

# **SKRIPSI**

## **ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL SELULASE DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN METODE ZONA BENING**

### ***ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF CELLULASE-PRODUCING BACTERIA FROM EMPTY FRUIT BUNCHES OF PALM OIL USING THE CLEAR ZONE METHOD***



**Febry Heriyanti**

**05031281823027**

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

# **SKRIPSI**

## **ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL SELULASE DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN METODE ZONA BENING**

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



**Febry Heriyanti**

**05031281823027**

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

## SUMMARY

**FEBRY HERIYANTI.** *Isolation and Characterization of Cellulase-Producing Bacteria from Empty Fruit Bunches of Palm Oil Using The Clear Zone Method* (Supervised by **ANNY YANURIATI**).

Oil palm empty fruit bunches (OPEFB) contain high enough cellulose, which is around 49.95%. This study aims to isolate cellulolytic bacteria from oil palm empty fruit bunches and to screen bacteria that have the potential to produce extracellular cellulase using the clear zone method. This research used descriptive explorative and quantitative research methods. The results of the data obtained are presented in tabular form and discussed descriptively. Parameters observed included morphological observations of cellulolytic bacteria isolates, catalase test, motility test, H<sub>2</sub>S test and Gram staining. This study used selective media Carboxy Methyl Cellulose Bacto Agar 1% (CMC Bacto agar 1%) for bacterial isolation and continued with bacterial screening using 0.1% congo red solution.

The results of the study obtained 20 isolates of cellulolytic bacteria and five isolates were selected which had the highest cellulolytic index (IS) value. The cellulolytic index was obtained from the clear zone formed on CMC media. Two bacterial isolates came from the bottom of the OPEFB pile as high as 4 meters in plantations around the factory with IS values of 8.92 and 3.29 at 10<sup>-6</sup> dilution. The other two isolates came from the bottom of the OPEFB pile 4 meters high at the factory site at dilutions 10<sup>-6</sup> and 10<sup>-7</sup> with IS values of 5.27 and 3.35 respectively. Meanwhile, one other isolate at 10<sup>-7</sup> dilution with an IS value of 4.02 was found in the middle of the OPEFB pile at the location of the oil palm plantations around the factory. The five selected bacterial isolates dominantly had a round shape but there was one isolate that had an irregular shape. Most of the bacterial isolates were white except for the isolate samples at dilution 10<sup>-6</sup> which were yellow in color obtained at the bottom of the OPEFB pile from the location around the factory. Based on the results of Gram staining, it showed the presence of Gram positive bacteria, except for isolation from the bottom of the OPEFB pile at the factory site at dilutions 10<sup>-6</sup> and 10<sup>-7</sup> which showed Gram negative with bacilli shaped cells. While the isolate samples from the middle and bottom of the OPEFB pile at the oil palm plantation site around the factory was in the form of a coccus.

**Keywords:** Isolation, Characterization, Bacteria, Cellulolytic, Empty Fruit Bunches of Palm Oil

## RINGKASAN

**FEBRY HERIYANTI.** Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Selulase dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Zona Bening (Dibimbing oleh **ANNY YANURIATI**).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mengandung selulosa yang cukup tinggi sekitar 49,95%. Penelitian ini bertujuan mengisolasi bakteri selulolitik dari tandan kosong kelapa sawit dan mengskrinng awal bakteri yang berpotensi sebagai penghasil selulase ekstraselular dengan metode zona bening. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif eksploratif dan kuantitatif. Hasil data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan dibahas secara deskriptif. Parameter yang diamati meliputi pengamatan morfologi isolat bakteri selulolitik, uji katalase, uji motilitas, uji H<sub>2</sub>S dan pewarnaan Gram. Penelitian ini menggunakan media selektif *Carboxy Methyl Cellulose Bacto* Agar 1% (CMC *Bacto* agar 1%) untuk isolasi bakteri dan dilanjutkan dengan skrining bakteri menggunakan larutan *congo red* 0,1%.

