

SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT
DAUN BAKAU (*Rhizophora racemosa*) TERHADAP
BAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia
coli*.**

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF
ENDOPHITE FUNCTIONS (*Rhizophora racemosa*)
AGAINST BACTERIA OF *Staphylococcus aureus*
AND *Escherichia coli*.**

Disusun dan diajukan oleh

SYAFIRA PRATIWI

N111 15 055



**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT DAUN BAKAU
(*Rhizophora racemosa*) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*.**

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF ENDOPHITE FUNCTIONS
(*Rhizophora racemosa*) AGAINST BACTERIA OF *Staphylococcus aureus* AND *Escherichia coli*.**

SKRIPSI

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana

SYAFIRA PRATIWI

N111 15 055

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT DAUN BAKAU
(*Rhizophora racemosa*) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus
aureus* DAN *Escherichia coli*.**

SYAFIRA PRATIWI

N111 15 055

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,


Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt

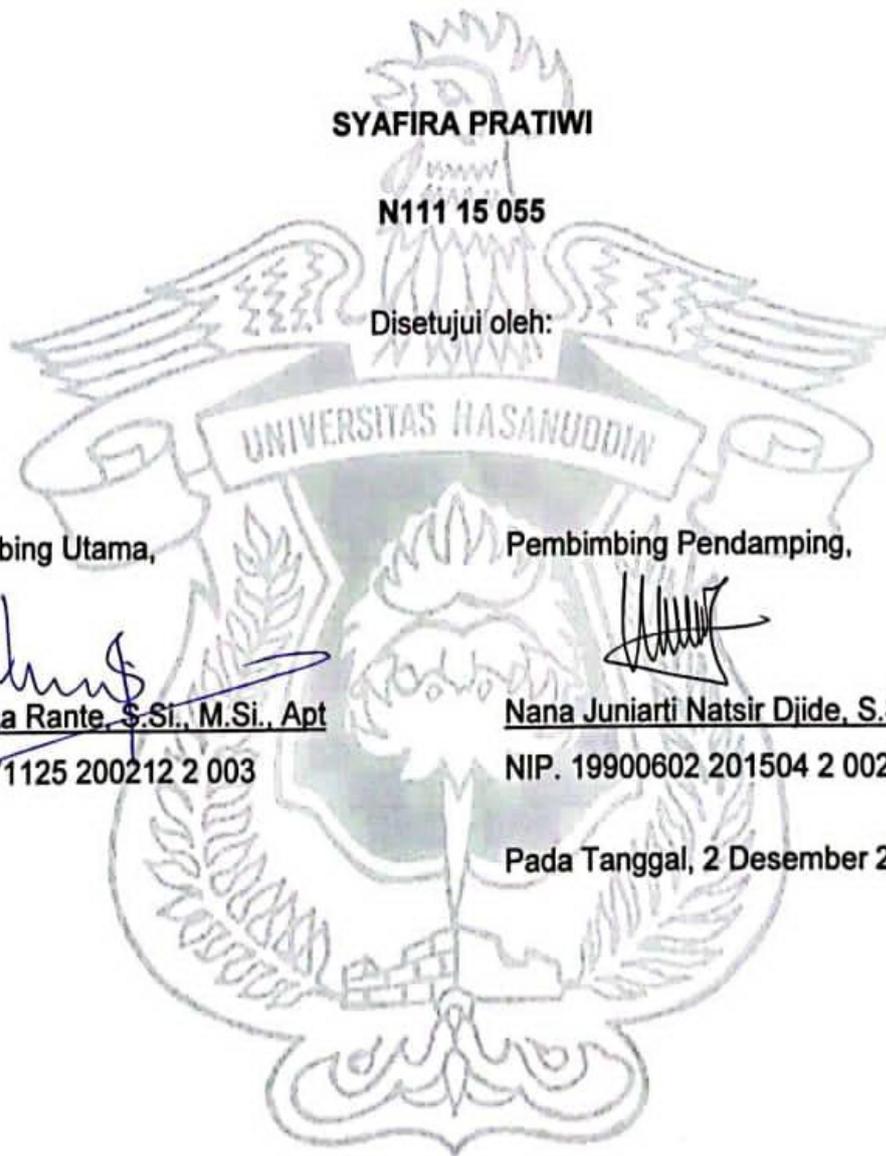
NIP. 19771125 200212 2 003

Pembimbing Pendamping,


Nana Juniarti Natsir Djide, S.Si., Apt

NIP. 19900602 201504 2 002

Pada Tanggal, 2 Desember 2022



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT DAUN BAKAU
(*Rhizophora racemosa*) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*.**

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF ENDOPHITE FUNCTIONS
(*Rhizophora racemosa*) AGAINST BACTERIA OF *Staphylococcus aureus* AND *Escherichia coli*.**

Disusun dan diajukan oleh:

**SYAFIRA PRATIWI
N111 15 055**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin pada tanggal 2 Desember 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt
NIP. 19771125 200212 2 003


Nana Juniarti Natsir Djide, S.Si., Apt
NIP. 19900602 201504 2 002

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan
Fakultas Farmasi




Abdul Rahim, S.Si., M.Si., Ph.D., Apt
NIP. 19771111200812100

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Syafira Pratiwi
Nim : N111 15 055
Program Studi : Farmasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Uji Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Daun Bakau (*Rhizophora racemose*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 2 Desember 2022

