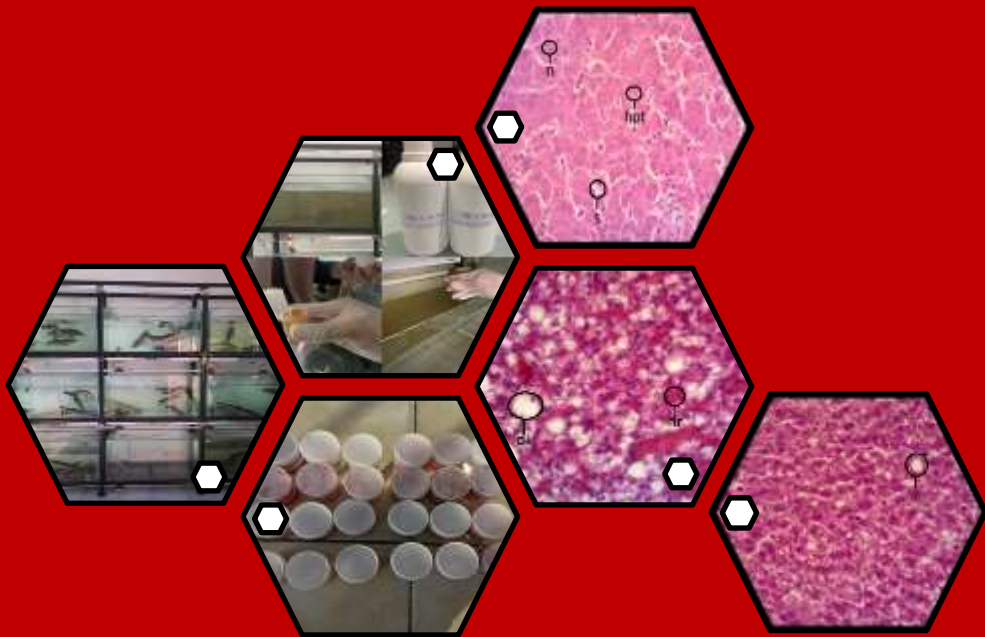


**GAMBARAN HISTOPATOLOGI HATI IKAN LELE SANGKURIANG
(*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) YANG TERPAPAR LIMBAH
SOLAR PASCA PEMBERIAN BIOSURFAKTAN**



GHINA RIZQI IQBAL

C031 20 1064



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

Optimized using
trial version
www.balesio.com

**GAMBARAN HISTOPATOLOGI HATI IKAN LELE SANGKURIANG
(*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) YANG TERPAPAR LIMBAH
SOLAR PASCA PEMBERIAN BIOSURFAKTAN**

**GHINA RIZQI IQBAL
C031 20 1064**



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**LIVER HISTOPATHOLOGICAL OVERVIEW OF SANGKURIANG
CATFISH (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) EXPOSED TO OIL
DIESEL EFFLUENTS AFTER ADMINISTERING BIOSURFACTANT**

**GHINA RIZQI IQBAL
C031 20 1064**



**VETERINARY MEDICINE STUDY PROGRAM
FACULTY OF MEDICINE
HASANUDDIN UNIVERSTY
MAKASSAR INDONESIA
2024**

**GAMBARAN HISTOPATOLOGI HATI IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias
gariepinus* var. sangkuriang) YANG TERPAPAR LIMBAH SOLAR PASCA
PEMBERIAN BIOSURFAKTAN**

**GHINA RIZQI IQBAL
C031 20 1064**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Kedokteran Hewan

Pada

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



SKRIPSI

**GAMBARAN HISTOPATOLOGI HATI IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias
gariepinus* var. sangkuriang) YANG TERPAPAR LIMBAH SOLAR PASCA
PEMBERIAN BIOSURFAKTAN**

GHINA RIZQI IQBAL
C031 20 1064

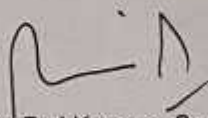
Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 11 Juni 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
Pada

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,


Dr. drh. Dwi Kesuma Sari, Ap.vet

1999032001

Mengetahui:

Ketua Program Studi,


Dr. drh. Dwi Kesuma Sari, Ap.vet

NIP : 197302161999032001



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar adalah hasil karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka skripsi dan gelar yang diperoleh batal demi hukum.

