²⁶ Pengertian limbah menurut undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah erat kaitannya dengan pencemaran, karena limbah inilah yang menjadi substansi pencemaran lingkungan, karena itu pengolahan limbah sangat dibutuhkan agar tidak mencemari lingkungan.²⁷

Kualitas limbah menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari jumlah kandungan bahan pencemar dalam limbah. Kandungan pencemar di dalam limbah terdiri dari berbagai parameter. Semakin kecil jumlah parameter dan semakin kecil konsentrasinya, hal itu menunjukkan semakin kecilnya peluang untuk terjadinya pencemaran lingkungan.²⁸

²⁶Marthini S. Fanggi, dkk, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal pada Daerah Pesisir di Kelurahan Metina Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote-Ndao," *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. IV, No. 2, (2015), h. 160.

²⁷Putri Nilakandi Perdanawati Pitoyo, dkk, "Kinerja Pengelolaan Limbah Hotel Peserta Proper dan Non Proper di Kabupaten Badung, Provinsi Bali," *Jurnal Ecotrophic*, Vol. 10, No.1, (2016), h. 33.

²⁸Philip Kristanto, *Ekologi Industri*, (Yogyakarta: Andi, 2004), h. 169.

1. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1.1 Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, diantaranya:

a. *Total Solid (TS)*

Merupakan padatan didalam air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air.

b. *Total Suspended Solid (TSS)*

Merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.

c. Warna.

Air pada dasarnya bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman.

d. Kekeruhan

Kekeuhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik.

e. Temperatur

Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari – hari.

f. Bau

Bau disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. Pengendalian bau sangat penting karena terkait dengan masalah estetika.

1.2 Karakteristik Kimia

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air.

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (*part per milion*) atau ml O₂/ liter.

c. *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen (DO) adalah kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. DO di dalam air sangat tergantung pada temperatur dan salinitas.

d. *Ammonia (NH₃)*

Ammonia adalah penyebab iritasi dan korosi, meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan mengganggu proses desinfeksi dengan chlor.

Ammonia terdapat dalam larutan dan dapat berupa senyawa ion ammonium atau ammonia. tergantung pada pH larutan.

e. *Sulfida*

Sulfat direduksi menjadi sulfida dalam *sludge digester* dan dapat mengganggu proses pengolahan secara biologi jika konsentrasinya melebihi 200 mg/L. Gas H₂S bersifat korosif terhadap pipa dan dapat merusak mesin.

f. *Fenol*

Fenol mudah masuk lewat kulit. Keracunan kronis menimbulkan gejala *gastro intestinal*, sulit menelan, dan *hipersalivasi*, kerusakan ginjal dan hati, serta dapat menimbulkan kematian.

g. Derajat keasaman (pH)

pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme. pH normal untuk kehidupan air adalah 6-8.

h. Logam Berat

Logam berat bila konsentrasinya berlebih dapat bersifat toksik sehingga diperlukan pengukuran dan pengolahan limbah yang mengandung logam berat.

1.3 Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah.²⁹ Menurut Qasyim dalam buku Asmadi dan Suharno menyatakan bahwa air limbah biasanya mengandung mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam pengolahan air limbah secara biologi, tetapi ada juga mikroorganisme yang membahayakan bagi kehidupan. Mikroorganisme tersebut antara lain bakteri, jamur, protozoa dan alga.³⁰

1.4 Karakteristik Air Limbah yang Biasanya diukur

Karakteristik air limbah yang biasanya diukur antar lain temperatur, pH, alkalinitas, padatan-padatan, kebutuhan oksigen, nitrogen, dan fosfor. Temperatur biasanya diukur dengan menggunakan termometer air raksa dengan skala Fahrenheit dan Celcius. Instrumen lain yang dapat digunakan adalah termometer bimetal, termistor, dan termokopel. Nilai pH air digunakan untuk mengekspresikan kondisi keasaman (konsentrasi ion hidrogen) air limbah. Skala pH berkisar antara 1-14; kisaran nilai pH 1-7 termasuk kondisi asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 kondisi netral.³¹

2. Jenis-Jenis Limbah

²⁹Junaidi dan Bima Patria Dwi Hadmanto, "Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair pada Industri Tekstil (Studi Kasus Pt. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta), *Jurnal Presipitasi*, Vol. 1, No. 1, (2006), h. 2-3.

³⁰Asmadi dan Suharno, *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*, (Yogyakarta: Gosyen Publishing, 2012), h. 13.

³¹Sakti A. Siregar, *Instalasi Pengolahan Air Limbah*, (Yogyakarta: Kanisius, 2005), h. 21.

Secara umum, limbah sendiri dapat digolongkan berdasarkan 4 faktor, diantaranya adalah :

2.1 Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya

Berdasarkan wujudnya limbah digolongkan menjadi 3 wujud yaitu padat, cair dan gas, diantaranya :

a. Limbah padat

Limbah padat atau sampah adalah bahan sisa, baik bahan-bahan yang sudah tidak digunakan lagi (barang bekas) maupun bahan yang sudah diambil bagian utamanya yang dari segi ekonomis, sampah adalah bahan buangan yang tidak ada harganya dan dari segi lingkungan, sampah adalah bahan buangan yang tidak berguna dan banyak menimbulkan masalah pencemaran dan gangguan pada kelestarian lingkungan.³²

b. Limbah cair

Limbah cair adalah sisa dari suatu atau kegiatan yang berwujud cair.³³ Limbah cair pada dasarnya adalah air yang mengandung polutan. Polutan inilah yang menjadikan air tersebut tidak dapat digunakan lagi untuk berbagai keperluan. Limbah cair ini umumnya akan akan dikumpulkan terlebih dahulu kemudian akan mengalami proses pengolahan ataupun langsung dibuang ke perairan atau lingkungan. Pembuangan limbah cair langsung ke lingkungan akan sangat berbahaya, karena kemungkinan adanya bahan-bahan berbahaya dan

³² Elvi sunarsih, “Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan”, *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5, No. 3, (2014). H. 162-163

³³ Lilis Endang Sunarsih, *Penanggulangan Limbah...*, h. 4

beracun.³⁴ Contoh limbah cair adalah air bekas mencuci pakaian, air bekas penculupan warna pada pakaian, dan air bekas mencuci piring.

c. Limbah gas

Limbah gas adalah limbah (zat buangan) yang berwujud gas. Limbah gas dapat dilihat dalam bentuk asap. Limbah gas selalu bergerak, sehingga penyebarannya luas. Contoh dari limbah gas adalah aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah (proses dekomposisi atau pembakaran), dan kegiatan rumah tangga.³⁵

2.2 Jenis Limbah Berdasarkan Senyawa

Jenis-jenis limbah yang digolongkan berdasarkan kandungan senyawanya, diantaranya adalah :

- a. Limbah organik adalah limbah yang mengandung senyawa-senyawa organik atau yang berasal dari produk-produk makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan. Limbah organik cenderung lebih mudah ditangani karena dapat terdekomposisi menjadi senyawa organik melalui proses biologis (baik aerob maupun anaerob) secara cepat. Contoh limbah organik misalnya tinja, kertas, limbah rumah jagal hewan, limbah pasar dari jenis dedaunan atau sayuran sisa, dan lain sebagainya.

³⁴Nur Hidayat, *Bioproses Limbah Cair*, (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2016), h. 1-2

³⁵Tanto Pratondo Utomol dan Marimin, *Sistem Pakar Penanganan Limbah Gas Pabrik Karet Remah, Proceedings, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT)*, (2002), h. 82.

- b. Limbah anorganik adalah limbah yang lebih banyak mengandung senyawa anorganik, biasanya cenderung lebih sulit ditangani. Contoh limbah anorganik misalnya kaca, plastik, logam berat, besi tua dan lain sebagainya.

2.3 Jenis Limbah Berdasarkan Sumbernya

Berdasarkan sumbernya, jenis-jenis limbah dibedakan menjadi 2, diantaranya adalah :

- a. Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan dari proses industri. Contohnya limbah pabrik, limbah penambangan, limbah radioaktif dari pembangkit listrik tenaga nuklir, limbah rumah sakit, dan lain sebagainya. Limbah industri cenderung ditangani dengan serius karena pemerintah telah mengatur mekanismenya bagi setiap perusahaan (industri).
- b. Limbah domestik adalah limbah yang dihasilkan dari konsumsi rumah tangga. Contohnya kaleng-kaleng bekas keperluan rumah tangga, air cucian (detergen), kantong plastik, kardus bekas, dan lain sebagainya.

2.4 Jenis Limbah Berdasarkan Sifatnya

Limbah dapat digolongkan berdasarkan sifatnya yang merusak atau mempengaruhi kenyamanan manusia, sifat limbah diantaranya adalah :

- a. Limbah biasa adalah jenis limbah yang tidak menyebabkan kerusakan secara serius pada skala kecil dan jangka panjang. Limbah organik termasuk ke dalam jenis limbah biasa.

b. Limbah B3 atau limbah bahan berbahaya dan beracun adalah limbah yang dapat menyebabkan kerusakan serius meski pada skala kecil pada jangka pendek maupun panjang. Limbah yang termasuk limbah B3 adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih karakteristik berikut, yaitu: mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, limbah beracun, limbah yang menyebabkan infeksi, limbah yang bersifat korosif dan limbah jenis lainnya.³⁶

B. Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif berbahaya bagi kesehatan.³⁷

Limbah layanan kesehatan mencakup semua hasil buangan yang berasal dari instalasi kesehatan, fasilitas penelitian dan laboratorium. Selain itu, limbah layanan kesehatan juga mencakup limbah yang berasal dari sumber-sumber kecil atau menyebar misalnya limbah hasil perawatan yang dilakukan di rumah. Sekitar 75-90% limbah yang berasal dari instalasi kesehatan merupakan limbah yang tidak mengandung risiko atau limbah umum dan menyerupai limbah rumah tangga.

³⁶Gatot P. Soemartono, *Hukum Lingkungan Indonesia*, (Jakarta: Sinar Grafika, 1996), h. 143.

³⁷Departemen Kesehatan RI, *Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit Sistem Tangki Septik Dengan Modifikasi, Cetakan Pertama*, (Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 2009), h. 4.

Limbah tersebut kebanyakan berasal dari aktivitas administratif dan keseharian instalasi, disamping limbah yang dihasilkan selama pemeliharaan bangunan instalasi tersebut. Sisanya yang 10-25% merupakan limbah yang dipandang berbahaya dan dapat menimbulkan berbagai jenis dampak kesehatan.³⁸ Air limbah mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap kesehatan individu manusia. Faktor-faktor yang terkait dengan pengaruh limbah terhadap kesehatan , antara lain:

- a. Daya tahan tubuh
- b. Jenis limbah dan jumlah dosis yang diterima pada tubuh
- c. Akumulasi dosis limbah dalam tubuh
- d. Sifat-sifat racun (*tixic*) dari limbah terhadap tubuh
- e. Mudah tidaknya limbah dicerna dan dikeluarkan dari tubuh
- f. Waktu kontak (lama tidaknya) berada dalam lingkungan limbah
- g. Alergi (tubuh sensitif) terhadap limbah dalam bentuk tertentu seperti: bau debu atau cairan.

1. Jenis Limbah Rumah Sakit

Limbah yang dihasilkan dari rumah sakit dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1) Limbah medis

³⁸Pruss, A., dkk, *Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan*, (Jakarta: EGC, 2005), h. 3.

Limbah medis yaitu limbah yang dikelompokkan berdasarkan potensi bahaya yang terkandung di dalamnya, serta volume dan sifat persistensinya yang menimbulkan masalah.³⁹ Limbah medis terdiri dari limbah padat, limbah cair dan limbah radioaktif.

a. Limbah padat medis

Limbah/sampah padat medis adalah hasil samping kegiatan kesehatan berbentuk padat yang dapat menimbulkan dampak gangguang atau bahaya terhadap kesehatan dan lingkungan. Limbah padat medis tergolong kedalam limbah infeksius, benda tajam, kimia padat dan radioaktif.⁴⁰

b. Limbah cair medis

Limbah cair medis adalah limbah cair yang mengandung zat beracun, seperti bahan-bahan kimia anorganik. Zat-zat organik yang berasal dari air bilasan ruang bedah dan otopsi apabila dikelola dengan baik atau langsung dibuang ke saluran pembuangan umum akan sangat berbahaya dan dapat menimbulkan bau yang tak sedap serta akan mencemari lingkungan.⁴¹

c. Limbah radioaktif

³⁹Setya Enti Rikomah, *Farmasi Rumah Sakit...*, h. 197.

⁴⁰Riris Nainggolan, Supapni, "Kualitas Limbah padat Media Rumah Sakit," *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Vol. 5, No.3, (2006), h. 498.

⁴¹Budiman Chandra, *Pengantar Kesehatan Lingkungan...*, h.192.

Limbah radioaktif mencakup benda padat, cair, dan gas yang terkontaminasi radionuklida. Limbah ini terbentuk akibat pelaksanaan prosedur seperti analisis in-vitro pada jaringan dan cairan tubuh, pencitraan organ dan lokalisasi tumor secara in-vivo, dan berbagai jenis metode investigasi dan terapi lainnya.⁴²

2) Limbah Non-medis

Limbah non-medis biasa disebut dengan sampah *domestic* memerlukan suatu konstruksi tempat pengumpulan sampah sementara yang terbuat dari dinding semen dan ukurannya tidak terlalu besar sehingga mudah dibersihkan atau dikosongkan. Limbah non-medis dapat berupa zat padat, semi padat yang terbuang atau tidak berguna baik yang dapat membusuk maupun yang tidak membusuk.⁴³ Limbah non-medis terdiri dari limbah padat non-medis dan limbah cair non-medis.

a. Limbah padat non-medis

Limbah padat non-medis adalah semua sampah padat selain sampah padat medis yang dihasilkan dari berbagai kegiatan, yaitu kantor atau administrasi, unit perlengkapan, ruang tunggu, ruang inap, unit gizi atau dapur, halaman parkir dan taman, serta unit pelayanan. Sampah yang dihasilkan berupa kertas, karton, kaleng, botol, sisa makanan, sisa kemasan, dan lain sebagainya.

⁴²Munaya Fauziah, Mulia Sugiarti, Ela Laelasari, *Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan*, (Jakarta: ECG, 2005), h. 9.

⁴³Setya Enti Rikomah, *Farmasi Rumah Sakit...*, h. 197-198.

b. Limbah cair non-medis

Limbah cair non-medis merupakan limbah rumah sakit yang berupa kotoran manusia seperti tinja dan air kemih yang berasal dari kloset di dalam toilet atau kamar mandi, dan air bekas cucian yang berasal dari *laundry*, *kitchen sink*, atau *floor drain* dari ruangan-ruangan di rumah sakit.⁴⁴

2. Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit

- a. Bangsal rawat inap: sebagian besar berupa limbah infeksius seperti pembalut, penutup luka, peralatan medis *disposable*, jarum hipodermik dan perlengkapan infus bekas.
- b. Ruang operasi dan bangsal bedah: umumnya limbah anatomi seperti jaringan tubuh, organ, janin, limbah infeksius dan peralatan benda tajam.
- c. Unit layanan kesehatan lain: umumnya limbah umum dengan sebagian limbah infeksius.
- d. Laboratorium: umumnya limbah patologi (termasuk beberapa pabagian tubuh, dan benda tajam serta beberapa limbah radioaktif dan kimia).
- e. Unit farmasi dan penyimpanan bahan kimia: sejumlah kecil limbah farmasi dan bahan kimia, terutama kemasan (yang hanya mengandung residu jika ruang penyimpanan dikelola dengan baik) dan sampah umum.
- f. Unit penunjang: sampah umum saja.

⁴⁴ Budiman Chandra, *Pengantar Kesehatan Lingkungan...*, h. 192-193.

3. Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit

Baku Mutu Limbah cair Rumah Sakit adalah batas maksimal limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari suatu kegiatan rumah sakit. Baku mutu limbah cair yang telah diatur dalam KEPMEN LH Nomor 58/MENLH/12/1995 ditinjau secara berkala sekurang-kurangnya 5 tahun sekali.⁴⁵

Berikut lampiran KEPMEN LH Nomor 58/MENLH/12/1995 tentang baku mutu limbah cair kegiatan rumah sakit:⁴⁶

Tabel 2.1. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP 58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit Tanggal 12 Desember 1995.

Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
BOD ₅	75
COD	100
TSS	100
Ph	6-9

Tabel 2.2. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP – 58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit Tanggal 12 Desember 1995.

Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
FISIKA	
Suhu	30 °C
KIMIA	
pH	6 – 9
BOD ₅	30 mg/l
COD	80 mg/l
TSS	30 mg/l
NH, Bebas	0.1 mg/l
PO	2 mg/l

⁴⁵Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No: KEP-58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Diakses pada tanggal 16 Desember 2018.

⁴⁶Prihadi Waluyo, “Kajian Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dan SNI Terkait”, *Jurnal JAI*, Vol. 5, No. 1, (2009), h. 65.

 MIKROBIOLOGIK

MPN-Kuman Golongan Koli/100mL	10.00
----------------------------------	-------

 RADIOAKTIF

³² P	7 x 10 ³ Bq/l
³⁵ S	2 x 10 ³ Bq/l
⁴⁵ Ca	3 x 10 ³ Bq/l
⁵³ Cr	7 x 10 ³ Bq/l
⁴⁷ Ga	1 x 10 ³ Bq/l
⁴⁵ Sr	4 x 10 ³ Bq/l
⁹⁰ Mo	7 x 10 ³ Bq/l
¹¹³ Sn	3 x 10 ³ Bq/l
¹²³ I	1 x 10 ³ Bq/l
¹³¹ I	7 x 10 ³ Bq/l
¹⁹² Ir	1 x 10 ³ Bq/l
²⁰¹ Tl	1 x 10 ³ Bq/l

4. Dampak Limbah Rumah Sakit

Rumah sakit merupakan balai pengobatan yang membawa dampak positif bagi masyarakat yaitu sebagai tempat menyembuhkan orang sakit, selain itu rumah sakit juga memiliki kemungkinan membawa dampak negatif. Dampak negatifnya berupa pencemaran dari proses kegiatan, yaitu bila limbah yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik.⁴⁷ Hasil limbah tersebut berupa cairan, dan gas yang banyak mengandung kuman patogen, zat kimia, yang beracun, zat radioaktif dan zat lainnya. Semakin meningkatnya jumlah fasilitas pelayanan kesehatan maka akan semakin meningkat pula potensi pencemaran lingkungan,

⁴⁷Abd. Gafur, "Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Terhadap Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Haji Makassar Tahun 2014," *Jurnal Higiene*, Vol. 1, No. 1. (2015), h. 1.

karena kegiatan pembuangan limbah khususnya air limbah akan memberikan kontribusi terhadap penurunan tingkat kesehatan manusia.⁴⁸

Banyaknya zat pencemar yang ada dalam air limbah, akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air limbah. Di antara sekian banyak bahan pencemar di dalam air, ada yang beracun dan berbahaya serta dapat menyebabkan kematian. Bahan pencemar yang menumpuk dalam jaringan organ tubuh dapat meracuni organ tubuh tersebut, sehingga organ tubuh tidak dapat berfungsi lagi sehingga dapat menyebabkan kesehatan terganggu. Selain itu, ada juga bahan pencemar berupa bibit penyakit (bakteri/virus). Misalnya bakteri coli, disentri, kolera, typhus, para typhus, lever, diare, dan bermacam-macam penyakit kulit.⁴⁹

Apabila pengelolaan bahan buangan tidak dilaksanakan dengan baik secara sanitasi, maka akan menyebabkan gangguan terhadap kelompok masyarakat disekitar rumah sakit serta lingkungan didalam dan di luar rumah sakit.⁵⁰ oleh karena itu, sebelum limbah rumah sakit dibuang kedalam badan sungai, maka terlebih dahulu harus diolah (*treatment*), dengan menyesuaikan analisis dari *outlet* limbah (air limbah setelah diolah), dengan standart baku mutu limbah cair rumah

⁴⁸ Wiku Adisasmito, *Sistem Manajemen Lingkungan Rumah sakit*, (Jakarta: PT. Radja Grafindo Persada, 2007), h. 53.

⁴⁹ Muhammad Airef, *Pengolahan Limbah Industri....*, h. 17.

⁵⁰ Wiku Adisasmito, *Sistem Manajemen Lingkungan....*, h. 53.

sakit, yang telah dikeluarkan oleh Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah setempat.⁵¹

C. IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)

IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) adalah sistem pengolahan limbah cair rumah sakit yang didesain berdasarkan karakteristik limbah cair yang masuk dari beberapa sumber pengeluaran limbah. Air limbah dari berbagai unit disalurkan secara gravitasi menuju bak control (bak *screening*) dimana selanjutnya akan dipompa untuk diolah dengan menggunakan system *diffuser*. Tujuan IPAL adalah untuk mencegah pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan bagi pengunjung terutama petugas limbah dan masyarakat sekitar rumah sakit yang beresiko terkontaminasi limbah cair medis yang dihasilkan rumah sakit.⁵²

Besarnya lahan atau ruang bagi instalasi pengolahan air limbah ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut volume limbah yang dihasilkan, kadar dan keragaman bahan pencemaran air limbah dan pilihan jenis unit pengolahan air limbah. Pembangunan (konstruksi), operasional dan perawatan IPAL membutuhkan pembiayaan yang tidak murah. Terdapat bangunan atau unit pengolahan yang terbuat dari semen (bak penyaringan, bak pengendapan, biogas,

⁵¹Andy Saputra Manurung, Sunarto, Wiryanto, *Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Kualitas Limbah Cair rumah sakit umum daerah dr. H. M. Ansari Saleh di Kota Banjarmasin*, (Surakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2014), h. 21.

