

**SKRIPSI**

**SKRINING BAKTERI PENGHASIL SELULASE ASAL  
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

***SCREENING OF CELLULASE PRODUCING BACTERIA  
ISOLATED FROM EMPTY FRUIT BUNCH OF PALM OIL***



**Tresa Roganda Sibarani**

**05031281722029**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

**SKRIPSI**

**SKRINING BAKTERI PENGHASIL SELULASE ASAL  
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Tresa Roganda Sibarani**

**05031281772029**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## SUMMARY

**TRESA ROGANDA SIBARANI.** Screening of Cellulase Producing Bacteria from Empty Fruit Bunch of Palm Oil (Supervised by **ANNY YANURIATI** and **AGUS WIJAYA**).

*Empty fruit bunch of palm oil contains cellulose which can be used as a substrate for the growth of cellulolytic bacteria to produce cellulase enzyme. This research aimed to determine the bacteria that have potential to degrade cellulose from empty fruit bunch of palm oil and to determine the characteristics of bacteria to cellulase enzyme producing. This research is an exploratory descriptive study, the results are presented in tabular form. Isolation of cellulolytic bacteria was done using selective media Nutrient Agar which contains Carboxy Methyl Cellulose (CMC 1%) and then screening using 0,1% Congo red test the cellulolytic potential which was marked by the appearance of a clear zone around the colony. The five selected isolates had the largest cellulolytic activity index was in isolates 41, 37, 6, 42, 30 namely 1.95 mm, 1.65 mm, 1.5 mm, 1.18 mm and 1.05 mm. Quantitative test using DNS spectrophotometry method showed that the highest enzyme activity was in isolates 41, 37, 6, 42, 30 namely 0.392 U/mL, 0.366 U/mL, 0.356 U/mL, 0.360 U/mL and 0.347. U/mL. Five isolates had a characteristic round colony and white colony shape and five isolates are Gram-positive bacteria with bacil cell form.*

*Key words: Screening, cellulolytic, empty fruit bunch of palm oil.*

## RINGKASAN

**TRESA ROGANDA SIBARANI.** Skrining Bakteri Penghasil Selulase Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit (Dibimbing oleh **ANNY YANURIATI** dan **AGUS WIJAYA**).

Tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa yang dapat dimanfaatkan menjadi substrat bagi pertumbuhan bakteri selulolitik untuk memproduksi enzim selulase. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri yang berpotensi dapat mendegradasi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dan mengetahui karakteristik bakteri penghasil enzim selulase. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel. Isolasi bakteri selulolitik dilakukan dengan menggunakan media selektif Nutrient Agar yang mengandung Carboxy Methyl Cellulose 1% (CMC 1%) kemudian diskriminasi menggunakan *congo red* 0,1 % untuk menguji potensi selulolitik yang ditandai munculnya zona bening di sekitar koloni. Kelima isolat yang dipilih memiliki indeks aktivitas selulolitik paling besar yaitu isolat 41, 37, 6, 42, 30 yaitu 1.95 mm, 1.65 mm, 1.5 mm, 1.18 mm dan 1.05 mm. Uji secara kuantitatif dengan metode spektrofotometri DNS menunjukkan bahwa aktivitas enzim tertinggi yaitu isolat 41, 37, 6, 42, 30 yaitu 0.392 U/mL, 0.366 U/mL, 0.356 U/mL, 0.360 U/mL dan 0.347 U/mL. Lima isolat memiliki karakteristik bentuk koloni bulat dan berwarna putih serta kelima isolat bakteri termasuk bakteri Gram positif dengan bentuk sel batang.

Kata kunci: Skrining, selulolitik, tandan kosong kelapa sawit.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRINING BAKTERI PENGHASIL SELULASE ASAL TANDAN  
KOSONG KELAPA SAWIT**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

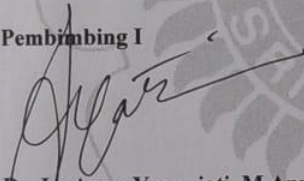
**Tresa Roganda Sibarani**  
05031281722029

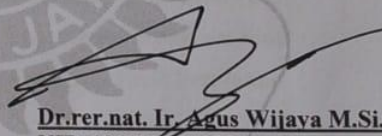
**Indralaya, Februari 2022**

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Anny Yanuriati, M.Appl. Sc.**  
NIP.196801301992032003

