

SKRIPSI

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI LIGNIN
PADA SEDIMEN MANGROVE API-API *Avicennia* sp.
KABUPATEN MAROS**



SITTI KHADIJAH

H041181324

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI LIGNIN
PADA SEDIMEN MANGROVE API-API *Avicennia* sp.
KABUPATEN MAROS**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

SITTI KHADIJAH

H041181324

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI LIGNIN
PADA SEDIMEN MANGROVE API-API *Avicennia* sp.
KABUPATEN MAROS**

Disusun dan diajukan oleh:

SITTI KHADIJAH

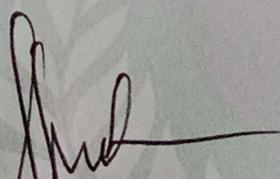
H041181324

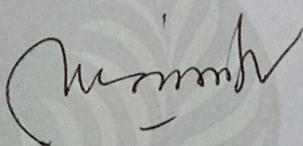
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program
Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Pada 03 Oktober 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

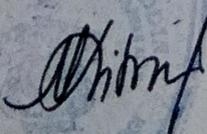
Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama


Prof. Dr. Fahrudin, M.Si
NIP. 196309151991031002


Dody Priosambodo, S.Si, M.Si
NIP. 197605052001121002

Ketua Program Studi


Dr. Magdalena Litaay, M.Sc
NIP. 196409291989032002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sitti Khadijah

NIM : H041181324

Departemen : Biologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Lignin Pada Sedimen Mangrove Api-Api *Avicennia* Sp. Kabupaten Maros

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari skripsi saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta, maka saya siap menerima sanksi.

Makassar, Oktober 2022

Yang menyatakan



Sitti Khadijah
Sitti Khadijah

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah rabbi' alamin segala puji penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Taala, atas limpahan rahmat, hidayah serta karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam tak lupa pula penulis haturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam. Sebagai sosok pemimpin yang sangat agung bagi umat Islam di seluruh dunia, sebagai suri tauladan serta telah menyebarkan ajaran islam yang membawa manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang dipenuhi dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Penyusunan skripsi ini sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program pendidikan Sarjana (S1) dibawah naungan Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Lignin Pada Sedimen Mangrove Api-api *Avicennia* sp. Kabupaten Maros”**.

Penyelesaian skripsi ini tak lepas dari banyaknya dukungan, baik secara moril maupun materil yang diberikan kepada penulis. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati yang tulus, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta yang telah membesarkan dan menyanggah penulis, serta selalu memberikan dorongan, materil, semangat, do'a dan ridho yang tak terhingga kepada penulis sehingga skripsi ini dapat dibuat dengan baik. Tak lupa pula penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya

kepada keluarga besar dan kerabat yang telah menemani selama proses perkuliahan hingga saat ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada Bapak Prof. Dr. Fahrudin, M.Si selaku pembimbing utama dan Bapak Dody Priosambodo, S.Si, M.Si selaku pembimbing pertama, atas setiap ilmu, waktu, tenaga, motivasi dan perhatian yang diberikan dalam membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Banyak kendala dan rintangan yang penulis hadapi selama proses perkuliahan hingga pada titik penyusunan skripsi ini, namun hal tersebut menjadi lebih mudah berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang paling tulus dan terdalam kepada :

1. Bapak Rektor Prof. Dr.Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajarannya.
2. Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Khaeruddin, M.Sc selaku Wakil Dekan I Bidang akademik, Riset dan Inovasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Ibu Dr.Syahribulan, M.Si selaku Wakil Dekan III Bidang Kemahasiswaan, Alumni dan Kemitraan.
5. Ibu Dr. Nur Haedar, M.Si, selaku Ketua Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Ibu Dr. Rosana Agus, M.Si. selaku tim penguji serta Penasehat Akademik (PA), yang senantiasa memberikan arahan kepada penulis sejak penulis memulai studi hingga selesai.

