


**SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING TANJUNG
(*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM
XILANASE DAN AMILASE**

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

**Disusun oleh:
Desrina Gusdaradhanty 
1704015041**



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

Skripsi dengan Judul

**SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING TANJUNG
(*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM
XILANASE DAN AMILASE**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh:
Desrina Gusdaradhanty, NIM 1704015041

	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Ketua</u> Wakil Dekan I Drs. apt. Inding Gusmayadi, M.Si.		<u>6/10/21</u>
<u>Penguji I</u> Drs. H. apt. Sediarmo, M.Farm.		<u>27/08/2021</u>
<u>Penguji II</u> Hanifah Rahmi, M.Biomed.	 02/09/2021	<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>
Mengetahui Ketua Program Studi Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si.	 9-9-2021	<u>09/09/2021</u>

Dinyatakan Lulus pada Tanggal: 14 Agustus 2021

ABSTRAK

SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING TANJUNG (*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM XILANASE DAN AMILASE

Desrina Gusdaradhanty
1704015041

Ranting tanjung (*Mimusops elengi* L.) di dalam tubuhnya terdapat mikroba endofit yang dapat hidup bersimbiosis dengan tanaman tanjung. Mikroba endofit dapat menghasilkan suatu enzim ekstraseluler seperti enzim xilanase dan amilase. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri endofit ranting tanjung yang memiliki aktivitas enzim xilanase dan amilase tertinggi. Isolasi bakteri endofit ranting tanjung dengan menggunakan teknik penanaman langsung pada media *Nutrient Agar*. Isolat bakteri endofit diamati karakterisasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Pengujian aktivitas enzim secara kualitatif dilakukan dengan mengamati zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri endofit pada media. Isolat bakteri endofit yang memiliki hasil aktivitas relatif enzim tertinggi dilakukan kultivasi pada medium fermentasi. Pengujian aktivitas enzim secara kuantitatif dengan menggunakan metode asam dinitrosalisilat (DNS). Hasil penelitian menunjukkan 2 dari 3 isolat (T1 dan T3) bakteri endofit mampu menghasilkan amilase dan isolat T1 memiliki aktivitas amilase tertinggi yaitu sebesar 8,7526 U/ml. Namun, ketiga isolat tersebut tidak menghasilkan enzim xilanase.

Kata Kunci: Bakteri Endofit, Ranting Tanjung (*Mimusops elengi* L.), Xilanase, Amilase.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji, dan syukur kehadirat Allah subhanahu wata'ala karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi, dengan judul **“SKRINING POTENSI BAKTERI ENDOFIT RANTING TANJUNG (*Mimusops elengi* L.) SEBAGAI PENGHASIL ENZIM XILANASE DAN AMILASE”**.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.) pada program studi Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta. Pada kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. apt. Hadi Sunaryo, M.Si., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta.
2. Ibu Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta.
3. Ibu Dr. Hariyanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan dari awal perkuliahan hingga akhir kelulusan ini.
4. Bapak Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si., selaku Pembimbing I dan Ibu Fitri Yuniarti, M.Si., selaku Pembimbing II yang senantiasa membantu dan memberikan bimbingan, arahan, nasihat, motivasi, serta berbagai dukungan yang sangat berarti selama pengerjaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh staf dosen yang telah memberikan ilmu dan masukan-masukan yang berguna selama kuliah dan selama penyelesaian skripsi ini
6. Kedua orang tua saya bapak Agus Mugiyono dan ibu Ida Suhaidah, serta Adikku tercinta Ridho dan Syifa atas doa, kasih sayang, cinta, semangat, pengorbanan, perjuangan dan dukungannya yang tiada henti selalu diberikan kepada penulis. Terimakasih untuk semuanya.
7. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam melakukan penelitian serta penulisan skripsi masih sangat jauh dari kesempurnaan. Untuk itu saran dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi pembaca.

