

# ISOLASI BAKTERI RIZOSFER DARI AKAR MANGROVE *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* DI KURAU TIMUR, BANGKA TENGAH

## ISOLATION OF RHIZOSPHERE BACTERIA FROM MANGROVE ROOTS OF *Rhizophora apiculata* AND *Sonneratia alba* IN KURAU TIMUR, CENTRAL BANGKA

Gusdur<sup>1\*</sup>, Umroh<sup>1</sup>, La Ode Wahidin<sup>1</sup>, Irma Akhrianti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Gedung Teladan, Bangka,  
Kepulauan Bangka Belitung, 33172 Indonesia.

\*Korespondensi email: [gusdurnb@gmail.com](mailto:gusdurnb@gmail.com)

### ABSTRAK

Mangrove merupakan ekosistem pesisir yang kaya akan mikroorganisme, termasuk bakteri rizosfer yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi genus bakteri rizosfer pada akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* di Kurau Timur, Bangka Tengah. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel akar, sterilisasi, pembuatan media kultur menggunakan Pepton Yeast Agar (PYA) isolasi bakteri melalui seri pengenceran bertingkat ( $10^{-1}$  hingga  $10^{-3}$ ), isolasi bakteri, perhitungan Total Plate Count (TPC), pemurnian, dan identifikasi morfologi. Hasil penelitian menunjukkan keberadaan beberapa genus bakteri dominan, yaitu *Staphylococcus*, *Bacillus*, dan *Acinetobacter*. Genus tersebut berperan dalam fiksasi nitrogen, dekomposisi serasah, serta perlindungan terhadap patogen. Temuan ini memperkuat peran ekologis bakteri rizosfer dalam mendukung kesehatan dan pertumbuhan mangrove. Hal tersebut membawa implikasi penting terhadap peningkatan kualitas serta daya dukung ekosistem dan kondisi perairan Kurau Timur, sekaligus menjadi pijakan bagi upaya konservasi wilayah pesisir setempat. Kata kunci: *Kappaphycus alvarezii*, kultur jaringan, laju pertumbuhan, karaginan, *gel strength*.

**Kata Kunci:** Akar Mangrove, Bakteri Rizosfer, Isolasi Mikroba, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*

### ABSTRACT

Mangrove is a coastal ecosystem rich in microorganisms, including rhizosphere bacteria that form a symbiotic relationship with plant roots. This study aimed to isolate and identify the genera of rhizosphere bacteria associated with the roots of *Rhizophora apiculata* and *Sonneratia alba* in East Kurau, Central Bangka. The methods used included root sampling, surface sterilization, culture media preparation using Peptone Yeast Agar (PYA), bacterial isolation through serial dilution ( $10^{-1}$  to  $10^{-3}$ ), Total Plate Count (TPC) enumeration, purification, and morphological identification. The results revealed the presence of several dominant bacterial genera, namely *Staphylococcus*, *Bacillus*, and *Acinetobacter*. These genera play crucial roles in nitrogen fixation, litter decomposition, and pathogen protection. These findings reinforce the ecological role of rhizosphere bacteria in supporting mangrove health and growth. Furthermore, this carries important implications for improving the quality and carrying capacity of the ecosystem and aquatic conditions in East Kurau, while serving as a foundation for local coastal conservation efforts.

**Keywords:** Mangrove Roots, Rhizosphere Bacteria, Microbial Isolation, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*.

### PENDAHULUAN

Mangrove merupakan jenis ekosistem hutan yang berada di zona intertidal dan pulau-pulau kecil (Mahmuda et al., 2023). Mangrove

memiliki fungsi yang luas bagi ekosistem salah satunya sebagai tempat berkembang biak berbagai kelompok mikroorganisme laut seperti bakteri (Behera et al., 2016). Keberadaan bakteri

penting bagi tumbuhan mangrove karena berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui proses pembusukan (Islamiah et al., 2017), misalnya bakteri pada akar mangrove yang membantu dekomposisi serasah. Beberapa bakteri pengurai serasah mangrove berfungsi sebagai bahan organik antara lain *Pseudomonas* pengurai protein serta *Bacillus* dan *Vibrio* pengurai kitin yang banyak ditemukan di rizosfer akar.