7. Bapak Dr. Ir. Slamet Sentosa M.Si. selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Dosen dan pegawai Departemen Biologi yang senantiasa membantu penulis sehingga dapat mencapai gelar sarjana.
9. Bapak Saade, Kakak Indra Kumala, Kakak Ahmad Yani, Kakak Eka dan seluruh keluarga besar, penulis haturkan banyak terima kasih.
10. Kakak Fuad Gani, S.Si dan Kakak Rih Wardani, S.Si, penulis ucapkan terima kasih atas ilmu, saran dan bantuan yang diberikan selama penulis menjalankan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi.
11. Sahabat penulis: Fitriana, Mega Karunia Sari, Rahmayana, Jumariah, Luthfiah Septi Nurfadillah dan Al waasiu yang telah menemani penulis baik suka maupun duka dari awal hingga selesai perkuliahan.
12. Teman-teman peneliti di Lab Mikrobiologi, terima kasih telah kebersamai selama penelitian.
13. Teman-teman seperjuangan Biologi, Keluarga Besar FMIPA Unhas, dan keluarga besar HIPMI PARE atas segala dukungan dan pengalaman yang tidak dapat dilupakan oleh penulis selama masa perkuliahan.
14. Teman-teman KKN 106 Parepare, atas pengalaman berkesan yang diberikan.
15. Semua pihak yang ikut terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Warrohmatullahi Wabarokatuh

ABSTRAK

Avicennia sp. merupakan salah satu jenis mangrove yang banyak tumbuh di bagian depan zonasi mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri lignin, mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi lignin serta mengetahui karakteristik dari bakteri lignin yang diisolasi dari sedimen mangrove *Avicennia* sp. Penelitian ini meliputi uji degradasi bakteri lignin melalui pengamatan luas zona bening, serta uji biokimia untuk mengetahui karakteristik bakteri. Dari hasil uji degradasi bakteri diperoleh daya degradasi pada isolat bakteri BL 2 sebesar 2,5 mm merupakan yang tertinggi dan daya degradasi terendah pada isolat BT 1 sebesar 0,5 mm. Dari hasil uji biokimia diperoleh kelima isolat bakteri lignin memiliki bentuk circular dengan tepian entire serta termasuk bakteri gram positif.

Kata kunci: *Sedimen Mangrove Avicennia sp., Karakterisasi, Bakteri Pendegradasi Lignin*

ABSTRACT

Avicennia sp. is another type of mangrove that grows extensively in the front of the mangrove zone. The study was to gain insulation from lignin bacteria, recognizing the insulation capacity of the bacteria in degnins and recognizing the characteristics of the lignin bacteria isolated from the sediment mangrove *Avicennia* sp. The study includes testing of lignin bacteria degradation through broad observations of clear zones, as well as biochemical testing for their characteristics. From the results of the degradation test, it was found that the degradation power of BL 2 bacterial isolates was 2,5 mm, wich was the highest and the lowest degradation power of BT 1 bacterial isolates was 0.5 mm. From the results of biochemical test, all five isolates of lignin bacteria are circular with a flat entire, and it includes positive gram bacteria.

Keywords: *Sediment Mangrove Avicennia sp., Characterization, Lignin Bacteria Degradation*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	4
I.3 Manfaat Penelitian	5
I.4 Tempat dan Waktu Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Tinjauan Umum Lokasi Penelitian.....	6
II.2 Ekosistem Mangrove	7
II.3 Vegetasi Mangrove <i>Avicennia</i> sp.....	9
II.4 Sedimen Mangrove	10
II.4 Bakteri Pendegradasi Lignin	11
BAB III METODE PENELITIAN	13