Hasil penelitian didapatkan 20 isolat bakteri selulolitik dan dipilih lima isolat yang memiliki nilai indeks selulolitik (IS) tertinggi. Indeks selulolitik didapatkan dari zona bening yang terbentuk pada media CMC. Dua isolat bakteri berasal dari bagian bawah tumpukan TKKS setinggi 4 meter di perkebunan sekitar pabrik dengan nilai IS 8,92 dan 3,29 pada pengenceran 10<sup>-6</sup>. Dua isolat lain berasal dari bagian bawah tumpukan TKKS setinggi 4 meter di lokasi pabrik pada pengenceran 10<sup>-6</sup> dan 10<sup>-7</sup> dengan nilai IS secara berurut 5,27 dan 3,35. Sedangkan satu isolat lainnya pada pengenceran 10<sup>-7</sup> dengan nilai IS 4,02 didapatkan di bagian tengah tumpukan TKKS pada lokasi perkebunan sawit sekitar pabrik. Kelima isolat bakteri yang terpilih tersebut dominan memiliki bentuk bulat namun terdapat satu isolat yang berbentuk tidak beraturan. Sebagian besar isolat berwarna putih kecuali sampel isolat bakteri pada pengenceran 10<sup>-6</sup> yang berwarna kuning didapatkan di bagian bawah tumpukan TKKS dari lokasi sekitar pabrik. Berdasarkan hasil pewarnaan Gram menunjukkan bakteri Gram positif kecuali isolat dari bagian bawah tumpukan TKKS di lokasi pabrik pada pengenceran 10<sup>-6</sup> dan 10<sup>-7</sup> menunjukkan Gram negatif dengan sel berbentuk bacil. Sedangkan sampel isolat dari bagian tengah dan bagian bawah tumpukan TKKS di lokasi perkebunan sawit sekitar pabrik berbentuk coccus.

**Kata kunci:** Isolasi, Karakterisasi, Bakteri, Selulolitik, Tandan Kosong Kelapa Sawit

## LEMBAR PENGESAHAN

### ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL SELULASE DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN METODE ZONA BENING

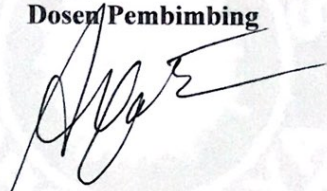
#### SKRIPSI

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

Oleh:

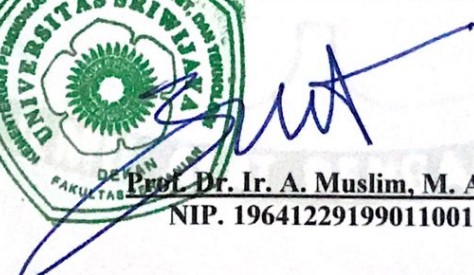
**Febry Heriyanti**  
05031281823027

Indralaya, Desember 2022  
Dosen/Pembimbing

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

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Pertanian



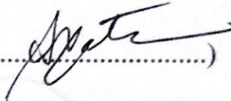
  
**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.**  
NIP. 19641229199011001

Skripsi dengan judul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Selulase dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Zona Bening” oleh Febry Heriyanti telah dipertahankan dihadapan komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 November 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

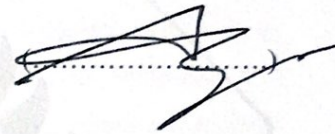
1. Dr. Ir. Anny Yanuriati, M.Appl.Sc.  
NIP. 196801301992032003

Pembimbing

(.....)

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

Penguji

(.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian

Indralaya, Desember 2022  
Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.  
NIP. 197506102002121002

Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.  
NIP : 197506102002121002

Universitas Sriwijaya

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febry Heriyanti

NIM : 05031281823027

Judul : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Selulase dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Zona Bening

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, Desember 2022



Febry Heriyanti

## **RIWAYAT HIDUP**

**FEBRY HERIYANTI.** Lahir di kota Mukomuko provinsi Bengkulu pada tanggal 21 Februari 2000. Penulis adalah anak ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Herik Junaidi dan Ibu Nurhidayati.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis, yaitu pendidikan SD Negeri 04 Mukomuko selama 6 tahun dinyatakan lulus pada tahun 2012. Pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 14 Mukomuko selama 3 tahun dan dinyatakan lulus pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 01 Mukomuko selama 3 tahun dan dinyatakan lulus pada tahun 2018. Sejak bulan Agustus 2018 penulis tercatat sebagai mahasiswa aktif pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Kegiatan penulis selain sebagai mahasiswa aktif adalah sebagai asisten praktikum Pengantar Teknologi Pertanian dan mengikuti organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Peduli Pangan Indonesia (HMPPI) dan organisasi BEM KM FP Unsri terhitung sejak 2020 hingga 2021. Tahun 2021 hingga 2023 penulis sebagai asisten ilmu gizi dan asisten mikrobiologi dasar. Pada 27 Juli 2021 penulis telah menyelesaikan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Tanah Abang Jaya, Kab. Penuk Abab Lematang Ilir, Sumatera Selatan. Penulis juga telah menyelesaikan kegiatan praktik lapangan di PT. CassiaCo-op, Sungai Penuh, Jambi pada 18 November 2021. Selain itu pada Tahun 2021 penulis dan tim masuk 10 besar Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Skema PKM-K tingkat Fakultas Pertanian. Tahun 2021 penulis dan tim juga meraih pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Skema PKMRE yang diselenggarakan oleh Ristekdikti. Kemudian Tahun 2022 penulis bersama tim meraih silver medal di kompetisi keilmiah Asean Innovative Science Enviromental and Entrepreneur Fair (AISEEF) yang diselenggarakan oleh Indonesian Young Scientist Association (IYSA) dan bekerjasama dengan Diponegoro University.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Selulase dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Zona Bening”** Skripsi ini merupakan Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terimakasih atas segala bentuk bantuan, bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak yang telah membimbing penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. 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 skripsi yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, nasihat, solusi, motivasi, bantuan, kepercayaan, semangat serta doa kepada penulis.
5. Bapak Dr. rer. nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si. selaku dosen pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah memberikan masukan, saran serta bimbingan kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik, membagi ilmu dan memberikan motivasi kepada penulis.
7. Staf Administrasi akademik Jurusan Teknologi Pertanian (Kak Jhon dan Mba Desi) dan Staf Laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian (Mba Hafsah, Mba Elsa, Mba Lisma dan Mba Tika) atas semua bantuan, dukungan serta arahan yang diberikan.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Herik Junaidi dan Ibu Nurhidayati serta kedua kakak penulis Agustiawan Efriansyah dan Siti Fadilah H. yang selalu mendo'akan, memberikan nasihat, semangat serta motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan penelitian.