⁵²Prehatin Trirahayu Ningrum dan Nita Nurinda Khalista, "Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Kabupaten Jember" *Jurnal IKESMA*, Vol. 10, No. 2, (2014), h.142-143.

bak kontrol, bak pengering lumpur, dan lain-lain), terbuat dari besi (*trickling filter*, RBC, *anaerobic digester*) dan terbuat dari plastik atau fiber (biogas).

Instalasi pengolahan air limbah perlu dirawat agar beroperasi secara optimal. Banyak IPAL dari kegiatan industri yang tidak lagi beroperasi atau berfungsi optimal karena tidak menganggarkan pembiayaan perawatan IPAL. Perawatan IPAL terdiri dari pengecekan fungsi alat dan bangunan serta perbaikan alat dan bangunan.⁵³

Pengelolaan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang terjadi, volume limbah minimal dengan konsentrasi dan toksisitas yang juga minimal. Sedangkan pengelolaan limbah cair setelah proses produksi dimaksudkan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung didalamnya sehingga limbah cair tersebut memenuhi syarat untuk dapat dibuang.⁵⁴

D. Deskripsi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Ikan mas menurut sejarahnya sudah mulai dipelihara di Cina sejak zaman Dinasti Sun, tahun 1234 sesudah masehi. Saat itu oleh Chow Mit, pemeliharaan dilakukan dengan menggunakan keranjang bambu. Seiring dengan bermigrasinya bangsa Cina, tradisi memelihara ikan mas dengan cara tersebut mereka bawa ke tempat perantauan hingga menjadi ditiru oleh orang pribumi. Sekitar abad

⁵³Marhadi, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, Vol. 16, No. 1, (2016), h. 61.

⁵⁴Junaidi dan Bima Patria Dwi Hadmanto, "Analisis Teknologi Pengolahan,...h. 2.

pertengahan ikan mas terus berkembang ke daerah subtropis di belahan bumi utara (Eropa) sampai ke daratan tropis di belahan selatan (Asia), seperti Asia Timur dan Asia Selatan.⁵⁵

Indonesia ikan mas pertama kali dikenal sekitar tahun 1810 di daerah Galuh, Ciamis, Jawa Barat. Namun, sekitar tahun 1860 ikan mas sudah mulai banyak dibudidayakan sampai terus berkembang ke daerah lain di sekitar Jawa Barat. Pada tahun 1892, ikan mas mulai dikenal di Pulau Sumatera, tepatnya di daerah Bukittinggi, Sumatera Barat, dan mulai berkembang pada tahun 1903. Pada tahun yang sama, ikan mas mulai didatangkan ke Padang Sidempuan, Sumatera Utara, sampai akhirnya mulai dikenal di Medan pada tahun 1905.

Ikan mas atau istilah latinnya *Cyprinus carpio* L., dengan nama asingnya *Common Carp*, jenis ikan ini merupakan jenis ikan konsumsi air tawar. Ikan jenis ini berbadan panjang, dan pipih ke samping serta lunak. Ikan mas sudah banyak dikenal masyarakat karena dagingnya enak, rasanya gurih, dan memiliki kandungan gizi yang tinggi.⁵⁶ Selain dapat dikonsumsi, ikan mas juga memiliki keindahan.

Ikan mas mempunyai sifat pemakan segalanya. Oleh sebab itu, ikan ini termasuk dalam jenis omnivora, yaitu dapat memangsa berbagai jenis makanan, baik tumbuhan maupun hewan renik. Misalnya, tumbuhan air, lumut, cacing, keong, udang, kerang, larva serangga, dan organisme lainnya yang ada di

⁵⁵Tim Lentera, *Pembesaran Ikan Mas di Kolam Air Deras*, (Jakarta: AgroMedia Pustaka, 2002), h. 2.

⁵⁶Tatang Kusnadi dan Bani W.K., *Budi Daya Ikan Mas*, (Jakarta: PT Setia Purna Inves, 2007), h. 1.

perairan. Cara memangsanya adalah dengan membuka mulutnya secara lebar, kemudian menyedot makanan. Terkadang mangaduk-aduk dasar air dengan mulut dan badannya.⁵⁷

Ikan mas merupakan komoditas perikanan yang berkembang sangat pesat dari waktu ke waktu. Permintaan pasar terus meningkat dan variasi olahannya pun semakin beragam. Dengan demikian, konsumen akan terus dan lebih melirik ke produk ikan mas. Penyebaran ikan mas sangat cepat berkembang di Indonesia. Cara budi daya ikan mas relatif mudah dan jenis ikan mas lebih tahan terhadap lingkungan tempat hidupnya.⁵⁸

1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas

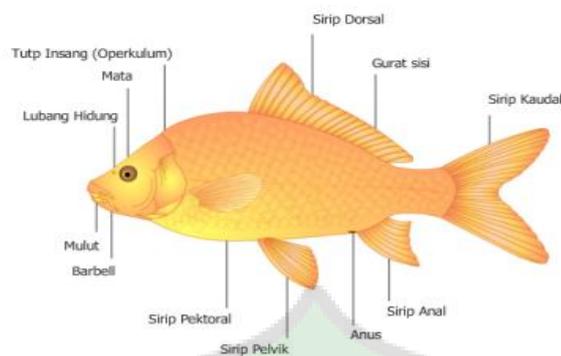
Penggolongan ikan mas berdasarkan ilmu taksonomi hewan (sistem pengelompokan hewan berdasarkan bentuk tubuh dan sifat-sifatnya) sebagai berikut.

Phyllum (filum)	: Chordata
Subphyllum (anak filum)	: Vertebrata
Superclass (induk kelas)	: Pisces
Class (kelas)	: Osteichthyes
Subclass (anak kelas)	: Actinopteryii
Ordo (bangsa)	: Cypriniformes
Subordo (anak bangsa)	: Cyprinoidea
Family (suku)	: Cyprinidae
Subfamily (subsuku)	: Cyprininae
Genus (marga)	: <i>Cyprinus</i>
Spesies (jenis)	: <i>Cyprinus carpio</i> L. ⁵⁹

⁵⁷Cahyo Saparinto dan Rini Susiana, *Budi Daya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*, (Yogyakarta: Lily Publisher, 2014), h. 11.

⁵⁸Cahyo Saparinto dan Rini Susiana, *Sukses Pembenihan 6 Jenis Ikan Air Tawar Ekonomis*, (Yogyakarta: Lily Publisher, 2013), h. 71.

⁵⁹H. Khairuman, *Budi Daya Ikan Mas*, (Jakarta: Agromedia Pustaka, 2013), h. 10.



Gambar 2.3. Morfologi Tubuh Ikan Mas (*Cyrinus carpio*)
(Sumber: A.S.T. Afandi, www.mediaajar.com, 2011)

Gambar 2.1 Morfologi Ikan Mas⁶⁰

Secara morfologi, bentuk tubuh ikan mas agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulut terletak dibagian ujung kepala (terminal) dan dapat disembulkan (protaktil). Di bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut. Di ujung dalam mulut terdapat gigi kerongkongan yang terbentuk atas tiga baris gigi geraham. Secara umum, hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi sisik, kecuali beberapa varietas yang hanya memiliki sedikit sisik. Sisik berukuran besar dan digolongkan ke dalam sisik tipe sikloid (lingkaran) dengan gurat sisi (*linea lateralis*) di samping tubuh tampak nyata mulai dari depan hingga belakang.

Sirip punggung (dorsal) memanjang dengan bagian belakang berjari keras dan di bagian akhir (sirip ketiga dan keempat) bergerigi. Letak sirip punggung berseberangan dengan permukaan sirip perut (ventral). Sirip duburnya (anal) mempunyai ciri seperti sirip punggung, yaitu berjari keras dan bagian akhirnya

⁶⁰Sumber: A.S.T. Afandi, www.mediaajar.com, 2011. Diakses pada tanggal 16 Desember 2018.

bergerigi. Garis rusuknya (linea lateralis atau gurat sisi) tergolong lengkap, berada di pertengahan tubuh dengan bentuk melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor.⁶¹

2. Jenis-Jenis (*strain*) Ikan Mas

Ikan mas tergolong jenis ikan pengisap (*sucker*) jika dilihat dari cara memangsanya, yaitu dengan cara menelan bahan makanan yang diisapnya tanpa dipilih. Berdasarkan kegunaannya, ikan mas digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu ikan mas konsumsi dan ikan mas hias. Ikan mas hias berfungsi sebagai hiasan yang dipelihara di kolam taman atau akuarium. Jenis ikan mas hias antara lain ikan mas kancra domas, ikan mas fancy, ikan mas kumpay, dan ikan mas koi.⁶²

a. *Strain* Kumpay

Ikan mas *strain* kumpay disebut juga *Cyprinus carpio* var. *Flavipinis*. Tubuhnya bersisik penuh dengan warna yang sangat variatif, seperti putih, kuning, merah, dan hijau. Ukuran sisik normal. Semua sirip yang ada pada bagian tubuhnya berukuran panjang-panjang. Pertumbuhannya lebih lambat daripada *strain* yang lainnya. Di Indonesia, *strain* ikan mas ini dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi.

⁶¹Cahyo Saparinto dan Rini Susiana, *Sukses Pembenihan 6 Jenis Ikan*,...h. 72.

⁶²Tatang Kusnadi dan Bani W.K., *Budi Daya Ikan Mas*,...h. 10-11.

b. *Strain* Kancra Domas

Ikan mas *strain* kancra domas masih merupakan kerabat dekat *strain* karper kaca. Ukuran tubuhnya kecil-kecil tidak seragam dari ukuran normal. Bersisik penuh dengan warna yang cukup variatif, seperti biru, cokelat, dan hijau. Warna sisik di daerah punggung hitam kelam. Semakin ke arah perut warnanya semakin keperakan. Gerakannya mirip ikan mas *strain* taiwan, selalu aktif dan kurang jinak. Di indonesia, *strain* ikan mas ini juga banyak dikonsumsi.⁶³

c. Ras Fancy

Ras ini sering disebut dengan koi lokal karena warna tubuhnya bervariasi. Bentuk tubuhnya memanjang. Sisiknya berwarna putih, kuning, merah hingga total-total berwarna hitam.

d. Ras Koi

Bentuk tubuh bulat memanjang. Gerakan lambat dan cukup jinak. Warna sisik bervariasi, dari putih, merah, kuning, hitam sampai kombinasi warna-warna tersebut. Ras ini berasal dari Jepang. Ras koi mempunyai bermacam-macam nama sesuai dengan warna tubuh. Misalnya, *shusui nishikigoi*, *platinum nishikigoi*, *shusi nishikigoi*, *kohaku nishikigoi*, atau *taishusanshoku nishikigoi*.⁶⁴

Ikan mas konsumsi merupakan salah satu sumber protein hewani. Ikan mas konsumsi yang termasuk jenis unggul adalah ikan mas Majalaya yang berasal dari Jawa Barat. Jenis ini banyak digemari di daerah asalnya, meskipun belum tentu disukai di daerah lain. Kebiasaan seseorang makan ikan dipengaruhi oleh

⁶³Tim Lentera, *Pembesaran Ikan Mas di Kolam Air Deras*,...h.4.

⁶⁴Cahyo Saparinto dan Rini Susiana, *Budi Daya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*, (Yogyakarta: Lily Publisher, 2014), h. 15-16.

perbedaan selera makan seseorang dan cara budidaya petani setempat. Berikut ini beberapa jenis ikan mas yang dibudidayakan, diantaranya:⁶⁵

a. *Strain Majalaya*

Ikan mas *Strain Majalaya* merupakan hasil seleksi keturunan ikan mas berpunggung tinggi yang sudah lama berkembang di daerah Majalaya, Jawa Barat. Memiliki tubuh berukuran relatif pendek. Sisiknya berwarna hijau keabuan, dan bagian tepinya berwarna lebih gelap. Bagian bawah insang dan bagian bawah sirip ekor berwarna kekuningan. Semakin ke arah punggung, warna sisik semakin gelap. Punggung tinggi membungkuk dan tipis. Bungkuknya merupakan batas antara kepala punggung. Penampang badan tampak melancip ke arah punggung. Bentuk moncong memipih. Gerakannya jinak. Perbandingan antara panjang dan tinggi badan 3,20 : 1. Jenis unggul majalaya inilah yang sampai sekarang banyak dicari-cari orang untuk dipelihara di kolam air deras karena pertumbuhannya cepat.

b. *Strain Punten*

Strain Punten pertama kali dikembangkan pada tahun 1919 di Desa Punten, Malang, Jawa Timur. Asal – usul nama punten sendiri digunakan untuk mengabadikan nama desa tempat kelahiran ikan mas jenis ini. Ikan mas ini memiliki tubuh relatif pendek membulat dan berperut besar (*big belly*). Perbandingan antara panjang dan lebar badan kira-kira 2,30 : 1. Bagian punggungnya lebar dan tinggi. Sisik yang menutupi badannya berwarna hijau gelap. Mata agak menonjol. Gerakannya lambat serta jinak.

⁶⁵Tatang Kusnadi dan Bani W.K., *Budi Daya Ikan Mas*,....h.11.

c. Strain Sinyonya atau Si Putri Yogya

Tubuhnya relatif panjang (*long bodied form*). Perbandingan panjang dan tinggi badan adalah 3,66 : 1. Sisik berwarna kuning muda (warna jeruk sitrus). Ikan yang masih muda, matanya sedikit menonjol dan setelah berusia dewasa matanya menjadi sipit. Gerakannya jinak dan suka berkumpul di permukaan air.

d. Strain Merah

Tubuhnya relatif panjang dengan bagian punggung relatif rendah dan tidak lancip. Sisiknya berwarna merah kekuningan tidak tertutup penuh, tepatnya di sepanjang garis gurat sisi (*linea lateralis*). Bagian mata agak menonjol. Gerakannya aktif dan jinak.

e. Strain Taiwan

Konon, nama taiwan yang melekat pada ikan mas jenis ini digunakan untuk mengingat kan daerah asalnya di negara Cina Daratan, Taiwan. Tubuhnya memanjang dan penampang punggung berbentuk busur agak membulat. *Strain* ini rata-rata bersisik hijau kekuningan. Di bagian tepi sirip dubur dan dibawah sirip ekor, umumnya terdapat warna kuning kemerahan. *Strain* taiwan didatangkan tahun 1974 dan dicoba pemeliharaannya pertama kali di Bogor, Jawa Barat.

f. Strain Karper Kaca

Tubuhnya berbentuk memanjang dengan punggung yang relatif rendah. Pada bagian dada tidak sepenuhnya tertutupi sisik, tepatnya di sepanjang garis gurat sisi (*linea lateralis*) dan di sekitar pangkal sirip. Ikan mas karper kaca memiliki sisik besar-besar, tetapi beberapa kerabatnya bersisik kecil-kecil. Warna

sisik umumnya putih mengilap seperti perak tidak beraturan dan kadang-kadang tidak penuh. Bagian tubuh yang tidak tertutupi sisik sepintas tampak seperti kaca bening. Kondisi fisik yang demikian menyebabkan ikan ini banyak dijuluki orang ikan mas kaca.⁶⁶

g. Ikan Mas Yamato

Bentuk badan memanjang dengan sisik berwarna hijau kecoklatan. Ikan mas Yamato kurang populer di kalangan petani ikan mas di Indonesia, tetapi banyak dibudidayakan di wilayah Asia Timur seperti di Cina dan Jepang.

h. Ikan Mas Lokal

Bentuk badan memanjang dengan bentuk mata tidak sipit. Secara umum bentuk badannya merupakan hasil kombinasi dari beberapa jenis ikan yang sudah ada. Ikan mas jenis ini kemungkinan muncul akibat adanya perkawinan silang yang tidak terkontrol pada jenis ikan mas lain. Ikan mas lokal paling banyak ditemukan di lapangan walaupun sebetulnya belum bisa digolongkan sebagai salah satu *strain* atau jenis ikan mas.⁶⁷

3. Habitat Ikan Mas

Habitat atau tempat hidup yang disukai oleh ikan mas adalah daerah perairan yang kedalamannya mencapai satu meter dengan aliran air yang pelan. Selain itu, ikan mas yang menyukai perairan subur ditandai dengan melimpahnya makanan alami seperti porifera, rotaria dan udan-udang renik. Larva ikan mas lebih menyukai perairan dangkal, tenang dan tidak ternaungi pohon-pohon yang

⁶⁶Tim Lentera, *Pembesaran Ikan Mas di Kolam Air Deras*,..... h.3-4.

⁶⁷Tatang Kusnadi dan Bani W.K., *Budi Daya Ikan Mas*,.....h. 14-15.

rindang atau terbuka. Sebaliknya benih ikan mas yang berukuran lebih besar daripada ukuran larvanya menyukai perairan yang agak dalam, mengalir dan terbuka.⁶⁸

Ikan mas juga termasuk jenis ikan yang relatif mudah dalam pemeliharaannya, selain sudah dikenal luas. Ikan mas dapat hidup didaerah dengan ketinggian 150-1.000 m, tetapi tidak menutup kemungkinan dapat hidup di perairan payau dengan kadar garam 25 ppm. Kondisi suhu air ideal rata-rata 20-30⁰ C dengan pH 7-8. Bahkan, ikan mas dapat dipacu pertumbuhannya jika dipelihara di kolam air deras (kecepatan air 30-50 cm/detik). Secara umum ikan mas sudah dapat dipanen dengan ukuran 5-6 ekor/kg dalam waktu 3-4 bulan pemeliharaan.⁶⁹

4. Pakan Ikan Mas

Pakan merupakan salah satu komponen penting dalam kegiatan bididaya ikan. Menurut Perius dalam jurnal Vita, pakan merupakan sumber materi dan energi untuk menopang kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan namun di sisi lain pakan merupakan komponen terbesar (50-70%) dari biaya produksi.⁷⁰

a. Jenis Pakan Ikan Mas

Jenis pakan ikan mas terbagi menjadi dua, yaitu pakan alami dan pakan buatan:

⁶⁸Tatang Kusnadi dan Bani W.K., *Budi Daya Ikan Mas*,.....h. 5.

⁶⁹Cahyo Saparinto, *Bisnis Ikan Konsumsi di Lahan Sempit*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2013), h. 51.

⁷⁰Vita Yanuar, "Pengaruh Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dan Kualitas Air di Akuarium Pemeliharaan," *Jurnal Ziraa'ah*, Vol. 42, No. 2, (2017), h. 91.

1) Pakan alami

Pakan ikan alami merupakan makanan ikan tumbuh di alam tanpa campur tangan manusia secara langsung. Pakan ikan alami sebagai makanan ikan adalah plankton, benthos dan tubumbuhan air. Plankton dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu plankton nabati (phytoplankton) dan plankton hewani (zooplankton).⁷¹

Jenis makanan alami yang dimakan ikan sangat beragam, tergantung pada jenis ikan dan tingkat umurnya. Beberapa jenis pakan alami yang dibudidayakan yaitu chlorella, tetraselmi, diatomae, spirulina, brachionus, artemia, infusoria, kutu air, jentik nyamuk, cacing tubifex/cacing rambut, dan ulat hongkong.⁷²

2) Pakan ikan buatan

Pakan ikan buatan merupakan pakan yang biasanya diramu dari berbagai macam bahan tepung yang digiling kemudian dikemas dalam keadaan kering menggunakan kaleng atau kantong plastik. Oleh karena itu disusun dari bermacam bahan, kandungan protein dalam pakan buatan dapat dibuat sesuai dengan kebutuhan ikan.⁷³

b. Kebiasaan Makan Ikan Mas

Ikan mas termasuk pemakan segala. Pada umur muda (ukuran 10 cm). Ikan mas senang memakan jasad hewan atau tumbuhan yang hidup di dasar perairan/kolam, misalnya chironomidae, oligochaeta, tubificidae, epimidae,

⁷¹Shantyi Wahyuni & Supriyanto, *Budidaya Ikan Mas...*, h. 114.

⁷²Agus Yulianto, *Cara Pas Pembesaran Ikan Mas*, (Jogjakarta: Trans Idea Publishing, 2016), h. 102.

⁷³Heru Susanto, *Ikan Hias Air Laut*, (Bogor: Swedia, 2000), h. 76.

trichoptera, molusca, dan sebagainya. Selain itu memakan juga protozoa dan zooplankton seperti copepoda dan cladocera. Hewan-hewan kecil tersebut disedot bersama lumpurnya, diambil yang dapat dimanfaatkan dan sisanya dikeluarkan melalui mulut.