III.1 Alat.....	13
III.2 Bahan	13
III.3 Metode Kerja	14
III.3.1 Pengambilan Sampel	14
III.3.2 Sterilisasi Alat	15
III.3.3 Pembuatan Medium	15
III.3.4 Isolasi Bakteri.....	17
III.3.5 Pemurnian bakteri	18
III.3.6 Pembuatan Sediaan Bakteri.....	18
III.3.7 Uji Kemampuan Degradasi Lignin	18
III.3.8 Karakterisasi Isolat Bakteri	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
IV.1 Isolasi Bakteri Lignin.....	22
IV.2 Jumlah Kuantitatif Bakteri Dengan Metode Standar Plate Count (SPC).....	24
IV.3 Uji Degradasi Isolat Bakteri Lignin	25
IV.4 Karakterisasi Isolat Bakteri Lignolitik	28
IV.4.1 Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri Lignin.....	29
IV.4.2 Pengamatan Morfologi Sel Isolat Bakteri Lignin.....	30
IV.4.3 Uji <i>Triple Sugar Iron Agar</i> (TSIA)	32
IV.4.4 Uji Sitrat.....	33
IV.4.5 Uji <i>Sulfide Indole Motility</i> (SIM)	34
IV.4.6 Uji MR (<i>Methyl Red</i>) dan Uji VP (<i>Voges-Proskauer</i>).....	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
V.1 Kesimpulan	37
V.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel di Desa Bonto Bahari.....	14
Gambar 2. Hasil isolasi bakteri pada medium NA.....	22
Gambar 3. Hasil pemurnian 10 koloni bakteri pada medium NA.....	23
Gambar 4. Hasil pemurnian pada medium asam tanat	24
Gambar 5. Hasil uji degradasi isolat bakteri lignin	27
Gambar 6. Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri Lignin	29
Gambar 7. Hasil Pengecatan Gram Isolat Bakteri Lignin	31
Gambar 8. Hasil Uji TSIA Isolat Bakteri Lignin	32
Gambar 9. Hasil Uji SCA Isolat Bakteri Lignin	33
Gambar 10. Hasil Uji SIM Isolat Bakteri Lignin	34
Gambar 11. Hasil Uji MR dan Uji VP Isolat Bakteri Lignin	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pengamatan Morfologi Koloni Secara Makroskopik.....	24
Tabel 2. Perhitungan jumlah koloni bakteri dengan metode SPC dari ketiga titik pengambilan sampel.....	25
Tabel 3. Hasil Uji Degradasi Isolat Bakteri Lignolitik.....	26
Tabel 4. Hasil Pengamatan Uji Biokimia Isolat Bakteri Lignin	28
Tabel 5. Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Lignin	30
Tabel 6. Hasil Pengamatan Morfologi Sel Isolat Bakteri Lignin	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian.....	41
Lampiran 2. Skema Kerja Uji TSIA (<i>Triple Sugar Iron Agar</i>).....	42
Lampiran 3. Skema Kerja Uji SIM (<i>Sulfide Indole Motility</i>).....	43
Lampiran 4. Skema Kerja Uji SCA (<i>Simmons Citrate Agar</i>).....	44
Lampiran 5. Skema Kerja Uji MR (<i>Methyl Red</i>).....	45
Lampiran 6. Skema Kerja Uji VP (<i>Voges-Proskauer</i>).....	46
Lampiran 7. Skema Kerja Uji degradasi.....	47
Lampiran 8. Skema Kerja Pengecatan Gram.....	48
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	49

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Hutan mangrove di Sulawesi Selatan diperkirakan seluas 104.030 ha. Luas mangrove berdasarkan studi dasar yang dilakukan tahun 2010 di empat kabupaten di Sulawesi Selatan, salah satunya adalah Kabupaten Maros seluas 43,05 ha. Komposisi jenis mangrove yang banyak ditemukan adalah jenis *Avicennia* spp, *Rhizophora* spp, *Bruguiera* spp, *Sonneratia* spp, dan beberapa mangrove ikutan seperti *Acanthus ilicifolius* dan *Nypa fruticans*. Wilayah pesisir Kabupaten Maros yang terbentang sepanjang 31 km, terdiri dari beberapa kecamatan pada daerah pesisir diantaranya Bontoa, Lau, Maros Baru dan Marusu dimana terdapat kawasan hutan mangrove. Untuk wilayah Kecamatan Bontoa memiliki panjang garis pantai sepanjang 8,2 km. Dimana pada daerah ini memiliki luasan mangrove sekitar 45,89 ha yang terdiri dari berbagai desa yang ada di pesisir yang memiliki luasan mangrove yang berbeda-beda. Desa Bonto Bahari memiliki luasan mangrove sekitar 15,71 Ha, Desa Pajukukang memiliki luasan 15,11 Ha dan Desa Ampekale 15,07 (Saru dkk., 2018).

