



**SKRINING MIKROBA ENDOFIT PENGHASIL MANANASE  
DARI KAYU TANAMAN SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)**

**Skripsi**

**Untuk Melengkapi Syarat-Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi**

**Oleh:  
RILIS SIMAMORA  
1604015119**








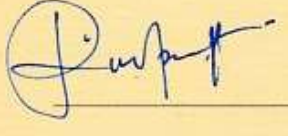
**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2022**

Skripsi dengan Judul :

**SKRINING MIKROBA ENDOFIT PENGHASIL MANANASE  
DARI KAYU TANAMAN SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh :

**Rilis Simamora, NIM 1604015119**

	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua Wakil Dekan I Drs. apt. Iniding Gusmayadi, M.Si.		<u>2/6/22</u>
Penguji I apt. Elly Wardani, M.Farm.		<u>11 Mei 2022</u>
Penguji II Tahyatul Bariroh, M.Biomed.		<u>16/05/2022</u>
Pembimbing I Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si.		<u>21-5-2022</u>
Pembimbing II apt. Etin Diah Permanasari, Ph.D		<u>18 Mei 2022</u>
Mengetahui :		
Ketua Program Studi Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si.		<u>20-5-2022</u>

Dinyatakan lulus pada tanggal : **13 April 2022**

**ABSTRAK**  
**SKRINING MIKROBA ENDOFIT PENGHASIL MANANASE DARI**  
**KAYU TANAMAN SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)**

**RILIS SIMAMORA**  
**1604015119**

Mikroba endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Kayu tanaman secang (*Caesalpinia sappan* L.) mengandung substrat manan bagi enzim mananase. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mikroba endofit kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang paling berpotensi dalam menghasilkan enzim mananase. Mikroba dari batang kayu secang diisolasi menggunakan teknik tanam langsung pada medium *Nutrient Agar* (NA) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pengujian aktivitas enzim dilakukan dengan mengamati terbentuknya zona bening di sekitar isolat mikroba endofit pada medium yang mengandung substrat manan. Isolat mikroba endofit dikultivasi menggunakan medium fermentasi cair yang mengandung substrat manan. Hasil supernatan enzim yang diperoleh diuji aktivitas enzimnya dengan metode Dinitrosalisilat (DNS). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa hasil isolasi mikroba endofit kayu secang didapatkan 3 isolat kapang endofit yang satu diantaranya memiliki aktivitas sebagai penghasil enzim mananase tertinggi yaitu 67,1296 U/ml (DKS 2) kemudian, bakteri endofit kayu secang tidak berpotensi sebagai penghasil enzim mananase.

**Kata Kunci** : Bakteri Endofit, Kapang Endofit, Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.), Mananase.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat serta kasihNya penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan judul **“SKRINING MIKROBA ENDOFIT PENGHASIL ENZIM MANANASE DARI KAYU TANAMAN SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)”**.

Penulisan skripsi ini untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjan Farmasi (S.Farm.) pada program studi Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.

Pada kesempatan yang baik ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Horesman Simamora dan Ibu Masna Silalahi yang luar biasa, yang tidak pernah berhenti memberikan kasih sayang tiada henti serta kakak aku Anita Ria Simamora yang selalu memberikan do'a, dukungan, semangat, kasih sayang, pengorbanan, dan perjuangan yang tak mungkin dapat terbalaskan.
2. Bapak Dr. apt Hadi Sunaryo, M.Si. selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA Jakarta.
3. Bapak Drs. apt. Inding Gusmayadi, M.Si. selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
4. Ibu apt. Kori Yati, M.Farm. selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
5. Bapak apt. Kriana Efendi, M.Farm. selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
6. Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag. selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
7. Ibu Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Farm. selaku ketua program studi Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
8. Ibu Ni Putu Ermi Hikmawanti, M.Farm selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dari awal hingga akhir kelulusan ini.
9. Bapak H. Priyo Wahyudi M.Si, selaku Pembimbing I dan Ibu Apt. Etin Diah Permanasari, Ph.D selaku Pembimbing II yang senantiasa membantu dan memberikan bimbingan, nasihat, selama pengerjaan penelitian dan penyusunan naskah skripsi ini.
10. Terima kasih kepada pacar saya Safril ST Rajagukguk, S.Ap. yang telah memberikan suport, bimbingan, arahan, masukan, serta turut membantu dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi saya.