Ikan mas sering mencari sumber makanan (jasad-jasad renik) di sekeliling pematang. Oleh sebab itu pematang sering rusak dan longsor karenanya. Ikan mas juga suka mengaduk-aduk dasar kolam untuk mencari makanan yang bisa dimanfaatkan seperti larva insecta, cacing-cacingan dan lain sebagainya. Aktivitas ini akan membantu kawanan benih mencari makanan, karena binatang-binatang di dasar kolam yang teraduk ke atas dapat menjadi santapan lezat bagi benih. Dengan kebiasaan seperti itu akan mempermudah bagi kita mengetahui apa kemauan mereka.⁷⁴

5. Siklus Hidup Ikan Mas

Tingkat kedewasaan Ikan mas ditandai dengan kematangan sel kelamin atau gonad. Di daerah subtropis, Ikan mas jantan mencapai tingkat kedewasaan pada umur 23 tahun dengan ukuran panjang badan sekitar 25-30 cm. Ikan mas betina mencapai tingkat kematangan kelamin pada umur 4-5 tahun dengan panjang badan mencapai 30-40 cm. Di daerah iklim tropis, ikan mas mencapai tingkat kedewasaan pada usia muda, yaitu sekitar umur 1-2 tahun.⁷⁵

Siklus reproduksi ikan mas dimulai di dalam gonad, yakni ovarium pada ikan betina dan testis pada ikan jantan. Ovarium pada ikan betina menghasilkan sel

⁷⁴Budi Santoso, Ikan Mas, (Yogyakarta: Kanisius, 1993), h. 16-17.

⁷⁵Tatang Kusnadi dani Bani W.K., *Budi Daya Ikan Mas*,..... h. 9.

telur dan testis pada ikan jantan menghasilkan spermatozoa. Ikan mas memijah sepanjang tahun dan tidak terpengaruh oleh musim. Pemijahan alami ikan mas terjadi pada tengah malam samapi akhir fajar. Induk-induk ikan mas akan lebih agresif saat akan memijah. Biasanya sebelum memijah ikan mas cenderung mencari tempat rimbun dengan tanaman air atau rumput-rumput yang menutupi permukaan air. Lingkungan ini selain sangat baik untuk merangsang proses pemijahan, juga dapat menjadi tempat untuk meletakkan telur-telurnya.

Organ yang aktif bertugas dalam proses pemijahan ikan adalah sistem saraf pusat dan kelenjar *pituitary*. Kinerja kedua organ tersebut adalah menstimulasi (merangsang) aliran hormon gonadotropin masuk ke dalam aliran darah. Dengan adanya rangsangan hormon tersebut, terjadilah proses ovulasi telur (pembuahan). Dalam kondisi normal, semprotan cairan sperma dalam media air juga menciptakan kondisi psikologis yang disebut *spawning condition* yang secara langsung akan mempengaruhi proses ovulasi telur. Fertilisasi (pembuahan telur oleh sperma) terjadi apabila sel-sel telur segera terbuahi oleh sperma. Di dalam air, sel sperma bergerak aktif dan masuk membuahi sel telur melalui lubang kecil pada *chorion* (kantong umum embrio).

Telur yang telah dibuahi oleh spermatozoa (*fertil*) akan menghasilkan embrio yang tumbuh di dalamnya. Kira-kira 2-3 hari kemudian, telur-telur tersebut akan menetas dan tumbuh menjadi larva. Untuk melangsungkan hidupnya, larva ikan mas mendapatkan makanan dari makanan cadangan yang berasal dari kantong kuning telur (*yolk*). Kantung ini berukuran relatif lebih besar daripada perut larva dan menggantung di bawah permukaan perut. Kantung kuning telur ini cukup

untuk menyuplai kebutuhan energi dalam mempertahankan kelangsungan hidup larva selama 3-4 hari. Makanan ini merupakan sumber energi sebelum organ pencernaan larva berkembang dan mampu menelan makanan yang diperoleh dari media atau di sekitar habitatnya.

Larva ikan mas memiliki panjang antara 0,5-0,6 mm dan bobot antara 0,18-20 mg. Biasanya larva senang menempel di substrat dan bergerak vertikal. Larva kemudian berubah menjadi benih (kebul) yang membutuhkan makanan dari luar untuk kehidupannya. Kebul hidup dengan mendapatkan pakan alami yang diperolehnya, seperti zooplankton, *rotifera*, *nauplii*, *moina*, dan *daphnia*. Jumlah pakan alami kebul setiap hari sebanyak 60-70% dari bobotnya.

Kira-kira 2-3 minggu, kebul tumbuh menjadi burayak. Ukuran panjang burayak antara 1-3 cm dengan bobot antara 0,1-0,5 gram. Setelah 2-3 minggu, burayak tumbuh menjadi putihan. Disebut putihan karena bagian bawah perutnya berwarna putih. Putihan ini berukuran panjang antara 3-5 cm dan berbobot antara 0,5-2,5 gram. Putihan secara alami tumbuh terus dan setelah 3 bulan menjadi benih gelondong atau kepalang dengan bobot mencapai kurang lebih 100 gram setiap ekornya.

Benih gelondong tumbuh terus dan akhirnya menjadi indukan. Setelah 6 bulan, ikan jantan dapat mencapai bobot kira-kira 0,5 kg. Seekor ikan mas betina yang telah mencapai umur 15 bulan dapat memiliki bobot 1,5 kg. Ikan mas dewasa dikenal sebagai hewan air pemakan segala (*omnivora*). Ikan mas dewasa

relatif rakus menelan semua jenis makanan, baik pakan alami maupun pakan buatan (*artificial foods*).⁷⁶

6. Adaptasi Fisiologi Ikan Mas

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian kehidupan di habitat tertentu terhadap perubahan lingkungan bahkan terhadap bahan pencemar khususnya logam berat.⁷⁷

Adaptasi fisiologi ikan terhadap adanya bahan pencemar dapat dilihat dari bentuk warna tubuh, adanya berbagai kelainan dalam tubuh ikan hingga kematian ikan, dan berdasarkan kandungan bahan pencemar yang terdapat di perairan.⁷⁸

Ikan mas merupakan salah satu bioindikator yang memiliki sensitifitas yang tinggi pada pencemaran perairan. Sensitifitas tersebut dapat terlihat pada perubahan fisiologi ikan mas tersebut ketika terjadi perubahan pada habitatnya. Perubahan fisiologis tersebut dapat terlihat melalui perubahan perilaku, struktur jaringan, ataupun aktifitas fisiologis lainnya..⁷⁹

Kepekaan ikan terhadap perubahan suhu lingkungan, dikarenakan ikan merupakan hewan poikilotermal, sehingga suhu lingkungan dapat berpengaruh langsung pada perubahan fisiologis ikan.⁸⁰ Perubahan fisiologis ikan mas dapat diamati melalui perhitungan frekuensi gerakan mulut dan sirip ikan. Gerakan

⁷⁶Tim Lentera, *Pembesaran Ikan Mas di Kolam Air Der....*, h. 6-8.

⁷⁷Sri Haryanti, dkk, "Adaptasi Morfologi Fisiologi dan,....h. 39.

⁷⁸Fitri Diana Wulansari, "Pengaruh Detergen Terhadap Mortalitas...., h. 4.

⁷⁹Danni Gathot Harbowo, " Pengaruh Limbah Cair Perawatan Candi Borubudur Terhadap Fisiologis Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*)," *Researchgate*, (2011), h. 13.

⁸⁰Henni Syawal, dkk, "Respon Fisiologis dan Hematologis Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) pada Suhu Media yang Berbeda," *Jurnal Iktiologi Indonesia*, Vol. 12, No. 1, (2011), h. 1.

mulut ikan mas merupakan respon dari fisiologis ikan mas dalam proses respirasi dan proses pencernaan. Dalam waktu yang konstan, gerakan mulut ikan akan berbanding lurus dengan gerakan ikan.⁸¹

7. Struktur Histologi Hati Ikan Mas

Istilah histologi berasal dari bahasa Yunani; *histos* yang berarti : jaringan dan *logos* yang berarti pengetahuan, jadi ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang jaringan, baik jaringan hewan maupun tumbuhan. Anatomi makroskopik adalah ilmu yang mempelajari tentang hal-hal yang dapat dilihat dengan mata telanjang, sedangkan hal-hal yang hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop adalah anatomi mikroskopik.⁸²

Hati mampu mensintesis atau menyimpan nutrien yang terserap, memproduksi cairan empedu, dan sebagai pembuangan beberapa produk limbah dari darah, serta homeostasi metabolisme tubuh ikan yang mudah mengalami kerusakan terkena polutan karena hati menerima 89% suplai darah dari vena porta yang mengalirkan darah dari sistem gastrointestinal.⁸³ Hati merupakan organ penting yang mensekresikan bahan untuk proses pencernaan. Organ ini umumnya merupakan suatu kelenjar yang kompak, berwarna merah kecoklatan. Hati juga

⁸¹Danni Gathot Harbowo, “ Pengaruh Limbah Cair Perawatan Candi....”, h. 16.

⁸²Dr. Eka Pramytha Hestianah, dkk, *Histologi Veteriner*,....h.1.

⁸³Geten F, Terwinge E dan Danguy A., *Atlas of fish histology*, (USA: Science Publishers, 2009), h. 215.

termasuk salah satu organ yang sangat rentan terhadap pengaruh zat kimia dan menjadi organ sasaran utama dari efek racun zat kimia (toksikan).⁸⁴

Menurut Carlton dalam jurnal Widya Sari, ada dua alasan yang menyebabkan hati mudah terkena racun. Pertama, hati menerima 89% suplai darah dari sistem gastrointestinal. Substansi zat toksik termasuk tumbuhan, fungi, logam, mineral dan zat kimia lainnya yang diserap ke dalam portal ditransportasikan ke hati. Kedua, hati menghasilkan enzim-enzim yang mempunyai kemampuan sebagai biotransformasi pada berbagai macam zat eksogen dan endogen yang dieliminasi tubuh.⁸⁵

Tingkat kerusakan hati ikan dikategorikan menjadi tiga, tingkat ringan yaitu perlemakan hati yang ditandai dengan pembengkakan sel. Kerusakan hati tingkat sedang yaitu kongesti dan hemoragi, sedangkan tingkat berat ditandai dengan nekrosis.⁸⁶

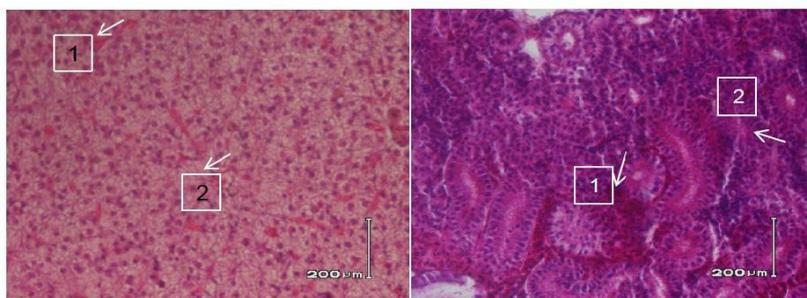
Eddy Supriyono, dkk telah melakukan penelitian tentang toksisitas moluskisida niklosamida terhadap pertumbuhan dan kondisi histopatologi juwana ikan mas (*Cyprinus carpio*). Hasil pengamatan histologi terhadap hati juwana ikan mas yang dipaparkan moluskisida niklosamida pada konsentrasi 0,03 dan 0,05 mg. L⁻¹ mulai pada minggu ke 4 organ hati dan ginjal menunjukkan kerusakan

⁸⁴Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat Terhadap Benih Ikan Nila Gift (*Oreochromis Niloticus*, Bleeker): Analisis Histologi Hati dan Insang," *Jurnal Acta Aquatica*, Vol. 3, No.2, (2016), h. 50.

⁸⁵Widya Sari, dkk, "Struktur Mikroskopik Hati Ikan *Seurukan (Osteochilus Vittatus)* dari Sungai Krueng Sabee Kabupaten Aceh Jaya Yang Tercemar Limbah Penggilingan Bijih Emas," *Jurnal Biotik*, Vol. 4, No. 1, (2016), h. 36.

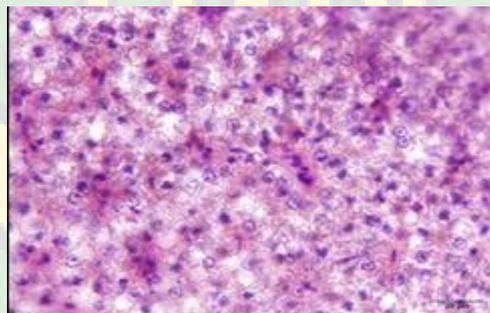
⁸⁶Darmono, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, (Jakarta: Universitas Indonesia Press, 1995), h. 131-134.

yang sama yaitu hemoragi dan nekrosis. Histopatologi hati ikan mas akibat terpapar moluskisida niklosamida dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Histopatologi Hati Ikan Mas⁸⁷

Kondisi histologi hati ikan normal, dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kondisi Histologi Hati Ikan Nila Normal.⁸⁸

Abnormalitas pada kinerja dari bagian-bagian tubuh ikan yang terjadi karena serangan penyakit dapat mempengaruhi struktur sel atau jaringan.⁸⁹ Kerusakan

⁸⁷Eddy Supriyono, dkk, "Toksitas Moluskisida Niklosamida Terhadap Pertumbuhan dan Kondisi Histopatologi Juwana Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)," *Jurnal Iktiologi Indonesia*, Vol. 13, No. 1, (2013), h. 80.

⁸⁸Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat Terhadap....", h. 49.

⁸⁹Harini Citra Pratiwi Dan Abdul Manan, "Teknik Dasar Histologi pada Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas Caviae*," *Journal Of Aquaculture Management And Technology*, Vol. 3, No. 3, (2014), 48.

histologi jaringan merupakan hasil akumulasi memburuknya proses biokimia dan fisiologi dalam organisme, dengan demikian dapat digunakan pula untuk memprediksi pengaruh lanjut terhadap pertumbuhan, reproduksi, dan stabilitas populasi.⁹⁰

E. Penerapan Hasil Penelitian pada Mata Kuliah Struktur Hewan

Mata kuliah struktur hewan merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus diikuti oleh setiap mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada semester III dengan bobot kredit 3(1) SKS, 2 SKS teori dan 1 SKS untuk kegiatan praktikum. Mata kuliah ini merupakan mata kuliah dasar dalam mempelajari organisasi tingkat jaringan, organ dan sistem organ pada hewan vertebrata meliputi sel, jaringan dasar, sistem integumen, sistem rangka, sistem otot, sistem peredaran, sistem pencernaan, sistem pernapasan, sistem urogenital (ekskresi dan reproduksi), sistem syaraf, dan organ indera serta sistem endokrin. Tuntutan yang diharapkan mahasiswa dapat memahami bagaimana struktur-struktur dasar hewan vertebrata. Sehingga mahasiswa dapat memahami perbedaan mendasar antara struktur jaringan, organ dan sistem organ hewan vertebrata.⁹¹

⁹⁰Meyers TR, Hendricks JD, *Histopathology.In: Rand GM & Petrocelli RS (eds.) Fundamental of aquatic toxicology*, (Washington DC: Hemisphere, 1985), h. 370-390.

⁹¹Arnetis, Evi Suryawat, Selfia Fitri Anggriani, "Korelasi Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Struktur Hewan Dengan Perkembangan Hewan Di Program Studi Pendidikan Biologi Fkip Ur 2012/2013", *Jurnal Biogenesis*, Vol. 10, No. 1, (2013), h. 34.

Kegiatan pembelajaran pada kuliah struktur hewan tidak terlepas dari penggunaan media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan hal yang terpenting untuk berlangsungnya suatu pembelajaran dikelas, pembelajaran yang kreatif, komunikatif, dan inovatif.⁹² Media pembelajaran berfungsi untuk menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan yaitu preparat awetan kaca histologi hati.⁹³

Sehingga penerapan hasil penelitian pada mata kuliah struktur hewan ini dibuat dalam bentuk preparat histologi organ hati ikan mas yang dapat digunakan sebagai referensi pada praktikum mata kuliah struktur hewan, dengan mengingat keterbatasan preparat awetan kaca organ hewan vertebrata pada praktikum struktur hewan yang hanya menggunakan preparat histologi hewan mamalia.

Preparat histologi merupakan obyek yang hanya dapat dilihat melalui bantuan mikroskop yang dimanfaatkan mahasiswa semester III dalam praktikum untuk mengetahui struktur atau bentuk jaringan yang ada didalamnya. Penggunaan preparat sangat penting untuk memberikan pengetahuan dan pengalaman langsung perihal tubuh atau bagian organ tertentu pada hewan maupun tumbuhan.⁹⁴

⁹²Djamarah, S.B, dan Aswan Z, *Strategi Belajar Mengajar*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 120.

⁹³Akhmad busyaeri, Tamsik Udin, A. Zaenuddin, “Pengaruh Penggunaan Video Pembelajaran Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Mapel Ipa Di Min Kroya Cirebon”, *Jurnal Al Ibtida*, Vol. 3 No. 1, (2016), h. 120.

⁹⁴Hikmah Supriyati, Skripsi, *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Think Pair Share (TPS) dengan Preparat Histologi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa*, (Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2017), h. 4.

Gambaran struktur histologi hati ikan mas yang diperoleh dari pengamatan preparat awetan kaca pada penelitian ini selanjutnya akan dibuat dalam bentuk modul. Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. Modul disebut juga media untuk belajar mandiri karena di dalamnya telah dilengkapi petunjuk untuk belajar sendiri. Modul juga sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.⁹⁵

Modul ditulis pada kertas yang dipakai berwarna dasar putih dengan ukuran 21,5 x 16,5 cm (kertas folio F4 dibagi dua) atau boleh juga berukuran A4 (29,7 x 21 cm). Batas sembir (marjin) sesuai dengan ukuran kertas. Marjin untuk kertas berukuran 21,5 x 16,5 cm, marjin atas, kiri, kanan, bawah masing masing 2 cm, 2,5 cm, 2 cm, 2 cm, dan untuk kertas A4 marjin atas, kiri, kanan, bawah masing masing 2,5 cm, 3 cm, 2 cm, 2,5 cm. Halaman buku ditulis satu kolom⁹⁶

Ukuran huruf untuk kertas berukuran 21,5 x 16,5 gunakanlah huruf berukuran 10 atau 11 dengan spasi antar baris 1 atau 1,15; untuk kertas A4 gunakanlah huruf berukuran 11 atau 12 dengan spasi antara baris 1,5. Khusus untuk judul bab gunakan ukuran huruf 15 atau 16 dan subbab gunakan ukuran huruf 13 atau 14. Jenis huruf dapat digunakan *times new roman*, *calibri*, *ariel*, atau jenis huruf lain

⁹⁵Direktorat Tenaga Kependidikan, *Penulisan Modul*, (Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional, 2008), h.3.

⁹⁶LKPP, *Format Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik*, (Makasar : UNHAS, 2015), h.8.

yang tidak menyulitkan pembacaannya, dan lazim digunakan dalam penulisan buku teks.⁹⁷

Penyusunan draft modul merupakan proses penyusunan dan pengorganisasian materi pembelajaran dari suatu kompetensi atau sub kompetensi menjadi satu kesatuan yang sistematis. Penyusunan draft modul bertujuan menyediakan draft suatu modul sesuai dengan kompetensi atau sub kompetensi yang telah ditetapkan. Penulisan draft modul dapat dilaksanakan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Tetapkan judul modul.
- b. Tetapkan tujuan akhir yaitu kemampuan yang harus dicapai oleh peserta didik setelah selesai mempelajari satu modul.
- c. Tetapkan tujuan antara yaitu kemampuan spesifik yang menunjang tujuan akhir.
- d. Tetapkan garis-garis besar atau outline modul.
- e. Kembangkan materi pada garis-garis besar.
- f. Periksa ulang draft yang telah dihasilkan.

Kegiatan penyusunan draft modul hendaknya menghasilkan draft modul yang sekurang-kurangnya mencakup:

- a. Judul modul menggambarkan materi yang akan dituangkan di dalam modul;

⁹⁷ LKPP, *Format Bahan Ajar...*, h.8.

- b. Kompetensi atau sub kompetensi yang akan dicapai setelah menyelesaikan mempelajari modul;
- c. Tujuan terdiri atas tujuan akhir dan tujuan antara yang akan dicapai peserta didik setelah mempelajari modul;
- d. Materi pelatihan yang berisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dipelajari dan dikuasai oleh peserta didik;
- e. Prosedur atau kegiatan pelatihan yang harus diikuti oleh peserta didik untuk mempelajari modul.⁹⁸



⁹⁸ Direktorat Tenaga Kependidikan, *Penulisan Modul...*, h.13.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 (enam) taraf perlakuan, masing - masing perlakuan dilakukan 4 (empat) kali ulangan. Perlakuan pada penelitian ini berupa perbedaan konsentrasi terhadap struktur ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang total unit percobaan adalah 24 satuan percobaan dengan pengamatan masing-masing selama 144 jam atau 6 hari. Jumlah hewan uji yang digunakan adalah sebanyak 10 ekor dalam setiap perlakuan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei tahun 2019 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Pembuatan preparat untuk pengukuran parameter struktur histologi hewan uji dilakukan di laboratorium MIPA Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Sedangkan pengujian kadar logam berat pada limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit dilakukan di Laboratorium Penguji Baristand Industri Banda Aceh (LABBA).