Mangrove merupakan ekosistem utama di wilayah pesisir, dengan topografi vegetasi utamanya berupa hutan bakau, sebutan yang lazim digunakan untuk menyebut ekosistem hutan pada lahan pasang surut di pantai berlumpur (Rambu dkk., 2019). Tumbuhan mangrove sebagaimana tumbuhan lainnya mengkonversi cahaya matahari dan zat hara/nutrisi menjadi jaringan tumbuhan melalui proses fotosintesis. Tumbuhan mangrove merupakan sumber makanan

potensial bagi semua biota yang hidup di ekosistem hutan mangrove (Lekatompessy dan Tutuhatunewa, 2010). Hutan mangrove adalah komunitas vegetasi pantai tropis dan merupakan komunitas yang hidup di dalam kawasan yang lembab dan berlumpur serta dipengaruhi oleh pasang surut air laut. (Yulma dkk., 2019). Mangrove hidup di daerah tropik dan subtropik, terutama pada garis lintang 25° LU dan 25° LS. Tumbuh-tumbuhan tersebut berasosiasi dengan organisme lain seperti fungi, mikroba, alga, fauna, dan tumbuhan lainnya membentuk komunitas mangrove. Komunitas mangrove tersebut berinteraksi dengan faktor abiotik yakni iklim, udara, tanah, dan air membentuk ekosistem mangrove (Martuti dkk., 2018). Dari sekian banyak jenis mangrove di Indonesia, yang banyak ditemukan antara lain adalah jenis api-api *Avicennia* sp., bakau *Rhizophora* sp., tancang *Bruguiera* sp. dan bogem atau pedada *Sonneratia* sp.. Jenis-jenis mangrove tersebut adalah kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya (Khairijon dkk., 2015). Mangrove *Avicennia* sp. merupakan tumbuhan yang terdapat pada muara sungai dan pesisir pantai yang dipengaruhi pasang surut air laut (Fitri dkk., 2019).

Di dalam ekosistem mangrove terjadi proses rantai makanan yang berasal dari serasah mangrove yang terurai menjadi bahan organik, baik bahan organik di perairan maupun yang mengendap di sedimen. Keberadaan bahan organik dalam sedimen berbeda-beda, kandungan bahan organik di dasar perairan mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan di permukaan (Yulma dkk., 2019). Komponen dasar dari rantai makanan di ekosistem mangrove adalah serasah dari tumbuhan mangrove itu sendiri; daun, ranting, buah, batang, dan lainnya.

Sebagian serasah mangrove didekomposisi oleh bakteri dan fungi menjadi zat hara atau nutrisi terlarut yang dapat dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton, algae ataupun tumbuhan mangrove itu sendiri dalam proses fotosintesis (Lekatompessy dan Tutuhatunewa, 2010). Hutan mangrove memiliki fungsi fisik seperti untuk menjaga garis pantai agar tetap stabil, mangrove juga berfungsi sebagai penangkap sedimen beserta dengan unsur-unsur organik yang terdapat di perairan. Mardi (2014) menyatakan bahwa sumber sedimen di kawasan mangrove berasal dari daratan maupun lautan (*allocthonous*) dan dari kawasan mangrove itu sendiri (*autochthonous*) yang berupa timbunan guguran daun, ranting, dan organisme mati yang terdeposisi di daerah mangrove dan mengandung banyak bahan organik seperti Mineral, Kalium, Besi, Magnesium, Nitrogen, Fosfor (K, Fe, Mg, N dan P) (Yulma, 2019). Keanekaragaman komunitas mikroorganisme di dalam sedimen sangat tinggi. Hal ini disebabkan sedimen mendukung dan membantu pembentukan kerjasama lingkungan mikroaerobik dan anaerobik. Aktivitas bakteri dalam siklus unsur hara pada sedimen adalah suatu hal yang tidak bisa dipisahkan dan saling berkaitan (Yulma dkk., 2019).