Yang menyatakan,



Syafira Pratiwi

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis mengirimkan salam dan shalawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah SWT.

Skripsi yang berjudul **“Uji Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Daun Bakau (*Rhizophora racemosa*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”** merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi dan memperoleh gelar sarjana di Fakultas Farmasi di Universitas Hasanuddin. Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt selaku pembimbing utama dan Nana Juniarti Natsir Djide, S.Si., Apt selaku pembimbing pendamping saya, yang telah banyak meluangkan waktu untuk penulis menyelesaikan penelitian dan memberikan masukan, bimbingan, dan motivasi yang membangun kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
2. Prof. Dr. Gemini Alam, M.Si., Apt dan A. Anggriani, S.Si., M.Si.Clin.Pharm., Apt. selaku penguji yang telah meluangkan

waktunya dan memberikan masukan dan saran terkait penelitian ini dan dalam proses menyelesaikan skripsi ini..

3. Seluruh Bapak/ ibu dosen Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang telah member ilmunya dan memberikan masukan kepada penulis selama masa studi S1 dan juga seluruh staf akademik khususnya Ibunda Setiorini,. ST., MM yang tercinta yang selalu menjadi tempat penulis berkeluh kesah dan memberikan fasilitas kepada penulis selama menempuh masa studi dan menyelesaikan penelitian ini.
4. Prof.Dr.rer.nat. Marianti.,Apt selaku Dekan yang sangat bijaksana dan baik hati selalu membantu dan menyelesaikan semua masalah yang dihadapi penulis, dengan kebijaksanaan beliau dalam memberi solusi penulis bisa ada pada tahap ini.
5. Orang tua dari penulis kepada Ayahanda DRS.Suryadarma M.Pd, yang tercinta Asniah Alwy S.Pd dan Kakanda Presiden BEM Fajrul Ramadhan yang telah memberikan dukungan yang luar biasa kepada penulis, Terima kasih atas kesabaran, kepercayaan, serta supportnya selama ini dan doa yang selalu dipanjatkan kepada penulis dari masa perkuliahan hingga di tahap skripsi ini.
6. Sahabat-sahabat penulis, Dini, Retno, dan Marni terimakasih karena selalu memberikan dukungan dan selalu menjadi sosok yang selalu ada untuk untuk memberi dukungan dan semangatnya serta doa yang diberikan kepada penulis. Juga terkhusus saya

ucapkan terimakasih kepada kanda Cece Marzaman yang telah membimbing penulis selama penelitian.