C. Alat dan Bahan

Tabel 3.1 Alat yang digunakan pada penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Akuarium	Sebagai wadah untuk pemeliharaan ikan
2.	Mikroskop	Untuk mengamati pengamatan struktur histologi ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i>)
3.	Termometer	Untuk mengukur suhu air
4.	pH-meter	Untuk mengukur pH air
5.	DO-meter	Untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam air
6.	Alat tulis	Untuk mencatat semua data yang diperoleh
7.	Penggaris	Untuk mengukur panjang ikan
8.	Timbangan digital	Untuk menimbang berat badan ikan
9.	Kertas label	Untuk menulis kode sampel
10.	Reactor COD	Untuk mengukur kadar COD dalam air limbah
11.	Aerator	Untuk menghasilkan gelombang udara di dalam air
12.	Saringan	Untuk menyaring air
13.	Gelas ukur	Untuk mengukur volume air
14.	Kamera	Untuk mengambil gambar dan dokumentasi kegiatan penelitian
15.	Tally counter	Untuk menghitung pergerakan operkulum ikan

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan pada penelitian

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Air Limbah Hasil IPAL Rumah Sakit	Sebagai media hidup ikan mas ((<i>Cyprinus carpio</i> L.)
2.	Ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	Sebagai sampel penelitian
3.	Nutrisi PS99	Sebagai nutrisi untuk ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.)
4.	Aquades	Sebagai pengencer konsentrasi limbah

D. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati meliputi uji hayati Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rumah sakit terhadap tiga parameter, yaitu :

1. Pengamatan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

2. Pengamatan adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.), bertujuan untuk melihat perubahan fisiologi yang dapat diamati melalui aktivitas pergerakan, persentase gerak operkulum dan pendarahan pada ikan mas. Untuk mengetahui aktivitas pergerakannya dapat ditulis dengan angka 0 jika mengalami kematian, 1 jika tidak aktif, 2 jika sangat aktif dan 3 jika aktif.⁹⁹

Untuk yang mengalami pendarahan ditandai dengan (+), sedangkan yang tidak mengalami pendarahan ditandai dengan (-).

3. Pengamatan struktur histologi secara mikroskopis bertujuan untuk mengamati kerusakan jaringan hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) secara signifikan. Kerusakan yang diamati pada struktur histologi hati ikan mas antara lain degenerasi, hemoragi dan nekrosis.

E. Prosedur Penelitian

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan sebelum penelitian dilakukan, untuk menentukan lokasi penelitian, mempersiapkan instrumen penelitian, mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan serta menentukan waktu penelitian yang akan digunakan dalam penelitian selanjutnya. Berdasarkan studi pendahuluan tersebut dapat diketahui bahwa air limbah rumah sakit uji mengandung senyawa-senyawa organik yang dapat membahayakan kondisi sekitar lingkungan rumah sakit uji, selain itu juga terdapat beberapa parameter

⁹⁹Samsul Kamal, *Penuntun Praktikum Fisiologi Hewan*, (Banda Aceh: Uin Ar-Raniry, 2017), h.20.

lainnya, seperti BOD, COD, TSS dan pH yang masih memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan, namun tetap diperlukannya uji biologis untuk melihat berapa besar pengaruhnya terhadap ikan mas.

2. Pengumpulan Data dan Pengamatan Langsung

2.1 Adaptasi pada Bak Penampungan

Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) diperoleh dari Balai Pembenihan Ikan, Janthoe, Aceh Besar. Ikan mas selanjutnya dipelihara di tempat penelitian dalam akuarium berukuran 25 cm x 25 cm, akuarium tersebut telah dilengkapi alat kompresor oksigen dan saringan dengan suhu kamar 29-30 °C. Ikan dimasukkan sebanyak 10 ekor ke dalam akuarium yang berisi 6 liter air.

Tahap adaptasi Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dilakukan selama 1 minggu agar dapat menyesuaikan diri dengan kondisi air di laboratorium.¹⁰⁰ Selama adaptasi ikan mas diberi pakan pelet dengan frekuensi pemberian pakan yaitu dua kali sehari: pagi jam 09.00 WIB dan siang jam 15.00 WIB.¹⁰¹ Ikan mas yang digunakan untuk penelitian mempunyai ukuran panjang rata-rata 5,13±0,06 cm/ekor dan bobot rata-rata 3,01±0,10 g/ekor.¹⁰²

¹⁰⁰Rifky Luvia Yuliani, dkk., "Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry Terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)," *SP-017-8*, (2015), h. 823.

¹⁰¹Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat...", h. 47.

¹⁰²Arifin Mustofa, dkk, "Pengaruh Periode Pemuasaan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)," *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Vol. 7, No. 1, (2018), h. 19.

2.2 Paparan Konsentrasi Air Limbah

- a. Setelah selama satu minggu adaptasi, ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dikeluarkan terlebih dahulu dari akuarium dan dimasukkan ke dalam wadah penampungan lain untuk sementara.
- b. Akuarium yang telah digunakan pada waktu adaptasi dibersihkan terlebih dahulu.
- c. Disiapkan air limbah hasil IPAL rumah sakit dan akuades.
- d. Dilakukan pengenceran air limbah hasil IPAL rumah sakit dengan akuades langsung di dalam akuarium tersebut, dengan menggunakan kadar konsentrasi sebagai berikut:

P0 = Air limbah 0 liter dan 6 liter akuades (0% : 100%)

P1 = Air limbah 0,9 liter dan akuades 5,1 liter (15% : 85%)

P2 = Air limbah 1,8 liter dan akuades 4,2 liter (30% : 70%)

P3 = Air limbah 2,7 liter dan akuades 3,3 liter (45% : 55%)

P4 = Air limbah 3,6 liter dan akuades 2,4 liter (60% : 40%)

P5 = Air limbah 4,5 liter dan akuades 1,5 liter (75% : 25%)

Konsentrasi air limbah yang ditentukan didasarkan atas pertimbangan, bahwa limbah yang digunakan yaitu limbah hasil IPAL rumah sakit yang telah diolah terlebih dahulu menggunakan IPAL, namun tetap dikhawatirkan apabila menggunakan limbah yang konsentrasinya diatas 75% (konsentrasi tinggi) akan menyebabkan unsur kimia yang terkandung dalam air memberikan dampak yang signifikan terhadap hewan uji, maka dari itu dilakukan pengenceran berdasarkan konsentrasi yang dimulai dari 15%, 30%, 45%, 60% dan 75%.

- e. Setelah pengenceran selesai, ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dimasukkan kembali ke dalam akuarium yang telah berisi air limbah dengan berbagai konsentrasi.
- f. Dilakukan pengamatan dan pencatatan tingkat kelangsungan hidup dan adaptasi tingkah laku ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) setiap harinya dimulai dari jam ke-1 pemaparan limbah, jam ke-2, jam ke-4, jam ke-24, jam ke-48, jam ke-72, jam ke-96, jam ke-120 dan jam ke-144 sebagai pengamatan terakhir.
- g. Kemudian setelah perlakuan selama satu minggu (144 jam), satu ekor ikan yang mewakili dari setiap konsentrasi diambil dan dibawa ke Laboratorium MIPA Universitas Syiah Kuala untuk diambil organ hati dan dibuat preparat awetan kaca struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).
- h. Preparat awetan kaca struktur histologi hati ikan mas dibawa ke Laboratorium Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry untuk diidentifikasi.

F. Hipotesis Penelitian

- Ha : Air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit berpengaruh terhadap kelangsungan hidup, adaptasi fisiologi dan struktur histologi organ hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).
- H0 : Air limbah hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) rumah sakit tidak berpengaruh terhadap kelangsungan hidup, adaptasi fisiologi dan struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.).

G. Teknik Analisis Data

1. Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Kelangsungan hidup ikan uji diperoleh dengan mengikuti rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Dimana :

SR = Kelangsungan hidup hewan uji (%)

N_t = Jumlah ikan uji pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah ikan uji pada awal penelitian (ekor).¹⁰³

2. Adaptasi Fisiologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.).

Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian diolah dengan menggunakan teknik analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh limbah hasil instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada berbagai kadar konsentrasi terhadap adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Pada rancangan acak lengkap (RAL), standar dalam pengambilan keputusan untuk menguji hipotesis:

- 1) Apabila $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka hipotesis ditolak
- 2) Apabila $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka hipotesis diterima

Akan diuji lanjut apabila nilai KK (Koefisien Korelasi) yang diketahui sebagai berikut:

¹⁰³Siti Rudiyaniti dan Astri Diana Ekasari, Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* Linn) pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G, *Jurnal Saintek Perikanan*, VOL. 5, NO. 1, (2009), h. 41-41.

- 1) Jika KK (Koefisien Korelasi) besar, (*minimal 10% pada kondisi homogeny atau minimal 20% pada kondisi heterogen*) uji lanjutan yang sebaik-baiknya digunakan adalah uji Duncan, karena uji ini dapat dikatakan yang paling teliti.
- 2) Jika KK (Koefisien Korelasi) besar, (*minimal 5-10% pada kondisi homogeny atau minimal 10-20% pada kondisi heterogen*) uji lanjutan yang sebaik-baiknya digunakan adalah uji BNT, karena uji ini dapat dikatakan berketelitian sedang.
- 3) Jika KK (Koefisien Korelasi) kecil, (*minimal 5% pada kondisi homogeny atau minimal 10% pada kondisi heterogen*) uji lanjutan yang sebaik-baiknya digunakan adalah uji BNJ (Beda Nyata Jujur), karena uji ini dapat dikatakan kurang teliti.¹⁰⁴

3. Hasil Histologi Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Data dari gambaran struktur histologi hati ikan mas (*cyprinus carpio* L.) dianalisis secara deskriptif. Analisis deskriptif merupakan metode analisis yang bertujuan mendeskripsikan atau menjelaskan sesuatu hal apa adanya.¹⁰⁵

¹⁰⁴Kemas dan Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*, (Jakarta: Rajawali Press, 2010), h. 41.

¹⁰⁵Ali Baroroh, *Trik-Trik Analisis Statistik Dengan SPSS15*, (Jakarta: Gramedia, 2008), h. 1.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengaruh Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Hasil penelitian mengenai pengaruh air limbah hasil IPAL rumah sakit uji terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dalam jangka waktu satu minggu, diperoleh data kelangsungan hidup ikan mas pada berbagai konsentrasi air limbah, yaitu konsentrasi P₀ (kontrol), P₁ (15%), P₂ (30%), P₃ (45%), P₄ (60%), dan P₅ (75%). Data pengaruh air limbah hasil IPAL Rumah Sakit terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dalam waktu 144 jam terdapat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Duncan Rata-Rata Persentase Pengaruh Air Limbah Hasil IPAL Rumah Sakit Uji Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Kelangsungan Hidup		
Perlakuan Konsentrasi air limbah	N	$\bar{X} \pm SD$
P ₀ (0%)	4	100.00 ± .0000 ^a
P ₂ (15%)	4	77.50 ± 45.00 ^a
P ₃ (30%)	4	22.50 ± 45.00 ^b
P ₃ (45%)	4	30.00 ± 35.00 ^b
P ₄ (60%)	4	.0000 ± .00000 ^b
P ₅ (75%)	4	.0000 ± .00000 ^b
Total	24	38.33 ± 46.78

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Lampiran 6, diketahui bahwa data jumlah ikan mas yang hidup pada awal penelitian berjumlah 10 ekor dan jumlah ikan mas yang hidup setelah perlakuan berbeda di setiap konsentrasi. Hal ini menunjukkan adanya kematian pada ikan mas selama perlakuan akibat tingkat konsentrasi air limbah yang berbeda. Data rata-rata jumlah ikan mas setelah pemaparan selama satu minggu dapat dilihat bahwa rata-rata tingkat kelangsungan hidup ikan mas tertinggi terdapat pada perlakuan P_0 (kontrol) dengan nilai persentase kelangsungan hidup 100%, diikuti berturut-turut oleh perlakuan P_1 (15%), P_2 (30%) dan P_3 (45%) dengan masing-masing nilai persentase kelangsungan hidup sebesar 78%, 30% dan 40%. Perlakuan P_4 (60%) dan P_5 (75%) berdampak pada kematian seluruh sampel ikan mas dengan nilai persentase kelangsungan hidup 0%.

Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada taraf nyata 5% dapat dilihat dalam Lampiran 10, menunjukkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga dapat dinyatakan bahwa perlakuan dengan berbagai konsentrasi air limbah rumah sakit uji berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan (pemberian konsentrasi yang berbeda), maka perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan.

Berdasarkan hasil dari uji Duncan pengaruh air limbah hasil IPAL rumah sakit uji terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dalam waktu satu minggu, dapat dilihat pada Tabel 4.1 bahwa kelangsungan hidup ikan mas pada perlakuan P_0 (kontrol) dan P_1 (15%) tidak berbeda nyata. Sedangkan perlakuan diatas konsentrasi 15% (30% sampai 75%) sudah menurunkan tingkat kelangsungan hidup ikan mas secara nyata. Jumlah persentase kelangsungan hidup ikan mas disajikan dengan jelas dalam bentuk Gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1 Jumlah persentase kelangsungan hidup ikan mas selama satu minggu

Berdasarkan Gambar 4.1, diketahui bahwa persentase kelangsungan hidup ikan mas terus mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya konsentrasi dan waktu pemeliharaan. Hal ini dapat diketahui bahwa air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mempengaruhi kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.), pada perlakuan P_0

(kontrol) dan P₁ (15%) umumnya konsentrasi air limbah masih dapat ditoleransi oleh ikan mas sampai pada waktu penelitian 144 jam, perlakuan P₂ (30%) dan P₃ (45%) sebagian besar hanya dapat bertahan sampai waktu 48 jam. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi air limbah P₄ (60%) ikan mas hanya dapat bertahan dari waktu 24 jam sampai 48 jam, dan pada perlakuan konsentrasi air limbah P₅ (75%) semua ikan mas mati seluruhnya pada waktu 24 jam penelitian.

2. Pengaruh Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Adaptasi Fisiologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada berbagai konsentrasi dapat diamati melalui aktivitas pergerakan, persentase gerak operkulum dan pendarahan pada ikan mas. Perlakuan dilaksanakan dalam jangka waktu selama satu minggu dan diamati pada waktu yang telah ditentukan yang dimulai dari jam ke-1, 2, 4, 24, 48, 72, 96, 120, dan jam ke-144.

Data aktivitas pergerakan, persentase gerak operkulum dan pendarahan ikan mas dapat diperoleh dari pengamatan pada salah satu dari 10 ekor ikan mas yang terdapat dalam akuarium dari masing-masing konsentrasi. Data aktivitas pergerakan ikan mas ditulis dalam bentuk angka. Jika pada tabel aktivitas pergerakan ditulis angka 0 maka artinya ikan mengalami kematian, jika 1 berarti pergerakan ikan melambat, jika angka 2 berarti ikan bergerak dengan sangat aktif, dan jika digunakan angka 3 maka artinya pergerakan ikan aktif. Data hasil penelitian adaptasi fisiologi ikan mas disajikan sebagai berikut:

a. Jumlah rata-rata pergerakan ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Tabel 4.2 Data hasil uji Duncan terhadap jumlah rata-rata aktivitas pergerakan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama satu minggu

Perlakuan Konsentrasi Air Limbah	N	Rata-Rata Aktivitas Pergerakan					
		$\bar{X} \pm SD$					
		H1	H2	H3	H4	H5	H6
P ₀ (kontrol)	4	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a
P ₁ (15%)	4	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a	2,50 ± 1.00 ^a	3,00 ± .00 ^a	3,00 ± .00 ^a
P ₂ (30%)	4	2,00 ± 1.15 ^{ab}	1,00 ± .00 ^c	0,25 ± .500 ^c	0,50 ± .57 ^b	0,25 ± .50 ^{bc}	0,25 ± .50 ^b
P ₃ (45%)	4	2,00 ± 1.15 ^{ab}	0,75 ± .50 ^c	1,00 ± .81 ^b	0,50 ± .57 ^b	1,00 ± 1.41 ^b	0,50 ± .57 ^b
P ₄ (60%)	4	1,00 ± .00 ^{bc}	1,50 ± .57 ^c	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^b	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^b
P ₅ (75%)	4	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^d	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^b	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa pengamatan H1 sampai H6 pada perlakuan P₀ (kontrol) dan P₁ (15%) menunjukkan angka rata-rata 3, yang artinya aktivitas pergerakan ikan mas tetap dalam keadaan aktif. Pengamatan pada perlakuan P₂ (30%), P₃ (45%), P₄ (60%) dan P₅ (75%), menunjukkan angka rata-rata 2 (sangat aktif), 1 (kurang aktif) bahkan 0 (mengalami kematian).

Berdasarkan Lampiran 11, dapat diketahui hasil analisis keragaman (ANOVA) pada taraf nyata 5% memiliki nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga dapat dinyatakan bahwa perlakuan dengan berbagai konsentrasi air limbah rumah sakit uji berpengaruh terhadap aktivitas pergerakan ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan (pemberian konsentrasi yang berbeda), maka perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan jumlah rata-rata aktivitas pergerakan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama satu minggu pada

perlakuan P₀ (kontrol) dan P₁ (15%) tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan perlakuan P₂ (30%), P₃ (45%), P₄ (60%) dan P₅ (75%). Hal tersebut membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi air limbah yang diberikan semakin menurun aktivitas pergerakan ikan mas.

b. Jumlah rata-rata persentase gerak operkulum ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Tabel 4.3 Data hasil uji Duncan terhadap jumlah rata-rata persentase gerak operkulum ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama satu minggu

Perlakuan Konsentrasi air limbah	N	Rata-Rata Persentase Gerak Operkulum					
		$\bar{X} \pm SD$					
		H1	H2	H3	H4	H5	H6
P ₀ (0%)	4	61,00 ± 11.40 ^a	74,00 ± .81 ^a	60,25 ± 6.18 ^a	60,00 ± 5.35 ^a	47,75 ± 5.73 ^a	42,75 ± 2.87 ^a
P ₁ (15 %)	4	53,25 ± 11.44 ^{ab}	46,25 ± 8.65 ^a	35,25 ± 9.91 ^b	39,25 ± 9.46 ^b	43,25 ± 8.65 ^a	32,00 ± 2.16 ^a
P ₂ (30%)	4	38,75 ± 1.70 ^c	71,00 ± 2.44 ^b	8,25 ± 16.50 ^b	15,50 ± 17.97 ^c	9,50 ± 19.00 ^b	8,00 ± 16.00 ^b
P ₃ (45%)	4	46,50 ± 6.24 ^{bc}	27,50 ± 18.59 ^b	25,00 ± 17.64 ^c	15,50 ± 17.97 ^c	14,50 ± 16.76 ^b	13,50 ± 15.67 ^b
P ₄ (60%)	4	21,00 ± 2.58 ^d	38,50 ± 32.33 ^b	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^b	0,00 ± .00 ^b
P ₅ (75%)	4	0,00 ± 8.00 ^e	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^c	0,00 ± .00 ^b	0,00 ± .00 ^b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

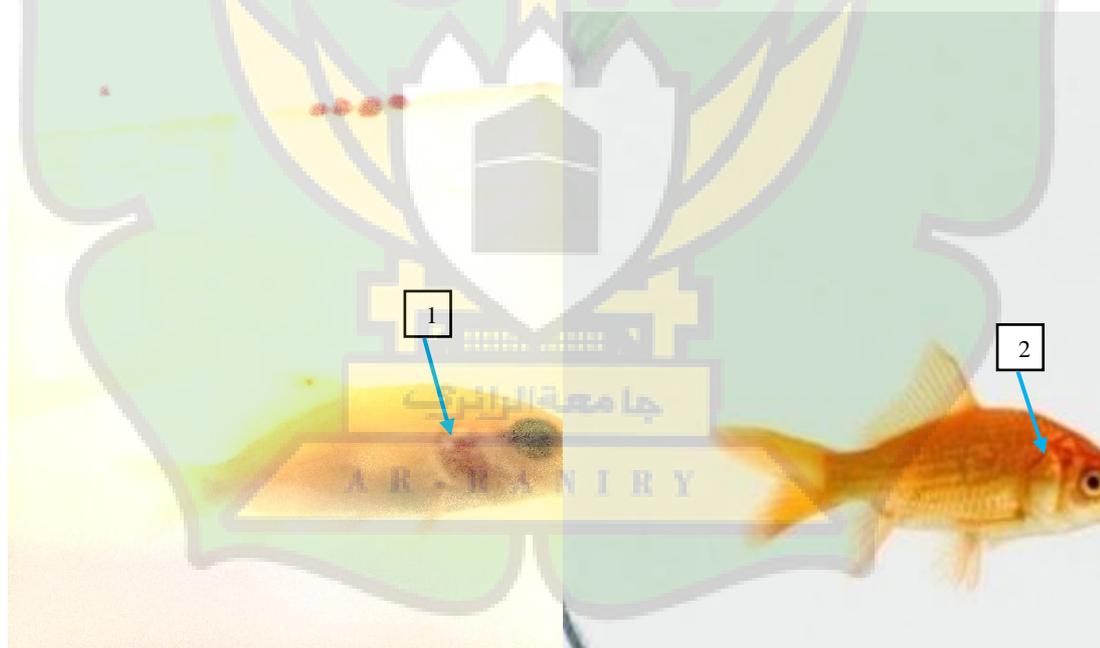
Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa pengamatan H1 sampai H6 terhadap persentase gerak operkulum pada berbagai konsentrasi menunjukkan angka persentase gerak operkulum semakin menurun sejalan dengan hari pemaparan. Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada taraf nyata 5% dapat dilihat dalam Lampiran 11, menunjukkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga dapat dinyatakan bahwa perlakuan dengan berbagai konsentrasi air limbah rumah sakit uji berpengaruh nyata terhadap persentase gerak operkulum ikan mas. Untuk mengetahui perbedaan pada setiap

perlakuan (pemberian konsentrasi yang berbeda), maka perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan.

Berdasarkan Tabel 4.3 hasil uji Duncan menunjukkan bahwa jumlah rata-rata persentase gerak operkulum ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama satu minggu menunjukkan persentase gerak operkulum ikan mas pada perlakuan P₀ (kontrol) dan P₁ (15%) tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan perlakuan P₂ (30%), P₃ (45%), P₄ (60%) dan P₅ (75%).

c. Pendarahan pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Pendarahan terhadap insang ikan mas setelah pemaparan 48 jam pada P₄ (60%) dapat diamati pada Gambar 4.2.