Jakarta, 14 Februari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hlm.
<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
A. Landasan Teori	5
1. Tanaman Secang	5
2. Manan	6
3. Enzim Mananase	7
4. Aplikasi Enzim Mananase	9
5. Mikroba Endofit	10
6. Isolasi Mikroba Endofit	11
7. Produksi Enzim Mikroba	12
8. Aktivitas Enzim	13
B. Kerangka Berfikir	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>15</b>
A. Tempat dan Waktu Penelitian	15
1. Tempat Penelitian	15
2. Waktu Penelitian	15
B. Alat Dan Bahan Penelitian	15
1. Alat Penelitian	15
2. Bahan Penelitian	15
C. Prosedur Penelitian	15
1. Determinasi Tanaman Uji	15
2. Sterilisasi	16
3. Pembuatan Medium	16
4. Isolasi Mikroba Endofit dari Tanaman Kayu Secang	17
5. Pemurnian Mikroba Endofit	18
6. Pengamatan Karakteristik Morfologi Mikroba Endofit Secara Makroskopis	18
7. Karakteristik Morfologi Mikroba Endofit Secara Mikroskopis	19
8. Pengujian Aktivitas Enzim Mananase Secara Kuantitatif	20
9. Kultivasi Aktivitas Enzim Mananase Mikroba Endofit dari Tanaman Secang	20
10. Pengujian Aktivitas Enzim Mananase Secara Kuantitatif	21
11. Analisis Data	22

<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>23</b>
A. Hasil Determinasi Tanaman Secang	23
B. Hasil Isolasi Mikroba Endofit Dari Kayu Secang	23
C. Hasil Karakterisasi Secara Makroskopik dan Mikroskopik Bakteri Endofit Kayu Secang	25
D. Hasil Karakterisasi Secara Makroskopik dan Mikroskopik Kapang Endofit Kayu Secang	27
E. Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase Mikroba Endofit Kayu Secang Secara Kualitatif	28
F. Hasil Uji Kultivasi Kapang Endofit Kayu Secang Sebagai Penghasil Enzim Mananase	31
G. Hasil Uji Aktivitas Enzim Manase Kapang Endofit Kayu Secang Secara Kuantitatif	32
<b>BAB V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>33</b>
A. Simpulan	33
B. Saran	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>37</b>



## DAFTAR GAMBAR

		Hlm.
Gambar 1.	Tanaman Secang ( <i>Caesalpinia sappan</i> L.)	5
Gambar 2.	Keterangan: A. Manan, B. Galaktomanan, C. Glukomanan, dan D. Galaktoglukomanan	7
Gambar 3.	Mekanisme hidrolisis $\beta$ -mananase	8
Gambar 4.	Hasil Isolasi Mikroba Endofit Kayu Secang	24
Gambar 5.	Hasil Pemurnian Bakteri Endofit Kayu Secang	25
Gambar 6.	Hasil Pemurnian Kapang Endofit Kayu Secang	25
Gambar 7.	Hasil Pengamatan Morfologi Bakteri Endofit Kayu Secang secara Miskroskopik Pada Perbesaran 100x	26
Gambar 8.	Hasil Pengamatan Morfologi Kapang Endofit Kayu Secang secara Miskroskopik Pada Perbesaran 100x	28
Gambar 9.	Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase Kapang Endofit Kayu Secang Secara Kualitatif	29
Gambar 10.	Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase Bakteri Endofit Kayu Secang Secara Kualitatif	30
Gambar 11.	Supernatan Kapang Endofit Kayu Secang	31



## DAFTAR TABEL

		Hlm.
Tabel 1.	Hasil Pengamatan Morfologi Bakteri Endofit Kayu Secang secara Makroskopik	26
Tabel 2.	Hasil Pengamatan Morfologi Kapang Endofit Kayu Secang secara Makroskopik	27
Tabel 3.	Hasil Pengukuran Diameter Koloni Dan Diameter Zona Bening Kapang Endofit Kayu Secang	30
Tabel 4.	Hasil superatan Isolat DKS 2	32
Tabel 5.	Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase DKS 2 Secara Kuantitatif	32





## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Hlm.</b>
Lampiran 1. Hasil Determinasi Kayu Secang ( <i>Caesalpinia sappan</i> L)	37
Lampiran 2. Sertifikat Analisis Locust Bean Gum	38
Lampiran 3. Sertifikat Analisis Enzim Mananase	39
Lampiran 4. Sertifikat Analisis Dinitrosalicylic Acid	40
Lampiran 5. Alat Penelitian	41
Lampiran 6. Bahan Penelitian	43
Lampiran 7. Skema Isolasi Mikroba Endofit Kayu Secang	45
Lampiran 8. Skema Karakterisasi Makroskopik dan Mikroskopik Bakteri Endofit Kayu Secang	46
Lampiran 9. Skema Karakterisasi Makroskopik dan Mikroskopik Kapang Endofit Kayu Secang	47
Lampiran 10. Skema Uji Aktivitas Enzim Mananase Mikroba Endofit Kayu Secang Secara Kuantitatif	48
Lampiran 11. Skema Kultivasi Kapang Endofit Kayu Secang Sebagai Penghasil Enzim Mananase	49
Lampiran 12. Skema Penetapan Panjang Gelombang Maksimum Manosa	50
Lampiran 13. Skema Pembuatan Kurva Baku Manosa	51
Lampiran 14. Sekema Uji Aktivitas Enzim Mananase Kapang Endofit Secara Kuantitatif	52
Lampiran 15. Perhitungan Pembuatan NA dan PDA	53
Lampiran 16. Perhitungan Pembuatan Medium Manan Agar Bakteri	54
Lampiran 17. Perhitungan Pembuatan Medium Manan Agar Kapang	55
Lampiran 18. Perhitungan Pembuatan Medium Fermentasi Manan Kapang	56
Lampiran 19. Perhitungan Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase Kapang Endofit Kayu Secang Secara Kuantitatif	57
Lampiran 20. Kurva Penetapan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Manosa	59
Lampiran 21. Kurva Baku Manosa	60
Lampiran 22. Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase Kapang Endofit Kayu Secang Secara Kuantitatif (Sampel)	61
Lampiran 23. Hasil Uji Aktivitas Enzim Mananase Kapang Endofit Kayu Secang Secara Kuantitatif (Blanko)	62

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Mikroba endofit memiliki hubungan dengan inangnya menghasilkan hubungan simbiosis mutualisme atau hubungan patogenik (Strobel and Daisy 2003). Mikroba dapat ditemukan pada semua jenis tanaman, mulai dari pohon berkayu sampai rumput-rumputan. Mikroba endofit yang hidup di dalam tanaman dapat berkolonisasi di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan sel inangnya. Mikroba endofit juga dapat menghasilkan metabolit sekunder yang merupakan hasil proses biosintesis suatu mikroba. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba endofit merupakan senyawa yang digunakan bukan untuk memenuhi kelangsungan hidupnya, melainkan untuk mempertahankan eksistensi dalam berinteraksi dengan lingkungan (Kumala 2014). Metabolit tersebut berfungsi memberikan perlindungan terhadap tanaman dari invasi berbahaya patogen (Strobel and Daisy 2003).

Mikroba endofit dapat diisolasi dari jaringan tanaman seperti daun, bunga, ranting, batang, akar, dan buah. Setiap bagian jaringan tanaman tertentu mengandung mikroba endofit tertentu, hal ini terjadi karena mekanisme adaptasi dari mikroba endofit tersebut terhadap mikroekologi Mikroba endofit juga terdiri dari kapang dan bakteri. Kapang merupakan kelompok mikroorganisme eukariotik yang tergolong dalam fungi berfilamen, multiseluler, serta memiliki beberapa ciri spesifik seperti memiliki membran inti, dapat memproduksi spora, tidak dapat melakukan fotosintesis dan dapat berkembangbiak secara seksual dan aseksual (Kumala 2014). Bakteri merupakan organisme prokariot, berbeda dengan eukariot organisme prokariotik tidak memiliki membran inti, dan hanya tersusun oleh satu kromosom (Hidayat dkk. 2018). Mikroba endofit dapat diisolasi dari semua jaringan tanaman, namun setiap organ atau jaringan tanaman tersebut memiliki mikroba endofit yang berbeda satu dengan yang lainnya (Sigres dan Sutrisno 2015). Mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni tanpa membahayakan inangnya dikenal sebagai mikroba endofit (Kumala 2014).