Makassar, 21 Mei 2024

Yang menyatakan



Ghina Rizqi Iqbal

C031 20 1064



UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Mengetahui, pemilik segala ilmu, karena atas petunjuk-Nya maka skripsi yang berjudul kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Gambaran Histopatologi Hati Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang Terpapar Limbah Solar Pasca Pemberian Biosurfaktan” sebagai salah satu syarat mengerjakan skripsi pada program pendidikan strata satu Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari doa, kasih sayang dan dukungan dari kedua orang tua yang sangat disayangi oleh penulis, ayahanda Muh. Iqbal Anas dan ibunda Mesrania Rapi. Terima kasih atas segala nasihat dan doa baik yang tidak pernah putus, serta senantiasa memenuhi kebutuhan, menemani dan memberi semangat dan inspirasi setiap langkah penulis. Saudari penulis, Farah Ramadhana Iqbal, terima kasih dukungan dan doa, serta kebersamaan sejak kecil dengan beragam hal yang memotivasi penulis. Kepada segenap keluarga penulis atas dukungan, semangat dan doa yang tiada hentinya, serta berbagai pihak yang telah membantu selama proses penulisan dan penelitian, penulis menyampaikan terima kasih yang begitu besar kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin,
2. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes. Sp.PD-KGH., FINASIM., Sp.GK selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin,
3. Dr. drh. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet selaku Ketua Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Hasanuddin, sekaligus dosen pengajar dan dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama perkuliahan serta berdedikasi meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dari awal proses penelitian hingga berhasil menyusun skripsi ini,
4. Andi Ninnong Renita Relatami, S.Pi, M.Si selaku dosen pembimbing anggota yang memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat andil dalam penelitian ini,
5. Drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc dan Abdul Wahid Jamaluddin, S.Farm, M.Si, Apt selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya memberikan saran yang bermanfaat untuk perbaikan skripsi penulis,
6. Dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan di Kedokteran Hewan Universitas



Fakultas Ibu Tuti dan staf tata usaha Program Studi Kedokteran Hewan, Ibu Iri, Ibu Ida, dan Kak Martha yang selalu membantu penulis dalam proses penulisan skripsi ini.

8. Kepada teman-teman seperjuangan CIONE (*Deucalion Vet de Vinte*) yang telah membantu dalam memberikan saran, berbagi ilmu dan memberi kenangan selama menempuh pendidikan S1. Khususnya Ayu Hasdiana menjadi tempat saling bertukar pendapat, senantiasa menemani penulis melewati suka duka pengurusan berkas menjelang seminar dan Winda menjadi teman berdiskusi terkait topik penelitian serupa
9. Kepada teman-teman penulis "Griya Jompo", Annisa Zahra Meiriska, Andi Nurul Khatimah, Nur Herlinda Mokobombang, Desy Rahma Dwianti, Fuad Virizky Ahmad dan Muh. Syafrial M. Tang yang telah berjasa menemani selama menempuh perkuliahan di Kedokteran Hewan
10. Kepada drh. Muh. Ardiansyah Nurdin, M.Si dan drh. A. Muh. Ichlasul Akmal telah berjasa meluangkan waktu memberi saran terkait penelitian penulis, memberi arahan yang tepat selama penelitian dan penulisan draft
11. Kepada teman-teman Asisten Laboratorium Anatomi Veteriner dan Asisten Laboratorium Bedah dan Radiologi yang telah memberikan pengalaman berharga pada penulis. Khususnya Daud Alkindy yang selalu menjadi teman diskusi, selalu sedia menjadi tempat bertukar pendapat dan senantiasa menghibur penulis ditengah padatnya tugas seorang asisten laboratorium
12. Teman-teman penelitian penulis Fatimah Nur Illiyina, Firdhani Alwaali, Dayana Amalia Darsan, dan Muhammad Haikal Ramadhan, yang telah bekerja sama untuk menyelesaikan penelitian ini hingga selesai
13. Teman-teman sekolah menengah penulis "BPLR" dan "BGST", teman-teman KKN Profesi Kesehatan Angkatan 63 "Mangindara Peeps (Cucu Pakde)" yang telah berjasa menemani dan memberi dukungan serta meluangkan waktunya untuk menghibur penulis selama penyusunan draft
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu-persatu yang telah memberikan bantuan dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung
15. Diri saya sendiri, yang telah mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulisan karya tulis berikutnya dapat lebih baik. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 21 Mei 2024



Ghina Rizqi Iqbal

ABSTRAK

GHINA RIZQI IQBAL. **Gambaran Histopatologi Hati Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang Terpapar Limbah Solar Pasca Pemberian Biosurfaktan.** (dibimbing oleh Dwi Kesuma Sari dan Andi Ninnong Renita Relatami).