Jakarta, 24 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Hlm.
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
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 Tanjung (<i>Mimusops elengi</i> L.)	4
2. Xilan	5
3. Enzim Xilanase	6
4. Amilum	7
5. Enzim Amilase	8
6. Bakteri Endofit	9
7. Isolasi Bakteri Endofit	10
8. Kultivasi Bakteri Endofit	11
9. Uji Aktivitas Enzim	12
B. Kerangka Berpikir	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
1. Tempat Penelitian	14
2. Waktu Penelitian	14
B. Cara Penelitian	14
1. Bahan Penelitian	14
2. Alat Penelitian	14
C. Prosedur Penelitian	15
1. Determinasi Tanaman	15
2. Sterilisasi Alat	15
3. Pembuatan Medium	15
4. Penyiapan Larutan Uji Aktivitas Enzim Xilanase dan Amilase	17
5. Isolasi Bakteri Endofit	18
6. Pemurnian Bakteri Endofit	19
7. Pengamatan Karakterisasi Morfologi Bakteri Secara Makroskopis	19
8. Pengamatan Karakterisasi Morfologi Bakteri Secara Mikroskopis	19
9. Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase dan Amilase Secara Kualitatif	20

	Hlm.
10. Kultivasi Bakteri Endofit Potensial	21
11. Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase dan Amilase Secara Kuantitatif	21
12. Analisis Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Hasil Determinasi Tanaman Tanjung	25
B. Hasil Isolasi Bakteri Endofit Ranting Tanjung	25
C. Hasil Pemurnian Bakteri Endofit Ranting Tanjung	27
D. Hasil Karakterisasi Morfologi Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Makroskopis dan Mikroskopis	27
E. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Secara Kualitatif	29
F. Hasil Kultivasi Bakteri Endofit Potensial	30
G. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Secara Kuantitatif	31
H. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase Secara Kualitatif	32
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	35
A. Simpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

	Hlm.
Tabel 1. Komposisi Medium Xilan Agar	17
Tabel 2. Hasil Pengamatan Karakterisasi Morfologi Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Makroskopis	28
Tabel 3. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kualitatif	30
Tabel 4. Hasil Kultivasi Isolat Bakteri Endofit Ranting Tanjung	31
Tabel 5. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kuantitatif	32



DAFTAR GAMBAR

	Hlm.
Gambar 1. Pohon Tanjung	4
Gambar 2. Struktur Xilan	6
Gambar 3. Struktur Amilum	8
Gambar 4. Hasil Isolasi Bakteri Endofit Ranting Tanjung	26
Gambar 5. Hasil Pemurnian Bakteri Endofit Ranting Tanjung	27
Gambar 6. Hasil Pengamatan Karakterisasi Morfologi Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Mikroskopis dengan Perbesaran 100x	28
Gambar 7. Hasil Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kualitatif	29



