

**SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING ASAM JAWA
(*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM
XILANASE DAN AMILASE**

**Skripsi
Untuk Melengkapi Syarat-syarat guna Memperoleh Gelar Sarjana
Farmasi pada Program Studi Farmasi**

**Disusun oleh:
Tri Nurwulandari
1704015124**






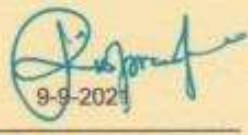


**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

Skripsi dengan Judul

**SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING ASAM JAWA
(*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM
XILANASE DAN AMILASE**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh:
Tri Nurwulandari, NIM 1704015124

	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Ketua</u> Wakil Dekan I Drs. apt. Inding Gusmayadi, M.Si.		<u>6/9/21</u>
<u>Penguji I</u> apt. Etin Diah Permanasari, Ph.D.		<u>03/09/2021</u>
<u>Penguji II</u> Hanifah Rahmi, M.Biomed.	 <small>Skripsi 02/09/2021</small>	<u>02/09/2021</u>
<u>Pembimbing I</u> Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si.		<u>07/09/2021</u>
<u>Pembimbing II</u> Fitri Yuniarti, M.Si.		<u>04/09/2021</u>
<u>Mengetahui:</u> Ketua Program Studi Farmasi, Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si.	 <small>9-9-2021</small>	<u>09/09/2021</u>

Dinyatakan lulus pada tanggal: **14 Agustus 2021**

ABSTRAK

SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM XILANASE DAN AMILASE

Tri Nurwulandari
1704015124

Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman tanpa merugikan tanaman inangnya, dapat ditemukan pada semua jenis tumbuhan seperti pohon berkayu, salah satunya pohon asam jawa (*Tamarindus indica* L.). Penelitian ini bertujuan untuk skrining bakteri endofit ranting asam jawa yang memiliki aktivitas enzim xilanase dan amilase yang paling potensial. Isolasi bakteri endofit ranting asam jawa dilakukan dengan teknik penanaman langsung pada medium *Nutrient Agar* (NA). Uji aktivitas enzim secara kualitatif dilakukan menggunakan medium starch dan xilan dengan mengamati zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri endofit yang ditumbuhkan pada medium, kemudian uji aktivitas enzim kuantitatif dilakukan menggunakan metode Dinitrosalisilat (DNS) dengan spektrofotometer UV-Vis λ 535 nm. Isolasi bakteri endofit dari ranting asam jawa diperoleh 3 isolat yang dua diantaranya (AJ 2, AJ 3) menunjukkan kemampuan untuk menghasilkan enzim amilase dan isolat AJ 3 memiliki aktivitas enzim amilase terbesar yaitu 6,3317 U/ml. Namun ketiga isolat tersebut tidak dapat menghasilkan enzim xilanase.

Kata kunci: Bakteri Endofit, Xilanase, Amilase, Ranting Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi, dengan judul **“SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM XILANASE DAN AMILASE”** Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana farmasi di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta.

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

1. Allah SWT yang sebesar-besarnya karena telah menganugrahkan penulis ayah (Aedi Susanto, S.H) dan ibu (Sri Rejeki, S.Pd) yang luar biasa, yang tidak pernah berhenti memberikan kasih sayang tiada henti. Serta kakak (dr. Eka Sri Susanti dan Dewi Siti Nurjanah, S.Tr.Keb) dan adikku tersayang (Anindya Putri Susanti) yang selalu memberikan do'a, dukungan, semangat, kasih sayang, pengorbanan, dan perjuangan yang tak mungkin dapat terbalaskan. Terimakasih untuk segalanya.
2. Bapak Dr. apt. Hadi Sunaryo, M.Si. selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, 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.Si. selaku ketua program studi Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta.
8. Bapak Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, perhatian, pengarahan, kritik, saran, motivasi, dan nasehat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Ibu Fitri Yuniarti, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran, dan nasehat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
10. Ibu apt. Elly Wardani, M.Farm. selaku Pembimbing Akademik selama penulis mengikuti perkuliahan di kampus FFS UHAMKA.
11. Pimpinan dan seluruh staf kesekretariatan yang telah membantu segala administrasi yang berkaitan dengan skripsi ini, serta staf gudang Farmasi yang telah membantu dalam penelitian.
12. selalu memberi support disaat sedang tidak semangat mengerjakan skripsi.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis. Untuk itu saran dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi semua yang memerlukan, Amin.

