

## Uji Biodegradasi (*Rhodamine B*) Oleh Bakteri Pada Lumpur Sedimen Mangrove *Avicennia marina* Di Desa Panipahan Riau

Liza Ardani Situmorang<sup>1</sup>, Rasyidah<sup>2</sup>, Ulfayani Mayasari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Fakultas Sains dan Teknologi  
Jl. Lapangan Golf No. 120, Pancur Batu, Deli Serdang, Sumatera Utara, 20352

[lizaardanisim@gmail.com](mailto:lizaardanisim@gmail.com) (1), [rasyidah@uinsu.ac.id](mailto:rasyidah@uinsu.ac.id) (2) [ulfayani.mayasari@gmail.com](mailto:ulfayani.mayasari@gmail.com) (3)

### ABSTRAK

*Rhodamine B* merupakan salah satu zat pewarna yang paling sering digunakan pada industri tekstil. Limbah pewarna tekstil ini dapat mencemari lingkungan dan dapat mengakibatkan sumber penyakit bagi manusia seperti kerusakan pada hati dan ginjal jika masuk ke lingkungan melebihi ambang batas normal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan bakteri dari lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* dalam mendegradasi zat warna tekstil *Rhodamine B*. Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan isolasi bakteri sedimen mangrove *Avicennia marina*, pemurnian, karakterisasi morfologis, uji biodegradasi, uji biokimia, uji ketahanan fisik dan identifikasi dengan teknik PCR (Polymerase Chain Reaction). Hasil penelitian ini ditemukan 16 isolat bakteri dan terdapat 1 isolat bakteri yang mampu mendegradasi. Uji biokimia menunjukkan hasil positif pada uji Katalase, uji TSIA dan uji Oksidatif Fermentatif, sedangkan pada uji SIM menunjukkan hasil negatif. Ditemukan isolat bakteri *Bacillus cereus* dari lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* yang mampu mendegradasi zat warna tekstil *Rhodamine B*.

**Kata Kunci :** *Rhodamine B*, *Avicennia marina*, Biodegradasi

### ABSTRACT

*Rhodamine B* is one of the dyes most commonly used in the textile industry. This textile dye waste can pollute the environment and can cause sources of disease for humans such as damage to the liver and kidneys if it enters the environment beyond the normal threshold. The purpose of this study was to determine the ability of bacteria from *Avicennia marina* mangrove sediment mud in degrading *Rhodamine B* textile dyes. This research method was carried out with the stages of isolation of *Avicennia marina* mangrove sediment bacteria, purification, morphological characterization, biodegradation test, biochemical test, physical resistance test and identified by PCR (Polymerase Chain Reaction) technique. The results of this study found 16 bacterial isolates and there was 1 bacterial isolate that was able to degrade. Biochemical test results showed positive results from the Catalase test, TSIA test, fermentative Oxidative Test, while the SIM test showed negative results. *Bacillus cereus* bacterial isolates were found from *Avicennia marina* mangrove sediments that were able to degrade *Rhodamine B* textile dyes.

