

ISOLASI BAKTERI TAHAN LOGAM BERAT (PB) PADA IKAN PATIN (PANGASIVUS SP.) KERAMBA APUNG SUNGAI KAMPAR

Anita Rahmi¹, Irda Sayuti², Darmawati³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Riau

¹anita.rahmi0395@student.unri.ac.id, ²irda.sayuti@lecturer.unri.ac.id,

³darmawati@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

*The Kampar River is one of the potential areas for freshwater fish cultivation, particularly catfish (*Pangasius sp.*) cultured in floating net cages. However, aquaculture activities, feed waste, fish metabolic waste, community activities, industrial activities, and the use of motorboats may reduce water quality and contribute to heavy metal pollution, particularly lead (Pb). Lead is toxic, difficult to degrade naturally, and can accumulate in aquatic organisms, thereby posing risks to human health and the environment. This study aimed to isolate and identify Pb-resistant bacteria in catfish (*Pangasius sp.*) cultivated in floating net cages in the Kampar River. This research was an exploratory observational study conducted through laboratory observations. Fish samples were collected from floating net cages in the Kampar River, and bacterial isolation was carried out using Nutrient Agar (NA) medium supplemented with 0.8 grams of Pb. Bacterial identification was performed through macroscopic observation, microscopic observation using Gram staining, and biochemical tests, including TSIA, SCA, and SIM tests. The results showed that five Pb-resistant bacterial isolates were obtained from the gills and intestines of catfish. Based on the identification results, the bacteria found consisted of *Aeromonas sp.*, *Edwardsiella ictaluri*, and *Bacillus sp.* All isolates had bacillus-shaped cells, with the majority classified as Gram-negative bacteria and one isolate classified as Gram-positive. These findings indicate that catfish cultivated in floating net cages in the Kampar River harbor bacteria capable of surviving in Pb-containing media and potentially serving as bioindicators as well as bioremediation agents for heavy metals.*

Keywords: *Pb-resistant bacteria, Catfish, Floating net cages, Heavy metals, Kampar River*

ABSTRAK

Sungai Kampar merupakan salah satu kawasan potensial untuk kegiatan budidaya ikan air tawar, khususnya ikan patin (*Pangasius sp.*) dalam sistem keramba apung. Namun, aktivitas budidaya, limbah pakan, sisa metabolisme ikan, aktivitas masyarakat, industri, dan penggunaan perahu motor berpotensi menurunkan kualitas perairan serta menyebabkan pencemaran logam berat, salah satunya timbal (Pb). Logam Pb bersifat toksik, sulit terdegradasi, dan dapat terakumulasi dalam organisme perairan sehingga berisiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri tahan logam berat Pb pada ikan patin (*Pangasius sp.*) yang dibudidayakan di keramba apung Sungai Kampar. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif/observasional dengan pengamatan laboratorium. Sampel

ikan diambil dari keramba apung Sungai Kampar, kemudian dilakukan isolasi bakteri menggunakan media Nutrient Agar (NA) yang diperkaya Pb sebanyak 0,8 gram. Identifikasi bakteri dilakukan melalui pengamatan makroskopis, mikroskopis dengan pewarnaan Gram, serta uji biokimia meliputi TSIA, SCA, dan SIM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh 5 isolat bakteri tahan logam berat Pb dari insang dan usus ikan patin. Berdasarkan hasil identifikasi, bakteri yang ditemukan terdiri atas *Aeromonas* sp., *Edwardsiella ictaluri*, dan *Bacillus* sp. Seluruh isolat memiliki bentuk sel basil, dengan mayoritas termasuk bakteri Gram negatif dan satu isolat termasuk Gram positif. Hasil ini menunjukkan bahwa ikan patin pada keramba apung Sungai Kampar memiliki bakteri yang mampu bertahan pada media mengandung Pb dan berpotensi sebagai bioindikator maupun agen bioremediasi logam berat.