Jakarta, Juli 2021

Penulis



DAFTAR ISI

	Hlm.
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Landasan Teori	4
1. Pohon Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	4
2. Xilan	5
3. Enzim Xilanase	6
4. Amilum	7
5. Enzim Amilase	8
6. Bakteri Endofit	9
7. Isolasi Bakteri	10
8. Kultivasi Produk Enzim Bakteri	10
9. Uji Aktivitas Enzim	11
B. Kerangka Berpikir	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
A. Tempat dan Waktu Penelitian	13
1. Tempat Penelitian	13
2. Waktu Penelitian	13
B. Bahan dan Alat Penelitian	13
1. Bahan Penelitian	13
2. Alat Penelitian	13
C. Prosedur Penelitian	14
1. Determinasi Tanaman	14
2. Sterilisasi Alat	14
3. Pembuatan Medium	14
4. Pembuatan Larutan	16
5. Isolasi Bakteri Endofit	17
6. Pemurnian Bakteri Endofit	17
7. Pengamatan Karakterisasi Morfologi Bakteri Secara Makroskopis	17
8. Pengamatan Karakterisasi Morfologi Bakteri Secara Mikroskopis	18
9. Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase dan Amilase Secara Kualitatif	18
10. Kultivasi Bakteri Endofit Potensial	19

11. Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Secara Kuantitatif	19
12. Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Hasil Determinasi Tanaman	23
B. Hasil Isolasi Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	23
C. Hasil Karakterisasi Morfologi Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	25
D. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Secara Kualitatif	27
E. Hasil Kultivasi Bakteri Endofit	28
F. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Secara Kuantitatif	29
G. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase Secara Kualitatif	31
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	34
A. Simpulan	34
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40



DAFTAR TABEL

	Hlm.
Tabel 1. Komposisi Medium Xilan Agar	14
Tabel 2. Hasil Karakterisasi Makroskopis Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa	26
Tabel 3. Hasil Perhitungan Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Kualitatif	28
Tabel 4. Hasil Kultivasi Isolat Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa pada Medium Fermentasi Amilum	29
Tabel 5. Hasil Uji Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Kuantitatif	30



DAFTAR GAMBAR

	Hlm.
Gambar 1. Pohon Asam Jawa	4
Gambar 2. Struktur Kimia Xilan	6
Gambar 3. Struktur Molekul Amilosa	8
Gambar 4. Struktur Molekul Amilopektin	8
Gambar 5. Hasil Isolasi Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa	24
Gambar 6. Isolat Murni Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa	25
Gambar 7. Hasil Pengamatan Karakterisasi Mikroskopis Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa dengan Perbesaran 100 Kali	26
Gambar 8. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Kualitatif	27
Gambar 9. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Kualitatif	32