DAFTAR LAMPIRAN

	Hlm.
Lampiran 1. Determinasi Tanaman Tanjung (<i>Mimusops elengi</i> L.)	41
Lampiran 2. Sertifikat Analisis <i>Nutrient Agar</i> (NA)	42
Lampiran 3. Sertifikat Analisis Asam Dinitrosalisilat (DNS)	44
Lampiran 4. Sertifikat Analisis <i>D-Glucose</i>	45
Lampiran 5. Sertifikat Analisis <i>Soluble Starch</i>	46
Lampiran 6. Sertifikat Analisis <i>Congo Red</i>	47
Lampiran 7. Sertifikat Analisis <i>Xylan Corn Cob</i>	48
Lampiran 8. Sertifikat Analisis Xilosa	49
Lampiran 9. Prosedur Penelitian	51
Lampiran 10. Skema Isolasi Bakteri Endofit Ranting Tanjung (<i>Mimusops elengi</i> L.)	52
Lampiran 11. Skema Pemurnian Bakteri Endofit Ranting Tanjung	53
Lampiran 12. Skema Karakterisasi Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Makroskopis dan Mikroskopis	54
Lampiran 13. Skema Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kualitatif	55
Lampiran 14. Perhitungan Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kualitatif	56
Lampiran 15. Skema Kultivasi Cair Bakteri Endofit Ranting Tanjung	59
Lampiran 16. Hasil Kultivasi dan Sentrifuge Bakteri Endofit Ranting Tanjung	60
Lampiran 17. Skema Penetapan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Glukosa	61
Lampiran 18. Hasil Spektrum Penetapan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Glukosa	62
Lampiran 19. Skema Pembuatan Kurva Baku Glukosa	63
Lampiran 20. Larutan Kurva Baku Glukosa	64
Lampiran 21. Hasil Kurva Baku Glukosa	65
Lampiran 22. Perhitungan Kurva Baku Glukosa	66
Lampiran 23. Skema Pengujian Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kuantitatif	68
Lampiran 24. Perhitungan Aktivitas Enzim Amilase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kuantitatif	69
Lampiran 25. Skema Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kualitatif	73
Lampiran 26. Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Xilanase Bakteri Endofit Ranting Tanjung Secara Kualitatif	74
Lampiran 27. Skema Penetapan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Xilosa	75
Lampiran 28. Hasil Spektrum Penetapan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Xilosa	76
Lampiran 29. Skema Pembuatan Kurva Baku Xilosa	77
Lampiran 30. Larutan Kurva Baku Xilosa	78
Lampiran 31. Hasil Kurva Baku Xilosa	79
Lampiran 32. Perhitungan Kurva Baku Xilosa	80
Lampiran 33. Perhitungan Pembuatan Medium dan Larutan Bakteri Endofit Ranting Tanjung	82
Lampiran 34. Alat dan Bahan Penelitian	90

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki berbagai macam spesies tanaman yang banyak dimanfaatkan pada bidang industri maupun kesehatan, salah satunya adalah pohon tanjung (*Mimusops elengi* L.). Pohon tanjung mempunyai bunga aromatik kuat yang sangat melimpah, mahkota daun kompak, dan batang yang tegak pendek (Gupta, 2013). Pohon tanjung termasuk kategori yang dikenal sebagai pohon yang banyak manfaat karena memiliki kayu keras. Pohon tanjung batangnya sangat kasar, menyebar lebar, ujung batangnya yang cenderung naik, dan kulit kayu kering (Kadam *et al.*, 2012). Tanaman di dalam tubuhnya terdapat suatu mikroba yang dinamakan mikroba endofit. Mikroba endofit yang berada pada tanaman dapat hidup bersimbiosis dengan tanaman tersebut.

Mikroba endofit merupakan kelompok organisme yang terdiri lebih dari satu sel yang beragam dan banyak ditemukan pada tumbuhan yang memiliki kemampuan memelihara suatu hubungan dengan tumbuhan inangnya serta tidak terlihat secara visual (Kumala, 2014). Endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman yaitu tumbuhan tingkat tinggi yang menyebabkan endofit saat ini dianggap sebagai sumber dari metabolit sekunder baru yang menawarkan potensi untuk eksploitasi medis, pertanian, dan industri. Mikroba yang paling umum sebagai endofit adalah jamur dan bakteri yang mampu membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa memberikan efek yang membahayakan inangnya (Strobel and Daisy, 2003). Menurut penelitian Pratama (2015) didapatkan 4 isolat bakteri endofit dari akar pohon tanjung. Mikroba endofit yang berada di jaringan tanaman mempunyai beberapa sinyal lingkungan yang merupakan respons jika suatu waktu berubah menjadi patogen (Jalgaonwala and Mahajan, 2014). Mikroba endofit dapat menghasilkan suatu enzim ekstraseluler yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk mendapatkan makanan dari inangnya (Kumala, 2014).