Kata Kunci: Bakteri tahan Pb, Ikan patin, Keramba apung, Logam berat, Sungai Kampar

A. Pendahuluan

Sungai Kampar berperan banyak bagi masyarakat tempatan dan telah dimanfaatkan sepanjang sejarah peradaban hingga saat ini. Salah satu peran Sungai Kampar adalah sebagai usaha perikanan. Kegiatan ini memberikan kontribusi cukup besar dalam penyediaan pangan dan gizi bagi masyarakat luas khususnya Kabupaten Kampar, Riau, Indonesia. Kabupaten Kampar merupakan salah satu kawasan yang sangat potensial untuk pembudidayaan perikanan air tawar karena keadaan alam sangat mendukung dalam kegiatan pembudidayaan ikan tersebut.

Ikan Patin (*Pangaisus* Sp) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak di usahakan di Kabupaten Kampar. Ikan ini banyak

di budidayakan oleh masyarakat khususnya di Desa Koto Masjid Kecamatan XIII Koto Kampar karena memiliki nilai ekonomis yang baik, selain itu ikan ini mudah dipasarkan dan di budidayakan. Tidak mengherankan jika saat ini banyak rumah makan atau restoran yang menyediakan olahan ikan patin sebagai menu utamanya.

Ikan patin merupakan satu diantara air tawar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi di pasaran dunia. Sangat digemari konsumen lokal maupun luar negeri dan alam kurun waktu terakhir. Ikan patin kaya nutrisi penting untuk kesehatan tubuh. Beberapa diantaranya adalah kalori, lemak, protein, natrium, vitamin B12, selenium, fosfor dan tiamin.

Pada usaha budidaya ikan di keramba apung penggunaan pelet sebagai pakan ikan tidak seluruhnya habis dimakan oleh ikan. Limbah pakan yang terbuang ke perairan diperkirakan sekitar 30% – 40%. Pakan ikan yang tidak dikonsumsi oleh ikan akan terbuang ke badan air sebagai limbah dan terakumulasi di dasar perairan. Selain limbah pakan, ikan juga mengeluarkan limbah sisa metabolisme seperti feses dan urine yang semuanya terbuang ke badan air. Terakumulasinya limbah organik yang berasal dari sisa pakan dan metabolisme tersebut akan mengalami dekomposisi dan terurai menjadi unsur hara, terutama senyawa nitrogen (N) dan fosfor (P). Senyawa nitrogen dan Fosfor yang tinggi dalam efluen air limbah dapat menimbulkan dampak negatif terhadap badan air penerima seperti dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut, memicu terjadinya eutrofikasi dan meningkatkan kadar toksisitas suatu badan air. Bila hal ini berlangsung terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan berdampak terhadap penurunan kualitas perairan.

Berkembangnya budidaya ikan sistem keramba apung di sungai

Kampar dari aspek sosial ekonomis telah memberikan dampak positif terhadap peningkatan pendapatan masyarakat dan penyerapan tenaga kerja. Namun apabila tidak dikelola secara baik dengan memperhatikan aspek lingkungan maka akan dapat berdampak negatif terhadap daya dukung perairan sungai kampar dan menyebabkan terjadinya pencemaran.

Aktivitas masyarakat yang dilakukan setiap harinya, berpotensi memberikan dampak negatif terhadap ekosistem perairan, yaitu masuknya bahan pencemar dan limbah hasil kegiatan ekonomi seperti industri dan kendaraan perahu motor. Masuknya bahan pencemar tersebut ke dalam perairan dapat menimbulkan terjadinya suatu permasalahan salah satunya pencemaran oleh logam berat timbal (Pb) yang berpotensi menyebabkan pengakumulasian pada organisme air yang nantinya dapat menjadi ancaman kesehatan bagi manusia dan hewan apabila dikonsumsi sebab logam berat memiliki sifat yang toksik, bioakumulasi, karsinogenik dan biomagnifikasi .

Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat non esensial yang sulit

untuk didegradasi secara alami dan bersifat akumulatif yaitu apabila terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup akan menimbulkan sifat toksik, karena logam berat non esensial di dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya sehingga dianggap bersifat beracun (Berniyanti, 2018). Keberadaan logam Pb di lingkungan harus diminimalkan agar tidak menimbulkan bahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan di sekitarnya.