  
**Dr.rer.nat. Ir. Agus Wijaya M.Si.**  
NIP. 196808121993021006

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian



**Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.**  
NIP.196412291900110001

Universitas Sriwijaya

Skripsi dengan judul Skrining Bakteri Penghasil Selulase Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit oleh Tresa Roganda Sibarani telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada Januari 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Ir. Anny Yanuriati, M.Appl.Sc.  
NIP. 196801301992032003

Ketua

2. Dr.rer.nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si.  
NIP. 196808121993021006

Anggota

3. Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.  
NIP. 196305101987012001

Anggota

Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian

Indralaya, Februari 2022  
Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian

15 FEB 2022



Dr. Dr. Edward Saleh, M.S.  
NIP. 196208011988031002

Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.  
NIP. 196305101987012001

Universitas Sriwijaya

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tresa Roganda Sibarani

NIM : 05031281722029

Judul : Skrining Bakteri Penghasil Selulase Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Februari 2022



Tresa Roganda Sibarani

Universitas Sriwijaya

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 23 Juli 1999 di Kota Jambi. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Lastoni Sibarani dan Ibu Asmarita Silitonga.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 40 Jambi dinyatakan lulus pada tahun 2011, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 9 Jambi dinyatakan lulus pada tahun 2014 dan sekolah menengah atas di SMAS Nommensen Jambi dinyatakan lulus pada tahun 2017. Sejak Agustus tahun 2017 penulis tercatat sebagai mahasiswi aktif Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Tahun 2020 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Timbangan, kecamatan Inderalaya Utara, kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Tahun akademik 2019/2020 genap penulis sebagai asisten praktikum Satuan Operasi I, pada Tahun akademik 2020/2021 genap penulis sebagai asisten praktikum Satuan Operasi I dan asisten praktikum Higiene Sanitasi dan Keamanan Industri Pangan. Tahun 2019-2020 penulis mengikuti unit kegiatan mahasiswa (UKM) Unsri Mengajar.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa melindungi dan memberikan berkat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Skrining Bakteri Penghasil Selulase Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit” dengan baik.

Penulis mengucapkan terimakasih atas segala bentuk bantuan, bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terimakasih melalui kesempatan ini kepada:

1. Bapak Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian dan Bapak Hermanto. S.TP., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Anny Yanuriati, M.Appl.Sc. selaku pembimbing akademik, pembimbing praktik lapangan dan pembimbing pertama skripsi yang telah memberikan bimbingan, meluangkan waktu, memberikan saran, bantuan, solusi, nasihat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr.rer.nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si. selaku pembimbing kedua skripsi yang telah memberikan bimbingan, meluangkan waktu, memberikan saran, bantuan, solusi, motivasi saat bimbingan, nasihat serta kepercayaan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dan doa kepada penulis.
6. Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P. selaku komisi penguji atas masukan, arahan dan bimbingannya.
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik, memotivasi dan membimbing penulis dalam berbagai hal.
8. Staf administrasi akademik jurusan teknologi pertanian (kak Jhon dan mbak Desy) dan Staf laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian (Mbak Hafisah, Mbak Lisma, Mbak Tika dan Mbak Elsa) dan Staf laboratorium FKIP

Biologi (Kak Budi) atas bantuan dan kemudahan yang diberikan saat proses penelitian.

9. Orang tua penulis Bapak Lastoni Sibarani dan Ibu Asmarita Silitonga, serta saudara penulis kakak-kakakku Melli Sarianta Sibarani dan Yohanna Hammeria Sibarani dan abangku Rilo Natanael Sibarani, yang selalu memberikan doa, semangat, nasihat, materil dan cinta yang tulus kepada penulis.
10. Teman-teman Info Penting Anggi, Bessek, Dini, Ezra, Lutfianes, Naomi, Rihan, Tri Dian yang selalu kompak memberikan “info penting”, memberikan semangat dan bantuan kepada penulis.
11. Teman-teman Sepembimbing Hubertus, Adela, Rifandi, Deiska dan Dwi Ayu atas bantuan dan dukungan kepada penulis.
12. Teman seperjuangan THP 2017 yang selalu kompak memberikan semangat dan saling support yang telah dibagikan kepada penulis.
13. Teman-teman di kost Rumah Cantik terkhusus RC 17 Yohanna, Evitry, Friska serta Kak Purnama’14, Kak Hesti’15, Kak Cindy’15, Kak Fani’15 yang telah memberikan semangat, nasihat, motivasi dan bantuan kepada penulis.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat dituliskan satu-persatu yang telah memberikan segala doa, semangat dan bantuan.