Enzim adalah katalisator biologis yang dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia dalam organisme hidup, tetapi enzim tidak ikut turut mengalami suatu perubahan. Suatu reaksi, khususnya reaksi kimia dalam suatu organisme hidup dapat mengenal suatu substrat dan produk (Puspitaningrum dan Adhiyanto,

2016). Enzim sangat berperan penting dalam semua proses reaksi biokimia yang berlangsung di dalam sel mikroorganisme, tanaman, hewan, dan manusia. Enzim dimanfaatkan di berbagai kebutuhan manusia seperti pangan, barang dan jasa (Sutrisno, 2017). Enzim memiliki suatu kestabilan pada aktivitas enzim seperti selama penyimpanan, penggunaan, dan kestabilan terhadap senyawa tertentu (asam, basa) serta pengaruh terhadap temperatur dan pH ekstrim (Susanti dan Fibriana, 2017). Enzim yang terlibat pada bakteri endofit di dalam suatu tanaman yaitu enzim xilanase dan enzim amilase.

Enzim xilanase merupakan enzim yang mengkatalisis hidrolisis xilan. Xilan merupakan salah satu komponen penyusun sel yang terdapat pada tanaman berkayu. Xilan ditemukan pada dinding sel kayu keras sekitar 15 - 30%. Aktivitas enzim xilanase dilakukan dengan cara memutus ikatan antar gugus pada bagian tengah secara acak sehingga menghasilkan xilooligosakarida (Sharma and Sharma, 2017; Susanti dan Fibriana, 2017). Enzim xilanase dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi untuk mengubah xilan menjadi xilosa, yang dapat digunakan sebagai pemanis buatan bagi penderita diabetes (Kumala, 2014). Untuk produksi xilanase tergantung dari komposisi media dan substrat penginduksi (Goswami and Pathak, 2013).

Amilase termasuk sekelompok enzim yang dapat merombak pati, glikogen, dan polisakarida lainnya (Toha, 2010). Enzim amilase merupakan enzim yang mempunyai kemampuan untuk memutuskan ikatan glikosida yang terdapat pada amilum. Enzim amilase dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti mikroorganisme, tanaman, dan hewan (Hidayat *dkk.*, 2016). Amilum dapat ditemukan terutama pada akar, batang, dan biji tanaman (Gadhawe *et al.*, 2017). Enzim dari mikroorganisme lebih banyak menghasilkan keuntungan dan produksinya lebih cepat dibandingkan dengan enzim yang berasal dari tanaman dan hewan (Susanti dan Fibriana, 2017). Enzim amilase berperan penting dalam proses industri salah satunya pada industri farmasi yang banyak digunakan di dalam bidang pengobatan untuk membantu pencernaan (Saini *et al.*, 2017).

Berdasarkan dari uraian tersebut, maka dilakukan skrining potensi bakteri endofit pada ranting pohon tanjung sebagai penghasil enzim xilanase dan amilase. Penelitian diawali dengan melakukan isolasi bakteri endofit dari ranting tanjung

yang segar pada media *Nutrient Agar* (NA) yang sudah disterilisasikan permukaan dengan menggunakan teknik tanam langsung dan isolat bakteri yang diperoleh dilakukan pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Isolat bakteri endofit yang diperoleh dilakukan skrining aktivitas enzim xilanase dan amilase secara kualitatif dengan terbentuknya zona bening di sekitar bakteri yang ditumbuhkan pada medium padat mengandung substrat. Terbentuknya zona bening menunjukkan bahwa substrat xilan dan amilum terhidrolisis oleh enzim xilanase dan amilase (Jain *et al.*, 2020; Yimer and Tilahun, 2018). Isolat bakteri endofit dikultivasi pada medium yang mengandung substrat xilan dan amilum, kemudian dipanen untuk diperoleh supernatannya. Pengujian aktivitas enzim xilanase dan amilase secara kuantitatif menggunakan alat spektrofotometer dengan metode asam dinitrosalisilat (DNS) (Kumala dan Fitri, 2008). Dari hasil pengujian aktivitas enzim didapatkan isolat bakteri endofit ranting tanjung yang paling berpotensi menghasilkan aktivitas enzim xilanase dan amilase.