Bakteri merupakan mikroorganisme yang berperan sebagai pengurai di dalam sedimen. Total bakteri lebih tinggi pada sedimen permukaan dibandingkan dengan sedimen pada kedalaman 30 cm. Bakteri yang hidup dalam sedimen memegang peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sehubungan dengan kemampuannya mengikat N_2 dari udara dan mengubah ammonium menjadi nitrat (Yulma dkk., 2019). Salah satu bakteri yang terdapat pada sedimen mangrove yaitu bakteri lignolitik pendegradasi lignin.

Lignin merupakan polimer alami yang memiliki fungsi utama sebagai perekat pada lapisan tumbuhan. Lignin memiliki gugus hidroksi, karbonil, dan metoksi serta memiliki kelarutan yang rendah terhadap air sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai perekat, plastik *biodegradable* dan surfaktan pada sistem *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Lignin merupakan komponen makromolekul kayu ketiga yang berikatan secara kovalen dengan selulosa dan hemiselulosa. Lignin ada di dalam dinding sel maupun di daerah antar sel (lamela tengah) dan menyebabkan kayu menjadi keras dan kaku sehingga mampu menahan tekanan mekanis yang besar (Pramana dkk., 2020). Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri ligninolitik yang dapat mendegradasi lignin pada sedimen mangrove dengan cara mengisolasi, karakterisasi, juga mengetahui kemampuan bakteri ligninolitik dalam mendegradasi lignin yang diperoleh dari sedimen mangrove api-api *Avicennia* sp. Di Kabupaten Maros, Kecamatan Bontoa, Desa Bonto Bahari.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mendapatkan isolat bakteri pendegradasi lignin dari sedimen mangrove vegetasi api-api *Avicennia* sp.
2. Mengetahui kemampuan isolat bakteri lignolitik dalam mendegradasi lignin yang diisolasi dari sedimen mangrove vegetasi api-api *Avicennia* sp.
3. Mengetahui karakteristik isolat bakteri pendegradasi lignin dari sedimen mangrove vegetasi api-api *Avicennia* sp

I.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menjadi sumber informasi mengenai karakteristik dan kemampuan isolat bakteri ligninolitik dalam mendegradasi lignin dari sedimen mangrove vegetasi api-api *Avicennia* sp. di Kabupaten Maros, Kecamatan Bontoa, Desa Bonto Bahari.

I.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dengan pengambilan sampel sedimen yang dilakukan di Desa Bonto Bahari, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2022.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1 Tinjauan Umum Lokasi Penelitian

Indonesia merupakan salah satu Negara kepulauan terbesar di Asia Tenggara yang memiliki wilayah pesisir yang cukup luas dengan panjang garis pantai mencapai 95.181 km. Angka tersebut menjadikan Indonesia sebagai Negara dengan garis pantai terpanjang keempat di dunia. Indonesia mempunyai potensi sumber daya alam pesisir yang luar biasa dengan keanekaragaman ekosistem didalamnya. Salah satu ekosistem yang ada di wilayah ekosistem Indonesia adalah ekosistem mangrove. Salah satu wilayah pesisir Indonesia yang ditumbuhi mangrove adalah wilayah pesisir di Sulawesi Selatan. Kementerian Kehutanan pada tahun 2007 menginformasikan bahwa luas hutan mangrove di Sulawesi Selatan adalah 28.978 ha (Pranata dkk., 2016).