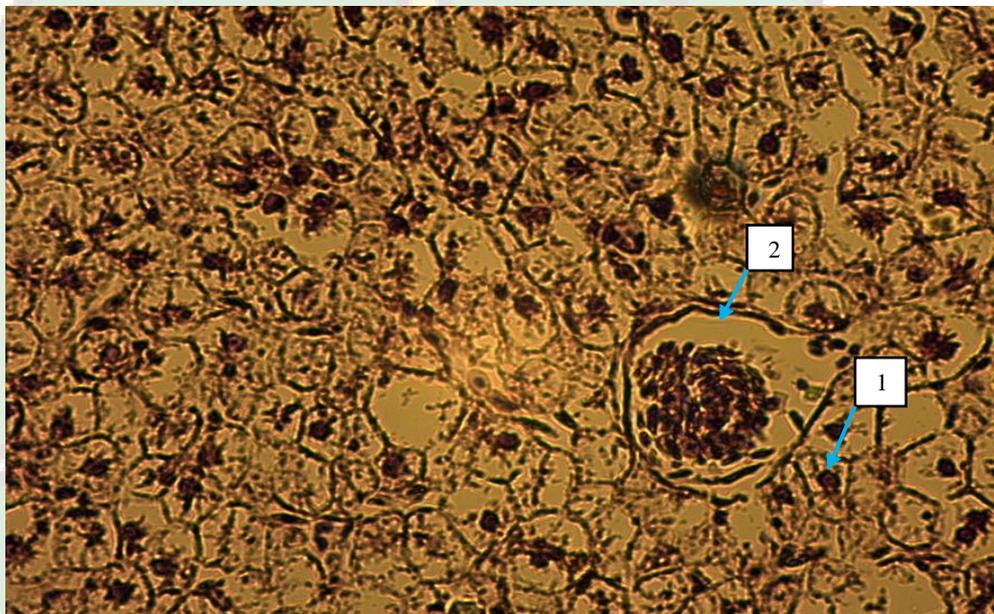


Gambar 4.2 Pendarahan pada ikan mas

Keterangan: (1) Insang ikan mas yang mengalami pendarahan; (2) Insang ikan mas normal

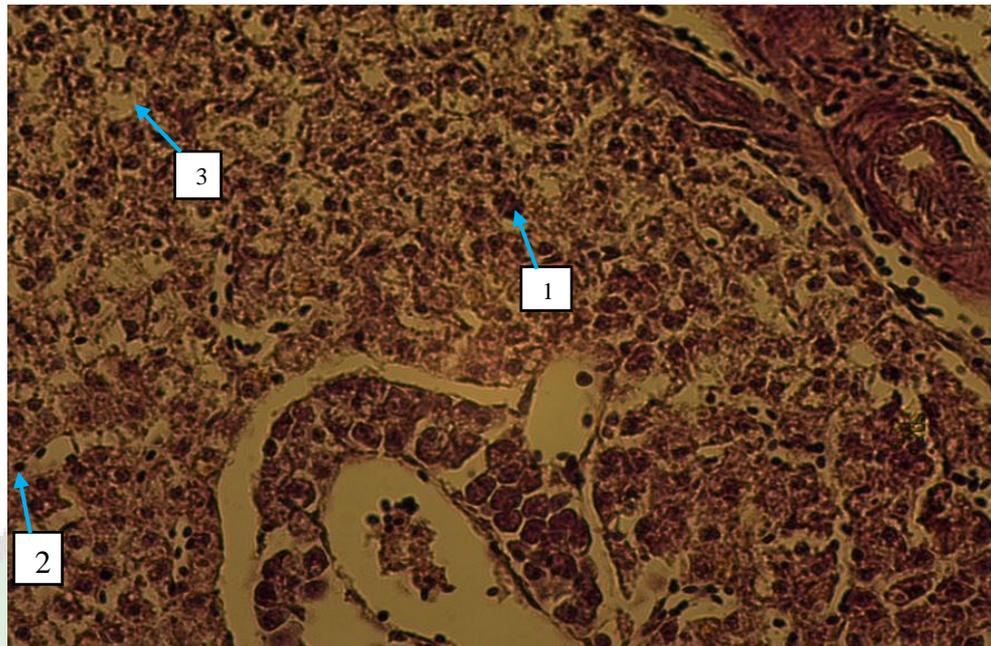
3. Pengaruh Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Histologi Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) setelah pemaparan air limbah hasil IPAL rumah sakit uji pada perlakuan P₀ (kontrol), P₁ (15%), P₂ (30%), P₃ (45%), P₄ (60%) dan P₅ (75%) dengan skala 50 μ m (1:50) dapat diamati pada Gambar 4.3 – 4.8.



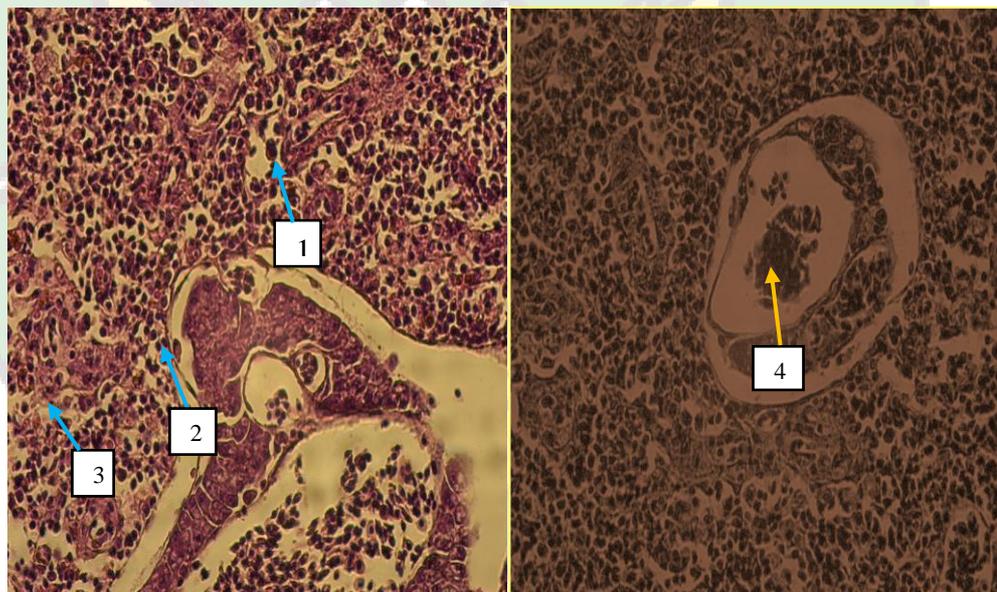
Gambar 4.3 Perlakuan P₀ (kontrol)

Keterangan: (1) Hepatosit; (2) Vena sentralis



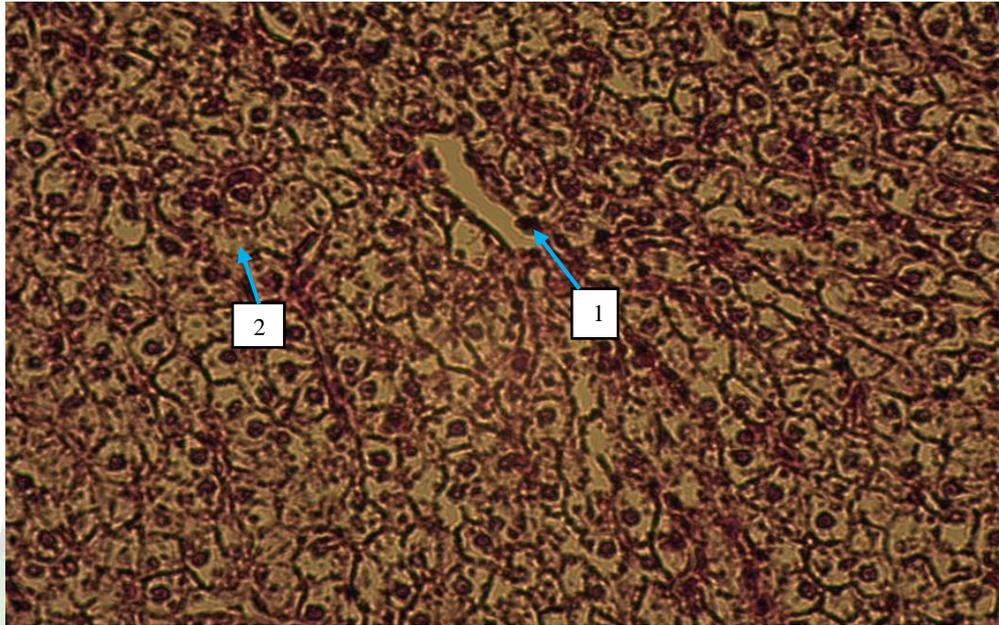
Gambar 4.4 Perlakuan P₁ (15%)

Keterangan : (1) Sel-sel radang; (2) Degerasi; (3) Nekrosis

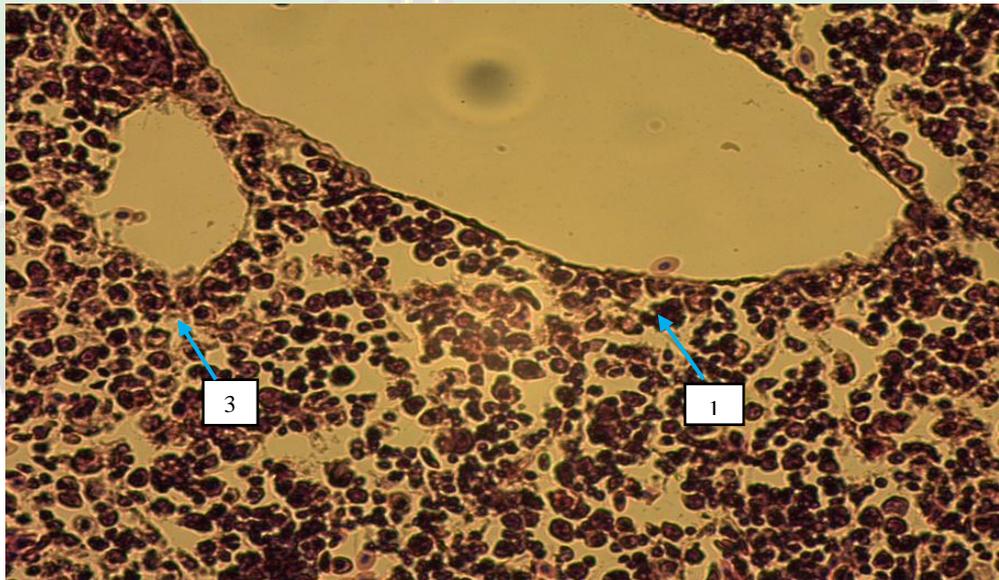


Gambar 4.5 Perlakuan P₂ (30%)

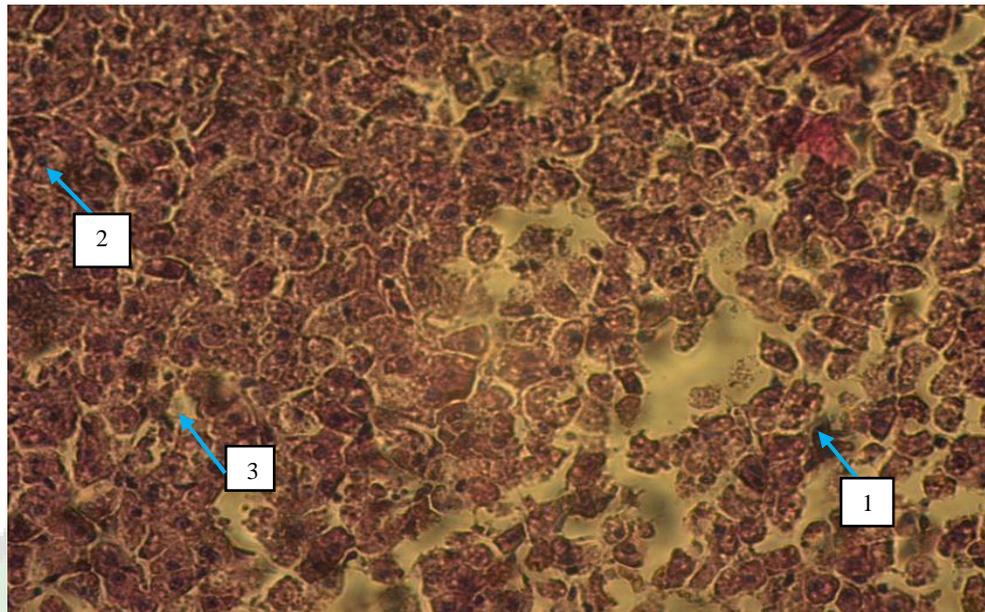
Keterangan : (1) Sel-sel radang; (2) Degenerasi; (3) Nekrosi; (4) Hemoragi



Gambar 4.6 Perlakuan P₃ (45%)
Keterangan : (1) Sel-sel radang; (2) Nekrosis



Gambar 4.7 Perlakuan P₄ (60%)
Keterangan : (1) Sel-sel radang; (2) Nekrosis



Gambar 4.8 Perlakuan P₅ (75%)

Keterangan : (1) Sel-sel radang; (2) Degenerasi; (3) Nekrosis

4. Pemanfaatan Hasil Penelitian Pengaruh Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan

Hasil penelitian mengenai pengaruh air limbah hasil IPAL (instalasi pengolahan air limbah) rumah sakit terhadap ikan mas (*cyprinus carpio* l.) selain berguna untuk memberikan informasi seputar pengaruh air limbah terhadap kesehatan dan lingkungan sekitar, juga dapat dijadikan sebagai modul praktikum.

B. Pembahasan

1. Pengaruh Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Berdasarkan hasil perhitungan analisis ragam (ANOVA) pengaruh air limbah hasil IPAL Rumah Sakit uji terhadap kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama satu minggu, menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi air limbah rumah sakit uji berpengaruh nyata secara signifikan terhadap kelangsungan hidup ikan mas.

Kelangsungan hidup ikan mas dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu faktor yang berasal dari dalam tubuh ikan itu sendiri antara lain daya tahan tubuh terhadap penyakit, dan efisiensi jumlah pakan yang dapat diserap tubuh menjadi energi untuk tumbuh. Faktor eksternal meliputi kondisi lingkungan dimana ikan hidup berdasarkan sifat kimia, sifat fisika dan biologi perairan.¹⁰⁶

Pengamatan secara visual terhadap sampel ikan mas yang mati pada perlakuan P₄ (60%) dan P₅ (75%) menunjukkan bahwa ikan tersebut mengalami keracunan, dengan ciri-ciri tubuh ikan mas yang mati menjadi berwarna pucat dan banyak

¹⁰⁶Ofan Bosman, dkk, "Toksistas Limbah Cair Lateks Terhadap Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan Dan Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Patin (*Pangasius* sp.), *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, Vol. 1, No. 2, (2013), h. 155.

lapisan lendir di permukaan tubuh.¹⁰⁷ Secara klinis hewan yang terkontaminasi racun memperlihatkan tingkah laku yang berbeda dengan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil, dan cenderung berada di dasar. Adaptasi perilaku tersebut merupakan suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek lethal yang terjadi lambat.¹⁰⁸

Persentase kelangsungan hidup ikan mas juga menurun sejalan dengan semakin tinggi konsentrasi larutan air limbah hasil IPAL yang dilarutkan pada media hidup ikan mas, seperti pada pengamatan P₅ (75%) ikan mas mati dalam waktu 24 jam. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi kimia air yang mengandung amonia (NH₃) yang cukup tinggi sebesar 8, 15 mg/L dan melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kep-Men LH No. 51 Th. 2004 yaitu 0,3 mg/L.¹⁰⁹

Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dari penelitian yang dilakukan Candra (2009) terhadap kajian uji hayati air limbah hasil instalasi pengolahan air limbah rumah sakit dr. Ramelan Surabaya, dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa keberadaan unsur NH₃ dalam air limbah hasil IPAL rumah sakit tersebut memiliki batas toleransi tertinggi sampai 50%. Jika diatas konsentrasi 50% (75% sampai

¹⁰⁷Ratih Ida Adhariani, dkk, "Pengaruh Kontaminasi Insektisida Profenofos terhadap Fisiologis Ikan Nila Merah (*Oreochromis Sp.*), *J. Manusia dan Lingkungan*, Vol. 22, No. 2, (2016), h. 368.

¹⁰⁸Siti Rudiyaniti, dkk, "Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan...", h. 44.

¹⁰⁹Endang Supriyantini, dkk, "Konsentrasi Bahan Organik pada Perairan Mangrove di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan, " *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*, Vol. 6, No.1, (2017), h. 6.

100%), maka spesies uji tidak mampu bertoleransi lagi.¹¹⁰ Konsentrasi amonia 0,5-2 mg.L⁻¹ akan bersifat racun pada organisme akuatik khususnya *catfish*, dan kisaran konsentrasi amonia yang baik untuk kehidupan ikan adalah kurang dari 2,4 mg/L.¹¹¹

Kelangsungan hidup berkaitan erat dengan toleransi dan resistensi suatu organisme pada kondisi tertentu baik kondisi abiotik (contohnya kualitas air) maupun kondisi biotik (contohnya adanya organisme patogen).¹¹² Dalam kaitanya dengan amonia (NH₃), maka jika suatu spesies ikan uji mampu bertahan hidup pada kondisi amonia tertentu maka ikan uji tersebut dianggap toleran. Sedangkan jika ikan uji tidak mampu bertahan hidup pada kondisi amonia tertentu maka dapat dikatakan ikan uji tidak mampu bertoleransi terhadap kondisi air limbah yang mengandung amonia tersebut.

2. Pengaruh Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Adaptasi Fisiologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Berdasarkan pengamatan terhadap adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dapat diketahui bahwa air limbah hasil IPAL rumah sakit uji memberi pengaruh negatif terhadap tingkah laku ikan mas yang ditunjukkan dengan melambatnya aktivitas gerak tubuh dan gerakan operculum insang seiring berjalannya

¹¹⁰Candra Putra Prokoso, dkk, "Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil Instalasi...", h.30.

¹¹¹Ofan Bosman, dkk, "Toksistas Limbah Cair Lateks...", h. 155.

¹¹²Muhammad Wahyu Firdaus, dkk., " Analisis Adaptasi Perubahan Salinitas dan Survival Rate Ikan Koan (*Ctenopharyngodon idella*) sebagai Alternatif Umpan Hidup Pada Pole and Line," *Journal Of Fisheries Resources Utilization Managemen and Technology*, Vol. 7, No. 2, (2018), h. 26.

waktu pemaparan, pergerakan tanpa arah serta banyaknya lendir pada permukaan kulit.¹¹³ Perubahan lingkungan yang negatif dari respon akibat stres pada tubuh ikan akan melalui proses secara bertahap. Pertamakali ikan akan berusaha menghindari stressor, walaupun tidak memungkinkan atau tidak bisa menghindar, ikan akan mencoba berusaha ke tingkat adaptasi.¹¹⁴

a. Aktivitas pergerakan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Aktivitas pergerakan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang diamati selama satu minggu, dimulai dari jam ke-1 setelah perlakuan, diikuti jam ke-2, 4, 24, 48, 72, 96, 120 dan jam ke- 144. Pengamatan pada jam ke-1, 2 dan jam ke-4 H1, menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan secara signifikan terhadap ikan mas yang dimasukkan ke dalam media pemeliharaan ikan mas. Hal ini ditandai dengan pergerakan serta respon renang yang masih aktif.

Pengamatan pada jam ke-24 setelah perlakuan ikan mas yang berada pada konsentrasi P₅ (75%) mengalami kematian secara mendadak dan rata-rata ikannya tergeletak di dasar akuarium. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan White *et al.*, (2007) pada penelitian toksisitas letal akut limbah cair tenun troso terhadap ikan mas yang mengalami kematian secara mendadak akibat ketidak mampuan ikan mentoleransi perubahan kualitas air tersebut. Adanya

¹¹³Ilham Zulfahmi, dkk, "Toksistas Limbah Cair Kelapa...., h. 52.

¹¹⁴Muhammad Wahyu Firdaus, dkk., " Analisis Adaptasi Perubahan,...h. 24.

perubahan kondisi fisik air akibat pendedahan bahan toksik dapat mengganggu respon fisiologis yang kemudian mengganggu sistem keseimbangan tubuh.¹¹⁵

Pengamatan pada konsentrasi P₄ (60%), P₃ (45%), P₂ (30%) dan P₁ (15%) umumnya ikan mas berada di tepi akuarium dengan respon yang lemah, sedangkan sisanya berenang tanpa arah yang jelas, sehingga pada selang waktu 48 hingga 144 jam kematian yang rata-rata ditandai dengan perubahan keseimbangan tubuh. Perubahan yang teramati sebelum ikan mas mati yaitu ikan mas tampak semakin melemah, bergerak tidak teratur dengan posisi tubuh tidak seimbang, dan akhirnya ikan mengalami kematian, sedangkan perlakuan P₀ (kontrol) menunjukkan perbedaan yang jelas, di mana ikan mas berenang aktif dan tidak ditemukan ikan mati sampai waktu pemaparan. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas media pemeliharaan ikan selama pengujian dalam kondisi baik.

b. Persentase gerak operkulum ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Bukaan operkulum merupakan tempat pertukaran gas dalam insang. Berdasarkan Tabel 4.3 dan Lampiran 7, dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama waktu pemaparan air limbah hasil IPAL rumah sakit uji terhadap ikan mas dapat menurunkan persentase gerak operkulum. Hal ini berdampak pada ikan mas yang semakin sulit memperoleh oksigen sehingga persentase gerak operkulum semakin cepat pada awal pemaparan dan berangsur-

¹¹⁵Agus Ulin Nuha, dkk., " Toksisitas Letal Akut Limbah Cair Tenun Troso Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.), *Jurnal Life Sciense*, Vol. 5, No.1, (2016), h. 6.

angsur menurun, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada ikan karena kekurangan oksigen terlarut untuk proses respirasi.