Latar Belakang. Pencemaran di perairan akan berdampak bagi biota air, salah satunya ikan lele sangkuriang. Pencemaran dapat berdampak pada organ hati yang rentan terhadap bahan toksin dan dapat mengganggu proses metabolisme hati. Proses untuk penyelesaian limbah di perairan dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikoorganisme mendegradasi pencemar air yaitu biosurfaktan. Peran biosurfaktan terhadap pencemaran limbah minyak dapat dinilai dari dampaknya terhadap kondisi ikan lele sangkuriang, terutama pada organ hati. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian biosurfaktan terhadap gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah solar, serta mengidentifikasi perubahan gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah solar setelah pemberian biosurfaktan. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan total sampel 24 ekor ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang dikelompokkan menjadi 4, diantaranya A sebagai kelompok kontrol negatif; B sebagai kelompok kontrol positif dengan penambahan minyak solar; C sebagai kelompok perlakuan minyak solar ditambah biosurfaktan dari *Lysinibacillus fusiformis*; D sebagai kelompok perlakuan minyak solar ditambah biosurfaktan dari *Bacillus cereus*. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biosurfaktan memberikan perubahan pada pengamatan histopatologi hati. Kelompok terpapar solar menunjukkan hati mengalami degenerasi lemak dan hemoragi. Setelah diberi biosurfaktan dari *Lysinibacillus fusiformis* dan biosurfaktan dari *Bacillus cereus* hati terlihat mengalami degenerasi lemak. **Kesimpulan.** Pemberian biosurfaktan berpengaruh terhadap gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah solar dengan menurunkan kerusakan yang terjadi.

Kata kunci : Biosurfaktan, Hati, Histopatologi, Ikan lele sangkuriang, Limbah solar



ABSTRACT

GHINA RIZQI IQBAL. **Liver Histopathological Overview of Sangkuriang Catfish (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) Exposed To Oil Diesel Effluents After Administering Biosurfactant.** (supervised by Dwi Kesuma Sari and Andi Ninnong Renita Relatami).

Background. Pollution in waters will have an impact on aquatic biota, one of which is sangkuriang catfish. Pollution can have an impact on the liver which is susceptible to toxin materials and can disrupt the metabolic process of the liver. The process for solving waste in waters can be done by utilizing mycoorganisms to degrade water contaminants, namely biosurfactants. The role of biosurfactant against waste oil pollution can be assessed from its impact on the condition of sangkuriang catfish, especially on the liver. **Objective.** This study aims to see the effect of biosurfactant on the histopathological picture of the liver of sangkuriang catfish exposed to diesel waste, and identify changes in the histopathological picture of the liver of sangkuriang catfish exposed to diesel waste after biosurfactant administration. **Method.** This study used a laboratory experimental method with a total sample of 24 sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) grouped into 4, including A as a negative control group; B as a positive control group with the addition of diesel oil; C as a treatment group of diesel oil plus biosurfactant from *Lysinibacillus fusiformis*; D as a treatment group of diesel oil plus biosurfactant from *Bacillus cereus*. **Results.** The results showed that the administration of biosurfactant gave changes in liver histopathology observation. The solar exposure group showed liver has fatty degeneration and hemorrhage. After being given biosurfactant from *Lysinibacillus fusiformis* and biosurfactant from *Bacillus cereus*, the liver showed fatty degeneration. **Conclusion.** Administering biosurfactant has an impact on the histopathological image of sangkuriang catfish liver exposed to diesel waste by lessening the damage that occurs.