Kawasan mangrove yang berada di sepanjang pesisir Kabupaten Maros merupakan salah satu kawasan mangrove yang masih tersisa di Sulawesi Selatan. Wilayah pesisir di Kabupaten Maros memiliki luas wilayah sebesar 15.046 ha atau 10% dari total luas wilayah Kabupaten Maros yang meliputi 4 Kecamatan yaitu Kecamatan Bontoa, Lau, Maros Baru dan Marusu. Kecamatan Bontoa memiliki luas sebaran mangrove sekitar 20,23% dari luas mangrove yang ada di Kabupaten Maros. Berbeda dengan Kecamatan lainnya, mangrove di Kecamatan Bontoa tersebar di sepanjang daerah pesisir pantai Kecamatan Bontoa dan hanya sebagian kecil di muara sungai yang langsung berbatasan dengan Kabupaten Pangkep (Pranata dkk., 2016).

Bontoa memiliki panjang garis pantai 8,2 km. Daerah ini memiliki luasan mangrove sekitar 45,89 ha, terdiri dari berbagai desa yang ada di pesisir yang memiliki luasan mangrove seperti: Desa Bonto Bahari memiliki luasan mangrove sekitar 15,71 Ha, Desa Pajukukang memiliki luasan 15,11 ha dan Desa Ampekale 15,07 ha. Kecamatan Bontoa mempunyai jarak tempuh ± 10 km dari ibukota kecamatan ke ibukota kabupaten. Letak Geografis kecamatan Bontoa berbatasan langsung dengan: sebelah Utara Kabupaten Pangkep, sebelah Selatan Kecamatan Lau, sebelah Timur Kecamatan Lau dan Kecamatan Bantimurung, serta sebelah Barat Selat Makassar. Faktor oseanografi dan morfologi sangat berperan terhadap berlangsungnya dinamika pantai serta proses sedimentasi sepanjang pantai sehingga sangat rentan terhadap abrasi pantai. Pada daerah Pesisir Bontoa terdapat pemanfaatan lahan sebagai daerah tambak dan pemukiman. Kelandaian yang datar pesisir Bontoa didominasi oleh sedimen halus sehingga memungkinkan untuk pertumbuhan mangrove (Saru dkk., 2018).

II.2 Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove sering juga disebut sebagai hutan bakau, hutan payau atau hutan pasang surut, merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut terdapat didaerah tropik atau sub tropik disepanjang pantai yang terlindung dan dimuara sungai. Hutan mangrove merupakan komunitas tumbuhan pantai yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada saat pasang surut sesuai dengan toleransinya terhadap silintas, lama penggenangan, substrat dan morfologi pantainya. Wilayah hutan mangrove mempunyai ekosistem yang unik, dengan fungsi yang bermacam macam. Dilihat

dari segi ekosistem perairan, hutan mangrove mempunyai arti yang penting karena memiliki fungsi ekologis. Hal ini mengingat hutan mangrove juga merupakan tempat mencari makan (*feeding ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan juga merupakan tempat pemijahan (*spawing ground*) dari berbagai jenis biota laut (Kusmawati dkk., 2021).

Mangrove adalah ekosistem laut yang sangat produktif dimana bakteri secara aktif mengambil bagian dalam biomineralisasi dan biotransformasi mineral. Distribusi dari aktivitas mikroba dalam sistem muara jelas kompleks dan bervariasi. Daun dan kayu disediakan oleh tanaman bakau ke tanah terdegradasi terutama oleh berbagai macam mikroba yang secara aktif berpartisipasi dalam rantai makanan heterotrofik. Produk utama dari umum daur ulang bahan organik adalah detritus yang kaya akan enzim dan protein dan mengandung mikrobial yang besar populasi. Jadi detritus yang berasal dari mangrove merupakan reservoir besar karbon dan energi berpotensi tersedia untuk jaring makanan muara dan bakteri adalah peserta utama dalam karbon, belerang, siklus nitrogen dan fosfor di hutan mangrove. Sekitar 30% hingga 50% bahan organik di mangrove daun adalah senyawa yang larut dalam air yang dapat dicuci seperti: tanin dan gula, fraksi yang tersisa dari bahan organik diduga terdiri dari struktur tumbuhan polimer yang biasa disebut sebagai zat selulosa. Transfer karbon dan energi dari detritus bakau hingga konsumen hewan tampaknya terjadi melalui penggembalaan yang mudah dicerna dan sangat bergizi biomassa mikroba yang dihasilkan dari bakteri dan jamur (Behera et al., 2014).