Bakteri rizosfer adalah bakteri yang berada di sekitar perakaran tanaman. Rizosfer berfungsi membantu dalam penyerapan nutrisi maupun memberikan perlindungan terhadap serangan patogen (Barendsen et al., 2012). Selain bakteri rizosfer, bakteri yang ditemukan pada akar mangrove terdiri dari *Enterobacter* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Burkholderia*, *Bacillus* dan *Azospirillum*.

Hubungan antara bakteri simbiosis dengan akar mangrove penting dalam ekosistem karena bakteri bersimbiosis pada zona rizosfer dan membantu mengubah unsur hara tanah menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan tumbuhan serta memberikan nutrisi kepada bakteri simbiosis melalui sisa organik yang dihasilkan oleh proses metabolisme (Islamiah et al., 2017). Bakteri simbiosis pada akar mangrove berkontribusi dalam proses penguraian serasah mangrove seperti daun dan ranting. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menghitung total bakteri yang bersimbiosis pada akar mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* dan menganalisis genus bakteri yang bersimbiosis pada akar mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada April 2025 dengan pengambilan sampel air laut di perairan Muara Sungai Kurau, Desa Kurau, Kecamatan Koba, Kabupaten Bangka Tengah. Sampel diambil pada hutan mangrove dan muara, *Sonneratia alba* mendominasi lokasi muara dan hutan mangrove di dominasi *Rhizophora apiculata*. Titik stasiun menyesuaikan dengan

keberadaan mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*. Lokasi pengambilan sampel penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan pengumpulan data lapangan dan analisis laboratorium. Alat pengumpulan data lapangan terdiri atas alat tulis, refraktometer, pH soil meter, GPS, plastik zipper, coolbox, termometer, dan parang yang digunakan untuk pengambilan sampel akar mangrove.

Alat analisis sampel meliputi cawan petri, erlenmeyer, tabung reaksi, jarum ose, gelas ukur, bunsen, plastik wrap, aluminium foil, mikropipet, tusuk gigi, cutter, timbangan analitik, mortar, autoklaf, hot plate magnetic, laminar air flow (LAF), vortex, dan colony counter yang digunakan dalam proses isolasi, inokulasi, sterilisasi, serta perhitungan koloni bakteri.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* sebagai sampel, air laut steril, alkohol 70%, Peptone Yeast Agar (PYA), agar bakteriologikal, dan nistatin yang digunakan untuk mendukung proses sterilisasi, penumbuhan, dan pemeliharaan bakteri.

### Analisa Laboratorium

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium. Analisa laboratorium dimulai dengan proses sterilisasi alat dan bahan menggunakan metode sterilisasi basah dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15-20 menit. Peralatan logam seperti

jarum ose dan pinset distrilkan dengan api bunsen dan alcohol 70% (Wulandari et al., 2021). Sampel air laut dari *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* yang sudah disterikan digunakan untuk membuat media kultur yang sudah disesuaikan salinitas berdasarkan nilai salinitas lingkungan setiap stasiun. Media untuk mengkultur bakteri rizosfer yaitu Peptone Yeast Agar (PYA) yang dibersihkan pada autoklaf selama 15–20 menit pada suhu 121°C.