Keywords: Biosurfactant, Diesel waste, Histopathology, Liver, Sangkuriang catfish



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.3.1 Tujuan Umum	2
1.3.2 Tujuan Khusus	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu	2
1.4.2 Manfaat Aplikasi	2
1.5 Hipotesis	2
1.6 Keaslian Penelitian	2
1.7 Kajian Pustaka	3
1.7.1 Ikan Lele Sangkuriang	3
1.7.2 Hati	4
1.7.3 Limbah Solar	5
1.7.4 Limbah Solar	6
1.7.5 Limbah Solar	8
1.7.6 Limbah Solar	8
1.7.7 Limbah Solar	8



2.3	Metode Penelitian	8
2.3.1	Alat.....	8
2.3.2	Bahan	8
2.4	Prosedur Penelitian.....	8
2.4.1	Persiapan Sampel.....	8
2.4.2	Pengambilan Sampel.....	9
2.4.3	Pembuatan Preparat Histologi	9
2.4.4	Pengamatan Mikroskopik.....	10
2.5	Analisis Data	10
2.6	Alur Penelitian.....	11
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN		12
3.1	Sampel Sebelum Perlakuan Hari ke-0	12
3.2	Sampel Setelah Perlakuan Hari ke-7	13
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		16
4.1	Kesimpulan	16
4.2	Saran	16
DAFTAR PUSTAKA		17
LAMPIRAN		20
RIWAYAT HIDUP PENULIS		22



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Penelitian serupa.....	3
2. Kelompok percobaan	9
3. Skor kerusakan histopatologi hati.....	10
4. Hasil pengamatan kerusakan yang terjadi pada hati ikan lele sangkuraing	14



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Ciri fisik ikan lele sangkuriang	4
2. Anatomi hati <i>Clarias gariepinus</i>	4
3. Mikroskopis hati <i>Clarias gariepinus</i> tampak normal	5
4. Mikrografi elektron <i>Lysinibacillus fusiformis</i>	6
5. Mikrografi elektron <i>Bacillus cereus</i>	7
6. Alur penelitian	11
7. Hasil histopatologi hati sampel sebelum perlakuan setiap kelompok percobaan ..	12
8. Hasil histopatologi hati sampel setelah perlakuan setiap kelompok percobaan	13



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Pemeliharaan ikan.....	20
2. Pemberian intervensi solar dan biosurfaktan dari <i>Lysinibacillus fusiformis</i> dan <i>Bacillus cereus</i>	20
3. Pengambilan sampel organ hati ikan	20
4. Pembuatan preparat histologi.....	21
5. Pengamatan mikroskopik	21



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan dengan tingkat keragaman dan kelimpahan biota air dapat dipengaruhi oleh adanya bahan pencemar yang dapat mengakibatkan perubahan terhadap kualitas perairan (Patty et al., 2019), salah satunya bahan bakar minyak atau bahan hidrokarbon (Tanjung et al., 2019). Kasus tumpahan bahan bakar minyak yang terjadi di Indonesia pada tahun 2018 sebanyak 1.238.619 *barrel* (Syafrizal et al., 2020). Bahan bakar minyak yang termasuk limbah kategori 1 yaitu limbah Bahan, Berbahaya dan Beracun (B3) yang memiliki sifat beracun bagi hewan, berdampak akut terhadap manusia dan berdampak negatif di lingkungan perairan yaitu solar (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2014).

Pencemaran di perairan akan berdampak bagi biota air, salah satunya ikan lele sangkuriang. Ikan lele sangkuriang dapat digunakan sebagai hewan uji dalam menilai risiko pencemaran karena mampu bertahan hidup dan mampu menolerir kondisi air yang tercemar (Kisworo et al., 2021). Namun, buruknya kualitas air dapat menimbulkan adanya penyakit pada ikan lele dan berdampak pada manusia yang mengonsumsinya (Juanda dan Edo, 2018). Kondisi ikan dapat dinilai dari pemeriksaan organ, salah satunya hati yang sangat sensitif terhadap bahan pencemar (Sari dan Perwira, 2019).

Hati merupakan organ yang berperan penting dalam proses metabolisme tubuh, sebagai alat sekresi dalam proses detoksifikasi dan berfungsi memfagosit benda asing yang masuk ke dalam organ hati, serta rentan terhadap bahan toksin. Proses metabolisme tubuh akan terganggu jika hati telah terpapar agen toksik dan infeksi (Meidiza et al., 2017). Pemeriksaan organ dapat dilakukan dengan uji histopatologi. Pemeriksaan histopatologi organ hati ikan dilakukan untuk melihat perubahan jaringan yang terjadi akibat infeksi yang memungkinkan terjadinya abnormalitas jaringan (Juanda dan Edo, 2018). Jika hati terus menerus terpapar zat kimia maka sel-sel pada hati dapat mengalami perubahan terutama pada sel hepatosit seperti degenerasi lemak dan nekrosis yang dapat menurunkan kemampuan regenerasi sel sehingga menyebabkan kerusakan permanen hingga kematian sel (Sijid et al., 2020).