Pada beberapa penelitian terdahulu juga telah mendapatkan beragam isolat bakteri yang toleran terhadap Pb yaitu dari genus *Azotobacter*, *Proteus*, *Corynebacterium*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Listeria*, *Micrococcus*, *Phenyllobacterium*, *Enhydriabacter*, *Morrococcus*, *Flavobacterium*, *Streptococcus*, *Xantobacter*, *Acinetobacter*, dan *Brevibacillus* (Zulaika dkk, 2012; Nath dkk, 2012; Jaroslawiecka & Seget, 2014; Budiharjo, 1996; Arrizal dkk, 2013; El Sayed, 2016; Chihomvu dkk, 2015). Meskipun telah banyak dilakukan penelitian terkait bakteri yang berpotensi sebagai pendegradasi Pb namun penelitian sejenis belum pernah dilakukan di Keramba Apung

Sungai Kampar. Berdasarkan uraian diatas, bakteri indigenus yang memiliki potensi sebagai pendegradasi Pb dari Keramba Apung Sungai Kampar masih belum diketahui sehingga perlu dilakukan penelitian di wilayah tersebut untuk mengetahui keberagaman jenis bakteri yang berpotensi sebagai agen biodegradasi.

Dari hasil penelitian didapatkan 3 bakteri tahan logam berat yaitu (*Pseudomonas pseudomallei*), (*Pseudomonas fluorescens*), dan K3 (*Bacillus subtilis*). Ketiganya dapat dijadikan sebagai bioindikator keberadaan logam berat Pb dan Cr karena mampu tumbuh pada lingkungan dengan konsentrasi logam berat Pb dan Cr di atas ambang batas. (*Pseudomonas pseudomallei*), (*Pseudomonas fluorescens*), dan (*Bacillus subtilis*) memiliki potensi sebagai agen bioremoval logam berat Pb dan Cr. (Elhany, N. A. ,2022).

Budijono dan Hasbi (2020), melaporkan adanya bioakumulasi logam berat (Cd, Pb, Zn) dalam tubuh ikan budidaya dengan konsentrasi logam seng (Zn) yang tinggi di tahun 2019. Menurut (Budijono dkk, 2020) Menambahkan bahwa tingkat

Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) melebihi ambang batas toleransi lingkungan sebagai indikasi cemaran polutan organik yang berasal dari zona riverin.

Kajian mengenai ekotoksikologi di Sungai Kampar di tahun 2021 kembali menegaskan bahwa cemaran logam berat masih terjadi di perairan Sungai Kampar khususnya logam cadmium (Cd) dan timbal (Pb). Secara periodik, penyerapan logam berat oleh badan air dan organisme yang terkontaminasi dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan gangguan kesehatan misalnya keracunan makanan, kerusakan hati, gangguan kardiovaskular, dan bahkan kematian terhadap manusia dan ikan hasil budidaya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian yang berjudul "Isolasi Bakteri Tahan Logam Berat (Pb) pada Ikan Patin (*Pangasius* sp.) Keramba Apung Sungai Kampar". Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan bakteri yang mampu bertahan terhadap cemaran logam berat Pb pada ikan patin yang dibudidayakan di keramba apung

Sungai Kampar, sehingga dapat memberikan informasi awal mengenai potensi bakteri indigenus sebagai bioindikator maupun agen bioremediasi dalam upaya pengelolaan pencemaran logam berat di lingkungan perairan budidaya.

B. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi/observasional dengan melakukan pengamatan laboratorium untuk mendapatkan data informasi mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan patin. Pengambilan sampel dilakukan pada 1 stasiun ikan.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan Sampel ikan dilakukan di Keramba Apung Sungai Kampar. Penelitian Isolasi Bakteri logam berat Timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Politeknik Kampar pada bulan Juni 2025.

3. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data diperoleh dari pengamatan proses isolasi. Pengumpulan data melalui pencatatan hasil penelitian berdasarkan pengamatan

makroskopis (bentuk koloni, elevasi, tepi dan warna koloni), mikroskopis (bentuk sel dan pewarnaan gram) dan uji biokimia.