**Keywords :** *Rhodamine B*, *Avicennia marina*, Biodegradation

## **I. PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Industri tekstil Indonesia telah menunjukkan perkembangan yang sangat signifikan dengan puncaknya pada tahun 2019, yakni terjadi peningkatan sebesar 20,71% dari 6,48% pada tahun 2018. Perkembangan industri tekstil yang semakin meningkat selain menimbulkan dampak positif tentu saja akan diikuti dengan dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak negatif yang ditimbulkan berupa pembuangan limbah pewarna tekstil secara langsung ke lingkungan (Naimah *et al*, 2016). Limbah pewarna tekstil yang dibuang secara langsung ke lingkungan dapat merusak seluruh ekosistem perairan laut dan menyebabkan kematian pada biota laut (Ahmad *et al*, 2021). Salah satu pewarna yang sering digunakan pada industri tekstil adalah *Rhodamine B* karena harganya yang murah dan mudah diperoleh (Rusydi *et al*, 2016). *Rhodamine B* merupakan pewarna sintetis yang terbuat dari *meta-dietilaminophenol* dan *ftalik anhidrid* yang berbentuk serbuk kristal, berwarna hijau atau ungu kemerahan, mudah larut dalam air dan bersifat sangat toksik (Zulaidah, 2020). *Rhodamine B* bersifat karsinogenik yang mampu menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, iritasi pada kulit, keracunan, gangguan hati dan kanker (Dawile *et al*, 2013). Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengurangi limbah tekstil pada perairan ialah biodegradasi dengan menggunakan mikroba karena efektif untuk penguraian limbah organik terlarut dan menggunakan biaya yang sedikit. Melalui biodegradasi, mikroba akan mengeluarkan enzim untuk memetabolisme limbah organik menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana lagi sehingga mampu menurunkan beban kadar pencemarnya. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa *Staphylococcus aureus* B6 mampu mengurai senyawa dari zat warna *Rhodamine B* (Rusydi *et al*, 2016). Dalam sebuah penelitian menjelaskan bahwa keanekaragaman komunitas mikroorganisme yang terdapat pada sedimen lumpur mangrove *Avicennia marina* sangat berpotensi dalam proses biodegradasi sebab memiliki aktivitas bioakumulator dan kemampuan menyerap atau mengikat logam berat (Kariada, 2014). Penelitian lain menyebutkan bahwa hutan mangrove memiliki potensi biodiversitas tinggi untuk eksplorasi bakteri pendegradasi (Irene *et al*, 2020). Indonesia diketahui memiliki kekayaan hutan mangrove yang luas, salah satunya terletak di Desa Panipahan Kabupaten Rokan Hilir yang merupakan kawasan potensial mangrove karena memiliki dasar laut yang landai dan berlumpur dengan luas mencapai 16.276,80 Ha (Trisla *et al*, 2020). Mangrove *Avicennia marina* di Desa Panipahan Kabupaten Rokan Hilir tumbuh secara alami dan belum tereksplorasi.

### **2. Perumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah ditemukan isolat bakteri yang mampu mendegradasi *Rhodamine B* dari sedimen lumpur mangrove *Avicennia marina* dan apakah jenis dari bakteri yang mampu mendegradasi *Rhodamine B* tersebut.

### **3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan isolat bakteri dari lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* di Desa Panipahan Rokan Hilir yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi *Rhodamine B* dan selanjutnya melakukan pencarian jenis terhadap isolat bakteri pendegradasi *Rhodamine B* tersebut.

### **4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini secara umum adalah sebagai informasi sekaligus solusi alternatif bagi masyarakat dalam pengolahan limbah zat warna tekstil *Rhodamine B* yang dilakukan dengan cara biodegradasi menggunakan mikroorganisme..

## **II. METODE**

### **Bahan dan Peralatan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah sampel lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* asal Desa Panipahan Kabupaten Rokan Hilir Riau, alkohol 70 %,

alkohol 96%, akuades, Air laut steril, *Rhodamine B*, media Zobell marine 2216E, media Nutrient Borth, media *Sulfida Indol Motility* (SIM), media *Simmons Citrate Agar* (SCA), hydrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), crystal violet, iodine, safranin, minyak imersi, dan spirtus. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah inkubator, refraktometer salinitas, *Laminar Air Flow* (LAF), kompor listrik, pH meter, mikroskop, timbangan analitik, inkubator, mortar dan pestle, jarum ose, oven, pinset, pisau, rak tabung, spatula, gelas erlenmeyer, vortex mixer, water bath, autoklaf, cover glass, object glass, tabung reaksi, batang pengaduk, pipet tetes, sendok, gelas piala, gelas ukur, bunsen, jarum ose, kertas label, kertas buram, spidol, neraca analitik, cawan petri, botol, gelas ukur, kapas steril, aluminium foil, plastik wrap, cool box, sarung tangan, dan kamera digunakan sebagai alat dokumentasi.

### Tahapan Penelitian

#### Isolasi Bakteri Lumpur Sedimen Mangrove *Avicennia marina*

Sampel sedimen mangrove diperoleh dari 3 titik lokasi yang berbeda yang sudah ditentukan sebelumnya menggunakan teknik survei dan purposive sampling. Pada masing-masing titik diperoleh 3 sampel, masing-masing sampel sebanyak 10 g dan dibawa ke laboratorium menggunakan cool box. Setiap sampel kemudian diencerkan secara bertingkat hingga pengenceran  $10^{-6}$  menggunakan aquades steril.