Proses untuk penyelesaian limbah di perairan dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Salah satu zat aktif yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi pencemar air yaitu biosurfaktan (Syafrizal et al., 2020). Biosurfaktan merupakan jenis surfaktan (*surface active agent*) yang dihasilkan oleh mikroorganisme bersifat alami, lebih ramah lingkungan, rendah tingkat toksisitas dan mudah terurai (Najiyah et al., 2013). Biosurfaktan mengandung gugus hidrofobik berfungsi menurunkan tegangan permukaan molekul. Biosurfaktan emulsifier untuk meningkatkan efisiensi bioremediasi yaitu salah satu terhadap pencemaran limbah minyak di perairan (Amelia dan



aktif terhadap pencemaran limbah minyak dapat dinilai dari kondisi ikan lele sangkuriang, terutama pada organ hati. Oleh

karena itu, penulis memandang perlu melakukan penelitian tentang “Gambaran Histopatologi Hati Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang Terpapar Limbah Solar Pasca Pemberian Biosurfaktan”.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang terpapar limbah solar pasca pemberian biosurfaktan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini untuk melihat pengaruh pemberian biosurfaktan terhadap gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang terpapar limbah solar.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang terpapar limbah solar pasca pemberian biosurfaktan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu

Manfaat pengembangan ilmu pada penelitian ini sebagai tambahan pengetahuan dan literatur mengenai gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang terpapar limbah solar pasca pemberian biosurfaktan.

1.4.2 Manfaat Aplikasi

Manfaat aplikasi dari penelitian ini untuk mengembangkan potensi biosurfaktan dalam perbaikan kualitas air yang tercemar limbah solar dilihat dari gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini bahwa pemberian biosurfaktan dapat mengubah gambaran histopatologi hati ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang terpapar limbah solar

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai “Gambaran Histopatologi Hati Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang Terpapar Limbah Solar Pasca Pemberian Biosurfaktan” belum pernah dilakukan, namun terdapat penelitian serupa, yaitu :



Tabel 1. Penelitian serupa. Persamaan dan perbedaan dengan tiga penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya

No.	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	(Hasan et al., 2022) dengan judul “Histopathological responses and recovery in gills and liver of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) exposed to diesel oil”	Penelitian memiliki tujuan serupa yakni melihat dampak paparan limbah solar terhadap hewan akuatik	Perbedaan metode dan jenis ikan yang digunakan
2.	(Channashettar et al., 2020) dengan judul “Biodegradation of Crude Oil Through Biosurfactant Producing Bacterial Strains Isolated from Oily Sludge”	Penelitian memiliki tujuan serupa yakni memanfaatkan bakteri penghasil biosurfaktan dalam mendegradasi minyak	Perbedaan metode, parameter dan jenis bakteri yang digunakan karena tidak dilakukan identifikasi bakteri

1.7 Kajian Pustaka

1.7.1 Ikan Lele Sangkuriang

Ikan lele dumbo memiliki kepala bertulang rata dan mulut terminal lebar dengan empat pasang barbel, memiliki warna abu-abu gelap atau hitam di bagian belakang dan warna putih pada bagian perut serta adanya warna kecoklatan pada tubuhnya (Nwolim dan Wokpeogu, 2018). Ikan lele dumbo dalam komoditas menghasilkan varian ikan lele sangkuriang dari persilangan balik antara indukan lele dumbo generasi kedua dan lele dumbo jantan generasi keenam (Findayani dan Madinawati, 2022). Menurut (Nwolim dan Wokpeogu, 2018), klasifikasi taksonomi ikan lele Sangkuriang sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Actinopterygii

Ordo : Siluriformes

Famili : Clariidae

Genus : *Clarias*



rias gariepinus

sangkuriang (Augusta, 2017)