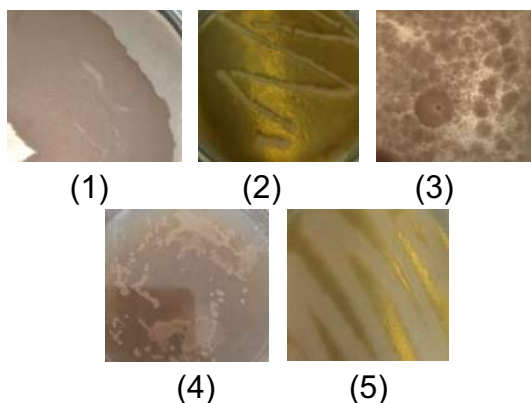
4. Teknik Analisis Data

Data yang didapatkan dari hasil isolasi bakteri logam berat timbal (Pb) pada ikan Patin di analisis secara kualitatif kemudian disajikan secara deskriptif, yaitu dengan membuat deskripsi tentang jenis dari bakteri yang telah diamati dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Isolasi Bakteri Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Patin

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi bakteri akumulasi logam berat timbal (Pb) yang dilakukan, didapatkan 5 isolat bakteri yang di isolasi dari insang dan usus ikan patin. Kultur murni isolate bakteri dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Isolat bakteri logam berat

Proses isolasi bakteri dilakukan melalui metode *streak plate* untuk menginokulasi bakteri ke dalam media *Nutrient Agar* (NA). Guna menyeleksi bakteri yang memiliki ketahanan spesifik, media tersebut diperkaya dengan Pb sebanyak 0,8 gram, sehingga hanya bakteri resisten logam berat Pb yang mampu bertahan hidup. Selanjutnya, pemurnian bakteri dilakukan kembali dengan metode *streak plate* untuk memisahkan koloni hingga diperoleh koloni tunggal yang murni.

Berdasarkan rangkaian uji identifikasi yang meliputi pengamatan makroskopis terhadap morfologi koloni, pengamatan mikroskopis melalui pewarnaan Gram, serta serangkaian uji biokimia, ditemukan beberapa jenis bakteri spesifik pada organ ikan patin. Dari isolat yang ditumbuhkan pada media yang mengandung logam berat Pb 0,8 gram, berhasil diidentifikasi keberadaan bakteri dari genus *Aeromonas sp.*, *Bacillus sp.*, dan spesies *Edwardsiella ictaluri*.

Secara keseluruhan, hasil identifikasi ini menunjukkan bahwa bakteri yang hidup dalam insang dan usus ikan patin di Keramba Apung Sungai Kampar telah mengalami

adaptasi fisiologis. Bakteri-bakteri tersebut, baik *Aeromonas sp.*, *Edwardsiella ictaluri*, maupun *Bacillus sp.*, terbukti merupakan isolat yang resisten karena mampu tumbuh secara optimal pada media selektif yang mengandung timbal (Pb).

2. Identifikasi morfologi dan uji biokimia bakteri logam berat timbal (Pb) pada ikan patin

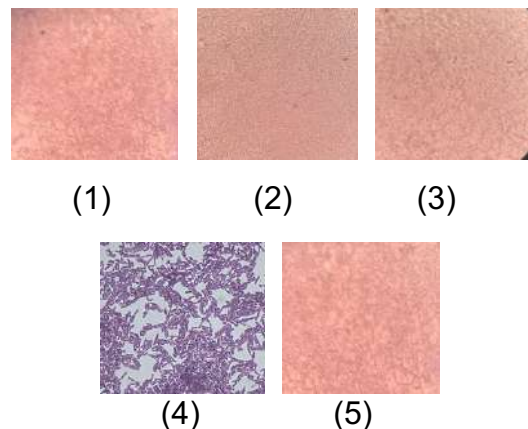
Berdasarkan hasil isolasi jumlah isolat bakteri logam berat timbal (Pb) yang diperoleh dari insang dan usus. Ditemukan 5 isolat bakteri. Setiap isolat mempunyai ciri karakterisasi yang berbeda-beda yang dapat diidentifikasi melalui pengamatan secara makroskopis, mikroskopis serta uji biokimia. Dengan mengamati warna, bentuk, tepi dan elevasi koloni sehingga diketahui morfologi koloni secara makroskopis. Adapun secara mikroskopis yaitu dilakukan dengan uji pewarnaan gram. Pewarnaan gram dilakukan untuk mengetahui serta membedakan jenis gram dan bentuk sel dari bakteri.