#### Uji Biodegradasi *Rhodamine B*

Ujiipotensi degradasiibakteri terhadap*Rhodamine B* dilakukaniidenganiimenggunakan metodei*Overlay*. Ditumbuhkan isolat murni pada media Zobell marine dengan membuat goresan membentuk bulatan kecil dibagian tengah media lalu diinkubasi selama 48iijam dengan suhu  $37^{\circ}C$ . Kemudian dituangkan larutan pewarna *Rhodamine B* ke atasnyaaiidan diinkubasiis selama 12-24 jamidengan suhu  $37^{\circ}C$  lalu diamatiiperkembangan isolat.

#### Identifikasi molekuler

Identifikasi secara molekuler dilakukan dengan menggunakan metode PCR polimer 16S rRNA dengan tujuan untuk mengidentifikasi bakteri hingga tingkat spesies pada isolat bakteri yang paling berpotensi dalam mendegradasi *Rhodamine B*.

#### Analisis Data

Dataihasilipenelitian disajikan secaraiideskriptif iyang dilengkapi denganiitabel dan gambar, dari hasil pemaparan tersebut kemudian dilakukaniidentifikasi jenisibakteri menggunakanibukuiBergey's Manualiof DeterminativeiBacteriology. Identifikasi secara molekuler juga dilakukan untuk memastikan spesies bakteri yangididapatkan.

## III. HASIL PENELITIAN

### Isolasi bakteri

Pencarian isolat bakteri pada lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* diperoleh sebanyak 21 isolat yang dapat dilihat pada tabel 1. Isolat bakteri tersebut dikarakterisasi secara morfologi yaitu meliputi bentuk koloni, elevasi koloni, tepian koloni dan warna koloni pada masing-masing koloni yang tumbuh di media zobell marine. Pengamatan karakterisasi morfologi ini ditemukan beranekaragam bentuk, elevasi, tepian dan warna koloninya. Kelimpahan dan keberagaman bakteri ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan, sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa bertambahnya salinitas memberikan dampak negatif terhadap kelimpahan dan keberagaman bakteri (Yulma *et al*, 2017).

**Tabel 1.** Karakteristik Morfologi Bakteri Lumpur Sedimen Mangrove *Avicennia marina*

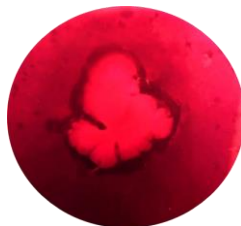
| Lokasi | Kode Isolat | Morfologi Koloni |          |         |             |       |
|--------|-------------|------------------|----------|---------|-------------|-------|
|        |             | Bentuk           | Tepian   | Elevasi | Ukuran      | Warna |
| 1      | RL1         | Iregular         | Undulate | Flat    | Funcitiform | Cream |

|   |      |           |          |        |             |        |
|---|------|-----------|----------|--------|-------------|--------|
|   | RL2  | Circular  | Curlate  | Flat   | Large       | Cream  |
|   | RL3  | Circular  | Entire   | Convex | Small       | Cream  |
|   | RL4  | Circular  | Convex   | Flat   | Moderat     | Cream  |
|   | RL5  | Iregular  | Flat     | Convex | Large       | Cream  |
|   | RL7  | Circular  | Entire   | Flat   | Large       | Cream  |
|   | RL8  | Irregular | Flat     | Convex | Large       | Cream  |
| 2 | RL9  | Irregular | Entire   | Flat   | Moderat     | Cream  |
|   | RL10 | Circular  | Entire   | Convex | Small       | Cream  |
|   | RL11 | Irregular | Undulate | Flat   | Small       | Putih  |
|   | RL12 | Circular  | Convex   | Flat   | Moderat     | Cream  |
|   | RL13 | Circular  | Entire   | Flat   | Small       | Cream  |
|   | RL14 | Circular  | Entire   | Flat   | Large       | Cream  |
|   | RL15 | Rizoid    | Rizoid   | Flat   | Large       | Yellow |
|   | RL16 | Circular  | Entire   | Raised | Moderat     | Cream  |
| 3 | RL17 | Circular  | Entire   | Convex | Fungitiform | Cream  |
|   | RL18 | Rhizoid   | Rhizoid  | Flat   | Large       | Cream  |
|   | RL19 | Iregular  | Flat     | Convex | Large       | Cream  |
|   | RL20 | Circular  | Entire   | Convex | Fungitiform | Cream  |
|   | RL21 | Circular  | Entire   | Raised | Small       | Cream  |

Mangrove menghasilkan bahan organik serasah mencapai 1,5 ton/ha/th sehingga menjadi kan kawasan mangrove sebagai sumber nutrisi yang potensial (Purmomo *et al*, 2016). Keanekaragaman mikroorganisme menyebabkan kebutuhan nutrisi yang tinggi, demikian halnya bagi mikroorganisme dekomposer.