Sampel akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* yang berasal dari lapangan dilakukan proses sterilisasi pada bagian permukaan untuk menghindari pertumbuhan bakteri kontaminasi selama tahap isolasi (Rizqoh et al., 2021). Sampel akar kering dari proses sterilisasi dilakukan proses pengikisan kulit luarnya hingga kuit bagian luar habis, selanjutnya dilakukan proses penghalusan, setelah halus ditimbang sebanyak 1 gr disimpan di gelas becker dan ditambahkan air sebanyak 5 ml untuk memudahkan proses pemisahan bakteri dari akar mangrove serta dilanjutkan ke proses pengenceran bertingkat. Pengenceran bertingkat dilakukan guna mengurangi kepadatan kandungan bakteri dalam sampel sehingga pengamatan dan penghitungan jumlah bakteri yang

ditemukan menjadi lebih mudah (Garre et al., 2019). Seri pengenceran bertingkat dilakukan 10-1, 10-2, dan 10-3.

Mengidentifikasi bakteri pada sampel akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*, media Peptone Yeast Agar (PYA) digunakan dalam teknik isolasi pour plate. Sampel akar dengan seri pengenceran 10-1, 10-2, dan 10-3 diambil sebanyak 1 mililiter, kemudian media PYA ditambahkan ke dalam cawan petri dan cawan petri digerakan untuk membentuk angka delapan. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung menggunakan metode Total Plate Count (TPC) berdasarkan Standar Plate Count (SPC) dengan jumlah koloni yang dapat dihitung berkisar antara 30–300 koloni per cawan. Rumus perhitungan TPC mengacu pada (Garre et al., 2019).

$$N \text{ (CFU/mL)} = \text{Jumlah koloni yang dihitung} \times \frac{1}{(V \text{ Plate})}$$

Keterangan:

N (CFU/mL) = Kepadatan koloni per sampel dalam satuan *Colony Forming Unit* (CFU)/mL.

V plate = faktor pengenceran x vol inokulasi (mL)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Total Bakteri Bersimbion pada Akar Mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*

Hasil isolasi bakteri yang dilakukan selama 3 hari mendapatkan bakteri membentuk koloni dengan morfologi yang berbeda-beda untuk setiap jenis mangrove yang diamati seperti yang ditampilkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Kelimpahan Koloni Bakteri pada Akar Mangrove Jenis *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*

| No | Jenis Mangrove              | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | CFU/mL |
|----|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| 1  | <i>Rhizophora apiculata</i> | 873              | 735              | 172              | CFU/mL |
| 2  | <i>Sonneratia alba</i>      | 572              | 271              | 31               | CFU/mL |

Keterangan:

- Jenis mangrove: *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*
- Pengenceran bertingkat: 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>
- CFU/mL: *Colony Forming Units* per mililiter merupakan satuan standar untuk menyatakan jumlah bakteri hidup yang mampu membentuk koloni.

Berdasarkan data kelimpahan koloni, rizosfer *Rhizophora apiculata* memiliki populasi bakteri yang signifikan lebih tinggi (1.780 individu) dengan rincian 10-1: 873, 10-2: 735, 10-3: 172 di bandingkan *Sonneratia alba* (874 individu) dengan rincian 10-1: 572, 10-2: 271, 10-3: 31. Hal ini mengindikasikan bahwa substrat pada sampel *Rhizophora apiculata* lebih mendukung pertumbuhan populasi bakteri rizosfer. Perbedaan kelimpahan mikroba antar jenis mangrove tersebut dipengaruhi oleh eksudat akar *Rhizophora apiculata* yang diduga kaya akan senyawa organik sebagai sumber

nutrisi mikroorganisme. Selain itu, faktor fisik lingkungan seperti struktur akar mangrove yang mampu menahan sedimen dan menjaga kelembaban, serta tekstur sedimen yang halus dan kaya bahan organik, turut berperan penting dalam menciptakan kondisi mikro yang optimal bagi pertumbuhan dan keragaman bakteri.