Metabolit sekunder dari mikroba endofit ini memiliki karakter yang menyerupai dengan senyawa yang diproduksi oleh tanaman inangnya. Produksi metabolit sekunder oleh mikroba endofit terkait dengan transfer genetik dari tanaman inang ke mikroba endofit yang terjadi secara evolusioner (Strobel and Daisy 2003). Metabolit sekunder yang dihasilkan mikroba endofit dapat berupa senyawa alkaloid, terpenoid, flavonoid, steroid, dan lain sebagainya (Yu *et al.* 2010). Kemampuan mikroba endofit menghasilkan metabolit sekunder menyerupai tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar untuk memproduksi metabolit sekunder yang diisolasi dari tanaman inang (Radji 2005). Isolat mikroba endofit yang diperoleh dipisahkan berdasarkan pengamatan terhadap morfologi koloni mikroba (Kumala 2014). Mikroorganisme menghasilkan enzim mananase yang dapat menghidrolisis hemiselulosa berupa manan menjadi manooligosakarida (Seftiono 2017).

Manan merupakan salah satu bentuk polisakarida yang banyak ditemukan di alam dalam bentuk glukomanan dan galaktomanan, manan dengan komponen utama D-manosa merupakan bahan dalam industri pangan dan pakan. Enzim mananase dapat menghidrolisis manan dapat menghasilkan produk yang bermanfaat seperti manosakarida berupa manosa dapat digunakan untuk produksi gula manitol dan oligosakarida berupa manooligosakarida yang berpotensi sebagai prebiotik. Enzim mananase dapat diproduksi dari mikroorganisme seperti kapang dan bakteri (Sigres dan Sutrisno 2015). Degradasi manan pada bakteri dan kapang memerlukan variasi enzim seperti  $\beta$ -Mananase yang dapat menghidrolisis  $\beta$ -1,4-D manopiranosil pada kerangka utama polimer manan seperti pada galaktomanan dan glukomanan untuk menghasilkan rantai pendek manooligosakarida. Kemudian senyawa tersebut dihidrolisis oleh kerja enzim  $\beta$  manosidase dan  $\alpha$ -galaktosidase menghasilkan manosa dan galaktosa (Duffaud *et al.* 1997). Enzim mananase dapat diaplikasikan pada sektor pangan, pakan, industri, dan farmasi, hasil hidrolisis enzim mananase berupa manooligosakarida dapat berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuhnya probiotik (Sigres dan Sutrisno 2015). Sumardi (2005) melaporkan bahwa enzim mananase juga merupakan enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisis molekul polisakarida manan yang mempunyai ikatan 1-4  $\beta$  menjadi manooligosakarida dan manosa.

Tanaman secang (*Caesalpinia sappan* L.) merupakan tumbuhan yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan diantaranya obat tradisional, minuman herba atau jamu. Kandungan yang terdapat pada kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) yaitu asam galat, tanin, resin, resorsin, brazilin, brazilein, dan minyak atsiri (Widyaningrum 2011). Kusmiati dkk.(2014) melaporkan bahwa senyawa aktif pada kayu secang terdapat flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, fenolik, dan brazilin. Sa'diah *et al.*(2013) melaporkan bahwa tanaman kayu secang mengandung brazilin dapat diformulasikan menjadi sediaan farmasi berupa krim. Kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) juga mempunyai banyak khasiat yang dipercaya oleh masyarakat antara lain digunakan untuk penyakit diare, disentri, luka dalam, darah kotor, muntah darah, berak berdarah, luka berdarah, memar berdarah, malaria, dan radang selaput lendir mata (Widyaningrum 2011). Amirullah dkk.(2019) melaporkan bahwa Isolat mikroba endofit pada kayu secang memiliki aktivitas sebagai antioksi dan pada bagian ranting, batang, dan akar.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian potensi skrining mikroba endofit pada kayu secang sebagai penghasil enzim mananase. Penelitian ini diawali dengan pemilihan sampel berupa kayu yang masih segar lalu dicuci dengan air mengalir kemudian dipotong secara aseptik setelah itu dilakukan sterilisasi permukaan. Kemudian dilakukan pertumbuhan mikroba pada medium pertumbuhan menggunakan teknik tanam langsung menggunakan medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Nutrient Agar* (NA), lalu diinkubasi. Kemudian isolat yang tumbuh dipisahkan menjadi beberapa isolat berdasarkan dari pemurniannya. Kemudian dilakukan pengamatan mikroba endofit secara makroskopis dan mikroskopis, dilanjutkan pemurnian hingga diperoleh isolat murni. Setelah itu hasil isolat endofit murni tersebut dikultivasi dipindahkan ke dalam medium fermentasi untuk difermentasi lalu disentrifugasi dan dilakukan pemisahan supernatannya yang kemudian supernatan tersebut diuji aktivitas enzim mananase dengan menggunakan metode Dinitrosalisilat (DNS). Kemudian diperoleh isolat yang berpotensi mengandung enzim mananase.