7. Teman-teman Geng Parkiran yang sudah melewati suka duka perkuliahan bersama, terkhusus Tenri Wulengsari dan Andi Aditiya Natsir yang selalu menemani penulis disetiap harinya menuju proses penyelesaian studi dan teman satu penelitian penulis Nurul Fitri Syahrir terima kasih atas dukungan dan semangatnya serta bantuan dalam proses penelitian ini.
8. Tidak lupa pula terimakasih kepada Kanda Abd.Kabir Husain S.Sos yang begitu sabar dan setia menemani penulis untuk melewati masa-masa sulit perkuliahan dan proses penyelesaian studi penulis.
9. Dan juga terimakasih yang kini tidak bisa saya sampaikan langsung kepada Alm. Alwy Razak, kakek saya yang sudah membesarkan saya, memberi kasih sayang yang cukup besar kepada saya, yang menjadi salah satu alasan saya agar terus bertahan di Farmasi karena wasiat dari beliau yang sangat ingin menyaksikan saya menyelesaikan studi dan melihat saya mengenakan jas Apt. *Al-Fatiha* untuk beliau.
10. Terimakasih atas semua partisipasi dan dukungan, doa untuk penulis yang tidak sempat disebutkan satu persatu terima kasih.

Penulis berharap agar skripsi ini mampu memberikan manfaat dalam mengembangkan pengetahuan dan penelitian selanjutnya dalam bidang Farmasi dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Makassar, 2 Desember 2022



Syafira Pratiwi

ABSTRAK

Syafira Pratiwi. *Uji Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Daun Bakau (Rhizophora racemosa) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli.* (dibimbing oleh Herlina Rante dan Nana Juniarti Natrsir Djide).

Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang tumbuh dalam jaringan tanaman dengan kemampuan menghasilkan senyawa serupa inang maupun senyawa baru, termasuk senyawa antimikroba. Pencarian fungi endofit dari tanaman yang tumbuh di daerah lingkungan ekstrim diharapkan dapat meningkatkan diversifikasi isolat dan metabolit sekunder yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari isolat fungi endofit yang telah diambil dari sampel daun bakau yang berada di lokasi Hutan Mangrove Tongke-Tongke, Sinjai Timur. Isolasi fungi endofit dilakukan pada media PDA menggunakan sampel daun yang telah disterilisasi permukaan (etanol 70%-NaOCL) dilanjutkan dengan uji antagonis dan fermentasi isolat aktif dalam media PDY. Hasil fermentasi diekstraksi menggunakan etil asetat (1:1) dan diujikan kembali terhadap bakteri uji. Sebanyak 1 isolat (kode A1, diduga merupakan genus *Aspergillus* sp.) diperoleh, isolat menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap bakteri uji *S. aureus* dan *E. coli* pada uji antagonis. Ekstrak air dan ekstrak etil asetat menunjukkan aktivitas spektrum sempit terhadap bakteri *E. coli* dengan diameter 17,29 dan 21,97 berturut-turut. Isolat fungi endofit dari daun bakau yang berada di lokasi Hutan Mangrove Tongke-Tongke, Sinjai Timur disimpulkan menunjukkan potensi sebagai penghasil senyawa antimikroba.

Kata Kunci : Antibakteri, daun bakau, fungi endofit, hutan mangrove tongke-tongke.

ABSTRACT

Syafira Pratiwi. antibacterial activity test of endophytic mangrove leaf fungi (*Rhizophora racemosa*) against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria. (supervised by Herlina Rante and Nana Juniarti Natrsir Djide).