Hasil perhitungan *Total plate count* (TPC) untuk kedua jenis mangrove menunjukkan hasil yang berbeda sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Perhitungan TPC ( *Total Plate Count* )

| No | Jenis Mangrove              | Pengenceran | V Plate          | Jumlah | TPC (CFU/mL)       |
|----|-----------------------------|-------------|------------------|--------|--------------------|
| 1  | <i>Rhizophora apiculata</i> | $10^{-1}$   | 1 mL x $10^{-1}$ | 873    | TBUD               |
| 2  |                             | $10^{-2}$   | 1 mL x $10^{-2}$ | 735    | TBUD               |
| 3  |                             | $10^{-3}$   | 1 mL x $10^{-3}$ | 172    | 172.000            |
|    |                             | Rata-rata   | (CFU/mL)         |        | $1,72 \times 10^5$ |
| 1  | <i>Sonneratia alba</i>      | $10^{-1}$   | 1 mL x $10^{-1}$ | 572    | TBUD               |
| 2  |                             | $10^{-2}$   | 1 mL x $10^{-2}$ | 271    | 27.100             |
| 3  |                             | $10^{-3}$   | 1 mL x $10^{-3}$ | 31     | 31.000             |
|    |                             | Rata-rata   | (CFU/mL)         |        | $2,91 \times 10^4$ |

Keterangan:

- Pengenceran:  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$
- TBUD: Terlalu banyak untuk dihitung

Hasil pengujian *Total Plate Count* (TPC) menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri pada sampel *Rhizophora apiculata* lebih tinggi di bandingkan *Sonneratia alba*. Berdasarkan kriteria *Standard Plate Count* (SPC) dengan rentang perhitungan 30–300 koloni per cawan, sampel *Rhizophora apiculata* memenuhi kriteria perhitungan pada pengenceran  $10^{-3}$ , sedangkan pengenceran  $10^{-1}$  dan  $10^{-2}$  tergolong Terlalu Banyak Untuk Dihitung (TBUD). sedangkan sampel *Sonneratia alba* tergolong TBUD pada pengenceran  $10^{-1}$  dan dapat dihitung pada pengenceran  $10^{-2}$  serta  $10^{-3}$ . Tidak ditemukan sampel dengan kategori Terlalu Sedikit Untuk Dihitung (TSUD) atau < 30 koloni pada seluruh tingkatan pengenceran, yang mengindikasikan tingginya kepadatan populasi bakteri rizosfer pada kedua jenis mangrove tersebut.

Hasil permurnian bakteri yang dilakukan selama 3 hari setelah dilakukan tahapan TPC, kemudian dilanjutkan isolasi baru untuk memperoleh bakteri murni atau tunggal. Tahap pemurnian ini bertujuan menghasilkan koloni bakteri dengan morfologi yang beragam pada masing-masing jenis mangrove yang diamati, sebagaimana yang ditampilkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil Pengamatan Morfologi Bakteri Pada Pemurnian

| No | Jenis Mangrove              | Pengenceran | Karakterisasi Morfologi                                                                          |                                                                                                 |                                                                                                 |               |
|----|-----------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|    |                             |             | Bentuk                                                                                           | Elevasi                                                                                         | Margin                                                                                          | Warna         |
| 1  | <i>Rhizophora apiculata</i> | $10^{-1}$   | <br>Circular  | <br>Convex   | <br>Lobate | Putih Kream   |
| 2  |                             | $10^{-2}$   | <br>Irregular | <br>Raised   | <br>Lobate | Orange        |
| 3  |                             | $10^{-3}$   | <br>Irregular | <br>Umbonate | <br>Lobate | Bercak Orange |

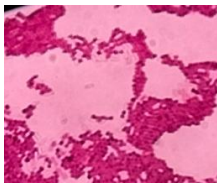
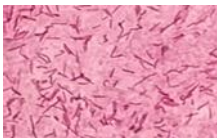
| No | Jenis Mangrove  | Pengenceran | Karakterisasi Morfologi                                                                         |                                                                                               |                                                                                               |                   |
|----|-----------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|    |                 |             | Bentuk                                                                                          | Elevasi                                                                                       | Margin                                                                                        | Warna             |
| 1  | Sonneratia alba | $10^{-1}$   | <br>Irregular  | <br>Convex   | <br>Lobate | Putih Transparant |
| 2  |                 | $10^{-2}$   | <br>Punctiform | <br>Convex   | <br>Lobate | Putih susu        |
| 3  |                 | $10^{-3}$   | <br>Irregular  | <br>Umbonate | <br>Lobate | Bercak Putih      |