Pengaruh menurunnya persentase gerak operkulum diduga karena adanya bahan toksik berupa amonia (NH_3) yang dapat merusak fungsi respirasi dari insang sehingga proses metabolisme dalam tubuh terganggu.¹¹⁶ Kandungan amonia (NH_3) lebih dari 1 ppm dapat menghambat daya serap haemoglobin darah terhadap oksigen dan ikan akan mati karena sesak napas.¹¹⁷

c. Pendarahan pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Lampiran 8, diketahui bahwa terjadinya pendarahan pada perlakuan P₄ (60%) terhadap insang ikan mas setelah pemaparan 48 jam. Gejala klinis tersebut juga tidak berbeda jauh dengan penelitian Sitohang (2004) dimana adanya senyawa racun di lingkungan hidup ikan yang menyebabkan gejala kerusakan yang ditandai dengan adanya pendarahan pada insang, yang diikuti pembengkakan pada percabangan lamella dan perubahan sekresi mukosa (lendir).¹¹⁸

¹¹⁶Jacqueline M.F. Sahetapy dan Ruku R. Borut, "Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Deterjen Bubuk Terhadap Frekuensi Buka-an Operkulum dan Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Vol. 14, No. 1, (2018), h. 38.

¹¹⁷Ayuseara Putri Gayosia, dkk., "Kualitas Air Akibat Aktivitas Penduduk di Daerah Tangkapan Air Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah," *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, Vol. 4, No. 1, (2015), h. 550.

¹¹⁸Mariani Natalia, "Pengaruh Plumbum (Pb) terhadap Struktur Insang Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)," *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 12, No. 1, (2007), h. 44.

3. Pengaruh Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Uji Terhadap Histologi Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)

Hati merupakan organ penting yang mensekresikan zat makanan untuk proses pencernaan. Organ ini umumnya merupakan suatu kelenjar yang kompak, berwarna merah kecoklatan. Hati juga termasuk salah satu organ yang sangat rentan terhadap pengaruh zat kimia dan menjadi organ sasaran utama dari efek racun zat kimia (toksikan).¹¹⁹

Kerusakan histologi hati ikan mas akibat paparan air limbah hasil IPAL rumah sakit uji yang mengandung amonia (NH_3) berlangsung relatif cepat berturut-turut dari konsentrasi paling tinggi 75% hingga yang paling rendah 15%. Kerusakan hati karena zat toksik dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis zat kimia, dosis yang diberikan dan lamanya pemberian zat tersebut. Semakin tinggi konsentrasi suatu senyawa yang diberikan maka respons toksik yang ditimbulkan semakin besar.¹²⁰

Proses masuknya senyawa organik (amonia) dalam suatu makhluk hidup perairan melalui dua cara yaitu, sistem respirasi dan sistem pencernaan. Senyawa organik masuk ke dalam sistem respirasi melalui insang, sedangkan pada sistem pencernaan masuk melalui rongga mulut. Senyawa organik yang telah masuk ke

¹¹⁹Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat Terhadap Benih Ikan Nila Gift (*Oreochromis Niloticus*, Bleeker): Analisis Histologi Hati dan Insang," *Jurnal Acta Aquatica*, Vol. 3, No.2, (2016), h. 50.

¹²⁰Mulya Fahmi, dkk., "Gambaran Histopatologis Hati Tikus (*Rattus norvegicus*) yang diinfeksi *Trypanosoma evansi* Setelah Pemberian Ekstrak Kulit Batang Jaloh (*Salix tetrasperma* Roxb)," *Jurnal Medika Veterinaria*, Vol. 9, No. 2, (2015), h. 144.

dalam tubuh melalui kedua sistem tersebut akan bercampur dengan cairan sirkulasi yang akan berlanjut untuk metabolisme atau disimpan dalam bentuk lipid. Senyawa organik yang tidak terurai tersebut ketika masuk kedalam metabolisme jika bersifat toksik akan didetoksifikasi di hati untuk selanjutnya oleh ginjal dalam bentuk urin.¹²¹

Hasil pengamatan pada jaringan hati di bawah mikroskop setiap perlakuan menunjukkan perbedaan. Untuk jaringan hati ikan mas pada perlakuan P₀ (kontrol) jaringan hati ikan mas tetap dalam keadaan normal. Hal ini ditandai struktur histologi hati ikan mas yang normal dengan adanya sel hepatosit, vena sentralis dan sinusoid pada komposisi lobulus hati.¹²²

Hasil pengamatan jaringan hati ikan mas yang telah dipaparkan air limbah rumah sakit uji dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan terjadi perubahan atau kerusakan struktur histologi hati. Air limbah rumah sakit uji yang mengandung amonia (NH₃) terbukti mempunyai sifat toksik, hal tersebut dapat diamati pada struktur histologi hati ikan mas gambar 3 hingga 7. Perlakuan struktur histologi hati ikan mas P₁ (15%), P₂ (30%), P₃ (45%), P₄ (60%) dan P₅ (75%) menunjukkan terjadinya sel-sel radang hati, degenerasi, hemoragi bahkan nekrosis.

Peradangan sel hati terjadi pada semua perlakuan kecuali kontrol (tanpa paparan air limbah). Peradangan terberat ditemukan pada jaringan hati ikan mas yang

¹²¹Dita Adiati Fitriana, dkk., "Toksitas Limbah Cair Nata De Coco terhadap Kelangsungan Hidup dan Struktur Histologik Hepatopankreas pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)," *Jurnal Prodi Biologi*, Vol. 6, No. 5, (2017), h. 279.

¹²² Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat,...h. 50.

diberi perlakuan P₅ (75%) dan P₄ (60%), sedangkan peradangan teringan terjadi pada jaringan hati ikan mas yang diberi perlakuan P₁ (15%) air limbah hasil IPAL rumah sakit uji. Peradangan merupakan respon dasar tubuh terhadap infeksi, iritasi atau cedera lainnya yang ditandai dengan kemerahan, bengkak dan nyeri.¹²³ Respon peradangan pada sel hati ikan mas ditunjukkan dengan adanya jaringan berwarna merah karena banyak eritrosit. Respon peradangan ini bertujuan untuk pemulihan jaringan serta menekan agen penyebab nekrosis. Akan tetapi, apabila infeksi terus – menerus maka akan menyebabkan sel kehilangan kemampuan dalam regenerasi.¹²⁴

Kerusakan sel yang mengalami degenerasi dapat diamati pada Gambar 4.4, 4.5 dan 4.8 yaitu inti sel terdesak ke tepi, mengecil dan berwarna lebih pekat serta pada sitoplasmanya terdapat vakuola yang berisi lemak. Hal ini disebabkan karena lemak tidak dapat dikeluarkan dari dalam sel. Degenerasi lemak terjadi karena sel mengalami defisiensi oksigen dan zat makanan ini dapat mengganggu proses pembentukan energi, sehingga sintesis protein menurun, yang akhirnya sel tidak mampu membentuk protein. Protein tidak terbentuk maka lemak tidak dapat dikeluarkan dari sel dan akan terjadi akumulasi dalam bentuk degenerasi lemak.¹²⁵

¹²³N. L. P. Rischa Phadmacanty, dkk., “Pengaruh (+)-2,2’ -Episitoskirin A dalam Menurunkan Peradangan Hati Mencit (*Mus Musculus*) yang diinfeksi *Staphylococcus Aureus*, “ *J. Zoo Indonesia*, Vol. 25, No. 2, (2016), h. 85.

¹²⁴Sukarni, “Kajian Penggunaan Ciprofloxacin terhadap Histologi Insang dan Hati Ikan Botia (*Botia macracanthus*, Bleeker) yang diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*,” *J. Exp. Life Sci*, Vol. 2, No. 1, (2012), h. 10.

¹²⁵Widya Sari, dkk, “Struktur Mikroskopik Hati Ikan *Seurukan*,...h. 36.

Hemoragi atau pendarahan ditandai dengan adanya bintik darah dalam pembuluh darah.¹²⁶ Hal tersebut dapat diamati pada struktur histologi hati ikan mas pada Gambar 4.5 perlakuan P₂ (30%). Hemoragi ini terjadi bila kongesti sudah sangat parah, maka pembuluh darah akan pecah dan darah berada pada tempat yang tidak semestinya (pendarahan).

Nekrosis merupakan kematian sel atau jaringan pada organisme hidup. Secara mikroskopis terjadinya nekrosis dapat ditandai dengan intinya yaitu hilangnya gambaran kromatin, inti menjadi keriput, tidak vasikuler lagi, inti tampak lebih padat, warnanya gelap hitam (piknosis), inti terbagi atas fragmen-fragmen (karioreksis), inti tidak lagi mengambil warna banyak karena itu pucat tidak nyata (kariolisis). Nekrosis pada hati bisa juga disebabkan pengaruh langsung agen yang bersifat toksik seperti zat kimia maupun toksik kuman (nekrosis toksopatik).¹²⁷ Hal ini sama dengan yang terjadi pada penelitian Jamin (2016) bahwa nekrosis terjadi setelah suplai darah hilang atau setelah terpapar toksin dan ditandai dengan pembengkakan sel, denaturasi protein dan kerusakan organel sel (dapat dilihat pada Gambar 4.4 - 4.8).¹²⁸

Berdasarkan Lampiran 9, diketahui bahwa pengukuran terhadap parameter fisik kimia air yang diukur meliputi suhu dan pH pada ikan mas selama penelitian menunjukkan hasil pengukuran suhu berkisar antara 21-23 °C. Kisaran

¹²⁶ Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat,...h. 50

¹²⁷ Mulya Fahmi, dkk., "Gambaran Histopatologis Hati Tikus,...h. 145.

¹²⁸ Jamin, "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat,...h. 50.

suhu tidak menunjukkan perbedaan yang menonjol selama waktu penelitian dan masih mendukung untuk kehidupan ikan mas. Derajat keasaman (pH) berkisar antara 7-8 atau bersifat basa dan dianggap masih cukup baik untuk menunjang kehidupan ikan mas. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengukuran parameter fisik kima air sebelum penelitian, seperti BOD, COD, TSS dan pH yang masih memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Secara umum masing-masing parameter kadarnya masih dalam kisaran layak untuk kehidupan ikan mas selama pemaparan air limbah hasil IPAL rumah sakit uji.¹²⁹

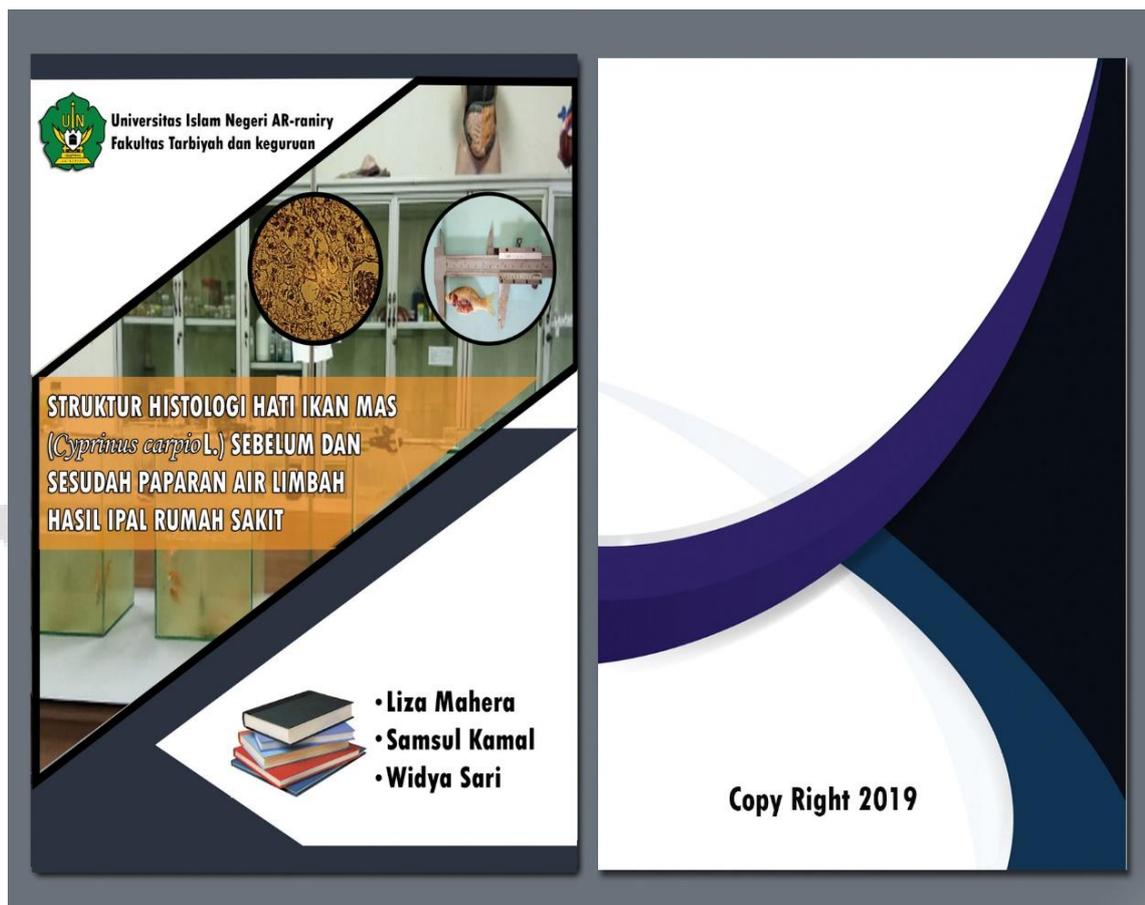
4. Pemanfaatan Hasil Penelitian Pengaruh Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan

Hasil penelitian mengenai pengaruh air limbah hasil IPAL (instalasi pengolahan air limbah) rumah sakit terhadap ikan mas (*cyprinus carpio* l.) selain berguna untuk memberikan informasi seputar pengaruh air limbah terhadap kesehatan dan lingkungan sekitar, juga dapat dijadikan sebagai modul praktikum.

Modul praktikum dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber rujukan dan referensi bagi mahasiswa untuk menambah wawasan mengenai pengaruh air limbah hasil IPAL (instalasi pengolahan air limbah) rumah sakit terhadap struktur histologi hati ikan mas. Diharapkan modul praktikum yang dibuat berdasarkan hasil penelitian ini dapat digunakan dalam pembelajaran Mata Kuliah Struktur Hewan dengan

¹²⁹Agus Ulin Nuha, dkk, " Toksisitas Letal Akut Limbah Cair..., h. 5.

menambah pengetahuan mahasiswa mengenai struktur histologi hati. Cover modul dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini:



Gambar 4.9 Cover modul praktikum struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) sebelum dan sesudah paparan air limbah hasil IPAL rumah sakit

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kandungan air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mengandung amonia (NH_3) yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan (8, 15mg/L) oleh KEPMEN LH Nomor 58/MENLH/12/1995, sehingga air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mempengaruhi kelangsungan hidup, adaptasi fisiologi dan perubahan struktur histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio* L.)

1. Air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mempengaruhi kelangsungan hidup ikan mas yang terus mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya konsentrasi dan waktu paparan. Perlakuan P_0 (kontrol) dan P_1 (15%) umumnya konsentrasi air limbah masih dapat ditoleransi oleh ikan mas sampai pada waktu penelitian 144 jam, perlakuan P_2 (30%) dan P_3 (45%) sebagian besar hanya dapat bertahan sampai waktu 48 jam. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi air limbah P_4 (60%) ikan mas hanya dapat bertahan sampai 48 jam, dan pada perlakuan konsentrasi air limbah P_5 (75%) semua ikan mas mati seluruhnya pada waktu 24 jam penelitian.
2. Tingkat kelangsungan hidup ikan mas tertinggi terdapat pada perlakuan P_0 (kontrol) yaitu sebesar 100%, diikuti berturut-turut oleh perlakuan P_1 (15%), P_2 (30%) dan P_3 (45%) dengan masing-masing nilai persentase kelangsungan hidup sebesar 77,50%, 22,50% dan 30%. Perlakuan P_4

(60%) dan P₅ (75%) berdampak pada kematian seluruh sampel ikan mas dengan nilai persentase kelangsungan hidup 0%.

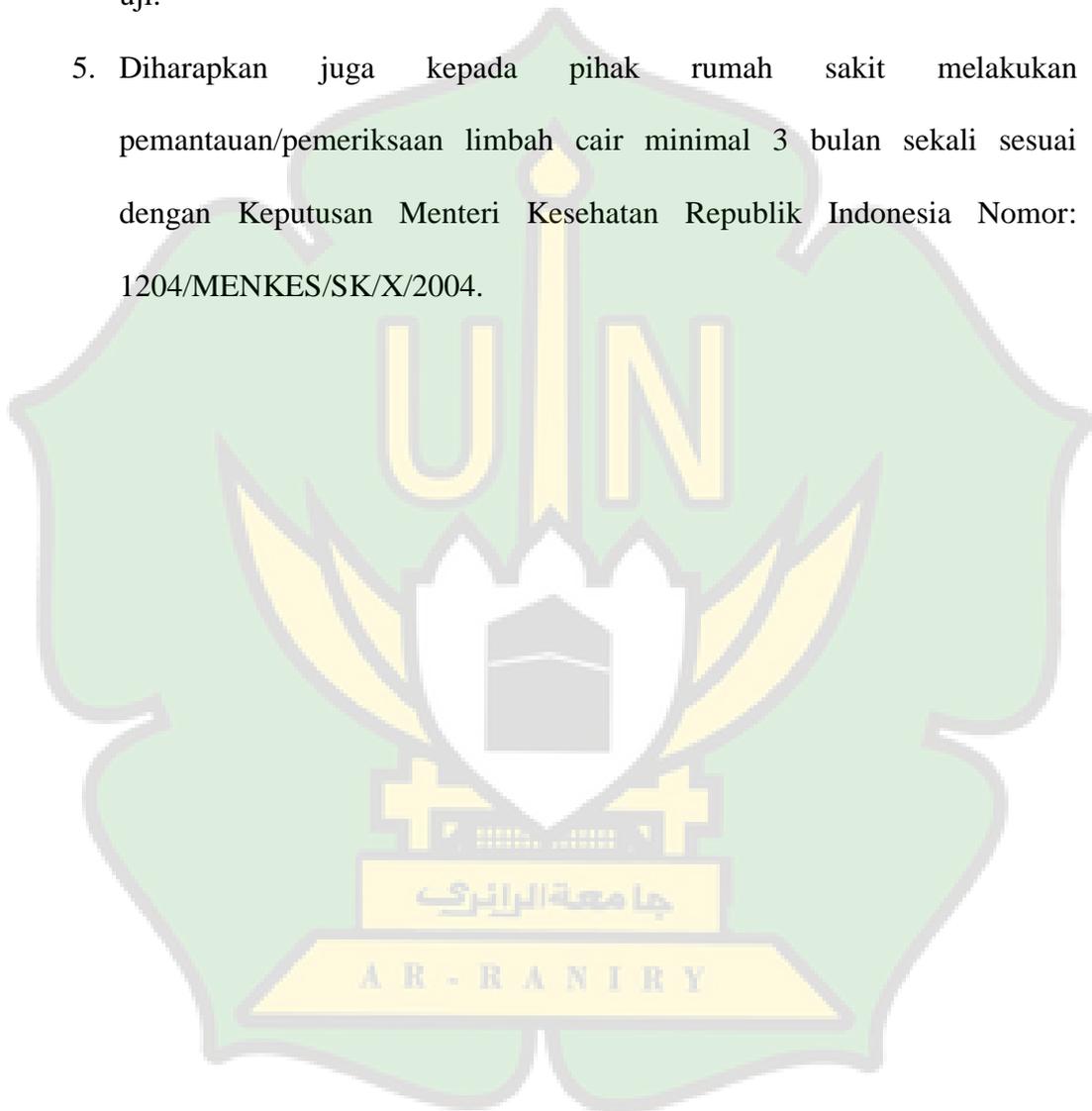
3. Air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mempengaruhi tingkah laku ikan mas yang ditunjukkan dengan melambatnya aktivitas gerak tubuh dan gerakan operculum insang seiring berjalannya waktu pemaparan, pergerakan tanpa arah, terjadinya pendarahan pada insang serta banyaknya lendir pada permukaan kulit.
4. Air limbah hasil IPAL rumah sakit uji mempengaruhi struktur histologi hati ikan mas yang ditandai dengan adanya kerusakan berupa peradangan sel, degenerasi dan nekrosis pada setiap perlakuan, kecuali pada perlakuan kontrol (tanpa air limbah) ikan mas tetap dalam keadaan normal.
5. Hasil penelitian tentang kajian uji hayati air limbah hasil IPAL rumah sakit terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) sebagai referensi matakuliah struktur hewan dijadikan dalam bentuk modul praktikum.