DAFTAR LAMPIRAN

	Hlm.
Lampiran 1. Determinasi Tanaman Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	40
Lampiran 2. Pola Penelitian	41
Lampiran 3. Skema Kerja Isolasi Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	42
Lampiran 4. Skema Karakteristik Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Mikroskopis dan Makroskopis	43
Lampiran 5. Skema Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Kualitatif	44
Lampiran 6. Skema Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa Secara Kualitatif	45
Lampiran 7. Perhitungan Aktivitas Relatif Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa	46
Lampiran 8. Skema Kultivasi Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa	48
Lampiran 9. Hasil Kultivasi Bakteri Endofit Ranting Asam Jawa	49
Lampiran 10. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum Glukosa	50
Lampiran 11. Hasil Spektrum Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Glukosa pada Konsentrasi 100 ppm	51
Lampiran 12. Perhitungan Kurva Baku Glukosa	52
Lampiran 13. Pembuatan Kurva Baku Glukosa	53
Lampiran 14. Larutan Kurva Baku Glukosa	54
Lampiran 15. Kurva Baku Glukosa	55
Lampiran 16. Hasil Absorbansi Kurva Baku Glukosa	56
Lampiran 17. Skema Pengujian Aktivitas Enzim Amilase dengan Metode DNS	57
Lampiran 18. Perhitungan Rumus Aktivitas Enzim	58
Lampiran 19. Perhitungan Aktivitas Enzim Amilase	59
Lampiran 20. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum Xilosa	62
Lampiran 21. Hasil Spektrum Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Xilosa pada Konsentrasi 100 ppm	63
Lampiran 22. Perhitungan Kurva Baku Xilosa	64
Lampiran 23. Pembuatan Kurva Baku Xilosa	65
Lampiran 24. Larutan Kurva Baku Xilosa	66
Lampiran 25. Kurva Baku Xilosa	67
Lampiran 26. Hasil Absorbansi Kurva Baku Xilosa	68
Lampiran 27. Pembuatan dan Komposisi Media	69
Lampiran 28. Alat dan Bahan	74
Lampiran 29. Sertifikat Analisis D-Glucose	80
Lampiran 30. Sertifikat Analisis <i>Soluble Starch</i>	81
Lampiran 31. Sertifikat Analisis <i>Congo Red</i>	82
Lampiran 32. Sertifikat Analisis Asam Dinitrosalisilat	83
Lampiran 33. Sertifikat Analisis <i>Xylan Corn Cob</i>	84
Lampiran 34. Sertifikat Analisis <i>Nutrient Agar</i>	85
Lampiran 35. Sertifikat Analisis Xilosa	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi, maka dari itu berpotensi besar untuk mengkaji berbagai macam jenis mikroorganismenya, salah satunya adalah mikroba endofit yang berasal dari tanaman. Salah satu tanaman yang menarik untuk diteliti adalah tanaman asam jawa (*Tamarindus indica* L.), dimana tanaman tersebut banyak tumbuh di Indonesia, namun informasi terkait potensi mikroba endofitnya masih sangat terbatas. Menurut Suhono (2010) Pohon asam jawa merupakan pohon berkayu tahunan yang menghasilkan buah dengan rasa yang asam. Buah asam jawa dapat dimanfaatkan sebagai bumbu dapur, obat, dan bahan minuman yang cukup digemari oleh masyarakat. Pohon asam jawa termasuk ke dalam tanaman berkayu keras. Dalam jaringan tanaman, seperti daun, batang terdapat mikroba yang dikenal dengan nama mikroba endofit (Kumala, 2014).

Mikroba endofit adalah mikroorganismenya yang hidup pada periode tertentu dan mampu membentuk koloni di dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan tanaman inangnya. Mikroba endofit termasuk kapang, bakteri, dan khamir dapat ditemukan pada semua jenis tanaman, mulai dari pohon berkayu dan herba sampai rumput-rumputan (Kumala, 2014). Jamur dan bakteri adalah mikroba paling umum yang ada sebagai endofit (Strobel and Daisy, 2003). Menurut hasil penelitian Kusumawati *dkk.* (2014) bakteri endofit dapat ditemukan di bagian akar, batang, dan daun pada suatu tanaman. Sari (2016) melaporkan bahwa terdapat 8 isolat bakteri endofit dari kulit batang asam jawa. Mikroba endofit mempunyai potensi menghasilkan enzim ekstraseluler (Kumala, 2014).