Endophytic fungi are microorganisms that grow in plant tissues with the ability to produce compounds similar to their hosts or new compounds, including antimicrobial compounds. The search for endophytic fungi from plants growing in extreme environmental areas is expected to increase the diversity of isolates and secondary metabolites produced. This study aims to determine the antibacterial activity of isolates of endophytic fungi that have been taken from samples of mangrove leaves in the Tongke-Tongke Mangrove Forest, East Sinjai. Isolation of endophytic fungi was carried out on PDA media using leaf samples that had been surface sterilized (70% ethanol/NaOCL), followed by antagonistic tests and fermentation of the active isolates in PDY media. The fermented product was extracted using ethyl acetate (1:1) and tested again against the test bacteria. A total of 1 isolate (code A1, presumably belonging to the genus *Aspergillus* sp.) was obtained; the isolate showed antimicrobial activity against the test bacteria *S. aureus* and *E. coli* in the antagonist test. The water extract and ethyl acetate extract showed narrow-spectrum activity against *E. coli* bacteria with diameters of 17,29 and 21,97, respectively. Endophytic fungi isolate from mangrove leaves located in the Tongke-Tongke Mangrove Forest, East Sinjai, were concluded to show potential as producers of antimicrobial compounds.

Keywords: antibacterial, mangrove leaves, endophytic fungi, tongke-tongke mangrove forest.

DAFTAR ISI

	halaman
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Uraian Tanaman	4
II.2 Fungi Endofit	5
II.3 Fermentasi	9
II. Uraian Umum Bakteri Uji	11
BAB III METODE PENELITIAN	14
III.1 Alat dan Bahan	14
III.2 Metode Kerja	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
IV.1 Hasil Isolasi Fungi Endofit dari Daun Bakau (<i>Rhizophora racemosa</i>)	20
IV.2 Uji Antagonis	22

IV.3 Fermentasi dan Ekstraksi Isolat Fungi Endofit	24
IV.4 Uji Aktivitas Antibakteri	27
IV.5 Identifikasi Isolat Fungi Endofit	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
V.1 Kesimpulan	32
V.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Kerja Penelitian	36
2. Tabel Penelitian	39
3. Gambar Hasil Penelitian	41

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Resistensi terhadap antimikroba merupakan salah satu masalah yang sering terjadi dalam dunia kesehatan. Resistensi mikroba terus berkembang dan menjadi sorotan utama dalam penanganan penyakit infeksi. Infeksi yang diakibatkan oleh bakteri yang resisten menyebabkan ± 13.300 pasien meninggal (Sengupta & Chattopadhyay, 2012). Secara klinis, bakteri tidak hanya dapat mengalami resisten terhadap satu antibiotika (*Singel Drug Resistance*), tetapi juga dapat resisten terhadap beberapa obat (*Multi Drug Resistance*). Selain itu, resistensi terhadap lini pertama antibiotika dapat mendorong penggunaan antibiotika lini kedua ataupun lini ketiga, yang secara umum memiliki biaya yang cukup mahal serta dapat mengurangi pilihan antibiotik untuk terapi penyakit infeksi (Radji dkk., 2013). Hal ini menjadi masalah penting, sehingga senyawa antimikroba baru penting ditemukan untuk melawan penyakit infeksi (Adwan, 2009).

Pengambilan senyawa metabolit langsung dari tanaman obat membutuhkan biomassa yang banyak dan waktu yang lama untuk tumbuh. Solusi untuk mengefisienkan perolehan senyawa bioaktif yang terdapat alam jaringan tumbuhan obat, yaitu fungi endofit (Setyowati & Wardah, 2007). Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang tumbuh dalam

jaringan tanaman (*xilem* dan *floem*) dari daun, akar, buah, dan batang yang mampu menghasilkan senyawa serupa inangnya maupun senyawa baru salah satunya, senyawa antibiotik (Murdiyah, 2017). Selama 5 tahun terakhir, fungi endofit telah banyak diteliti sebagai penghasil senyawa antibiotika. Penelitian oleh Margio (2012) melaporkan ada 86 isolat fungi endofit dalam 25 jenis tanaman berbeda dengan persentase isolat yang dapat memproduksi antibiotik sebesar 52,33%.