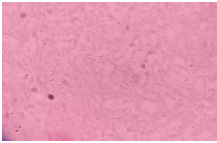
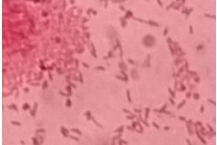
Hasil karakterisasi makroskopis menunjukkan keragaman morfologi koloni bakteri rizosfer pada kedua jenis mangrove. Isolat dari *Rhizophora apiculata* umumnya memiliki bentuk koloni irregular (pengenceran  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$ ) serta circular ( $10^{-1}$ ), dengan elevasi yang bervariasi (convex, raised, dan umbonate), seluruhnya bermargin lobate, serta didominasi pigmen warna oranye. Di sisi lain, isolat *Sonneratia alba* didominasi oleh bentuk koloni irregular ( $10^{-1}$  dan  $10^{-3}$ ) serta punctiform ( $10^{-2}$ ), dengan elevasi convex hingga umbonate, margin lobate, serta didominasi oleh warna putih (transparan, susu, dan bercak putih). Perbedaan karakter bentuk, elevasi, dan pigmentasi ini mengindikasikan adanya variasi jenis mikroorganisme yang mendiami lingkungan rizosfer pada masing-masing spesies mangrove.

Genus bakteri yang bersimbion di Akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*

Genus bakteri diperoleh dari akar mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* yang ditentukan melalui tahapan pewarnaan gram dan uji biokimia, hasil dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Hasil Karakterisasi Biokimia dan Pewarnaan Gram bakteri dari isolasi sampel akar *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*

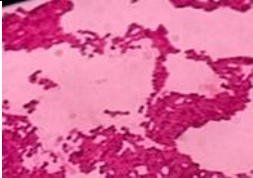
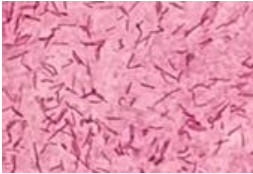
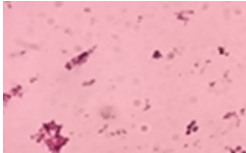
| Jenis | Pengenceran | Motilitas | Katalase | TSIA  |      | Pewarnaan Gram                                                                       | Genus Bakteri         |
|-------|-------------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|       |             |           |          | Slant | Butt | Bentuk dan warna                                                                     |                       |
| RA    | $10^{-1}$   | Motil     | +        | A     | A    |  | <i>Staphylococcus</i> |
|       | $10^{-2}$   | Motil     | +        | A     | A    |  | <i>Bacillus</i>       |
|       | $10^{-3}$   | Non-motil | +        | A     | K    |  | <i>Acinetobacter</i>  |

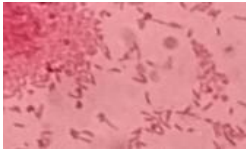
| Jenis | Pengenceran      | Motilitas | Katalase | TSIA  |      | Pewarnaan Gram                                                                     | Genus Bakteri        |
|-------|------------------|-----------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|       |                  |           |          | Slant | Butt | Bentuk dan warna                                                                   |                      |
|       | 10 <sup>-1</sup> | Non-motil | +        | A     | A    |  | <i>Acinetobacter</i> |
| SA    | 10 <sup>-2</sup> | Non-motil | +        | A     | A    |  | <i>Bacillus</i>      |
|       | 10 <sup>-3</sup> | Non-motil | +        | A     | K    |  | <i>Bacillus</i>      |

Keterangan:

- Katalase + : Menghasilkan Gelembung
- TSIA Slant A dan butt A, K: A berwarna kuning artinya bakteri tersebut memfermentasikan glukosa, sukrosa dan laktosa menghasilkan asam. K berwarna merah malah kebalikannya tidak menghasilkan asam
- Warna ungu: bakteri positif, merah: bakteri negatif

**Tabel 5.** Klasifikasi genus

| Isolat              | TSIA  |      | Pewarnaan Gram                                                                      | Genus                 | Keterangan                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Slant | Butt | Bentuk dan warna                                                                    |                       |                                                                                                                                                                                          |
| Ra 10 <sup>-1</sup> | A     | A    |  | <i>Staphylococcus</i> | Isolat Ra dan Sa: <i>Rhizophora apiculata</i> dan <i>Sonneratia alba</i> .                                                                                                               |
| Ra 10 <sup>-2</sup> | A     | A    |  | <i>Bacillus</i>       | TSIA AA dan AK: A berwarna kuning artinya bakteri tersebut memfermentasikan glukosa, sukrosa dan laktosa menghasilkan asam, K berwarna merah malah kebalikannya tidak menghasilkan asam. |
| Ra 10 <sup>-3</sup> | A     | K    |  | <i>Acinetobacter</i>  | Pewarnaan gram: Coccus, Basil (bentuk), Ungu, Merah (bakteri positif dan negatif).                                                                                                       |
| Sa 10 <sup>-1</sup> | A     | A    |  | <i>Acinetobacter</i>  |                                                                                                                                                                                          |

|                     |   |   |                                                                                   |                 |
|---------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Sa 10 <sup>-2</sup> | A | A |  | <i>Bacillus</i> |
| Sa 10 <sup>-3</sup> | A | K |  | <i>Bacillus</i> |

Berdasarkan analisis morfologi, pewarnaan Gram, uji biokimia, TSIA, motilitas, dan katalase, sebanyak enam isolat murni dari akar mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* di Kurau Timur berhasil diidentifikasi ke dalam tiga genus utama, yaitu *Staphylococcus* (Ra 10-1), *Bacillus* (Ra 10-2, Sa 10-2, Sa 10-3), dan *Acinetobacter* (Ra 10-3, Sa 10-1). Ketiga genus ini tergolong sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang berperan vital dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan mangrove. *Staphylococcus* bersifat halotoleran serta menghasilkan enzim proteolitik dan senyawa antibakteri; *Bacillus* yang adaptif dan mampu membentuk endospora berperan dalam fiksasi nitrogen, sintesis hormon pertumbuhan, serta penyediaan enzim dekomposer seperti kitinase dan protease; sedangkan

*Acinetobacter* berkontribusi dalam pembentukan metabolit sekunder bernilai biomedis. Temuan tiga genus di Kurau Timur menunjukkan keberagaman yang lebih rendah dibandingkan lokasi lain seperti penelitian Yulma *et al.* (2017) dengan tujuh genus, yang disebabkan oleh perbedaan kondisi fisik-kimia serta tekstur substrat berlumpur sedikit pasir yang memengaruhi aktivitas dekomposisi biomassa. Meskipun demikian, dominasi kelompok bakteri menguntungkan ini menegaskan bahwa indikator kualitas rizosfer dan pertumbuhan mangrove yang baik tidak hanya diukur dari total jumlah koloni secara tegas, melainkan dari tingginya proporsi bakteri bermanfaat dibandingkan bakteri patogen. Temuan ini memberikan dasar penting bagi pemanfaatan bakteri rizosfer lokal sebagai agen bioremediasi, pengendali patogen, dan pemacu produktivitas ekosistem pesisir.