Hutan mangrove merupakan hutan alami yang tumbuh dan berkembang di sepanjang pantai atau muara sungai yang terpengaruhi pasang surut air laut. Hutan

mangrove memiliki fungsi kompleks yang dapat dikelompokkan menjadi fungsi fisik, fungsi biologi dan fungsi ekonomi yang potensial. Sebagai fungsi fisik hutan mangrove berguna untuk menjaga garis pantai agar tetap stabil, mempercepat perluasan lahan, melindungi pantai dan tebing sungai. Fungsi biologi sebagai tempat pemijahan benih-benih ikan, udang, dan kerang-kerang dari lepas pantai, tempat bersarangnya burung-burung dan sebagai habitat alami bagi banyak jenis biota lainnya. Sedangkan fungsi ekonomi hutan mangrove berpotensi sebagai lahan untuk tambak, tempat pembuatan garam, tempat rekreasi dan dapat menghasilkan kayu (Fadli dkk , 2015).

Ekosistem mangrove adalah tipe ekosistem yang terdapat di daerah pantai yang selalu atau secara teratur digenangi air laut atau dipengaruhi pasang surut air laut, daerah pantai dengan kondisi tanah berlumpur, berpasir atau lumpur berpasir (Simanjuntak dkk., 2015). Mangrove memiliki sistem perakaran yang berbeda-beda. Hal ini merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan. (Kharimah dkk., 2019). Secara ekologis hutan mangrove memiliki potensi sebagai penahan angin, pengendali banjir, penetralisir pencemaran, penahan sedimentasi, sebagai tempat perputaran sedimen dan penahan intrusi air laut serta mangrove juga bisa bermanfaat sebagai penyaring dan pengendalian pencemaran secara alami karena mangrove mempunyai sistem perakaran yang khas yang dapat memerangkap sedimen dan menjernihkan air laut dimana partikel-partikel yang dibawa oleh arus dan gelombang menuju lautan (Rosalina dan Rombe, 2021).

II.3 Vegetasi Mangrove *Avicennia* sp

Avicennia atau api-api merupakan salah satu jenis mangrove yang banyak tumbuh di bagian depan dari zonasi mangrove. Api-api merupakan mangrove

pioneer yang tahan terhadap salinitas yang tinggi. Kelebihan garam yang diserap oleh akar akan dikeluarkan dari permukaan daun dengan kelenjar garamnya, sehingga jika di ekosistem mangrove akan terasa permukaan daun api-api ada kristal garam. Hal itulah yang menyebabkan mengapa pada bagian tepi pantai yang berbatasan dengan laut, untuk kawasan yang baik zonasi mangrove, api-api yang pertama kali terlihat, setelah itu, jenis-jenis lain di bagian belakangnya. Sedimentasi yang terjadi dikawasan mangrove, terutama di tepi pantai atau muara akan banyak dijumpai jenis ini. Buah yang dihasilkan sangat banyak dan cepat berkecambah. Api-api hanya memerlukan sekitar 8 hari untuk menancapkan perakarannya ke dalam lumpur. Jika daun sudah beberapa pasang yang mengembang penuh, perakaran mulai berkembang secara ekstensif maka semakin tahan terhadap pasang surut air laut (Sarno dan Ridho, 2016).

Avicennia sp memiliki akar nafas dengan bentuk buah bulat. akar *Avicennia* sp. sering disebut akar nafas dengan ciri bagian akarnya berada di udara paling tidak ketika pasang terendah. Akar ini akan selalu nampak di udara (Kharimah dkk., 2019). Umumnya *Avicennia* yang tumbuh pada zona bagian depan, zona yang berhadapan langsung dengan laut yang tinggi salinitasnya. *Avicennia* memiliki kemampuan perkembangbiakan yang realtif cepat. Jika diamati pada bagian hamparan lumpur sebagai hasil dari proses sedimentasi, *Avicennia* tumbuh dengan subur (Sarno dan Ridho, 2016).