Rhizophora racemosa salah satu jenis bakau yang bagian daunnya diisolasi untuk dimanfaatkan sebagai antibakteri, antifungi, antivirus, antitumor, insektisida, dan antileukimia (Vivi, 2017). Tanaman ini dapat menjadi kandidat sumber isolat fungi endofit penghasil senyawa antibiotika. Penelitian yang dilakukan oleh Prihanto dkk. (2011), berhasil memperoleh lima isolat fungi endofit yang diisolasi dari daun, batang, akar dari tumbuhan bakau yang diperoleh dari Sungai Porong, Sidoarjo. Tiga di antaranya memiliki aktifitas antimikroba. *S. aureus* ATCC 9144, sedangkan dua isolat aktif terhadap menghambat pada *E. coli* ATCC 8739. Penelitian lainnya oleh Tarman dkk. 2013 memperoleh lima isolat fungi endofit dari tumbuhan bakau yang diperoleh dari Taman Wisata Alam Angke Kapuk, Jakarta, yang menunjukkan daya hambat yang paling kuat terhadap *P. aeruginosa* dan zona hambat miselium paling kuat terhadap *S. aureus*.

Hutan bakau Tongke-Tongke yang terletak di daerah Sinjai Timur, Sulawesi Selatan memiliki ekosistem yang sangat baik. Di kawasan hutan bakau ini, tidak hanya ditumbuhi pohon bakau saja tetapi juga dijadikan

tempat penangkaran ikan air tawar, dan kepiting (Arfian dkk., 2017). Ekosistem yang beragam ini, dapat mempengaruhi diversitas mikroorganisme dan metabolit sekundernya sehingga, dapat menjadi sumber potensial bagi isolat baru. Selain itu, belum ada penelitian mengenai potensi fungi endofit dari hutan bakau ini.

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian terhadap tanaman bakau khususnya daun bakau untuk mendapatkan isolat fungi endofit yang dapat menghasilkan senyawa antimikroba dari Hutan Bakau Tongke-tongke Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan.

I.2 Rumusan Masalah

Apakah fungi endofit yang diisolasi dari daun bakau Hutan Tongke-Tongke *R. racemosa* mampu menghasilkan senyawa antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan fungi endofit *R.racemosa* dalam menghasilkan senyawa antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1 Uraian Tanaman

II. 1.1 Klasifikasi Tanaman

Klasifikasi tanaman Bakau (*Rhizophora racemosa*) merupakan tanaman dengan tatanan taksonomi

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnolyphyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Myrtales
Suku	: Rhizoporaceae
Marga	: Rhizophora
Jenis	: <i>Rhizophora racemosa</i>

II.1.2 Nama Daerah

Abat (Ceram) *ailave*, *kailau* (Aru), *bako*, *bakau hitam*, *tancang* (Jawa), *bangko* (Bugis), *bangka* (Aceh), *lolaro*, *belukap* (Sulawesi), *bakauan*, *bakhaw* (Philipina), Indo-West Pasific stilt mangrove (English) (Duke, 2006).

II.1.3 Morfologi Tanaman

Tanaman bakau pada umumnya ditemukan di daerah beriklim tropis karena bakau membutuhkan kondisi konsisten hangat untuk pengembangan dan kelangsungan hidupnya. Selain itu, bakau dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan yang ekstrim yang meliputi salintas

yang tinggi, angin kencang, variasi pasang surut, suhu tinggi dan rawa pasang surut anaerobik yang terdiri dari beberapa spesies yang kaya akan sumber metabolit aktif dan enzim (Sunarmi, 2010).

Pohon bakau memiliki ketinggian yang mencapai 30–50 m dengan diameter batang mencapai 50 cm. Pohon bakau memiliki sistem perakaran yang khas yang mencapai ketinggian 5 meter, dan kadang-kadang memiliki akar udara yang keluar dari cabang. Kulit kayu berwarna abu-abu tua dan berubah-ubah (Sunarmi, 2010).