B. Saran

1. Perlu dilakukan uji lanjut terhadap *Lethal Concentrate* (LC) dari masing masing unsur yang teridentifikasi.
2. Pengujian terhadap spesies uji yang lain perlu dilakukan, utamanya terhadap jenis ikan ekonomis lainnya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang struktur histologi insang, ginjal dan usus, serta menguji kandungan logam berat dari air limbah hasil

IPAL rumah sakit uji pada setiap organ tersebut. Sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap kerusakan struktur histologi organ pada ikan mas.

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang evaluasi IPAL rumah sakit uji.
5. Diharapkan juga kepada pihak rumah sakit melakukan pemantauan/pemeriksaan limbah cair minimal 3 bulan sekali sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1204/MENKES/SK/X/2004.



DAFTAR PUSTAKA

- Abd. Gafur. 2015. "Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Terhadap Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Haji Makassar Tahun 2014." *Jurnal Higiene*. Vol. 1. No. 1.
- Acqueline M.F. Sahetapy dan Ruku R. Borut. 2018. "Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Deterjen Bubuk Terhadap Frekuensi Buka-an Operkulum dan Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Vol. 14. No. 1.
- Agus Susilo, dkk. 2016. "Pengembangan Modul Berbasis Pembelajaran Saintifik Untuk Peningkatan Kemampuan Mencipta Siswa dalam Proses Pembelajaran Akuntansi Siswa Kelas XII SMA N 1 SLOGOHIMO 2014." *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*. Vol. 26. No. 1.
- Agus Ulin Nuha, dkk. 2016." Toksisitas Letal Akut Limbah Cair Tenun Troso Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Life Science*. Vol. 5. No.1.
- Agus Yulianto. 2016. *Cara Pas Pembesaran Ikan Mas*. Jogjakarta: Trans Idea Publishing.
- Akhmad Busyaeri, Tamsik Udin dan A. Zaenuddin. 2016. "Pengaruh Penggunaan Video Pembelajaran Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Mapel Ipa Di Min Kroya Cirebon." *Jurnal Al Ibtida*. Vol. 3. No. 1.
- Ali Baroroh. 2008. *Trik-Trik Analisis Statistik Dengan SPSS15*. Jakarta: Gramedia.
- Andy Saputra Manurung, Sunarto dan Wiryanto. 2014. *Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Kualitas Limbah Cair rumah sakit umum daerah dr. H. M. Ansari Saleh di Kota Banjarmasin*. Surakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas maret Surakarta.
- Arnetis, Evi Suryawat dan Selfia Fitri Anggriani. 2013. "Korelasi Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Struktur Hewan Dengan Perkembangan Hewan Di Program Studi Pendidikan Biologi Fkip Ur 2012/2013." *Jurnal Biogenesis*. Vol. 10. No. 1.
- Asmadi dan Suharno. 2013. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Ayuseara Putri Gayosia, dkk. 2015. "Kualitas Air Akibat Aktivi\tas Penduduk di Daerah Tangkapan Air Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah." *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. Vol. 4. No. 1.

- Budi Santoso. 1993. *Ikan Mas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Cahyo Saparinto dan Rini Susiana. 2013. *Sukses Pembenihan 6 Jenis Ikan Air Tawar Ekonomis*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Cahyo Saparinto dan Rini Susiana. 2014. *Budi Daya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Cahyo Saparinto. 2013. *Bisnis Ikan Konsumsi di Lahan Sempit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Candra Putra Prokoso, dkk. 2009. "Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dr. Ramelan Surabaya." *Jurnal Kelautan*. Vol. 2. No.1.
- Citra Pratiwi Dan Abdul Manan. 2014. "Teknik Dasar Histologi pada Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas Caviae*." *Journal Of Aquaculture Management And Technology*. Vol. 3. No. 3.
- Cut Yulvizar. 2011. "Efektivitas Pengolahan Limbah Cair dalam Menurunkan Kadar Fenol di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainoel Abidin (RSUDZA) Banda Aceh," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi*. Vol. 3. No. 2.
- Danni Gathot Harbowo. 2011. "Pengaruh Limbah Cair Perawatan Candi Borubudur Terhadap Fisiologis Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*)." *Researchgate*.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul BahanAjar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar*. Malang: Gava Mendia.
- Departemen Kesehatan RI. 2009. *Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit Sistem Tangki Septik Dengan Modifikasi, Cetakan Pertama*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Direktorat Tenaga Kependidikan. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Dita Adiati Fitriana, dkk. 2017. "Toksistas Limbah Cair Nata De Coco terhadap Kelangsungan Hidup dan Struktur Histologik Hepatopankreas pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)." *Jurnal Prodi Biologi*. Vol. 6. No. 5.

- Djamarah, S.B, dan Aswan Z. 2010. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Dr. Eka Pramytha Hestianah, dkk. 2014. *Histologi Veteriner*. Surabaya: Revika Petra Media.
- Dwi Rahdiyanta. 2005. *Teknik Penyusunan Modul*. Dari situs <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf>.
- E. Mulyasa. 2004. *Kurikulum Berbasis Kompetensi: Konsep, Karakteristik, dan Implementasi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Eddy Supriyono, dkk. 2013. "Toksisitas Moluskisida Niklosamida Terhadap Pertumbuhan dan Kondisi Histopatologi Juwana Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)."
Jurnal Iktiologi Indonesia. Vol. 13, No. 1.
- Elvi sunarsih. 2014. "Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan."
Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat. Vol. 5. No. 3.
- Endang Supriyantini, dkk. 2017. "Konsentrasi Bahan Organik pada Perairan Mangrove di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan."
Jurnal Buletin Oseanografi Marina. Vol. 6. No.1.
- Fitri Diana Wulansari dan Ardiansyah. 2012. "Pengaruh Detergen Terhadap Mortalitas Benih Ikan Patin Sebagai Bahan Pembelajaran Kimia Lingkungan."
Jurnal Edusains. Vol. 1. No. 2.
- Gatot P. Soemartono. 1996. *Hukum Lingkungan Indonesia*. Jakarta: Sinar Grafika.
- Geten F, Terwinge E dan Danguy A. 2009. *Atlas of fish histology*. USA: Science Publishers.
- Henni Syawal, dkk. 2011. "Respon Fisiologis dan Hematologis Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) pada Suhu Media yang Berbeda."
Jurnal Iktiologi Indonesia. Vol. 12. No. 1.
- Heru Susanto. 2000. *Ikan Hias Air Laut*. Bogor: Swedia.
- Hikmah Supriyati. 2017. Skripsi. *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Think Pair Share (TPS) dengan Preparat Histologi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- I Made Djaja dan Dwi Manisksulistya. 2006. "Gambaran Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit X Jakarta."
Jurnal MAKARA, KESEHATAN. Vol. 10. No. 2.

- Jamin. 2016. "Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat Terhadap Benih Ikan Nila Gift (*Oreochromis Niloticus*, Bleeker): Analisis Histologi Hati dan Insang." *Jurnal Acta Aquatica*. Vol. 3. No. 2.
- Joni Hermana dan Harry Indriati. 2006. "Pengujian Toksisitas Limbah Pelumas Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)." *Jurnal Purifikasi*. Vol. 7. No. 1.
- Junaidi dan Bima Patria Dwi Hadmanto. 2006. "Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair pada Industri Tekstil (Studi Kasus Pt. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta)." *Jurnal Presipitasi*. Vol. 1. No. 1.
- Kemas dan Ali Hanafiah. 2010. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No: KEP-58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Diakses pada tanggal 16 Desember 2018.
- Khairuman. 2013. *Budi Daya Ikan Mas*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Lilis Endang Sunarsih. 2018. *Penanggulangan Limbah*. Yogyakarta: Deepublis.
- LKPP. 2015. *Format Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik*. Makasar : UNHAS.
- M. Quraish Shihab. 2002. *Tafsir AL-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Marhadi. 2016. "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur." *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. Vol. 16. No. 1.
- Mariani Natalia. 2007. "Pengaruh Plumbum (Pb) terhadap Struktur Insang Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*)." *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 12. No. 1.
- Marthini S. Fanggi, dkk. 2015. "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal pada Daerah Pesisir di Kelurahan Metina Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote-Ndao." *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. IV. No. 2.
- Meyers TR, Hendricks JD. 1985. *Histopathology*. In: Rand GM & Petrocelli RS (eds.) *Fundamental of aquatic toxicology*. Washington DC: Hemisphere.
- Meylinda mulyati dan JM Sri Narhadi. 2014. "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Rk Charitas Palembang." *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 12. No. 2.

- Muhammad Taslim Nur. 2014. Tesis. *Studi Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Sinjai Tahun 2014*. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Muhammad Wahyu Firdaus, dkk. 2018. "Analisis Adaptasi Perubahan Salinitas dan Survival Rate Ikan Koan (*Ctenopharyngodon idella*) sebagai Alternatif Umpan Hidup Pada Pole and Line." *Journal Of Fisheries Resources Utilization Managemen and Technology*. Vol. 7. No. 2.
- Mulya Fahmi, dkk. 2015. "Gambaran Histopatologis Hati Tikus (*Rattus novergicus*) yang diinfeksi *Trypanosoma evansi* Setelah Pemberian Ekstrak Kulit Batang Jaloh (*Salix tetrasperma* Roxb)." *Jurnal Medika Veterinaria*. Vol. 9. No. 2.
- Munaya Fauziah, Mulia Sugiarti dan Ela Laelasari. 2005. *Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan*. Jakarta: ECG.
- Nur Hidayat. 2016. *Bioproses Limbah Cair*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Nyoman Ngurah Adisanjaya dan Aulia Iefan Datya. 2016. "Perancangan Aplikasi Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit dengan Pemrograman Visual Foxpro (Studi Kasus : Rsup Sanglah Denpasar)." *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*. Vol. 2. No. 2.
- Ofan Bosman, dkk. 2013. "Toksisitas Limbah Cair Lateks Terhadap Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan Dan Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Patin (*Pangasius* sp.)." *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. Vol. 1. No. 2.
- Philip Kristanto. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Prehatin Trirahayu Ningrum dan Nita Nurinda Khalista. 2014. "Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Kabupaten Jember." *Jurnal IKESMA*. Vol.10. No. 2.
- Pruss, A., dkk. 2005. *Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan*. Jakarta: EGC.
- Putri Nilakandi Perdanawati Pitoyo, dkk. 2016. "Kinerja Pengelolaan Limbah Hotel Peserta Proper dan Non Proper di Kabupaten Badung, Provinsi Bali." *Jurnal Ecotrophic*. Vol. 10. No.1.
- Ratih Ida Adhariani, dkk. 2016. "Pengaruh Kontaminasi Insektisida Profenofos terhadap Fisiologis Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.)." *J. Manusia dan Lingkungan*. Vol. 22. No. 2.

- Riris Nainggolan dan Supapni. 2006. "Kualitas Limbah padat Media Rumah Sakit." *Jurnal Ekologi Kesehata*. Vol. 5. No.3.
- Sakti A. Siregar. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sanyati Madia, dkk. 2013. "Analisis Histologis Ginjal Ikan Asang (*Osteochilus hasseltii*) di Danau Maninjau dan Singkarak, Sumatera Barat." *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*. Vol. 2. No. 3.
- Siti Rudiyaniti dan Astri Diana Ekasari. 2009. "Pertumbuhan dan *Survival Rate* Ikan Mas (*Cyprinus Carpio Linn*) pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G." *Jurnal Sainstek Perikanan*. Vol. 5. No. 1.
- Sumber: A.S.T. Afandi. www.mediaajar.com. 2011. Diakses pada tanggal 16 Desember 2018.
- Surya Dharma. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Suryawati, dkk. 2013. "Korelasi Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Struktur Hewan dengan Perkembangan Hewan." *Jurnal Biogenesis*. Vol. 10. No. 1.
- Tanto Pratondo Utomol dan Marimin. 2002. Sistem Pakar Penanganan Limbah Gas Pabrik Karet Remah, *Proceedings, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT)*.
- Tatang Kusnadi dani Bani W.K. 2007. *Budi Daya Ikan Mas*. Jakarta: PT Setia Purna Inves.
- Tim Lentera. 2002. *Pembesaran Ikan Mas di Kolam Air Deras*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Tugiono, dkk. 2009. "Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula PT Gunung Madu Plantation Lampung dengan Analisis Biomarker: Indeks Fisiologi dan Perubahan Histologi Hati Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linn). *Jurnal Sains Mipa*. Vol. 15. No.1.
- Vita Yanuar. 2017. "Pengaruh Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dan Kualitas Air di Akuarium Pemeliharaan." *Jurnal Ziraa'ah*. Vol. 42. No. 2.
- Widya Sari, dkk. 2016. "Struktur Mikroskopik Hati Ikan *Seurukan (Osteochilus Vittatus)* dari Sungai Krueng Sabee Kabupaten Aceh Jaya Yang Tercemar Limbah Penggilingan Bijih Emas." *Jurnal Biotik*. Vol. 4. No. 1.

Wiku Adisasmito. 2007. *Sistem Manajemen Lingkungan Rumah sakit*. Jakarta: PT. Radja Grafindo Persada.



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
Nomor: B-1079/Un.08/FTK/KP.07.601/2019

TENTANG:

PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
- b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Menteri Agama RI Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
- Memperhatikan** Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry tanggal 30 Januari 2019
- Menetapkan**
PERTAMA Menunjuk Saudara:
 1. Samsul Kamal, S. Pd., M. Pd. Sebagai Pembimbing Pertama
 2. Widya Sari, M. Si. Sebagai Pembimbing Kedua
- Nama : Liza Mahera
 NIM : 150207135
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Telaga Bunda Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*) Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan
- KEDUA** : Pembayaran honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2019;
- KETIGA** : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2019/2020;
- KEEMPAT** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

MEMUTUSKAN

Ditetapkan di : Banda Aceh
 Pada tanggal : 31 Januari 2019
 An. Rektor
 Dekan,


Muslim Razali

- Tembusan**
1. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 2. Ketua Prodi Pendidikan Biologi
 3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan.
 4. Yang bersangkutan.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
 Telp: (0651) 7551423 - Fax. (0651) 7553020 Situs : www.tarbiyah.ar-raniry.ac.id

B-6222/Un.08/FTK.1/TL.00/05/2019

24 Mei 2019

Mohon Izin Untuk Mengumpul Data
 Penyusun Skripsi

Kepada Yth.

Di -
 Tempat

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dengan ini memohon kiranya saudara memberi izin dan bantuan kepada:

N a m a : LIZA MAHERA
N I M : 150207135
Prodi / Jurusan : Pendidikan Biologi
Semester : VIII
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
A l a m a t : Gampong Rukoh Syiah Kuala Banda Aceh

Untuk mengumpulkan data pada:

Rumah Sakit Telaga Bunda

Dalam rangka menyusun Skripsi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang berjudul:

Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Telaga Bunda Terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio L.) Sebagai Referensi Mata Kuliah Struktur Hewan

Demikianlah harapan kami atas bantuan dan keizinan serta kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

An. Dekan,
 Wakil Dekan Bidang Akademik
 dan Kelembagaan,

 Mustafa



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
Alamat : Jl. Lingkar Kampus Darussalam, Komplek Gedung A Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry-Darussalam Banda Aceh, Email : labpend.biologi@ar-raniry.ac.id

03 Juli 2019

Nomor : B-77/Un.08/KL.PBL/PP.00.9/07/2019
Sifat : Biasa
Lamp : -
Hal : Surat Keterangan Bebas Laboratorium

Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **Liza Mahera**
NIM : 150207135
Prodi : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat : Jl. Lhoek Bangka, Rukoh, Darussalam Kec. Syiah Kuala – Aceh Besar

Benar yang nama yang tersebut diatas telah selesai melakukan penelitian dengan judul *“Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio L.) sebagai Referensi Matakuliah Struktur Hewan”* dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, dan telah menyelesaikan segala urusan administrasi yang berhubungan dengan laboratorium Pendidikan Biologi.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

A.n. Kepala Laboratorium FTK
Pengelola Lab. PBL,

Mulyadi

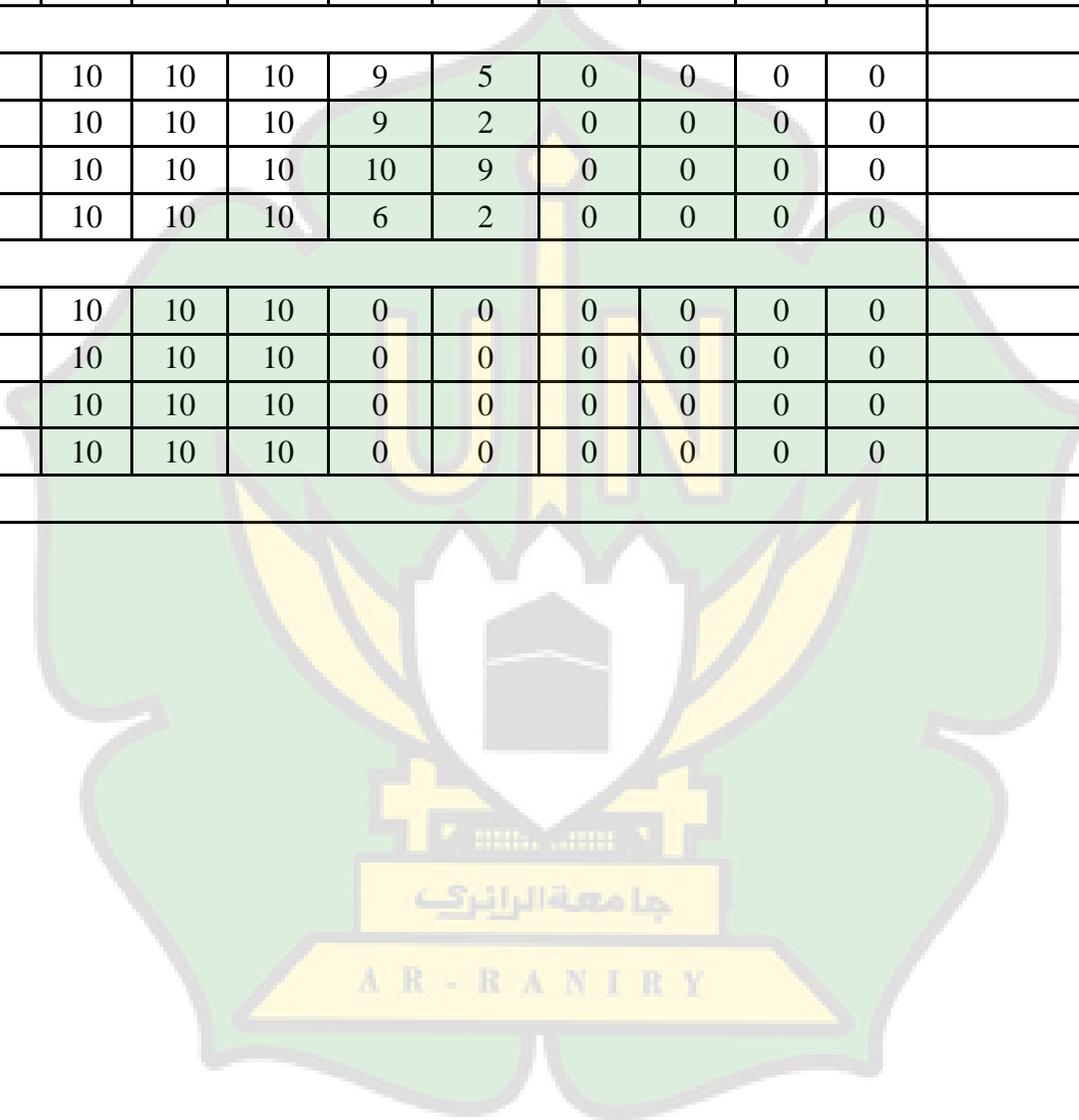
Lampiran 5

Data pengamatan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama perlakuan dengan berbagai konsentrasi air limbah rumah sakit.

Konsentrasi Air Limbah hasil IPAL RSUD	r	N	Jumlah Biota Hidup (ekor) 1-144 jam									Kelangsungan hidup ikan mas (SR)	
			1	2	4	24	48	72	96	120	144	%	
Kontrol (0%)	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
Rata - Rata												100%	
15%	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100%
	4	10	10	10	10	10	10	10	1	1	1	1	10%
Rata - Rata												78%	
30%	1	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	90%
	2	10	10	10	10	10	5	0	0	0	0	0	0%
	3	10	10	10	10	10	1	0	0	0	0	0	0%
	4	10	10	10	10	10	4	0	0	0	0	0	0%
Rata - Rata												30%	
45%	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	50%	
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	70%	
	3	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0%	

	4	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0%
Rata - Rata												40%
60%	1	10	10	10	10	9	5	0	0	0	0	0%
	2	10	10	10	10	9	2	0	0	0	0	0%
	3	10	10	10	10	10	9	0	0	0	0	0%
	4	10	10	10	10	6	2	0	0	0	0	0%
Rata - Rata												0%
75%	1	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0%
	2	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0%
	3	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0%
	4	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0%
Rata - Rata												0%

Sumber: Hasil Penelitian 2019



Lampiran 6

Data pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama perlakuan dengan berbagai konsentrasi air limbah rumah sakit.