II.4 Sedimen Mangrove

Secara ekologi mangrove berfungsi sebagai pengikat sedimen, tempat akumulasi bahan pencemar, dan penghasil oksigen sekaligus pengikat karbon (Kharimah dkk., 2019). Zonasi mangrove berbeda-beda tergantung dari kondisi

kawasan masing-masing. Pasang surut sangat berpengaruh pada pembagian mintakat atau zonasi yang pada akhirnya berpengaruh terhadap jenis mangrove yang dominan. Mikroorganisme sangat penting untuk pemeliharaan produktivitas, konservasi dan pemulihan sedimen mangrove. Mikroorganisme tersebut terlibat langsung dalam transformasi nutrisi, fotosintesis, fiksasi nitrogen, metanogenesis, kelarutan fosfat, sulfat pengurangan serta produksi zat lain, termasuk antibiotik dan enzim (Santos, et al., 2011).

II.5 Bakteri Pendegradasi Lignin

Lignin merupakan senyawa kompleks yang menyusun dinding sel tanaman dan cukup sulit didegradasi secara alami. Lignin merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari subunit fenilpropana yang terdimetoksilasi, monometoksilasi, dan non-metoksilasi dan banyak ditemukan pada dinding sel sekunder tanaman. Senyawa tersebut mengisi celah di antara selulosa, hemiselulosa, dan pektin sehingga membuat dinding sel lebih kaku (Prakoso dkk., 2014).

Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit penilpropan yang berhubungan secara bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda (Perez et al., 2002). Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Lebih dari 30 persen tanaman tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen. Lignin terutama terkonsentrasi pada lamela tengah dan lapisan S2 dinding sel yang terbentuk selama proses lignifikasi jaringan tanaman. Lignin tidak hanya mengeraskan mikrofibril selulosa, juga berikatan secara fisik dan kimia dengan hemiselulosa. Lignin terbentuk melalui polimerasi tiga dimensi

derivat dari sinamil alkohol terutama ρ -kumaril, coniferil dan sinafil alkohol dengan bobot molekul mencapai 11.000 (Gambar 3.6). Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter (Perez et al., 2002).

Lignin adalah heteropolimer aromatik yang sangat kompleks yang peran biologisnya pada tumbuhan adalah untuk meningkatkan dinding sel integritas dan ketahanan terhadap serangan patogen. Dia dibuat dari polimerisasi radikal yang dimediasi enzim dari tiga monomer fenolik berbeda yang berbeda dari satu sama lain dengan jumlah substituen metoksi hadir pada cincin aromatik ($n = 0-2$). Setelah inisiasi radikal, ekuivalen pengoksidasi dapat terdelokalisasi di sekitar monomer sampai ikatan silang adalah dibentuk dengan radikal tetangga pada polimer, yang mengarah ke berbagai ikatan C-C dan C-O motif yang telah dikarakterisasi dalam struktur lignin. Karena fenolik dan β -hidrogen adalah dibagi antara ketiga monomer, situs ini berpartisipasi dalam sejumlah besar hubungan yang ada dalam lignin.

Bakteri lignolitik merupakan kelompok bakteri yang mampu menghasilkan enzim kompleks lignase yang terdiri dari: lignin peroksidase/Li-P, mangan-peroksidase/Mn-P dan lakase/Lac akan merombak senyawa lignin menjadi komponen penyusun. Produksi dan kualitas kompleks enzim yang dihasilkan lebih tinggi dan seimbang lignase semakin baik perombakan lignin dapat dilakukan. Di alam berbagai sumber konsorsium mikroba lignolitik dapat diperoleh seperti saluran pencernaan hewan, lahan gambut/pertanian, rayap, cacing tanah, dan sumber konsorsium mikrona lainnya (Wijana and Mudita 2018).