Daun bakau berwarna hijau tua bagian atas dan hijau muda pada bagian bawah. Gagang daun panjangnya 17-35 mm dan warnanya kecoklatan. Tanaman bakau tumbuh pada tanah berlumpur, halus, dalam dan tergenang pada saat pasang normal serta menyukai perairan pasang surut yang memiliki pengaruh masukan air tawar yang kuat secara permanen. Kayu dari pohon bakau, biasanya dimanfaatkan untuk bahan bangunan, kayu bakar dan arang (Sunarmi, 2010).

II.1.4 Kandungan Kimia

Rizhophora racemosa dilaporkan mengandung beberapa senyawa bioaktif yaitu antresan, flavanoid, saponin, tanin, triperteniod , hidrokuinon (Kumari *et al.*,2005).

II.2 Fungi Endofit

II.2.1 Definisi Fungi Endofit

Mikroba endofit merupakan organisme-organisme, baik fungi maupun bakteri yang terdapat dalam jaringan tanaman dan tidak bersifat

patogenik. Endofit merupakan suatu organisme yang hidup hanya satu periode siklus hidup dalam jaringan tanaman, tidak termasuk mikroorganisme yang hidup di permukaan tanaman maupun mikroorganisme yang menyebabkan penyakit pada tanaman (Irianto, 2007).

Istilah 'endofit' awalnya diperkenalkan oleh De Bary pada tahun 1866, mengacu pada setiap organisme yang hidup dalam jaringan tanaman. Beberapa ahli mikrobiologi menggunakan istilah "*endophyte*" (fungi endofit) hanya untuk fungi yang hidup berkoloni di dalam jaringan tanaman tertentu tanpa menyebabkan gejala penyakit yang terlihat pada saat tertentu (Gherbawy & Voigt, 2010). Fungi endofit memberikan efek yang menguntungkan bagi tanaman inangnya, seperti peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta berkontribusi untuk meningkatkan kapasitas tanaman inang untuk mentoleransi atau menghindari berbagai tekanan abiotik dan biotik yang merugikan. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan bahan baku tumbuhan inangnya, dengan demikian keanekaragaman hayati dapat dipertahankan (Kuncoro & Erma Sugijanto, 2016).

Fungi endofit yang dihasilkan dari tumbuhan inang dapat menghasilkan jenis isolat yang bervariasi. Hal ini merupakan mekanisme adaptasi dari kondisi fisiologis yang spesifik dari tumbuhan inang. Bahkan dari satu jaringan hidup suatu tumbuhan dapat diisolasi lebih dari satu jenis fungi endofit (Noverita *et al.*, 2009).

II.2.2 Interaksi Fungi Endofit dengan Tumbuhan Inang

Interaksi mutualisme fungi endofit dengan tanaman inangnya disajikan dari tiga aspek yang berbeda. Pertama, sebagian besar fungi endofit dapat menghasilkan hormon tanaman yang berbeda untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman inang. Sebagai contoh, pertumbuhan gandum (*Triticum aestivum* L.) dapat ditingkatkan oleh *Azospirillum* sp. di bawah tekanan kekeringan. Kedua, fungi endofit akan menghasilkan senyawa bioaktif yang berbeda, seperti alkaloid, diterpen, flavonoid, dan isoflavonoid untuk meningkatkan ketahanan tanaman inang terhadap tekanan biotik dan abiotik. Ketiga, fungi endofit dapat meningkatkan akumulasi metabolit sekunder (termasuk komponen obat atau obat yang penting) yang awalnya diproduksi oleh tanaman. Metabolit ini dapat diproduksi oleh tanaman inang dan fungi endofit (Jia dkk., 2016).

Mikroba endofit dan tumbuhan inangnya bersimbiosis secara mutualisme. Mikroba endofit berperan dalam melindungi tumbuhan dari serangan penyakit dan kekeringan dengan meningkatkan daya tahan tumbuhan, dan mikroba endofit juga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tumbuhan (Bahi & Anizar, 2013).