Hasil karakteristik morfologi bakteri logam berat timbal (Pb) yang dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Karakteristik morfologi bakteri logam berat timbal (Pb)

Ko de Iso lat	Makroskopis			Mikroskopis		
	Warn a	Ben tuk	Tepi an	Elev asi	Gra m	Ben tuk sel
1	Putih kecok -latan	Circ ular	Curl ed	Datar Timb ul	Neg atif	Basi l
2	Putih	Circ ular	Curl ed	Timb ul	Neg atif	Basi l
3	Putih kecokl atan	Circ ular	Curl ed	Timb ul	Neg atif	Basi l
4	Putih kecokl atan	Circ ular	Curl ed	Datar	Pos itif	Basi l
5	Putih	Circ ular	Curl ed		Neg atif	Basi l

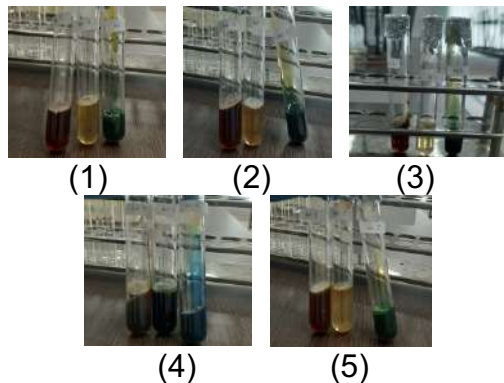
Berdasarkan pewarnaan gram yang dilakukan pada isolat bakteri yaitu diperoleh bentuk *basil* dengan kelompok bakteri gram negatif . Berikut hasil pengamatan pewarnaan gram dengan perbesaran 10 x 100 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pewarnaan Gram

Setelah dilakukan pengamatan morfologi yang dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis kemudian dilanjutkan dengan uji biokimia.. Uji biokimia yang dilakukan yaitu uji TSIA (*Triple Sugar Iron*

Agar), Uji SCA (Simmon Citrat Agar) dan Uji SIM (Sulphite Indol Motility).



Gambar 2. Hasil Uji Biokimia (TSIA, SCA dan SIM)

Hasil identifikasi bakteri tahan logam berat timbal (Pb) pada ikan patin dilakukan dengan menggabungkan beberapa parameter pengamatan, yaitu karakteristik makroskopis koloni, karakteristik mikroskopis sel, serta hasil uji biokimia. Pengamatan makroskopis meliputi warna, bentuk, tepian, dan elevasi koloni, sedangkan pengamatan mikroskopis dilakukan untuk mengetahui sifat Gram dan bentuk sel bakteri. Selanjutnya, uji biokimia digunakan untuk memperkuat hasil identifikasi sehingga genus atau spesies bakteri yang diperoleh dapat ditentukan secara lebih jelas. Adapun hasil isolasi dan identifikasi bakteri logam berat timbal (Pb) pada ikan patin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil isolasi dan identifikasi bakteri logam berat timbal (Pb) pada ikan patin

Kode Isolat	Makroskopis				Mikroskopis		Uji Biokimia			
	Warna	Bentuk	Tepian	Elevasi	Gram	Bentuk sel	TSIA	SIM	SCA	Genus
1	Putih kecoklatan	Circular	Curl ed	Datar	-	Basil	-	-	+	<i>Aeromonas</i>
2	Putih	Circular	Curl ed	Timbul	-	Basil	-	-	-	<i>Edwardsiella ictaluri</i>
3	Putih kecoklatan	Circular	Curl ed	Timbul	-	Basil	-	-	-	<i>Edwardsiella ictaluri</i>
4	Putih	Circular	Curl ed	Timbul	+	Basil	+	+	+	<i>Bacillus</i>
5	Putih kecoklatan	Circular	Curl ed	Datar	-	Basil	-	-	+	<i>Aeromonas</i>

Pengamatan makroskopis dilakukan untuk melihat ciri fisik koloni bakteri yang tumbuh pada media agar. Dari kelima isolat yang ditemukan, terdapat kesamaan pada bentuk koloni yaitu Circular (bulat) dengan tepian Curled (bergelombang/keriting). Warna Isolat 1, 3, dan 5 menunjukkan warna putih kecoklatan, sedangkan isolat 2 dan 4 berwarna putih. Perbedaan warna ini memberikan indikasi awal mengenai jenis pigmen yang dihasilkan oleh masing-masing bakteri. Elevasi Sebagian besar isolat memiliki elevasi Timbul (raised), kecuali isolat 1 dan 5 yang memiliki elevasi Datar

(flat). Perbedaan elevasi ini berkaitan dengan cara bakteri menumpuk sel-selnya saat berkembang biak di permukaan media.