## **B. Permasalahan Penelitian**

Permasalahan pada penelitian ini yaitu belum dapat diketahuinya mikroba endofit manakah yang paling berpotensi dalam menghasilkan enzim mananase dari kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*). Mengidentifikasi mikroba endofit dari kayu secang yang dapat memiliki potensi paling besar sebagai penghasil enzim mananase. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroba endofit yaitu metode tanam langsung. Hasil yang diperoleh berupa jenis mikroba endofit dari kayu tanaman secang. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroba endofit yang memiliki aktivitas enzim mananase yaitu Dinitrosalisilat (DNS).

## **C. Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mikroba endofit kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) yang paling berpotensi dalam menghasilkan enzim mananase.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi ilmiah mengenai mikroba endofit mananase dari kayu secang untuk dikembangkan di industri pangan dan pakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad A, Amri I, Wida SW. 2020. Pemanfaatan Serat Buah Kelapa Sawit menjadi Bioetanol dengan Variabel Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada Proses Hidrolisis. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. **1**(1): 14–15.
- Alvarez C, Sosa FMR, Diez B. 2016. Enzymatic Hydrolysis of Biomass from Wood. *Microbial Biotechnology*. **9**(2): 149–156.
- Aminudin M, Habib I. 2009. Pengaruh Lamanya Penyimpanan terhadap Pertumbuhan Bakteri pada Nasi Yang Dimasak di Rice Cooker dengan Nasi yang Dikukus. *The Influence of Storage Duration on Bacterial Growth in Cooked Rice in Rice Cooker With Steamed Rice*. **9**(2): 18–22.
- Amirullah, Sartini, Nainu F. 2019. Fungi Endofit dari Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan. *Jurnal Farmasi Galenika*. **5**(1): 26–32.
- Bhore SJ, Sathisha G. 2010. Screening of Endophytic Colonizing Bacteria for Cytokinin-Like Compounds: Crude Cell-Free Broth of Endophytic Colonizing Bacteria Is Unsuitable in Cucumber Cotyledon Bioassay. *World Journal of Agricultural Sciences*. **6**(4): 345–352.
- Bintang M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Erlangga. Jakarta. Hlm. 50-51.
- BPOM. 2008. *Direktorat Obat Asli Indonesia*. Badan POM RI. Hlm. 18.
- Dhawan S, Kaur J. 2007. Microbial Mananase Overview of Production and Applications. *Critical Reviews in Biotechnology*. **27**(1): 197–216.
- Dinata DI. 2012. *Bioteknologi: Pemanfaatan Mikroorganisme dan Teknologi Bioproses*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. Hlm. 196.
- Duffaud GD, McCutchen CM, Leduc P, Parker KN, Kelly RM. 1997. Purification and Characterization of Extremely Thermostable  $\beta$ - Mannanase,  $\beta$ - Mannosidase, and  $\alpha$ -Galactosidase from the Hyperthermophilic Eubacterium *Thermotoga neapolitana* 5068. *Applied and Environmental Microbiology*. **63**(1): 169–177.
- Hadietomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek dalam Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm. 99-107.
- Harti AS. 2012. *Dasar Dasar Mikrobiologi Kesehatan*. Nuha Medika. Yogyakarta. Hlm. 109-120.