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat berguna sebagai pengalaman yang baik untuk penulis dan menjadi ilmu yang bermanfaat bagi pembaca serta menjadi sumber inspirasi bagi banyak orang serta penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik pembaca sangat diperlukan agar skripsi ini menjadi lebih baik lagi..

Indralaya, Februari 2022



Tresa Roganda Sibarani

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Hipotesis.....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	3
2.2. Selulosa .....	4
2.3. Enzim Selulase.....	5
2.4. Metode Skrining Bakteri .....	6
2.5. <i>Carboxymethyl Cellulose</i> .....	7
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	9
3.1. Tempat dan Waktu .....	9
3.2. Alat dan Bahan.....	9
3.3. Metode Penelitian.....	9
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	10
3.4.1. Persiapan Sumber Isolat.....	10
3.4.2. Pemiakan Bakteri .....	10
3.4.3. Isolasi dan Pemurnian Bakteri Selulolitik.....	10
3.4.4. Skrining Bakteri .....	11
3.5. Parameter.....	12
3.5.1. Identifikasi Makroskopis .....	12
3.5.1.1. Morfologi Isolat Bakteri Selulolitik.....	12
3.5.2. Identifikasi Mikroskopis .....	12
3.5.2.1. Pewarnaan Gram .....	12

3.5.3. Uji Motilitas .....	13
3.5.4. Uji Katalase .....	13
3.5.5. Produksi Enzim .....	13
3.5.6. Pengukuran Aktivitas Enzim Selulase .....	14
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	16
4.1. Identifikasi Mikroskopis .....	16
4.1.1. Skrining Isolat Bakteri Selulolitik .....	16
4.1.2. Morfologi Isolat Bakteri Selulolitik.....	21
4.2. Identifikasi Makroskopis.....	23
4.2.1. Pewarnaan Gram.....	23
4.3. Pengukuran Aktivitas Enzim Selulase dengan Metode DNS .....	24
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	26
5.1. Kesimpulan .....	26
5.2. Saran.....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	27
<b>LAMPIRAN</b> .....	33

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	3
Tabel 4.1. Nilai Indeks Selulolitik .....	18
Tabel 4.2. Karakteristik Isolat Bakteri Selulolitik .....	21
Tabel 4.3. Hasil Uji Pewarnaan Gram .....	23
Tabel 4.4. Aktivitas Enzim pada Sampel .....	25

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	4
Gambar 2.2.1. Rumus Kimia Selulosa .....	5
Gambar 2.2.2. Mekanisme Hidrolisis Selulosa oleh Enzim Selulase .....	6
Gambar 2.3. Rumus Kimia <i>Carboxymethyl Cellulose</i> .....	8
Gambar 4.1. Hasil isolat bakteri selulolitik metode spread plate.....	16
Gambar 4.2. Hasil <i>streak kuadran single</i> koloni.....	17
Gambar 4.3. Zona Bening Isolat Selulolitik .....	19
Gambar 4.4. Lima isolat dengan indeks selulolitik tertinggi .....	20
Gambar 4.5. Uji Motilitas Isolat Selulolitik.....	22
Gambar 4.6. Uji Katalase Isolat Selulolitik .....	23
Gambar 4.7. Pewarnaan Gram Isolat Selulolitik.....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Data diameter koloni dan zona bening isolat bakteri .....	33
Lampiran 2. Contoh perhitungan zona bening positif.....	34
Lampiran 3. Tabel klasifikasi rasio indeks selulolitik .....	34
Lampiran 4. Data pengukuran kurva standar .....	34
Lampiran 5. Grafik kurva standar glukosa.....	34
Lampiran 6. Data nilai absorbansi sampel .....	35
Lampiran 7. Data nilai absorbansi kontrol.....	35
Lampiran 8. Data Perhitungan konsentrasi glukosa.....	35
Lampiran 9. Contoh Perhitungan konsentrasi glukosa .....	36
Lampiran 10. Perhitungan Aktivitas Enzim.....	36
Lampiran 11. Contoh Perhitungan Aktivitas Enzim .....	37
Lampiran 12. Gambar homogenisasi sampel TKKS .....	38
Lampiran 13. Gambar pembiakan bakteri pada media cair Nutrient Broth..	38
Lampiran 14. Gambar pengenceran bakteri .....	38
Lampiran 15. Gambar larutan standar gula reduksi .....	39
Lampiran 16. Gambar pengukuran gula reduksi sampel .....	39