B. Permasalahan Penelitian

Permasalahan pada penelitian ini adalah untuk melihat manakah isolat bakteri endofit ranting tanjung yang paling berpotensi sebagai penghasil enzim xilanase dan amilase.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit ranting tanjung yang paling berpotensi sebagai penghasil enzim xilanase dan amilase.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi mengenai potensi bakteri endofit ranting tanjung sebagai penghasil enzim xilanase dan amilase sehingga dapat dimanfaatkan di bidang industri farmasi dan industri lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla MA, Matasyoh JC. 2014. Endophytes as Producers of Peptides: An Overview about The Recently Discovered Peptides from Endophytic Microbes. *Natural Products and Bioprospecting*. **4**: 257–270.
- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, Shahzad S. 2019. Plant Beneficial Endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range and Genetic Determinants. *Microbiological Research*. **221**: 36–49.
- Agusta A. 2009. *Biologi dan Kimia Jamur Endofit*. Penerbit ITB. Bandung. Hlm 1.
- 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.
- Baliga MS, Pai RJ, Bhat HP, Palatty PL, Boloor R. 2011. Chemistry and Medicinal Properties of The Bakul (*Mimusops elengi* Linn): A Review. *Food Research International*. **44**: 1823–1829.
- Bashir K, Aggarwal M. 2019. Physicochemical, Structural and Functional Properties of Native and Irradiated Starch: A Review. *Journal of Food Science and Technology*. **56**(2): 513–523.
- Beg QK, Kapoor M, Mahajan L, Hoondal GS. 2001. Microbial Xylanases and Their Industrial Applications: A Review. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **56**: 326–338.
- Bhardwaj N, Kumar B, Verma P. 2019. A Detailed Overview of Xylanases: An Emerging Biomolecule for Current and Future Prospective. *Bioresources and Bioprocessing*. **6**: 1-36.
- Bintang M, Rahmawati F, Safira UM, Andrianto D. 2020. *Biokimia Fisik*. Penerbit IPB Press. Bogor. Hlm. 244.
- Bisswanger H. 2014. Enzyme Assays. *Perspectives in Science*. **1**: 41–55.
- Boleng DT. 2015. *Bakteriologi Konsep-Konsep Dasar*. UMM Press. Malang. Hlm 35.
- Chakdar H, Kumar M, Pandiyan K, Singh A, Nanjappan K, Kashyap PL, Srivastava AK. 2016. Bacterial Xylanases: Biology to Biotechnology. *3 Biotech*. **6**: 1-15.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta. Hlm. 755.
- Gadhawe RV, Mahanwar PA, Gadekar PT. 2017. Starch-Based Adhesives for

- Wood/Wood Composite Bonding: Review. *Open Journal of Polymer Chemistry*. **7**: 19–32.
- Gami B, Pathak S, Parabia M. 2012. Ethnobotanical, Phytochemical and Pharmacological Review of *Mimusops elengi* Linn. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. **2**(9): 743–748.
- 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.
- Gopinath SCB, Anbu P, Arshad MKM, Lakshmi Priya T, Voon CH, Hashim U, Chinni SV. 2017. Biotechnological Processes in Microbial Amylase Production. *BioMed Research International*. **2017**: 1-10.
- Goswami GK, Pathak RR. 2013. Microbial Xylanases and Their Biomedical Applications: A Review. *International Journal of Basic and Clinical Pharmacology*. **2**(3): 237-246.
- Gupta PC. 2013. *Mimusops elengi* Linn. (Bakul) - A Potential Medicinal Plant: A Review. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*. **2**(5): 332–339.
- Hadioetomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm. 55-61.
- Hidayat N, Wignyanto, Sumarsih S, Putri AI. 2016. *Mikologi Industri*. Tim UB Press. Malang. Hlm. 114.
- Integrated Taxonomy Information System. 2011. *Mimusops elengi* L. Taxonomy Serial No. 505964.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=505964#null/. Diakses pada tanggal 24 November 2020: 19.00.
- Jain A, Jain R, Jain S. 2020. *Basic Techiques in Biochemistry, Microbiology and Molecular Biology: Principles and Techiques*. Humana Press. New York. Hlm. 39-46.
- Jalgaonwala R, Mahajan R. 2014. A Review on Microbial Endophytes from Plants: A Treasure Search for Biologically Active Metabolites. *Global Journal of Research on Medicinal Plants and Indigenous Medicine*. **3**(6): 263–277.
- Jane J. 1995. Starch Properties, Modifications, and Applications. *Journal of Macromolecular Science, Part A : Pure and Applied Chemistry*. **32**(4): 751–757.