Interaksi mikroba endofit dapat terbantu dalam upaya reproduksi dan kolonisasi. Sedangkan tumbuhan inang akan mendapatkan keuntungan berupa penginduksian ketahanan terhadap berbagai tekanan yang disebabkan oleh faktor biotik maupun abiotik. Mikroba endofit juga meningkatkan laju pertumbuhan tumbuhan dengan menginduksi produksi

fitohormon, akses menirial dan nutrisi meningkat, dan sintesis metabolit antagonistik meningkat (Schulz & Boyle, 2006).

II.2.3 Metabolit Sekunder Fungi Endofit

Fungi endofit dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan jenis tanaman inangnya, hal ini merupakan peluang untuk memproduksi metabolit sekunder dari fungi endofit tersebut. Dengan demikian kita dapat mengambil kandungan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi tersebut tanpa harus melakukan panen dari tanaman inang untuk diambil sebagai simplisia yang kemungkinan membutuhkan waktu untuk dipanen (Radji, 2005).

Fungi endofit menghasilkan beberapa jenis metabolit sekunder. Beberapa metabolit–metabolit yaitu bersifat *herbisidal* (antara lain brefeldin A yang dihasilkan oleh *Aspergillus clavatus*), antibakterial (antara lain pyrrocidine A dan B yang dihasilkan oleh *Acremonium zeae*), antiviral (misalnya mellein yang dihasilkan oleh *Penicillium janzcewskii*), antifungi (antara lain pyrocidine A dan B yang dihasilkan oleh *Acremonium zeae*), dan antikanker (misalnya vincristine yang dihasilkan oleh *Fusarium oxysporum*) dan juga memicu pertumbuhan dengan sifat–sifat fitohormon, oleh karena itu, fakta bahwa fungi endofit bisa menghasilkan metabolit sekunder dengan kemampuan yang beragam (Schulz *et al.*, 2002).

II.3 Fermentasi

Fermentasi merupakan istilah yang digunakan oleh ahli mikrobiologi untuk menggambarkan proses produksi oleh kultur massa mikroorganisme. Produk yang dihasilkan dapat berupa biomassa maupun metabolit sekunder, yang dihasilkan oleh strain alami maupun strain rekombinan. (Pumphrey, 1996).

Menurut Rahman (1989), Fermentasi adalah suatu proses yang dapat menghasilkan produk tertentu yang berasal dari mikroorganisme. Salah contoh industri fermentasi yaitu industri makanan. Berbagai produk dihasilkan seperti tempe, kecap, keju dan tape. Beberapa faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain adalah pH, oksigen, suhu dan inoculum.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses fermentasi mikroorganisme antara lain (Stainer, 1982) :

1. Kultur Permukaan (*Surface Culture*)

Pada metode ini, medium diinokulasikan spora atau miselium fungi. Miselium akan tumbuh permukaan medium cair membentuk suatu koloni bervariasi. Ini merupakan metode yang paling mudah dan murah, akan tetapi memiliki beberapa kerugian yaitu pertumbuhan yang tidak homogen dimana koloni terdiri dari beberapa miselium yang berbeda pertumbuhannya dan lingkungan tumbuhnya dimana miselium yang berada permukaan koloni berada dalam kondisi yang lebih aerobik dibandingkan yang permukaan koloni, hal ini berkebalikan pada keadaan kontak dengan

medium.

2. Kultur Dengan Pengocokan (*Shaker Culture*)

Metode ini medium dikocok setelah diinokulasikan spora atau miselium sehingga pertumbuhan akan tampak pada seluruh medium. Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode kultur permukaan yaitu pemanfaatan medium oleh mikroorganisme lebih efisien, mempercepat pertumbuhan dan pertumbuhannya lebih homogen.

3. Kultur Dengan Pengocokan, Mengalirkan Udara (*Stirred Aerate Culture*)

Metode ini merupakan pengembangan dari metode kultur dengan pengocokan, menggunakan pengaduk medium dan jalur udara atau oksigen. Dikarenakan efisiensi pengocokan dan aerasi produksi dapat meningkat pesat dan ini merupakan metode yang paling efisien untuk memproduksi metabolit fungi dalam skala besar.