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan perkebunan kelapa sawit terluas di dunia. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack.) hingga saat ini masih menjadi salah satu komoditas perkebunan di Indonesia yang menyumbangkan devisa terbesar. Tingginya nilai produksi minyak kelapa sawit akan menyebabkan peningkatan limbah hasil pengolahan kelapa sawit. Beberapa jenis limbah padat yang dihasilkan pabrik pengolahan kelapa sawit yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS), sabut dan cangkang kelapa sawit (Gaol *et al.*, 2013).

Tandan kosong kelapa sawit dianggap sebagai limbah terbesar dari pabrik pengolahan kelapa sawit. Proses pengolahan 1 ton tandan buah segar (TBS) akan menghasilkan sebanyak 22-23% tandan kosong kelapa sawit. Limbah tandan kosong kelapa sawit belum dimanfaatkan secara baik oleh sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) karena pengolahan limbahnya membutuhkan biaya dan waktu yang cukup lama. Tandan kosong kelapa sawit secara alami dapat terurai dengan bantuan bakteri, jamur dan kapang, lama proses penguraian secara alami memerlukan waktu berkisar 6-12 bulan (Nasruddin, 2012).

Tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa 33,25%, lignin 25,83% dan hemiselulosa 23,24%. Selulosa sebagai komponen terbesar dalam limbah tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi substrat bagi pertumbuhan bakteri selulolitik untuk memproduksi enzim selulase dengan memutus ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik sehingga terjadi pemecahan selulosa menjadi rantai selulosa yang lebih pendek sampai akhirnya menjadi monomer glukosa (Idiawati *et al.*, 2014).

Bakteri selulolitik sangat potensial sebagai mikroba pendegradasi selulosa karena memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dibanding kelompok mikroba lainnya, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk produksi enzim selulase lebih singkat. Enzim memiliki aplikasi luas dan sangat potensial digunakan dalam berbagai industri seperti industri pangan, industri kesehatan dan industri penguraian limbah pertanian (Yusnia *et al.*, 2019).



Bakteri selulolitik di alam terdapat pada unsur-unsur organik di dalam tanah, tanaman yang telah melapuk dan hewan yang telah mati (Yusnia *et al.*, 2019). Bakteri yang memiliki kemampuan selulolitik yaitu *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* dan *Cellulomonas* (Anand *et al.*, 2010). Rupaedah *et al* (2019) berhasil menskrining mikroorganisme asal tandan kosong kelapa sawit dimana isolat bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi lignin yaitu genus *Bacillus* sedangkan isolat jamur yang mampu mendegradasi lignin yaitu genus *Rhizopus* dan *Aspergillus*. Utami (2017) berhasil menskrining bakteri dari tandan kosong kelapa sawit dimana isolat bakteri yang berpotensi untuk mengurai TKKS diantaranya genus *Clostridium*, *Streptomyces*, *Staphylococcus* dan *Bacillus*. Oleh karena itu, skrining bakteri selulolitik berpotensi dapat mendegradasi selulosa asal tandan kosong kelapa sawit.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. mengisolasi bakteri yang berpotensi dapat mendegradasi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit.
2. mengetahui karakteristik bakteri yang berpotensi menghasilkan enzim selulase.

## **1.3. Hipotesis**

Diduga:

1. tandan kosong kelapa sawit berpotensi sebagai sumber bakteri selulolitik.
2. bakteri selulolitik asal tandan kosong kelapa sawit berpotensi menghasilkan enzim selulase.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M.Z., Manchulur, M.A. and Anwar, M.N. 2004. Isolation Purification, Characterization of Cellulolytic Enzim Producer by the Isolate *Streptomyces omiyaensis*. *Perkist Journal Biology Scientific*, 7(10), 1647-1653.
- Anand, A.A.P., Vennison, S.J., Sankar, S.G.S., Prabhu, I.G., Vasana, P.T., Raghuraman, T., Geoffrey, C.J. and Vendan, S.E. 2010. Isolation and Characterization of Bacteria from the Gut Of *Bombyx Mori* that Degrade Cellulose, Xylan, Pectin and Starch and Their Impact on Digestion. *J.Insect Science*. 10(107), 1-20.
- Apriani, K., Haryani, Y. dan Kartika, G. 2014. Produksi dan Uji Aktivitas Selulase dari Isolat Bakteri Selulolitik Sungai Indragiri. *JOM FMIPA*, 1(2), 261-267.
- Apun, K., Jong, B.C. dan Salleh, M.A. 2000. Screening and Isolation of A Cellulolytic and Amylolytic *Bacillus* from Sago Pith Waste. *Journal of Gen Appl. Microbiology*, 4(6), 263-267.
- Azizah, S.A., Muzakhar, K. dan Arimurti, S. 2014. Skrining Bakteri Selulolitik Asal *Vermicomposting* Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Berkala Sainstek*, 2(1), 26-30.
- Badan Pengelola Dana Perkebunan Sawit. 2020. Tankos Sawit Bahan Bakar Alternatif untuk Rumah Tangga [online]. <https://www.bpdp.or.id/tankos-sawit-bahan-bakar-alternatif-untuk-rumah-tangga> [Diakses pada 18 Oktober 2020].
- Baharuddin, A. Z., Razak, M. N., Hock, L. S. dan Ahmad, M. N. 2010. Isolasi and Characterization of Thermophilic Cellulase-Producing Bacteria from Empty Bunches-Palm Oil Mill Effluent Compost. *Journal of Applied Science*. Vol.7(1), 56-62.
- Cappoccino, J.G. dan Sherman, N. 2017. *Microbiology: A Laboratory Manual*, New York: The Benjamin Cumm.
- Chasanah, E., Dini, I. R. dan Mubarik, N. R. 2013. Karakterisasi Enzim Selulase PMP 0126Y dari Limbah Pengolahan Agar. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(2), 103-114.
- Choi, Y.W., Hodgkiss, I.J. dan Hyde, K.D. 2005. Enzyme Production by Endophytes of *Brucea javanica*. *J Agric Tech*. 1, 55-56.

- Deviani, S., Haryani, Y. dan Jose, C. 2014. Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Selulolitik dari Air Muara Daerah Aliran Sungai Siak Wilayah Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA*, 1(2), 78-87.
- Dewanti, D.P. 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81-87.
- Enny, K.A., Margareta, N.E. dan Vissi, W.H. 2010. Konstanta Kecepatan Reaksi sebagai Fungsi Suhu pada Hidrolisa Selulosa dari Ampas Tebu dengan Katalisator Asam Sulfat. *Jurnal Ekuilibrium*, 9(1), 1-4.
- Fitri, L. dan Yasmin, Y. 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(2), 20-25.
- Gaol, M.R.L.L., Sitorus, R., Yanthi, S., Surya, I. dan Manurung, R. 2013. Pembuatan Selulosa Asetat dari  $\alpha$ -Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), 33-39.
- Harahap, R.T., Sabrina, T. dan Marbun, P. 2015. Penggunaan beberapa Sumber dan Dosis Aktivator Organik untuk Meningkatkan Laju Dekomposisi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3), 581-589.
- Hasibuan, M.A., Restuhadi, F. dan Rossi, E. 2017. Uji Aktivitas Enzim Selulolitik dari Bekicot (*Achatina Fulica*) pada beberapa Substrat Limbah Pertanian. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 4(1), 1-12.
- Hasibuan, Z.H., Sabrina, T. dan Sembiring, M. 2012. Potensi Bakteri *Azotobacter* dan Hijauan *Mucuna Bracteata* dalam Meningkatkan Hara Nitrogen Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(1), 237-253.
- Idiawati, N., Harfinda, E.M. dan Arianie, L. 2014. Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* pada Ampas Sagu. *Jurnal Natur Indonesia*, 16(1), 1-9.
- Irvan., Trisaksi, B., Hasbi, C.N. dan Widiarti, E. 2013. Pengomposan Sekam Padi Menggunakan *Slurry* dari Fermentasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(4), 6-7.