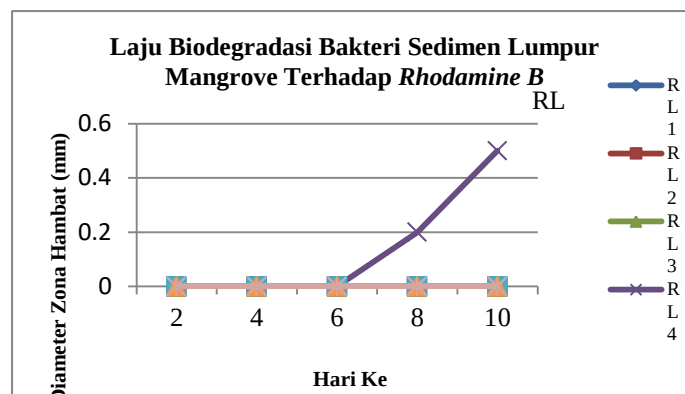
#### Uji Biodegradasi

Hasil uji biodegradasi, bakteri yang mampu mendegradasi *Rhodamine B* telah ditemukan 1 isolat yang menunjukkan adanya zona bening di sekitar koloninya. Isolat diketahui berasal dari lokasi ke 2 dengan kode isolat RL9 seperti yang terlihat pada gambar 1. Pada proses biodegradasi, mikroba akan mensekresikan enzim-enzim yang dapat memodifikasi senyawa kimia berbahaya yakni dengan mengubah struktur kimianya. Lingkungan yang ekstrem akan mendukung perkembangan bakteri dalam menghasilkan enzim-enzim tersebut seperti pazoreductase, laccase atau peroxidase.



**Gambar 1.** Zona bening isolat RL9

Kemampuan bakteri dalam mendegradasi *Rhodamine B* dan lama waktu inkubasi yang dibutuhkan ditunjukkan pada diagram 1, dapat dilihat bahwa zona bening disekitar koloni isolat mulai terbentuk pada hari ke-8 masa inkubasi dan mengalami peningkatan pada hari ke-10 masa inkubasi pada suhu 37°C. Terdapat dua enzim yang berperan dalam proses biodegradasi yaitu enzim ekstraseluler dan enzim intraseluler yang secara aktif memicu proses degradasi secara biologi (Fadillah dan Shovitri, 2014).



**Diagram 1.** Diagram potensi bakteri lumpur sedimen mangrove mendegradasi *Rhodamine B*

### Karakterisasi isolat bakteri

Isolat bakteri pendegradasi *Rhodamine B* selanjutnya dikarakterisasi morfologi koloni dan selnya. Karakterisasi morfologi sel isolat dilakukan dengan pewarnaan gram. Pewarnaan gram bertujuan untuk mengetahui bentuk sel dan jenis gram bakteri. Isolat RL9 menunjukkan hasil pewarnaan gram berupa warna ungu yang menyatakan bahwas bakteri tersebut tergolong ke dalam kelompok bakteri gram positif dan berbentuk batang. Disamping itu, karakterisasi biokimia yang dilakukan ialah uji katalase, uji sitrat, uji SIM (Sulfit Indol Motility), uji OF (oksidatif/fermentatif) dan uji TSIA (Triple Sugar Iron Agar) serta karakterisasi fisika dilakukan melalui uji ketahanan fisik.

**Tabel 2.** Hasil karakterisasi fisik isolat bakteri pendegradasi *Rhodamine B*

| Kode Isolat | Uji Fisiologis   |     |     |     |    |   |   |    |
|-------------|------------------|-----|-----|-----|----|---|---|----|
|             | Salinitas (NaCl) |     |     |     | pH |   |   |    |
|             | 0%               | 10% | 20% | 30% | 5  | 6 | 7 | 8  |
| RL9         | –                | –   | +   | +   | –  | – | + | ++ |

\*Keterangan :

( - ) : Tidak hidup

( + ) : Hidup

(++) : Hidup dengan sangat baik.