Gambar 1. Ciri fisik ikan lele sangkuriang. Ditandai warna abu-abu gelap atau hitam di bagian belakang dan warna putih pada bagian perut serta adanya warna kecoklatan pada tubuhnya (Iswanto et al., 2015)

Ikan lele sangkuriang memiliki laju pertumbuhan tinggi, mampu hidup dalam tempat terbatas dan kepadatan tinggi dan tahan terhadap penyakit (Suraya et al., 2016). Ikan lele hidup di semua perairan air tawar, dengan kualitas air suhu optimalnya 27°C dengan kandungan minimum oksigen terlarut 3 ppm, dan pH 6,5-8 (Manik et al., 2022). Jenis ikan lele ini mencapai panjang maksimum 1,7 m dan beratnya bisa mencapai 60kg (130lb). Para peneliti sering menggunakan ikan lele pada percobaan ekotoksikologi (Nwolim dan Wokpeogu, 2018).

1.7.2 Hati

a. Anatomi dan Fisiologi Hati

Hati ikan merupakan organ yang berperan dalam proses metabolisme biokimia makanan atau polutan di perairan. Hati ikan dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas air karena dapat mengalami perubahan histopatologis (Araujo et al., 2019). Hati berfungsi untuk detoksifikasi sehingga rentan terhadap toksin (Meidiza et al., 2017). Hati pada ikan merupakan kelenjar yang berukuran cukup besar, berwarna merah kecoklatan, terletak di bagian depan rongga badan dan mengelilingi usus, bentuknya tidak tetap dan terbagi atas dua lobus yaitu *lobus dexter* dan *lobus sinister* (Purnamasari dan Santi, 2017).

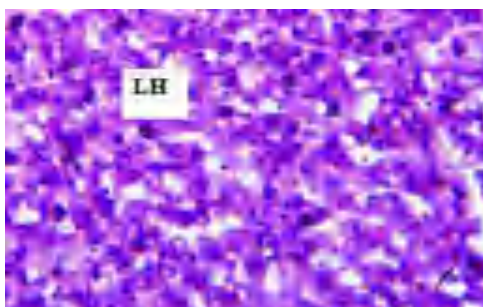


hati *Clarias farias*. Ditandai dengan organ berwarna kecoklatan *lobus* (Meidiza et al., 2017)



diri atas sel parenkim (hepatosit), sel *kupffer*, endotelium, dan sel
pedu dan cairan ekstraseluler (Dorcas dan Solomon, 2014).
menjalankan fungsi utama organ dilengkapi *stroma* sebagai pintu

masuk pembuluh darah. Sistem vaskularisasi yaitu percabangan arteri hepatica dan vena porta communis, sinusoid (pembuluh darah kapiler hati) dan *vena central* (Kirschbaum dan Formicki, 2020). Sel hepatosit terletak di antara sinusoid yang berisi darah dan saluran empedu (Safratilofa, 2017). Sel hati pada umumnya berbentuk polihedral dengan enam permukaan atau lebih dengan inti berbentuk bulat dengan banyak retikulum endoplasma (Alif et al., 2021).



Gambar 3. Mikroskopis hati *Clarias gariepinus* tampak normal. Gambar menunjukkan sel hepatosit ditandai LH (*liver hepatocyte*) (Ogueji et al., 2019)

c. Kerusakan Hati

Suplai darah ke hati berasal dari saluran pencernaan, jika terdapat bahan toksik akan ikut diabsorpsi usus dan dibawa ke hati. Bahan toksik seperti paparan limbah dapat menyebabkan hemoragi, kongesti, degenerasi lemak dan nekrosis pada jaringan hati ikan (Zulfahmi et al., 2017). Jika hati terus menerus terpapar zat kimia atau bahan toksik dalam jangka panjang, sel-sel hati dapat mengalami perubahan sel hepatosit seperti degenerasi lemak dan nekrosis yang dapat menurunkan kemampuan regenerasi sel sehingga menyebabkan kerusakan permanen hingga kematian sel (Sijid et al., 2020).

1.7.3 Limbah Solar

Minyak solar merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon yaitu atom hidrogen (h) dan juga atom karbon (c) dengan rantai ikatan yang kompleks. Penggunaan solar cukup tinggi karena kegunaannya sebagai bahan bakar, lokomotif dan pelumas dengan karakteristiknya sukar terbakar dibandingkan bahan bakar lainnya. Minyak solar dapat mencemari lingkungan perairan akibat kebocoran akibat kecelakaan kendaraan atau tempat penyimpanan, tumpahan selama pemindahan minyak dari fasilitas produksi dan pecahnya jaringan pipa, yang menggolongkan minyak solar termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) (Kaida et al., 2018).