## KESIMPULAN

Kelimpahan bakteri rizosfer tertinggi ditemukan pada akar *Rhizophora apiculata* dengan nilai Total Plate Count (TPC) sebesar  $1,72 \times 10^5$  CFU/mL, sedangkan pada *Sonneratia alba* tercatat lebih rendah yaitu sebesar  $2,91 \times 10^4$  CFU/mL. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan mikro di sekitar perakaran masing-masing jenis mangrove sangat memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme setempat. Berdasarkan hasil identifikasi, genus bakteri rizosfer yang bersimbiosis dengan *R. apiculata* meliputi *Staphylococcus*, *Bacillus*, dan *Acinetobacter*, sementara genus bakteri rizosfer pada *S. alba* terdiri dari *Acinetobacter* dan *Bacillus*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan kerja sama dan dukungan selama proses penelitian, serta atas diskusi dan masukan yang berkontribusi dalam penyempurnaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhaddad, F. A., Bitaar, Z. M., & Dieyeh, M. H. A. (2024). Keanekaragaman, Karakterisasi, dan Potensi Aplikasi Bakteri Endofit yang Diisolasi dari Halofit *Limonium axillare*. *Jurnal Regular Pertumbuhan Tanaman*. 43: 2179-2196. DOI: 10.1007/s00344-024-11254-6
- Barensend, R. L., Doornbos, R. F., Wintermans, P. C., & Pieterse, C. M. (2012). *Rizosfer Ditinjau Kembali: Mikrobiologi Akar*. *Ilmu Tanaman Depan*. 4: 165. DOI: 10.3389/fpls.2013.00165
- Behera, B. C., Singdevsachan, S. K., Mishra, R. R., Sethi, B. K., Dutta, S. K., & Thatoi, H. N. (2016). Phosphate Solubilising Bacteria from Mangrove Soils of Mahanadi River Delta, Odisha, India. *World Journal of Agricultural Research*, 4(1): 18-23. DOI: 10.12691/wjar-4-1-3