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-1 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	1	1	1	2	1
		10	2	2	2	1	1	1	1
		10	3	2	2	1	2	1	1
		10	4	2	2	2	1	1	1
Rata-rata ulangan				2	1,75	1,25	1,25	1,25	1
2	Persentase gerak operkulum	10	1	68	56	38	40	53	32
		10	2	66	79	34	30	32	29
		10	3	61	70	47	38	30	28
		10	4	55	56	42	40	31	20
Rata-rata ulangan				62,5	65,25	40,25	37	36,5	27,25

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-2 perlakuan

No	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	1	1
		10	2	2	2	1	1	1	1
		10	3	2	2	1	1	1	1
		10	4	2	2	1	1	1	1
Rata-rata ulangan				2	2	1	1	1	1
2	Persentase gerak operkulum	10	1	71	56	39	34	24	18
		10	2	67	52	40	30	26	17
		10	3	72	62	38	40	20	18
		10	4	68	48	56	42	32	17
Rata-rata ulangan				69,5	54,5	43,25	36,5	25,5	17,5

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-4 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	1	1
		10	2	2	2	1	1	1	1
		10	3	2	2	1	1	1	1
		10	4	2	2	1	1	1	1
Rata-rata ulangan				2	2	1	1	1	1
2	Persentase gerak operkulum	10	1	89	40	33	45	23	15
		10	2	70	32	29	27	20	18
		10	3	74	52	32	27	29	17
		10	4	70	43	31	29	19	18
Rata-rata ulangan				75,75	41,75	31,25	32	22,75	17

Sumber: Hasil Penelitian 2009

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-24 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	2	1	0
		10	2	2	2	1	2	1	0
		10	3	2	2	2	1	1	0
		10	4	2	2	1	1	1	0
Rata-rata ulangan				2	2	1,25	1,5	1	0
2	Persentase gerak operkulum	10	1	74	51	41	49	24	0
		10	2	53	47	38	54	20	0
		10	3	67	70	39	43	22	0
		10	4	50	45	37	40	18	0
Rata-rata ulangan				61	53,25	38,75	46,5	21	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-48 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	1	0
		10	2	2	2	1	1	1	0
		10	3	2	2	1	1	1	0
		10	4	2	2	1	0	2	0
Rata-rata ulangan				2	2	1	1	1,25	0
2	Persentase gerak operkulum	10	1	75	56	69	35	35	0
		10	2	73	43	69	34	0	0
		10	3	74	50	72	41	40	0

		10	4	74	36	74	0	79	0
Rata-rata ulangan				74	46,25	71	27,5	38,5	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-72 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	0	0
		10	2	2	2	0	1	0	0
		10	3	2	2	0	0	0	0
		10	4	2	1	0	1	0	0
Rata-rata ulangan				2	1,75	0,25	0,75	0	0
2	Persentase gerak operkulum	10	1	57	50	33	32	0	0
		10	2	60	29	0	41	0	0
		10	3	55	32	0	27	0	0
		10	4	69	30	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				60,25	35,25	8,25	25	0	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-96 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	0	0
		10	2	2	2	0	1	0	0
		10	3	2	2	0	0	0	0
		10	4	2	1	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				2	1,75	0,25	0,5	0	0
2	Persentase gerak operkulum	10	1	60	51	35	33	0	0
		10	2	53	35	0	29	0	0
		10	3	66	42	0	0	0	0
		10	4	61	29	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				60	39,25	8,75	15,5	0	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-120 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	0	0
		10	2	2	2	0	1	0	0
		10	3	2	2	0	0	0	0
		10	4	2	1	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				2	1,75	0,25	0,5	0	0
2	Persentase gerak operkulum	10	1	52	49	38	30	0	0

		10	2	53	51	0	28	0	0
		10	3	41	41	0	0	0	0
		10	4	45	32	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				47,75	43,25	9,5	14,5	0	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Pengamatan adaptasi tingkah laku ikan mas pada jam ke-144 perlakuan

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	R	Perlakuan					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1	Pergerakan*	10	1	2	2	1	1	0	0
		10	2	2	2	0	1	0	0
		10	3	2	2	0	0	0	0
		10	4	2	1	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				2	1,75	0,25	0,5	0	0
2	Persentase gerak operkulum	10	1	45	33	32	29	0	0
		10	2	42	29	0	25	0	0
		10	3	39	32	0	0	0	0
		10	4	45	34	0	0	0	0
Rata-rata ulangan				42,75	32	8	13,5	0	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019



Lampiran 7

Data hasil pengamatan adaptasi fisiologi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) selama perlakuan dengan berbagai konsentras air limbah rumah sakit telaga bunda.

No.	Parameter Kuantitatif/semikuantitatif	N	r	Perlakuan***					
				0%	15%	30%	45%	60%	75%
1.	Pendarahan pada insang	10	1	-	-	-	-	+	-
		10	2	-	-	-	-	-	-
		10	3	-	-	-	-	-	-
		10	4	-	-	-	-	-	-
2.	Pendarahan pada sirip	10	1	-	-	-	-	-	-
		10	2	-	-	-	-	-	-
		10	3	-	-	-	-	-	-
		10	4	-	-	-	-	-	-
3.	Pendarahan pada mata	10	1	-	-	-	-	-	-
		10	2	-	-	-	-	-	-
		10	3	-	-	-	-	-	-
		10	4	-	-	-	-	-	-
4.	Pendarahan pada tubuh	10	1	-	-	-	-	-	-
		10	2	-	-	-	-	-	-
		10	3	-	-	-	-	-	-
		10	4	-	-	-	-	-	-

Lampiran 8

Data Pengamatan Fisik Kimia Air Limbah Hasil IPAL Rumah Sakit

Konsentrasi Air Limbah hasil IPAL RSUD	r	N	Jumlah Biota Hidup (ekor) 1-144 jam										Temperatur (°C)					pH					
			1	2	4	24	48	72	96	120	24	48	72	96	120	144	24	48	72	96	120	144	
Kontrol (0%)	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	23	23,7	23,5	23,5	23,5	23,7	7,9	7,9	8	7,9	7,9	7,9
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22,3	23,9	23,6	23,6	23,5	23,7	7,4	7,5	7,5	7,6	7,9	7,6
	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	23	23,7	23,5	23,5	23,5	23,7	7,6	7,6	7	7,5	7,8	7,7
	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22,9	23,6	23,5	23,5	23,4	23,6	7,7	7,8	7,7	7,5	7,9	7,8
15%	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22,0	23,5	23,3	23,4	23,3	23,5	7,9	7,9	7,9	7,4	7,7	7,8
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22,9	23,5	23,3	23,4	23,3	23,5	7,8	7,8	7,9	7,9	7,7	7,7
	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	23,1	23,6	23,5	23,5	23,4	23,7	7,9	7,6	7,4	7,4	7,5	7,4
	4	10	10	10	10	10	10	1	1	1	1	22,8	23,5	23,4	23,3	23,3	23	8	8,6	7,9	7,7	7,9	8
30%	1	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	22,1	23,1	23,2	23,3	23,3	23,6	8	8	7,9	7,5	7,5	7,9
	2	10	10	10	10	10	5	0	0	0	0	22,3	23,3	23,2	0	0	0	8	8	7,9	8	0	0
	3	10	10	10	10	10	1	0	0	0	0	22,7	23,5	23,3	0	0	0	8	8	8,1	7,7	0	0
	4	10	10	10	10	10	4	0	0	0	0	22,8	23,5	23,3	0	0	0	7,5	8,6	8	7,7	0	0
45%	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22	23,1	23,1	23	23,3	23,7	7,4	7,4	7,5	7,8	7,4	7,4
	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	22,6	23,3	23,2	23,3	23,3	23,6	7,9	7,4	7,9	7,5	7,4	7

	3	10	10	10	10	10	10	0	0	0	22,7	23,4	23,3	0	0	0	8,1	7,9	7,8	7,9	0	0
	4	10	10	10	10	10	0	0	0	0	22,5	23,3	0	0	0	0	7,9	8	0	7,8	0	0
60%	1	10	10	10	10	9	5	0	0	0	21,5	22,8	23,3	0	0	0	8,1	8	8	0	0	0
	2	10	10	10	10	9	2	0	0	0	21,1	22,5	23,4	0	0	0	8	7,9	7,9	0	0	0
	3	10	10	10	10	10	9	0	0	0	21,3	22,8	23,4	0	0	0	8	7,9	7,8	0	0	0
	4	10	10	10	10	6	2	0	0	0	21,8	23	23,4	0	0	0	8	8	8	0	0	0
75%	1	10	10	10	10	1	0	0	0	0	21,4	22,5	0	0	0	0	8	8,1	0	0	0	0
	2	10	10	10	10	6	0	0	0	0	21,3	22,5	0	0	0	0	8	8,1	0	0	0	0
	3	10	10	10	10	1	0	0	0	0	21,4	22,7	0	0	0	0	8	8,2	0	0	0	0
	4	10	10	10	10	0	0	0	0	0	21	22,9	0	0	0	0	8	8,2	0	0	0	0

Sumber: Hasil Penelitian 2019



Lampiran 9 Pengolahan Data Kelangsungan Hidup Ikan Mas dengan ANOVA Menggunakan SPSS

Oneway

Descriptives

Kelangsungan Hidup									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Kontrol	4	100.000	.00000	.00000	100.0000	100.0000	100.00	100.00	
P 15%	4	77.5000	45.00000	22.50000	5.8950	149.1050	10.00	100.00	
P 30%	4	22.5000	45.00000	22.50000	-49.1050	94.1050	.00	90.00	
P 45%	4	30.0000	35.59026	17.79513	-26.6320	86.6320	.00	70.00	
P 60 %	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00	
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00	
Total	24	38.3333	46.78040	9.54901	18.5797	58.0870	.00	100.00	

ANOVA

Kelangsungan Hidup					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34383.33	5	6876.667	7.761	.000
Within Groups	15950.00	18	886.111		
Total	50333.33	23			

**Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets**

Kelangsungan Hidup

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Duncan ^a P 60 %	4	.0000	
P 75%	4	.0000	
P 30%	4	22.5000	
P 45%	4	30.0000	
P 15%	4		77.5000
Kontrol	4		100.0000
Sig.		.207	.299

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Lampiran 10 Pengolahan Data Adaptasi Fisiologi dengan ANOVA Menggunakan SPSS

Oneway

Descriptives

Pergerakan H1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 15 %	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 30%	4	2.0000	1.15470	.57735	.1626	3.8374	1.00	3.00
P 45%	4	2.0000	1.15470	.57735	.1626	3.8374	1.00	3.00
P 60%	4	1.0000	.00000	.00000	1.0000	1.0000	1.00	1.00
P 75%	4	.2500	.50000	.25000	-.5456	1.0456	.00	1.00
Total	24	1.8750	1.19100	.24311	1.3721	2.3779	.00	3.00

ANOVA

Pergerakan H1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	23.875	5	4.775	9.823	.000
Within Groups	8.750	18	.486		
Total	32.625	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Pergerakan H1

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
P 75%	4	.2500		
P 60%	4	1.0000	1.0000	
P 30%	4		2.0000	2.0000
P 45%	4		2.0000	2.0000
P 0%	4			3.0000
P 15 %	4			3.0000
Sig.		.146	.069	.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

Pergerakan H2

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 15 %	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 30%	4	1.0000	.00000	.00000	1.0000	1.0000	1.00	1.00
P 45%	4	.7500	.50000	.25000	-.0456	1.5456	.00	1.00
P 60%	4	1.5000	.57735	.28868	.5813	2.4187	1.00	2.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	1.5417	1.17877	.24061	1.0439	2.0394	.00	3.00

ANOVA

Pergerakan H2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.208	5	6.042	62.143	.000
Within Groups	1.750	18	.097		
Total	31.958	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Pergerakan H2

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
P 75%	4	.0000			
P 45%	4		.7500		
P 30%	4		1.0000		
P 60%	4			1.5000	
P 0%	4				3.0000
P 15 %	4				3.0000
Sig.		1.000	.272	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

Pergerakan H3

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 15 %	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 30%	4	.2500	.50000	.25000	-.5456	1.0456	.00	1.00
P 45%	4	1.0000	.81650	.40825	-.2992	2.2992	.00	2.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	1.2083	1.38247	.28220	.6246	1.7921	.00	3.00

ANOVA

Pergerakan H3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41.208	5	8.242	53.945	.000
Within Groups	2.750	18	.153		
Total	43.958	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Pergerakan H3

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
P 60%	4	.0000		
P 75%	4	.0000		
P 30%	4	.2500		
P 45%	4		1.0000	
P 0%	4			3.0000
P 15 %	4			3.0000
Sig.		.404	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

Pergerakan H4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 15 %	4	2.5000	1.00000	.50000	.9088	4.0912	1.00	3.00
P 30%	4	.5000	.57735	.28868	-.4187	1.4187	.00	1.00
P 45%	4	.5000	.57735	.28868	-.4187	1.4187	.00	1.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	1.0833	1.31601	.26863	.5276	1.6390	.00	3.00

ANOVA

Pergerakan H4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.833	5	6.967	25.080	.000
Within Groups	5.000	18	.278		
Total	39.833	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Pergerakan H4

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
P 60%	4	.0000	
P 75%	4	.0000	
P 30%	4	.5000	
P 45%	4	.5000	
P 15 %	4		2.5000
P 0%	4		3.0000
Sig.		.234	.196

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

Pergerakan H5

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 15 %	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 30%	4	.2500	.50000	.25000	-.5456	1.0456	.00	1.00
P 45%	4	1.0000	1.41421	.70711	-1.2503	3.2503	.00	3.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	1.2083	1.44400	.29476	.5986	1.8181	.00	3.00

ANOVA

Pergerakan H5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41.208	5	8.242	21.978	.000
Within Groups	6.750	18	.375		
Total	47.958	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Pergerakan H5

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
P 60%	4	.0000		
P 75%	4	.0000		
P 30%	4	.2500	.2500	
P 45%	4		1.0000	
P 0%	4			3.0000
P 15 %	4			3.0000
Sig.		.592	.100	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

Pergerakan H6

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 15 %	4	3.0000	.00000	.00000	3.0000	3.0000	3.00	3.00
P 30%	4	.2500	.50000	.25000	-.5456	1.0456	.00	1.00
P 45%	4	.5000	.57735	.28868	-.4187	1.4187	.00	1.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	1.1250	1.39292	.28433	.5368	1.7132	.00	3.00

ANOVA

Pergerakan H6

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	42.875	5	8.575	88.200	.000
Within Groups	1.750	18	.097		
Total	44.625	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Pergerakan H6

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
P 60%	4	.0000	
P 75%	4	.0000	
P 30%	4	.2500	
P 45%	4	.5000	
P 0%	4		3.0000
P 15 %	4		3.0000
Sig.		.050	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

% Gerakan Operkulum H1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	61.0000	11.40175	5.701	42.8573	79.1427	50.00	74.00
P 15 %	4	53.2500	11.44188	5.721	35.0434	71.4566	45.00	70.00
P 30%	4	38.7500	1.70783	.85391	36.0325	41.4675	37.00	41.00
P 45%	4	46.5000	6.24500	3.122	36.5628	56.4372	40.00	54.00
P 60%	4	21.0000	2.58199	1.291	16.8915	25.1085	18.00	24.00
P 75%	4	4.0000	8.00000	4.000	-8.7298	16.7298	.00	16.00
Total	24	37.4167	21.08970	4.305	28.5113	46.3221	.00	74.00

ANOVA

% Gerakan Operkulum H1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9109.333	5	1821.867	29.267	.000
Within Groups	1120.500	18	62.250		
Total	10229.83	23			

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

% Gerakan Operkulum H1

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
Duncan ^a P 75%	4	4.0000				
P 60%	4		21.0000			
P 30%	4			38.7500		
P 45%	4			46.5000	46.5000	
P 15 %	4				53.2500	53.2500
P 0%	4					61.0000
Sig.		1.000	1.000	.182	.242	.182

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

% Gerakan Operkulum H2

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	74.0000	.81650	.4082	72.7008	75.2992	73.00	75.00
P 15 %	4	46.2500	8.65544	4.328	32.4773	60.0227	36.00	56.00
P 30%	4	71.0000	2.44949	1.225	67.1023	74.8977	69.00	74.00
P 45%	4	27.5000	18.59211	9.296	-2.0842	57.0842	.00	41.00
P 60%	4	38.5000	32.33677	16.17	-12.9550	89.9550	.00	79.00
P 75%	4	.0000	.00000	.0000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	42.8750	29.39878	6.001	30.4610	55.2890	.00	79.00

ANOVA

% Gerakan Operkulum H2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15459.88	5	3091.975	12.595	.000
Within Groups	4418.750	18	245.486		
Total	19878.63	23			

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

% Gerakan Operkulum H2

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Duncan ^a P 75%	4	.0000		
P 45%	4		27.5000	
P 60%	4		38.5000	
P 15 %	4		46.2500	
P 30%	4			71.0000
P 0%	4			74.0000
Sig.		1.000	.125	.790

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

% Gerakan Operkulum H3

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	60.2500	6.18466	3.092	50.4088	70.0912	55.00	69.00
P 15 %	4	35.2500	9.91211	4.956	19.4776	51.0224	29.00	50.00
P 30%	4	8.2500	16.50000	8.250	-18.0052	34.5052	.00	33.00
P 45%	4	25.0000	17.64464	8.822	-3.0766	53.0766	.00	41.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	21.4583	24.11202	4.922	11.2767	31.6399	.00	69.00

ANOVA

% Gerakan Operkulum H3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11211.71	5	2242.342	18.684	.000
Within Groups	2160.250	18	120.014		
Total	13371.96	23			

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

% Gerakan Operkulum H3

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Duncan ^a P 60%	4	.0000		
P 75%	4	.0000		
P 30%	4	8.2500		
P 45%	4		25.0000	
P 15 %	4		35.2500	
P 0%	4			60.2500
Sig.		.327	.202	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

% Gerakan Operkulum H4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	60.0000	5.35413	2.67706	51.4804	68.5196	53.00	66.00
P 15 %	4	39.2500	9.46485	4.73242	24.1893	54.3107	29.00	51.00
P 30%	4	15.5000	17.97220	8.98610	-13.0978	44.0978	.00	33.00
P 45%	4	15.5000	17.97220	8.98610	-13.0978	44.0978	.00	33.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	21.7083	24.19752	4.93930	11.4906	31.9260	.00	66.00

ANOVA

% Gerakan Operkulum H4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11174.21	5	2234.842	17.545	.000
Within Groups	2292.750	18	127.375		
Total	13466.96	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

% Gerakan Operkulum H4

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Duncan ^a P 60%	4	.0000		
P 75%	4	.0000		
P 30%	4	15.5000		
P 45%	4	15.5000		
P 15 %	4		39.2500	
P 0%	4			60.0000
Sig.		.090	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

% Gerakan Operkulum H5

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	47.7500	5.73730	2.869	38.6207	56.8793	41.00	53.00
P 15 %	4	43.2500	8.65544	4.328	29.4773	57.0227	32.00	51.00
P 30%	4	9.5000	19.00000	9.500	-20.7332	39.7332	.00	38.00
P 45%	4	14.5000	16.76305	8.382	-12.1738	41.1738	.00	30.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	19.1667	22.10384	4.512	9.8330	28.5003	.00	53.00

ANOVA

% Gerakan Operkulum H5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8987.833	5	1797.567	14.384	.000
Within Groups	2249.500	18	124.972		
Total	11237.33	23			

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

% Gerakan Operkulum H5

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Duncan ^a P 60%	4	.0000	
P 75%	4	.0000	
P 30%	4	9.5000	
P 45%	4	14.5000	
P 15 %	4		43.2500
P 0%	4		47.7500
Sig.		.108	.576

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Oneway

Descriptives

% Gerakan Operkulum H6

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P 0%	4	42.7500	2.87228	1.436	38.1796	47.3204	39.00	45.00
P 15 %	4	32.0000	2.16025	1.080	28.5626	35.4374	29.00	34.00
P 30%	4	8.0000	16.00000	8.000	-17.4596	33.4596	.00	32.00
P 45%	4	13.5000	15.67376	7.837	-11.4404	38.4404	.00	29.00
P 60%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
P 75%	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	24	16.0417	18.36698	3.749	8.2860	23.7974	.00	45.00

ANOVA

% Gerakan Operkulum H6

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6215.208	5	1243.042	14.494	.000
Within Groups	1543.750	18	85.764		
Total	7758.958	23			

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

% Gerakan Operkulum H6

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Duncan ^a P 60%	4	.0000	
P 75%	4	.0000	
P 30%	4	8.0000	
P 45%	4	13.5000	
P 15 %	4		32.0000
P 0%	4		42.7500
Sig.		.073	.118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Lampiran 11

Foto Kegiatan Penelitian

Tahap Pengambilan air limbah hasil IPAL di rumah sakit



Penimbangan bobot ikan mas

Pengukuran panjang ikan mas



Pengenceran air limbah hasil IPAL rumah sakit

Adaptasi Ikan Mas





Pengukuran pH air limbah hasil IPAL



Perhitungan gerak operkulum ikan mas



Pengamatan kelangsungan hidup ikan mas



Pengambilan organ hati ikan mas



Lampiran 12

BIODATA PENULIS

Nama : Liza Mahera
Tempat/Tanggal Lahir : Peudada, 10 November 1998
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswi
Alamat : Jln. Lhoek Bangka, Rukoh, Darussalam

Nama Orang Tua
a) Ayah : Muhammad Nur, S.Pd.
b) Ibu : Khuzaimah

Riwayat Pendidikan
a) MIN : MIN Blang Birah
b) MTsN : MTsN Peudada
c) MAN : SMAN 2 Bireuen
d) Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi

Banda Aceh, 8 Juli 2019

Liza Mahera