Enzim adalah protein yang berfungsi sebagai katalis yang dibentuk di dalam sel makhluk hidup (Suranto, 2011). Enzim memiliki beberapa keuntungan, yaitu mempunyai aktivitas yang efisien, aman, dapat bekerja dalam kondisi pH netral dan suhu antara 20 °C sampai 40 °C, serta dapat terurai secara biologis. Berbagai produk barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan manusia telah dihasilkan dengan menggunakan proses-proses yang memanfaatkan enzim (Sutrisno, 2017). Aplikasi enzim pada industri saat ini sedang berkembang karena aplikasinya dalam berbagai bidang industri antara lain industri makanan, minuman, tekstil,

detergen, serta industri farmasi (Susanti dan Fibriana, 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan teknik produksi enzim agar dapat memenuhi kebutuhan industri farmasi. Enzim yang mempunyai peranan penting dalam industri farmasi antara lain enzim amilase dan xilanase.

Xilanase merupakan enzim yang mempunyai kemampuan memecah xilan menjadi xilosa (Nurika dan Suhartini, 2019). Xilosa dapat diaplikasikan ke beberapa proses industri, salah satunya produksi gula xilosa yang dapat digunakan sebagai pemanis buatan bagi penderita penyakit diabetes (Kumala, 2014). Selain itu, xilanase dapat dikombinasi dengan kompleks enzim (hemiselulase, protease, dan lainnya) sebagai suplemen makanan atau untuk mengobati pencernaan yang buruk (Bajpai, 2014). Xilan merupakan komponen hemiselulosa yang berperan sebagai penyusun sel pada tanaman berkayu (Susanti dan Fibriana, 2017). Xilan dapat ditemukan dalam jumlah besar di kayu keras dari *angiospermae* (15 - 30% dari isi dinding sel) dan kayu lunak dari *gymnospermae* (7 - 10%), serta tanaman tahunan (<30%) (Motta *et al.*, 2013). Enzim lain yang dapat dimanfaatkan dalam bidang industri adalah enzim amilase.

Amilase adalah enzim yang menghidrolisis molekul pati untuk memberikan produk yang beragam termasuk dekstrin dan polimer yang semakin kecil terdiri dari unit glukosa. Amilase dapat berasal dari beberapa sumber yaitu tanaman, hewan, bakteri, dan jamur (Naidu and Saranraj, 2013). Substrat yang digunakan dalam proses produksi enzim amilase adalah amilum. Industri yang membutuhkan amilase antara lain yaitu industri klinis, obat-obatan, kimia analitik, tekstil, makanan, dan penyulingan. Enzim amilase dapat mempercepat pemecahan molekul pati dari karbohidrat menjadi gula pada sistem pencernaan (Martin *et al.*, 2019). Dalam bidang industri farmasi, amilase digunakan sebagai obat untuk mengatasi gangguan pencernaan (Suriya *et al.*, 2016).

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian skrining potensi bakteri endofit dari pohon asam jawa yang dapat menghasilkan enzim xilanase dan amilase. Penelitian tersebut diawali dengan melakukan isolasi bakteri endofit dari ranting pohon asam jawa segar dan sehat yang telah dilakukan sterilisasi permukaan pada medium *Nutrien Agar* (NA) dengan teknik tanam langsung dan dilanjutkan dengan pengamatan morfologi pada isolat bakteri endofit secara makroskopis dan mikroskopis kemudian uji aktivitas enzim secara kualitatif

ditandai dengan adanya zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri yang ditumbuhkan pada medium yang mengandung substrat. Terhidrolisisnya substrat xilan oleh enzim xilanase dan substrat amilum oleh enzim amilase ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening. Selanjutnya, dilakukan kultivasi dengan mengambil isolat bakteri endofit tersebut dan dipindahkan ke dalam medium yang mengandung substrat xilan dan amilum. Hasil kultivasi dilanjutkan sentrifugasi dan diambil supernatannya untuk pengujian aktivitas enzim xilanase dan amilase menggunakan metode asam dinitrosalisilat (DNS), kemudian diukur menggunakan spektrofotometer (Kumala dan Fitri, 2008; Jain *et al.*, 2020). Hasil pengujian aktivitas enzim didapatkan isolat bakteri endofit yang paling potensial menghasilkan enzim xilanase dan amilase.