Uji ketahanan fisik juga dilakukan dengan menggunakan pH dan salinitas sebagai parameternya. Berdasarkan hasil pengamatan isolat bakteri tumbuh pada pH 7 (pada uji fisiologis pH) dimana pH tersebut sesuai dengan pH di alam yaitu 6,3. Hal ini menunjukkan bahwa genus bakteri termasuk bakteri golongan neutrophil yaitu bakteri yang dapat hidup pada rentang pH 5,5-8,0.

**Tabel 3.** Hasil karakterisasi isolat bakteri pendegradasi *Rhodamine B*

| Kode Isolat | Morfologi Koloni |          |            |         |            |
|-------------|------------------|----------|------------|---------|------------|
|             | Bentuk           | Ukuran   | Elevasi    | Tepian  | Warna      |
| RL9         | Irreguler        | Entire   | Flat       | Moderat | Cream      |
|             | Pewarnaan Gram   |          |            |         |            |
|             | Jenis Gram       |          | Bentuk Sel |         |            |
| RL9         | +                |          | Basil      |         |            |
|             | Uji Biokimia     |          |            |         |            |
|             | Uji Katalase     | Uji TSIA | Uji O/F    | Uji SIM | Uji Sitrat |

|     |                        |     |   |   |   |
|-----|------------------------|-----|---|---|---|
| RL9 | +                      | A/A | + | - | + |
|     | Spesies                |     |   |   |   |
| RL9 | <i>Bacillus cereus</i> |     |   |   |   |

Berdasarkan karakteristik isolat yang telah didapatkan dari hasil karakterisasi dan setelah dibandingkan dengan buku Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th edition, maka diduga kuat bahwa isolat bakteri pendegradasi dengan kode RL9 yang diperoleh dari lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* di Desa Panipahan Riau ialah termasuk ke dalam genus *Bacillus* sp. Berdasarkan dari ciri-ciri yang didapatkan pada bakteri tersebut yaitu mempunyai bentuk batang, gram positif, bersifat non-motil mampu memfermentasi sukrosa, laktosa, glukosa dan menghasilkan enzim katalase untuk menguraikan senyawa zat *Rhodamine B*.

#### Identifikasi Molekuler

Identifikasi bakteri secara molekuler dilakukan untuk mempermudah identifikasi spesies bakteri dengan akurasi tinggi dan yang relatif cepat. Salah satu metode identifikasi bakteri yang sering digunakan adalah dengan menggunakan penanda gen 16S rRNA. Hasil identifikasi molekuler isolat bakteri RL9 menyatakan bakteri tersebut masuk ke dalam spesies *Bacillus cereus*.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa telah ditemukan bakteri yang mampu mendegradasi zat warna tekstil *Rhodamine B* yang diisolasi dari lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* di Desa Panipahan Riau. Bakteri tersebut teridentifikasi sebagai *Bacillus cereus*. Zat warna tekstil *Rhodamine B* dapat berpotensi sebagai senyawa pencemar berbahaya bagi lingkungan jika dibuang secara langsung ke badan air. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan bakteri lumpur sedimen mangrove *Avicennia marina* dalam mendegradasi *Rhodamine B* dalam jangka waktu lebih lama agar mengetahui fase-fase pertumbuhan bakteri seperti fase lag, eksponensial, stationer dan kematian sehingga pemanfaatannya menjadi efisien nantinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad SW, Yanti NA, Albakar FA. Biodegradasi Pewarna Tekstil *Rhodamin B* oleh Bakteri Pembentuk Biofilm. *Jurnal Penelitian Kimia*. 2021;17(2):151.
- Argiantini NPW, Perwira IY, Ernawati NM. Perbandingan Jumlah Bakteri pada Sedimen Mangrove di Ekosistem Mangrove Rehabilitasi dan Alami di Desa Perancak, Jembrana, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. 2020;6(1):20–25
- Dawile S, Fatimawali, Wehantouw F. Analisis Zat Pewarna *Rhodamin B* Pada Kerupuk. *Jurnal Pharmacon*. 2013;2(03):86–90
- Fadillah FR, Shovitri M. Potensi Isolat Bakteri *Bacillus* dalam Mendegradasi Plastik dengan Metode Kolom Winogradsky. *Jurnal Teknik Pomits*. 2014;3(2):2337–3539.
- Fajriani B, Budiharjo A, Pujiyanto S. Isolasi dan Identifikasi Molekuler Bakteri Antagonis Terhadap *Vibrio parahaemolyticus* Patogen Pada Udang *Litopenaeus vannamei* Dari Produk Probiotik dan Sedimen Mangrove Di Rembang. *Jurnal Biologi*. 2018;7(1):52–63
- Fani EF, Kurniatuhadi R. Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Proteolitik Bakteri Endofit yang Diisolasi dari Daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center. *Jurnal Air Indonesia*. 2020;11(9):293–299
- Irene DS, Dirgayusa IGNP, Puspitha NLPR. Identifikasi Bakteri yang Berpotensi Mendegradasi Hidrokarbon dari Substrat Mangrove dengan Tekstur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2020;6(2):170–179.