- Istiqomah, L. 2015. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat Penghasil Fitase dari Saluran Pencernaan Unggas serta Karakteristik Fitasenya. *Tesis*. Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Jennifer, V. dan Thiruneelakandan, G. 2015. Enzymatic Activity of Marine *Lactobacillus* Species from South East Coast of India. *IJSET*, 2(1), 542-546.
- Meryandini, A., Widosari, W., Maranatha, B., Sunarti, T.C., Rachmania, N. dan Satria, H. 2009. Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *Jurnal Makara Sains*, 1(13), 33-38.
- Mulyadi, I. 2019. Isolasi dan Karakteristik Selulosa:Review. *Jurnal Saintika Unpam*, 1(2), 177-182.
- Murtiyaningsih, H. dan Hazmi, M. 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Jurnal Agritrop*, 15(2), 294-308.
- Nababan, M., Gunam, I.B.W. dan Wijaya, I.M.M. 2019. Produksi Enzim Selulase Kasar dari Bakteri Selulolitik. *Jurnal Rakayasa dan Manajemen Agroindustri*, 2(7), 190-199.
- Nasruddin. 2012. Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dilanjutkan dengan Hidrolisis Bertahap untuk Menghasilkan Glukosa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 23(1), 1-11.
- Pelczar, M.J. dan Chan, E.C.S. 2008. Dasar-dasar Mikrobiologi. Jakarta. UI Press.
- Putri, A.L.O. dan Kusdiyantini, E. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Pangan Fermentasi Berbasis Ikan Inasua yang Diperjualbelikan di Maluku-Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 6-12.
- Razie, F., Iswandi, A., Sutandi, A., Gunarto, L. dan Sugiyanta. 2011. Aktivitas Enzim Selulase Mikroba Diisolasi dari Jerami Padi di Persawahan Pasang Surut di Kalimantan Selatan. *Jurnal Tanah Lingkungan*, 13(2), 43-48.
- Rismawati, Y., Bahri, S. dan Prismawiryanti. 2016. Produksi Glukosa dari Jerami Padi (*Oryza sativa*) Menggunakan Jamur *Trichoderma* sp. *Jurnal Kovalen*, 2(2), 67-76.

- Rostinawati, T. dan Lestari, H.S. 2018. Skrining Bakteri Penghasil Enzim  $\beta$ -Siklodekstrin Glukosil Transferase ( $\beta$ -CGTase) dari Tanah Jatinangor. *Jurnal Farmasi, Sains dan Kesehatan*, 293), 1-8.
- Rupaedah, B., Purwoko, D., Saffarida, A., Tjuddin, T., Wahid, A., Sugianto, M., Sujai, I. dan Suyono, A. 2019. Skrining dan Identifikasi Mikroba Lignolitik pada Pengomposan Alami Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 6(1), 139-146.
- Saropah, D.A., Jannah, A. dan Maunatin, A. 2012. Kinetika Reaksi Enzimatis Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Bekatul. *Jurnal Alchemy*, 2(1), 34-45.
- Setyati, W.A., Habibi, A.S., Subagiyo., Ridlo, A., Nirwani, S. dan Pramersti, R. 2016. Skrining dan Seleksi Bakteri Symbion Spons Penghasil Enzim Ekstraseluler sebagai Agen Bioremediasi Bahan Organik dan Biokontrol Vibriosis pada Budidaya Udang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 19(1), 11-20.
- Syamsudin, S., Purwati. dan Taufik, A.R. 2008. Efektivitas Aplikasi Enzim dalam Sistem Lumpur Aktif pada Pengolahan Limbah Pulp dan Kertas. *Berita Selulosa*, 43(2), 83- 92.
- Utami, R.E. 2017. Skrining Bakteri dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang berasal dari PT. Sungai Bahar Pasifik Utama Maro Sebo Kabupaten Muaro Jambi sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Biologi. Skripsi: Universitas Jambi.
- Yogyaswari, S.A., Rukmi, M.I. dan Raharjo, B. 2016. Ekplorasi Bakteri Selulolitik dari Cairan Rumen Sapi Peranakan *Fries Holland (Pfh)* dan *Limousine* Peranakan *Ongole* (Limpo). *Jurnal Biologi*, 5(4), 70-80.
- Yusnia, E.D., Gunam, I.B.W. dan Antara, N.S. 2019. Isolasi dan Skrining Bakteri Selulolitik dari Beberapa Tanah Hutan di Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 11-20.
- Zhang, Y., Himmel, M. and Mielenz, J. 2006. Outlook for Cellulase Improvement: Screening and Selection Strategies. *Biotechnology advances*, 24(5), 452-481.