4. Kultur Berkelanjutan (*Continuous Culture*)

Metode ini dilakukan dengan cara berkala mengganti medium pada fermentor dengan medium fermentasi yang baru, hal ini akan menyebabkan proses fermentasi akan terus berlangsung.

Menurut Davis dkk. (1971) respon pertumbuhan bakteri dan fungi dikategorikan berdasarkan zona hambat yang dihasilkan melalui empat tahap:

a. Fase Lag

Fase penyesuaian atau adaptasi mikroba terhadap media baru. Selama fase lag, tidak terjadi peningkatan jumlah sel, tetapi hanya terjadi

peningkatan ukuran sel mikroba. Lama fase lag sangat dipengaruhi oleh kondisi dan jumlah awal mikroba (inokulum) dan media pertumbuhan;

b. *Fase Log/Eksponensial*

Mikroba tumbuh dan memperbanyak sel dengan kecepatan maksimum, tergantung pada genetika mikroba, media dan kondisi pertumbuhan.

c. *Fase Stasioner*

Terjadi keseimbangan antara jumlah sel yang membelah dan sel yang mati. Pada fase ini terjadi akumulasi senyawa toksik oleh mikroba

d. *Fase Kematian*

Jumlah sel mati meningkat karena nutrisi dalam media telah habis dan akumulasi senyawa toksik

II.4 Uraian Umum Bakteri Uji

II.4.1 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif dan berbentuk kokus. Bakteri tersebut tersusun dalam kelompok-kelompok tidak teratur (menyerupai buah anggur), berbentuk menyerupai bola dengan garis tengah $\pm 1 \mu\text{m}$, dapat pula tersusun empat-empat (tetrad), membentuk rantai (3-4 sel), berpasangan atau satu-satu. Bakteri *S. aureus* bersifat non-motil, nonspora, anaerob fakultatif, katalase positif dan oksidase negatif. *Staphylococcus aureus* tumbuh pada suhu 6,5-46°C dan pada pH 4,2-9 (Dewi, 2013).

a. Klasifikasi

Kerajaan	: Protophyta
Kelas	: Bacilli
Bangsa	: Bacillales
Suku	: Staphylococcaceae
Marga	: Staphylococcus
Jenis	: <i>Staphylococcus aureus</i>

b. Sifat dan Morfologi

Staphylococcus aureus adalah bakteri gram positif, sel-sel berbentuk bola, berdiameter 0,5-1,5 μm , terdapat tunggal dan berpasangan, dan secara khas membelah diri lebih dari satu bidang sehingga membentuk gerombol yang tidak teratur. Dinding sel mengandung dua komponen utama; peptidoglikan dan asam teikoat. Metabolisme secara respiratif dan fermentatif. Tumbuh lebih cepat dan lebih banyak dalam keadaan *aerob*. Suhu optimum 35-40°C. Terutama berasosiasi dengan kulit, dan selaput lendir hewan berdarah panas. Kisaran inangnya luas, dan banyak galur merupakan patogen potensial (Dewi, 2013).

II.5.2 Escherichia coli**a. Klasifikasi**

Divisi	: Procaryota
Kelas	: Gammaproteobacteria
Bangsa	: Enterobacteriaes

Suku : Enterobacteriaceae

Marga : Escherichia

Jenis : *Escherichia coli*

b. Sifat dan Morfologi

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang lurus, 1,1-1,5 μm x 2,0-6,0 μm , motil dengan flagelum peritrikus atau non motil. Tumbuh dengan mudah pada medium nutrisi sederhana. Laktose difermentasi oleh sebagian besar galur dengan produksi asam dan gas (Pelczar, 1988; Holt, 1994). Bakteri *E. coli* seringkali menyebabkan infeksi pada usus, dan merupakan penghuni normal (*flora normal*) usus (Elfindasari, 2011).