- Islamiah DN, Linda R, Rahmawati. Jenis-jenis Bakteri Rizosfer Kawasan Tanah Mangrove *Avicennia* di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 2017;6(3):165–172
- Kariada NT. Potensi *Avicennia marina* sebagai fitoremediasi logam Cu pada tambak bandeng wilayah Tapak Semarang. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. 2014;12(2):129–138
- Kosasi C. Widya, Sedewi. Isolasi dan Uji Aktivitas Anti Bakteri Dari Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Alga *Tubernaria ornata* (Turner) Serta Identifikasi Secara Biokimia. *Jurnal Farmasi*. 2019;8(2):23-25.
- Naimah S, Jati BN, Aidha NN, Cahyaningtyas AA. Degradasi Zat Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil Dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Nanokomposit Tio<sub>2</sub>–Zeolit. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*. 2016;36(2):225–255. Available from:
- Purnomo PW, Widyorini N, Ain C. Analisis C/N Rasio dan Total Bakteri pada Sedimen Kawasan Konservasi Mangrove Sempadan Sungai Betahwalang dan Sungai Jajar Demak. *Prosiding Seminar Nasional Tahun Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan*. 2016;519–530
- Rusydi AF, Suherman D, Sumawijaya N. Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*. 2016;31(2):107–110.
- Sa’adah N. Bakteri Simbion Akar Mangrove *Avicennia* sp. Sebagai Pendegradasi Pewarna Tekstil. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*. 2020;2(2):50–55. Available from:
- Sahara E, Gayatri PS, Suarya P. Adsorpsi zat warna *Rhodamin B* dalam larutan oleh arang aktif batang tanaman gemitir teraktivasi asam fosfat. *Cakra Kimia Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 2018;6(1):37–45
- Susanti, Purwanto G. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Pada Kolam Tanah Gathering Station - EOR. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*. 2019;4(5):5-6
- Trisla, Bathara L, Mulyani I. Economic Valuation of Mangrove Ecosystem in Coastal Area of Rokan Hilir Regency, Riau Province. *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*. 2020;7(2):239–248
- Wijaya C, Joan, Varie. Pemanfaatan Mikroorganisme Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Limbah Pewarna Tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2018;2(1)
- Yulitasary, Asyiah, Iqbal M. Isolasi dan Identifikasi *Azotobacter* Dari Rhizosfer Tanaman Kopi (*Coffea canephora*) Yang Terserang Nematoda Parasit *Pratylenchus coffeae*. *Jurnal Unej*. 2017;4(24):15-25
- Yulma, Ihsan B, Sunarti. Identifikasi Bakteri Pada Serasah Daun Mangrove yang Terkomposisi Di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Jurnal of Tropical and Biotechnology*. 2017;2(3):28-33
- Zulaidah A, Juliani RD. Penggunaan Bahan Pewarna Tekstil Pada Makanan Terhadap Kesehatan Masyarakat. *Majalah Ilmiah Inspiratif*. 2020;5(9):18–24.

| Accepted Date   | Revised Date     | Decided Date     | Accepted to Publish |
|-----------------|------------------|------------------|---------------------|
| 25 Oktober 2023 | 19 November 2023 | 10 Desember 2023 | Ya                  |