Pada hewan, limbah minyak solar bersifat toksik dan dapat berefek pada organ nekrosis, hemoragi, dan degenerasi lemak. Selain itu, limbah t karsinogenik dan teratogenik karena kandungan hidrokarbon. on dalam perairan memiliki sifat sukar larut dalam air (Kaida et al., hidrokarbon bersifat sangat hidrofobik, sehingga menyebabkan kemampuan minyak untuk dimetabolisme bagi mikroba sehingga iodegradasi (Amelia dan Titah, 2021).



1.7.4 Biosurfaktan

Biosurfaktan adalah zat permukaan aktif yang disintesis dari hasil metabolisme mikroorganisme. Biosurfaktan mengandung gugus hidrofobik dan hidrofilik yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan untuk meningkatkan kelarutan hidrokarbon minyak, memiliki toksisitas rendah dan memiliki kemampuan biodegradasi. Mekanisme kerja biosurfaktan dengan memanfaatkan bagian kepala yang bersifat hidrofilik masuk ke fase hidrofilik dan bagian ekor bersifat hidrofobik masuk ke fase hidrofobik. Interaksi dua gugus ke dalam dua fase meningkatkan luas permukaan senyawa hidrokarbon yang larut menyebabkan penurunan tegangan permukaan antar fase (Amelia dan Titah, 2021).

Biosurfaktan yang disintesis oleh bakteri yang mampu mendegradasi minyak dengan mengurangi tegangan permukaan dalam campuran berair dan hidrokarbon yang digunakan dalam pemulihan minyak yang mencemari lingkungan (Zia dan Linda, 2023). Keberhasilan biodegradasi dapat dipengaruhi kondisi lingkungan, konsentrasi minyak, dan kemampuan bakteri mendegradasi. Bakteri mampu mendegradasi minyak karena menghasilkan enzim monooksigenase yang mampu memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, digunakan oleh mikroba sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan energi (Hasyimuddin et al., 2016). Enzim monooksigenase akan menjadi katalis dalam membentuk hasil metabolisme yang disebut biosurfaktan (Reningtyas dan Mahreni, 2015). Biosurfaktan dapat dihasilkan dari bakteri *Lysinibacillus fusiformis* dan *Bacillus cereus* (John et al., 2020).

a. *Lysinibacillus fusiformis*

Bakteri *Lysinibacillus fusiformis* merupakan bakteri yang menghasilkan biosurfaktan dengan kandungan peptida dan lipid berupa biosurfaktan glikolipid dan lipopeptida. Biosurfaktan dari *Lysinibacillus fusiformis* memiliki kandungan enzim *monooxygenase* dimanfaatkan mendegradasi minyak dengan kandungan hidrokarbon seperti solar. *Lysinibacillus fusiformis* memproduksi biosurfaktan dengan memanfaatkan sumber nitrogen dan karbon pada suhu 35°C dan pH 7 (John et al., 2021). Biosurfaktan glikolipid dapat digunakan sebagai antibiotik dan mampu mendegradasi hidrokarbon. Glikolipid berperan dalam pengolahan limbah minyak bumi dalam proses bioremediasi (Reningtyas dan Mahreni, 2015).



rografi elektron *Lysinibacillus fusiformis* (Sari dan Simarani, 2019)



b. *Bacillus cereus*

Bakteri *Bacillus cereus* merupakan bakteri gram positif yang menghasilkan biosurfaktan berupa lipopeptida. *Bacillus cereus* memproduksi biosurfaktan dengan memanfaatkan sumber karbon pada suhu 37°C dan pH 6. Biosurfaktan lipopeptida dapat digunakan sebagai antibiotik dan anti jamur (Mardiah et al., 2022). Biosurfaktan dari *Bacillus cereus* memiliki kandungan enzim *monooxygenase* dimanfaatkan mendegradasi minyak (Mohammed et al., 2023).



Gambar 5. Mikrografi elektron *Bacillus cereus*. Dilihat pada gambar bakteri tersebut berbentuk batang (Jiang et al., 2019)