Hasil pengamatan mikroskopis didapatkan hasil bentuk sel seluruh isolat 1,2,3,4, dan 5 memiliki bentuk Basil atau batang. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri yang mampu bertahan terhadap paparan timbal pada ikan patin dalam penelitian ini secara morfologi adalah kelompok bakteri batang. Pewarnaan Gram: Mayoritas isolat (1, 2, 3, dan 5) adalah Gram Negatif (-), yang ditandai dengan dinding sel yang lebih tipis namun memiliki lapisan lipopolisakarida. Hanya isolat 4 yang menunjukkan hasil Gram Positif (+). Perbedaan sifat Gram ini sangat penting karena menentukan struktur dinding sel yang memengaruhi mekanisme bakteri dalam menangani toksisitas logam berat.

Uji biokimia dilakukan untuk mengetahui aktivitas metabolisme bakteri guna menentukan genusnya secara spesifik. Uji SCA (Simmons Citrate Agar): Hampir seluruh isolat (kecuali isolat 2 dan 3) menunjukkan hasil positif (+), yang berarti bakteri tersebut mampu menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon

untuk energinya. Uji SIM dan TSIA: Isolat 4 menunjukkan hasil positif pada uji SIM dan TSIA, yang menandakan kemampuan metabolisme spesifik seperti produksi sulfur atau fermentasi gula tertentu.

3. Bakteri toleran logam berat timbal (Pb)

Bakteri yang memiliki kemampuan toleran terhadap logam berat dikenal dengan sebutan bakteri pengakumulasi logam berat karena bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk meminimalisir kontaminan limbah oleh logam berat (Wicaksana, 2016:44)

Menurut Angraeni (2017:15) Bakteri memiliki kemampuan untuk mengurangi atau menghilangkan toksisitas logam berat dengan melakukan beberapa cara diantaranya:

- a) Melakukan pelepasan cairan ekstraseluler sehingga akan bereaksi dengan logam berat tersebut, kemudian disimpan dengan mengendapkan kedalam bentuk molekul disekitar sel.
- b) Metabolisme dalam sel bakteri melibatkan logam berat melalui proses perubahan senyawa kimia dengan enzim atau biasa disebut

biotransformasi destruksi, kemampuan tersebut didukung karena bakteri mampu mengkatalisis reaksi biotransformasi dengan mensintesis enzim adaptif.

- c) Bakteri dapat menyerap logam berat.
- d) Struktur sel pada bakteri dapat mengikat logam berat.

Proses untuk mengurangi polutan dengan menggunakan mikroorganisme disebut sebagai proses bioremediasi. Proses bioremediasi yaitu pembersihan alami pada ekosistem menggunakan mikroorganisme untuk mengurangi pencemaran seperti cemaran logam berat. Penggunaan mikroorganisme dalam bioremediasi dilakukan menggunakan bakteri indigenous, teknik bioremediasi dapat ditingkatkan dengan menambahkan mikroba eksogen. Bakteri indigenous mampu menghasilkan metabolit yang dapat memecah cemaran kompleks menjadi senyawa sederhana (De Fretes *et al.*, 2019:76)

Hasil bakteri yang telah di isolasi dengan logam berat Pb 0.8 gr dari sampel insang dan usus pada ikan mas di keramba apung sungai kampar diperoleh 3 isolat bakteri

memiliki hasil yang berbeda. Identifikasi pada isolat bakteri dilakukan melalui pengamatan sifat morfologi koloni, pengujian sifat fisiologi dan reaksi biokimia.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada ikan patin (*Pangasius* sp.) yang dibudidayakan di keramba apung Sungai Kampar ditemukan bakteri yang mampu bertahan pada media yang mengandung logam berat timbal (Pb). Hasil isolasi dari organ insang dan usus ikan patin diperoleh sebanyak 5 isolat bakteri tahan Pb. Berdasarkan pengamatan makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia, isolat bakteri tersebut teridentifikasi sebagai *Aeromonas* sp., *Edwardsiella ictaluri*, dan *Bacillus* sp. Seluruh isolat memiliki bentuk sel basil, dengan mayoritas isolat termasuk bakteri Gram negatif dan satu isolat termasuk bakteri Gram positif. Keberadaan bakteri tersebut menunjukkan adanya kemampuan adaptasi bakteri terhadap lingkungan yang mengandung logam berat Pb, sehingga bakteri yang berhasil diisolasi berpotensi sebagai