- Juturu V, Wu JC. 2012. Microbial Xylanases: Engineering, Production and Industrial Applications. *Biotechnology Advances*. **30**(6): 1219–1227.
- Kadam PV, Yadav KN, Deoda RS, Shivatare RS, Patil MJ. 2012. *Mimusops elengi*: A Review on Ethnobotany, Phytochemical and Pharmacological Profile. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. **1**(3): 64–74.
- Kalim B, Ali NM. 2016. Optimization of Fermentation Media and Growth Conditions for Microbial Xylanase Production. *3 Biotech*. **6**: 1–7.
- Kandel SL, Joubert PM, Doty SL. 2017. Bacterial Endophyte Colonization and Distribution within Plants. *Microorganisms Review*. **5**(4): 1-26
- Khan S, Verma V, Rasool S. 2020. Diversity and The Role of Endophytic Bacteria: A Review. *Botanica Serbica*. **44**(2): 103–120.
- Kumala S. 2014. *Pemanfaatan Mikroba Endofit dalam Bidang Farmasi*. 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.
- Malhotra G, Chapadgaonkar SS. 2018. Production and Applications of Xylanases – an Overview. *BioTechnologia*. **99**(1): 59–72.
- Mandal A. 2015. Review on Microbial Xylanases and Their Applications. *International Journal of Life Sciences*. **4**(3): 178–187.
- Manias D, Verma A, Soni DK. 2020. Isolation and Characterization of Endophytes: Biochemical and Molecular Approach. In: Kumar A, Singh VK. (Eds.). *Microbial Endophytes Prospects for Sustainable Agriculture*. Charlotte Cockls. Cambridge. Hlm. 2.
- Naidu DS, Hlangothi SP, John MJ. 2018. Bio-Based Products from Xylan: A Review. *Carbohydrate Polymers*. **179**: 28–41.
- Nascimento RP, Gravina-Oliveira MP, Coelho R. 2013. Methods to Determine Xylanolytic Activity. In: Vermelho AB, Couri S. (Eds.). *Methods to Determine Enzymatic Activity*. Bentham Science. Sharjah. Hlm. 130.
- Okungbowa FI, Shittu HO, Obiazikwor HO. 2019. Endophytic Bacteria: Hidden Protective Associates of Plants Against Biotic and Abiotic Stresses. *Notulae Scientia Biologicae*. **11**(2): 167–174.
- Omomowo OI, Babalola OO. 2019. Bacterial and Fungal Endophytes: Tiny