B. Permasalahan Penelitian

Permasalahan pada penelitian ini adalah untuk melihat manakah isolat bakteri endofit dari ranting pohon asam jawa yang paling potensial menghasilkan enzim xilanase dan amilase.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari ranting pohon asam jawa yang paling potensial menghasilkan enzim xilanase dan amilase.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai potensi bakteri endofit ranting pohon asam jawa sebagai penghasil enzim xilanase dan amilase sehingga dapat dimanfaatkan dalam bidang industri farmasi dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, Shahzad S. 2019. Plant Beneficial endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range and Genetic Determinants. *Microbiological Research*. **221**(2019): 36–49.
- Aiyer PV. 2005. Amylases and Their Applications. *African Journal of Biotechnology*. **4**(13): 1525–1529.
- Aqlinia M, Pujiyanto S, Wijanarka. 2020. Isolasi Bakteri Endofit Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) dan Uji Antibakteri Supernatan Crude Metabolit Sekunder Isolat Potensial Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Akademika Biologi*. **9**(1): 23–31.
- Bajpai P. 2009. Xylanases. In: Schaechter M. (Ed.). *Encyclopedia of Microbiology*. Edition 3. Academic Press. San Diego. Hlm. 601.
- Bajpai P. 2014. *Xylanolytic Enzymes*. Academic Press. Oxford. Hlm. 92.
- Balaman SY. 2019. *Decision-Making for Biomass-Based Production Chains*. Academic Press. Izmi. Hlm. 47.
- Bertoft E. 2017. Understanding Starch Structure: Recent Progress. *Agronomy*. **7**(56): 1–29.
- Bintang M, Rahmawati F, Safira UM, Andrianto D. *Biokimia Fisik*. PT Penerbit IPB Press. Bogor. Hlm. 244.
- Chaturvedi H, Singh V, Gupta G. 2016. Potential of Bacterial Endophytes as Plant Growth Promoting Factors. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*. **7**(9): 1–6.
- Chio C, Sain M, Qin W. 2019. Lignin Utilization: A Review of Lignin Depolymerization from Various Aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. **107**: 232–249.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta. Hlm. 755.
- Firdous J, Lathif NA, Mona R, Muhamad N. 2019. Endophytic Bacteria and Their Potential Application in Agriculture: A Review. *Indian Journal of Agricultural Research*. **53**(1): 1–7.
- Fessenden RJ, Fessenden JS. 1982. *Kimia Organik*. Edisi 3. Terjemahan: Pudjaatmaka AH. Erlangga. Jakarta. Hlm. 354.
- Gandjar IG, Rohman A. 2012. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. Hlm. 242.
- Ginting L, Wijanarka, Kusdiyantini E. 2020. Isolasi Bakteri Endofit Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Uji Aktivitas Enzim Amilase. *Berkala Bioteknologi*. **3**(2): 1-7.

- Hadioetomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm. 55-61.
- Hameed S, Kanwal, Seraj F, Rafique R, Chigurupati S, Wadood A, Rehman AU, Venugopal V, Salar U, Taha M, Khan KM. 2019. Synthesis of Benzotriazoles Derivatives and Their Dual Potential as α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitors in Vitro: Structure-Activity Relationship, Molecular Docking, and Kinetic Studies. *European Journal of Medicinal Chemistry*. **183**: 1-24.
- Hollo J, Szejtli J. 1957. The Mechanism of Starch - Iodine Reaction. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. **1**(2): 141-145.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2011. *Tamarindus indica* L. Taxonomy. Serial No. 26980. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=26980#null. Diakses pada tanggal 20 November 2020: 11:00.
- Irdawati I, Sofiyana A, Advinda L, Fiffendy M, Salvia S, Syamsuardi S, Agustien A, Rilda Y, Yahya Y. 2021. Optimization of Agricultural Waste Substrate as an Alternative Medium for Xylan in Producing Xylanase Enzymes by Thermophilic Bacteria. *Journal of Physics: Conference Series*. **1940**: 1-7.
- Jain A, Jain R, Jain S. 2020. *Basic Techniques in Biochemistry, Microbiology and Molecular Biology: Principles and Techniques*. Humana Press. New York. Hlm. 39-47, 181.
- John J. 2017. Amylases-Bioprocess and Potential Applications: A Review. *International Journal of Bioinformatics and Biological Science*. **5**(2): 41.
- Kalim B, Ali NM. 2016. Optimization of Fermentation Media and Growth Conditions for Microbial Xylanase Production. *3 Biotech*. **6**(2): 1-7.
- Kapilan R, Arasaratnam V. 2017. Industrial Applications of Bacterial Xylanases : A Review. *Middle-East Journal of Scientific Research*. **25**(1): 79-89.
- Kumala S. 2014. *Pemanfaatan Mikroba Endofit dalam Bidang Farmasi*. PT. ISFI Penerbitan. Jakarta. Hlm. 15-87.
- Kumala S, Fitri NA. 2008. Penapisan Kapang Endofit Ranting Kayu Meranti Merah (*Shorea balangeran* Korth.) sebagai Penghasil Enzim Xilanase. *Jurnal ilmu kefarmasian indonesia*. **6**(1): 1-6.
- Kumala S, Shanny F, Wahyudi P. 2006. Aktivitas Antimikroba Metabolit Bioaktif Mikroba Endofitik Tanaman Trengguli (*Cassia fistula* L.). *Jurnal Farmasi Indonesia*. **3**(2): 97-102.
- Kusumawati DE, Pasaribu FH, Bintang M. 2014. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit dari Tanaman Miana (*Coleus scutellarioides* [L.] Benth.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Current Biochemistry*. **1**(1): 45-50.

- Martin MF, Okpo EA, Andy IE. 2019. Microbial Amylases : A Review. *World News of Natural Sciences*. **22**: 174–179.
- Mercado-Blanco J, Lugtenberg B. 2014. Biotechnological Applications of Bacterial Endophytes. *Current Biotechnology*. **3**(1): 60–75.
- Motta F, Andrade C, Santana M. 2013. A Review of Xylanase Production by The Fermentation of Xylan: Classification, Characterization and Applications. In: Chandel AK, Silva SS. (Eds.). *Sustainable Degradation of Lignocellulosic Biomass-Techniques, Applications and Commercialization*. IntechOpen. Rijeka. Hlm. 252.
- Naeem N, Nadeem F, Azeem MW, Dharmadasa RM. 2017. *Tamarindus indica* – A Review of Explored Potentials. *International Scientific Organization*. **12**: 98–106.
- Naidu DS, Hlangothi SP, John MJ. 2018. Bio-Based Products from Xylan: A Review. *Carbohydrate Polymers*. **179**: 28–41.
- Naidu MA, Saranraj P. 2013. Bacterial Amylase: A Review. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives*. **4**(2) : 274–287.
- Nascimento RP, Gravina-Oliveira MP, Coelho RR. 2013. Methods to Determine Xylanolytic Activity. In: Vermelho AB, Couri S. (Eds.). *Methods to Determine Enzymatic Activity*. Bentham. Sharjah. Hlm. 130.
- Nair DN, Padmavathy S. 2014. Impact of Endophytic Microorganisms on Plants, Environment and Humans. *The Scientific World Journal*. **2014**: 1-11.
- Nurika I, Suhartini S. 2019. *Bioenergi dan Biorefinery*. UB Press. Malang. Hlm. 20-21, 176.
- Pokhrel S. 2015. A Review on Introduction and Applications of Starch and Its Biodegradable Polymers. *International Journal of Environment*. **4**(4): 114–125.
- Qaseem MF, Wu AM. 2020. Balanced Xylan Acetylation is The Key Regulator of Plant Growth and Development, and Cell Wall Structure and for Industrial Utilization. *International Journal of Molecular Sciences*. **21**(21): 1–21.
- Rani K, Rana R, Datt S. 2011. International Journal of Microbiology and Bioinformatics. *International Journal of Microbiology and Bioinformatics*. **1**(2): 26–33.
- Saka S, Bae HJ. 2016. Secondary Xylem for Bioconversion. In: Kim YS, Funada R, Singh AP. (Eds.). *Secondary Xylem Biology: Origins, Functions, and Applications*. Elsevier. Amsterdam. Hlm. 225.
- Sari M. 2016. Uji Aktivitas Antibakteri Metabolit Bakteri Endofit Kulit Ranting asam jawa (*Tamarindus indica* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA, Jakarta. Hlm. 30.