- Hidayat N, Meitiniarti I, Yuliana N. 2018. *Mikroorganisme dan Pemanfaatannya*. UB Press. Malang. Hlm. 7-10.
- Kumala S. 2014. *Mikroba Endofit, Pemanfaatan Mikroba Endofit dalam Bidang Farmasi*. PT. ISFI Penerbitan. Jakarta. Hlm. 15-25
- Kusmiati, Dameria, Priadi D. 2014. Analisa Senyawa Aktif Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang Berpotensi sebagai Antimikroba. *Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau*. **1**(1): 169–174.
- Kusuma IW. 2007. Secang Telaah Aktifitas Biologis dan Potensi Pemanfaatannya. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. **1**(2): 14–23.
- Lynd LR, Weimer PJ, Zyl WHV, Pretorius IS. 2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. **66**(3): 506–577.
- Pratita MYE, Putra SR. 2012. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Termofilik dari Sumber Mata Air Panas di Songgoriti Setelah Dua Hari Inkubasi. *Teknik Pomits*. **1**(1):1–5
- Pratiwi YH, Ratnayani O, Wirajana IN. 2018. Perbandingan Metode Uji Gula Pereduksi dalam Penentuan Aktivitas  $\alpha$ -L-Arabinofuranosidase dengan Substrat Jamur Kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Kimia*. **12**(2): 134-139.
- Pelczar MJ, Chan ECS. 1896. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerjemah Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL. UI-Press. Jakarta. Hlm. 131-145.
- Radji M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. **2**(3): 113–126.
- Rohan HH, Rokhmad K, Sudiwati NLPE, Rohana IR. 2016. *Mikrobiologi Dasar*. Deepublish. Yogyakarta. Hlm. 37-43.
- Rustanti D, Marpaung MA, Suliyanti MM. 2016. Identifikasi Unsur-Unsur Kimia pada Kayu Keras (Hardwood) dan Kayu Lunak (Softwood) dengan Teknik Laser Induced Shockwave Plasma Spectroscopy. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. **5**(1): 109-114.
- Sachslehner A, Foidl G, Foidl N, Gubitz G, Haltrich D. 2000. Hydrolysis of Isolated Coffee Mannan and Coffee Extract by Mannanases of *Sclerotium Rolfsii*. *Journal of Biotechnology*. **80**(2): 127–134.
- Sa'diah S, Darusman LK, Triwahyuni W, Batubara I. 2013. Efektivitas Krim Anti Jerawat Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* ) terhadap *Propionibacterium acnes* pada Kulit Kelinci (Effectiveness of Anti-Acne Cream of Sappan Wood (*Caesalpinia sappan*) Against *Propionibacterium acnes* on Rabbit Skin). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. **11**(2): 175–181.

- Seftiono H. 2017. Penentuan Aktivitas Enzim Mananase dari Berbagai Mikroorganisme di Indonesia dan Peranannya dalam Bidang Pangan: Kajian Pustaka. *Agrointek*. **11**(1):14.
- Sigres DP, Sutrisno A. 2015. Enzim Mananase dan Aplikasi di Bidang Industri : Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **3**(3): 899–908.
- Songsiriritthigul C, Buranabanyat B, Haltrich D, Yamabhai M. 2010. Efficient Recombinant Expression and Secretion of a Thermostable GH26 Mannan Endo-1,4- $\beta$ -Mannosidase from *Bacillus licheniformis* in *Escherichia coli*. *Microbial Cell Factories*. **9**(1): 1–13.
- Strobel G, Daisy B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. **67**(4): 491–502.
- Sumardi. 2005. Optimasi Produksi Enzim  $\beta$  -Mananase Ekstraseluler dari Bakteri *Geobacillus stearothermophilus* L-07. *J. Sains Teknologi*. **11**(2): 66–71.
- Tan RX, Zou WX. 2001. Endophytes a Rich Source of Fuctional Metabolites. *The Royal Society of Chemistry*. **18**(1): 448–459.
- Wahyuni S, Lianto, Khaeruni A. 2014. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Manolitikasal Bonggol Pohon Sagu. *Jurnal Agroteknos*. **4**(3): 174–179.
- Widyaningrum H. 2011. *Kitab Tanaman Obat Nusantara*. MedPress. Yogyakarta. Hlm. 1034-1035.
- Yopi, Purnawan A, Thontowi A, Hermansyah H, Wijanarko A. 2006. Preparasi Mannan dan Mannanase Kasar dari Bungkil Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi*. **20**(4): 312–319.
- Yu H, Zhang L, Li L, Zheng C, Guo L, Li W, Sun P, Qin P. 2010. Recent Developments and Future Prospects of Antimicrobial Metabolites Produced by Endophytes. *Microbiological Research*. **165**(6): 437–449.
- Zinniel DK, Lambrecht P, Harris NB, Feng Z, Kuczmarski D, Higley P, Ishimaru CA, Arunakumari A, Barletta RG, Vidaver AK. 2002. Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops and Prairie Plants. *Applied and Environmental Microbiology*. **68**(5): 2198–2208.