bioindikator pencemaran Pb dan dapat menjadi informasi awal untuk pengembangan agen bioremediasi logam berat di perairan budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., & Fitriani, D. (2021). "Isolation and Characterization of Heavy Metal Resistant Bacteria from Contaminated Waters." *Journal of Applied Biology & Biotechnology*.
- Abdelhamed, H., et al. (2018). "Pathogenesis and virulence of *Edwardsiella ictaluri* in catfish." *Veterinary Microbiology*.
- Abdel-Tawwab, M., et al. (2017). "The use of *Bacillus subtilis* as a probiotic to ameliorate the growth performance and immune response of Nile tilapia exposed to heavy metals." *Fish & Shellfish Immunology*.
- Adhani, R., & Husaini. (2017). Logam Berat Sekitar Manusia (S. Kholishotunnisa (Ed.)). Lambung Mangkurat University Pres
- Budiharjo A, 1996. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pengikat Logam Berat Pb dari Sedimen Muara Sungai Banjir Kanal Timur Semarang. Undergraduate Thesis. FMIPA Undip.
- Budijono B, Suharman I, Hendrizal A. 2021. Dynamics water quality in Koto Panjang Reservoir, Indonesia. IOP Conference Series : Earth and Environmental Science 934 (1):01205
- Dagdag EA dan Sukoso, 2015. Isolation and Characterization of A3 and S3 Isolate Thermophilic Bacteria from Lapindo Sidoarjo Mud, East Java. International Journal of Chemtech Research, 8 (2), 541-548,
- Elhany, N. A. (2022). Uji Sensitivitas Bakteri Tahan Logam Berat Pada Perairan Sungai Driyorejo Gresik. Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi, 5(2), 73-78.
- Hadioetomo, Ratna Siri. 1993. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Irawan, H., & Fitriani, D. (2019). "Keberadaan Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Insang dan Usus Ikan Patin (*Pangasius sp.*) di Perairan Tercemar." *Jurnal Akuakultur Indonesia*.
- Jaroslawiecka A dan Seget ZP, 2014. Lead Resistance in Microorganism. Microbiology. 160: 12-25.
- Miller, R. A., & Harbottle, H. (2018). "Antimicrobial drug resistance in fish pathogens." *Microbiology Spectrum*
- Rahadi B, Susanawati LD dan Agustianingrum R, 2020. Bioremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous pada Tanah Tercemar Air Lindi (Leachate). Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 6(3), 11-18.
- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Jakarta: Binacipta.
- Sankarto., Bambang, S., & Endang, S. (2008). Pedoman Pengemasan Informasi. Jakarta: Departemen Pertanian
- Sari, D., P., Rahmawati & Rusmiyanto, E. 2019. Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri Coliform Hasil Isolasi dari

- Minuman Lidah Buaya. Jurnal Labora Medika. 3 (1): 29-35.
- Sila, N. 2021. Identifikasi Bakteri Pengurai Bahan Pencemar Organik Pada Air Limbah Domestik Pulau Kodingareng Lompo. Skripsi. Universitas Hasanuddin
- Siregar, A. S., et al. (2020). "Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Resisten Timbal (Pb) pada Organ Ikan di Perairan Tercemar." *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*.
- Suseno, D. (2002). Pengelolaan Usaha Pembenihan Ikan Patin. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syaifudin, M., et al. (2022). "Impact of heavy metal pollution (Pb and Cd) on the susceptibility of catfish to bacterial diseases." *Indonesian Journal of Ichthyology*.
- Turista DDR, 2017. Biodegradasi Limbah cair organik menggunakan konsorsium bakteri sebagai bahan penyusunan buku ajar matakuliah pencemaran lingkungan. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, 3(2), 95-102
- Wardalia, W. 2016. Karakterisasi Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal Pada Limbah Cair. Jurnal Integrasi Proses 6(2).