- Effendi, I. I. (2020) Identifikasi Bakteri: Metode Identifikasi dan Klasifikasi Bakteri. Vol (1). Oceanum Press. Riau. ISBN: 6239304271, 9786239304270
- Fani, E. F., Rahmawati, R & Kurniatuhadi, R. (2022). Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Proteolitik Bakteri Endofit yang Diisolasi dari Daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 11(2): 293-299. DOI: 10.26740/lenterabio.v11n2.p293-299
- Garre, A., Egea, J. A., Esnoz, A., Palop, A & Fernandez, P. S. (2019). Tail Or Artefact Illustration Of The Impact That Uncertainty Of The Serial Dilution And Cell Enumeration Methods Has On Microbial Inactivation. *Food Research International*. 119: 76-83. DOI:10.1016/j.foodres.2019.01.059
- Gibtan, A., Kyounghee, T., Woo, M., Shin, J. K., Lee, D. W., Sohn, J. H., Mingjung, L., Roh, S.W., Lee, S. J., & Lee, H. S. (2017). Diversity of Extremely Halophilic Archaeal and Bacterial Commercial Salts. *Frontiers in Microbiology*. 8: 799. DOI: 10.3389/fmicb.2017.00799
- Handayani, N., Sabdaningsih, A., Jati, O. E., & Ayuningrum, D. (2023). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Dari Akar *Avicennia marina* Di Kawasan Mangrove Pantai Tirang, Semarang. *Jurnal Pasir Laut*. 7(2): 68-73. DOI: 10.35800/jpl.v7i2.100
- Handayani, K., Vidia, R., & Chistina, N, E. (2023) Indeks Keanekaragaman Bakteri Bacillus sp. dari Tanah Kebun Raya Liwa. *Seminar Nasional Biologi*. (18): 46-52. DOI: <https://doi.org/10.15575/gdcs.v18i.1097>
- Huda, C., Salni & Melki. (2012). Penapisan Aktivitas Antibakteri Dari Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Karang Lunak *Sarcophyton* sp. *Maspari Journal: Marine Science Research*. 4(1): 69-76. DOI: 10.36761/maspari.v4i1.76
- Islamiah, D. N., Ramawati., & Riza, L. (2017). Jenis-Jenis Bakteri Rizosfer Kawasan Tanah Mangrove *avicennia* di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 6(3): 165-172. DOI: 10.26418/protobiont.v6i3.22778
- Jannah, M., Rabiatur, J., & Fahrumsyah. (2022) Kajian Literatur : Penggunaan *Plate Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan mengurangi pemakaian Pupuk Anorganik Pada Tanaman pertanian. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 5(1): 41-49. DOI: 10.55181/jatl.v5i1.41-49
- Linelejen, Y. T., Umboh, S. D., & Tallei, T. E. (2018). Identifikasi Bakteri Endofit Daun *Ficus Minahassae* (Teijsm & De Vriese) Miq. Berdasarkan Gen 16s rRNA. *Jurnal MIPA*. 7(2): 16-19. DOI: 10.35799/jm.7.2.2018.20849
- Mahmuda, R., Aritonang, D., Evitrisna, E., & Harefa, M. S. (2023). Mengatasi Dalam Rehabilitasi Di Kawasan Mangrove Di Paluh Merbau, Tanjung Rejo, Kabupaten Deli Serdang. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*. 2(3): 553-565. DOI: 10.53390/humantech.v2i3.553-565
- Pangestu, R, W., Kusbianto, D, E, Perkebunan, P, S., Pertanian, F., Jember, U., Agroteknologi, P, S., Pertanian, F., & Jember, U. (2022). Aplikasi Pupuk (*biofertilizer*) dan Pupuk ZA Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Pertanian*. 20(1): 10-19. DOI: 10.33474/jp.v20i1.4520
- Pranoto, E., Fauzi, G. & Hingdri. (2014) Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit pada Tanaman Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Produktif dan Belum Menghasilkan klon GMB 7 Dataran Tinggi. *Biospecies*. 7(1): 1-7. DOI: 10.24843/Biospecies.2014.v7.i01.p01
- Rizqoh, D., Kumala, W. O., Sipriyadi., Sinuhaji, B & Oktoviani. (2021). Potensi Bakteri Endofit Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* DC) Menghambat Bakteri Penyebab Infeksi pada Manusia. *Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan*. 6(3): 194-204. DOI: 10.36996/jipk.v6i3.194-204
- Sa'adah, N. (2020). Bakteri Symbion Akar Mangrove *Avicennia* sp. Sebagai Pendegradasi Pewarna Tekstil. *Jurnal Untag Cirebon*. 2(2): 50-55. DOI : 10.31937/jurnaluntagcirebon.v2i2.50-55
- Sarjono, P. R., Ismianto., Ngadiwiyan & Prasetya, N. B. A. (2022) Bakteri Endofit F4 dari Daun Pepaya (*Carica papaya* L): Potensinya sebagai Penghasil Enzim Ekstraseluler. *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*. 2(1): 1-7. DOI: 10.55927/greensphere.v2i1.1-7
- Setyastuti, T. A., Indah, P., Dwi, S., & Anja, A. (2020) Kelimpahan Bakteri Heterotrof pada Tambak dengan Jenis Mangrove yang Berbeda di Pulokerto Pasuruan. *Jurnal Chanos-chanos*. 18(1): 7:17. DOI: 10.35800/jcc.v18i1.7-17

- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S & Sayekti, R. S. (2021). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*. 4(2): 16-19. DOI: 10.29103/agronova.v4i2.16-19
- Yu, Y., Wang, Z., Xiong, D., Zhou, L., Kong, F., & Wang, Q. (2024). New Secondary Metabolites of Mangrove-Associated Strain. *Marine drugs*. 22: 1-24. DOI: 10.3390/md22080372
- Yulma., Burhanuddin, I., Sunarti., Eka, M., Neny, W. & Mursyban. (2017). Identifikasi Bakteri pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 2(1): 28-33. DOI: 10.22146/jtbb.23036