- Giants with Immense Beneficial Potential for Plant Growth and Sustainable Agricultural Productivity. *Microorganisms*. **7**: 481.
- Onyango C. 2016. Starch and Modified Starch in Bread Making: A Review. *African Journal of Food Science*. **10**(12): 344–351.
- Pokhrel S. 2015. A Review on Introduction and Applications of Starch and its Biodegradable Polymers. *International Journal of Environment*. **4**(4): 114–125.
- Pratama TDS. 2015. Seleksi Bakteri Endofit dari Tanaman Jabon, Sengon dan Tanjung untuk Pengendalian *Meloidogyne sp.* pada Tanaman Tomat. *Skripsi*. Fakultas Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hlm. 5.
- Puspitaningrum R, Adhiyanto C. 2016. *Enzim dan Pemanfaatannya*. halia Indonesia. Bogor. Hlm. 1.
- Ramage MH, Burrige H, Busse-Wicher M, Fereday G, Reynolds T, Shah DU, Wu G, Yu L, Fleming P, Densley-Tingley D, Allwood J, Dupree P, Linden PF, Scherman O. 2017. The Wood from The Trees: The Use of Timber in Construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. **68**: 333–359.
- Rani K, Rana R, Datt S. 2015. Review on Characteristics and Application of Amylases. *International Journal of Microbiology and Bioinformatics*. **5**(1): 1–5.
- Saini R, Saini HS, Dahiya A. 2017. Amylases: Characteristics and Industrial Applications. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. **6**(4): 1865–1871.
- 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.
- Shahi N, Hasan A, Akhtar S, Siddiqui MH, Sayeed U, Khan MKA. 2016. Xylanase: A Promising Enzyme. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. **8**(3): 334-339.
- Sharma N, Sharma N. 2017. Microbial Xylanases and Their Industrial Applications as Well as Future Perspectives: A Review. *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*. **6**(3): 5–12.
- Silva AE, Marcelino HR, Gomes MCS, Oliveira EE, Jr TN, Egito EST. 2012. Xylan, a Promising Hemicellulose for Pharmaceutical Use. In: Verbeek CJR. (Ed.). *Products and Applications of Biopolymers*. InTech. Rijeka. Hlm. 61-84.
- Soccol CR, Rojan PJ, Patel AK, Woiciechowski AL, Vandenberghe L, Pandey A. 2006. Glucoamylase. In: Pandey A, Webb C, Soccol CR, Larroche CL. (Eds.). *Enzyme Technology*. Asiatech Publisher. New Delhi. Hlm. 221.

- Strobel G, Daisy B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. **67**(4): 491–502.
- Supriyatna A, Amalia D, Jauhari AA, Holydaziah D. 2015. Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva *Hermetia illucens* yang Diberi Pakan Jerami Padi. *Istek*. **9**(2): 18–32.
- Susanti R, Fibriana F. 2017. *Teknologi Enzim*. CV Andi Offset. Yogyakarta. Hlm. 2-101.
- Sutrisno A. 2017. *Teknologi Enzim*. UB Press. Malang. Hlm. 2.
- Tiwari S, Srivastava R, Singh CS, Shukla K, Singh RK, Singh P, Singh R, Singh NL, Sharma R. 2015. Amylases: an Overview with Special Reference to Alpha Amylase. *Jurnal of Global Biosciences*. **4**(1): 1886-1901.
- Toha AHA. 2010. *Ensiklopedia Biokimia dan Biologi Molekuler*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta. Hlm. 32.
- Uraki Y, Koda K. 2015. Utilization of Wood Cell Wall Components. *Journal of Wood Science*. **61**: 447–454.
- Vidyalakshmi R, Paranthaman R, Indhumathi J. 2009. Amylase Production on Submerged Fermentation by *Bacillus* spp. *World Journal of Chemistry*. **4**(1): 89–91.
- Vitolo M. 2020. Brief Review on Enzyme Activity. *World Journal of Pharmaceutical Research*. **9**(2): 60-76
- Yimer D, Tilahun A. 2018. Microbial Biotechnology Review in Microbial Enzyme Production Methods, Assay Techniques and Protein Separation and Purifications. *Journal of Nutritional Health and Food Engineering*. **8**(1): 1–7.
- Zimbro MJ, Power DA, Miller SM, Wilson GE, Johnson JA. 2009. *Difco and BBL Manual: Manual of Microbiological Culture Media Second Edition*. Becton, Dickinson and Company. Sparks. Hlm. 4-5.