- Sari TN. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Aktivitas Xilanolitik Kapang Endofit dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA, Jakarta. Hlm. 14–15.
- Silva AE, Marcelino HR, Gomes MC, Oliveira EE, Jr TN, Egito ES. 2012. Xylan, a Promising Hemicellulose for Pharmaceutical Use. In: Verbeek C. (Ed.). *Products and Applications of Biopolymers*. IntechOpen. Rijeka. Hlm. 62.
- Singleton P, Sainsbury D. 2006. *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology*. Edition 3. John Wiley and Sons Ltd. England. Hlm. 56, 409.
- Steinbach WJ, Shetty AK. 2001. Use of The Diagnostic Bacteriology Laboratory: A Practical review for The Clinician. *Postgraduate Medical Journal*. **77**: 148-156.
- Strobel G, Daisy B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. **67**(4): 491–502.
- Suhono D. 2010. *Ensiklopedia Flora*. PT. Kharisma Ilmu. Bogor. Hlm. 58.
- Supriyatna A, Amalia D, Jauhari AA, Holydaziah D. 2015. Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva. *Jurnal ISTEK* . **9**(2): 246–252.
- Suranto A. 2011. *Terapi Enzim*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. Hlm. 7.
- Suriya J, Bharathiraja S, Krishnan M, Manivasagan P, Kim SK. 2016. Marine Microbial Amylases: Properties and Applications. In: Kim S, Toldra F. (Eds). *Advances in Food and Nutrition Research*. Edition 1. Academic Press. Cambridge. Hlm. 163.
- Susanti R, Fibriana F. 2017. *Teknologi Enzim*. Andi Offset. Yogyakarta. Hlm. 79, 149.
- Sutrisno A. 2017. *Teknologi Enzim*. UB Press. Malang. Hlm 2-6.
- Vasanthakumari R. 2007. *Textbook of Microbiology*. BI Publications Pvt Ltd. New Delh. Hlm. 32.
- Vidyalakshmi R, Paranthaman R, Indhumathi J. 2009. Amylase Production on Submerged Fermentation by *Bacillus* spp. *World Journal of Chemistry*. **4**(1): 89–91.
- Vijayaraghavan P, Raj SRF, Vincent SGP. 2016. Industrial Enzymes: Recovery and Purification Challenges. In: Dhillon GS, Kaur S. (Eds). *Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production: Apply and Exploit The Emerging and Valuable Use Options of Waste Biomass*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802392-1.00004-6>. Hlm. 95–110.
- Wang J, Minami E, Kawamoto H. 2020. Thermal Reactivity of Hemicellulose and Cellulose in Cedar and Beech Wood Cell Walls. *Journal of Wood Science*. **66**(41): 1-10.

White JF, Kingsley KL, Zhang Q, Verma R, Obi N, Dvinskikh S, Elmore MT, Verma SK, Gond SK, Kowalski KP. 2019. Review: Endophytic Microbes and Their Potential Applications in Crop Management. *Pest Management Science*. **75**(10): 2558–2565.

Yimer D, Tilahun A. 2018. Microbial Biotechnology Review in Microbial Enzyme production Methods, Assay Techniques and Protein Separation and Purifications. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. **8**(1): 1–7.