9. Keluarga besar yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terimakasih atas do'a, nasihat dan semangat yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
10. Teman satu pembimbing sekaligus satu perjuangan penelitian Septika Indiani, Wiji Lestari, Mario Andino dan Utari Putri serta kakak tingkatku Kak Tresa Roganda, S.TP., Deiska Centrilisyana, S.TP., Hubertus Judea Enggardi, S.TP., Refianti Intan Lestari, S.TP. dan Rifandi Ahmad Saltana Tarigan yang telah banyak membantu dalam hal apapun dan memberikan semangat.
11. Teman seperjuangan Framida, Rantika Aprilia, Riska Debi Yora, Maya Ansita, Tyas Dwi Wijayanti, Ramadhanie Fitra Pangesti, Vidya Salwa, Derisa Rosalia, Feren Hania, Sekar Larasati dan Onegoals yang sudah banyak membantu penulis menyelesaikan perkuliahan dan penelitian.
12. Febrian Rachmanda Putra, Chindy Oktasari, Suci Rahayu, Ella Dewi Sari dan Fitriya Shalehati yang selalu menguatkan dalam keadaan apapun, terima kasih atas perhatian, dan semangatnya. Semoga diberi kesehatan dan kesuksesan. Aamiin.
13. Teman satu angkatan THP 2018 Indralaya dan Palembang terima kasih atas bantuan, semangat, canda tawa serta doanya yang selalu menyertai.
14. Adek-adek tingkatku, Heni, Nyayu, Monica, Indah serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu terimakasih telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan sampai penulis menyelesaikan skripsi.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya dalam pengembangan ilmu. Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini terdapat banyak kekurangan, untuk kritik dan sarannya penulis menerima dengan senang hati.

Indralaya, Desember 2022

Febry Heriyanti

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Hipotesis .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Enzim Selulase .....	4
2.2. Zona Bening ( <i>Clear Zone</i> ) .....	4
2.3. Selulosa .....	5
2.4. Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	8
2.5. <i>Carboxymethyl Cellulose</i> .....	9
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	11
3.1. Tempat dan Waktu .....	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian.....	11
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	12
3.4.1. Persiapan Sumber Isolat.....	12
3.4.2. Pembuatan Media <i>Carboxymethyl Cellulose</i> .....	12
3.4.3. Isolasi Bakteri Selulolitik.....	13
3.4.4. Pemurnian Isolat .....	13
3.4.5. Skrining Bakteri Selulolitik .....	14
3.5. Parameter.....	14
3.5.1. Identifikasi Makroskopis .....	14
3.5.1.1. Morfologi Isolat Bakteri Selulolitik.....	14
3.5.1.2. Uji Katalase .....	15

**Halaman**

3.5.1.3. Uji Motilitas .....	15
3.5.1.4. Uji H <sub>2</sub> S .....	16
3.5.2. Identifikasi Mikroskopis .....	17
3.5.2.1. Pewarnaan Gram .....	17
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	18
4.1. Isolasi Bakteri Selulolitik .....	18
4.2. Pengukuran Indeks Selulolitik .....	19
4.3. Identifikasi Makroskopis .....	24
4.3.1. Morfologi Isolat Bakteri Selulolitik .....	24
4.3.2. Uji Katalase .....	25
4.3.3. Uji Motilitas .....	25
4.3.4. Uji H <sub>2</sub> S .....	26
4.4. Identifikasi Makroskopis .....	27
4.4.1. Pewarnaan Gram .....	27
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	30
5.1. Kesimpulan .....	30
5.2. Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
<b>LAMPIRAN</b> .....	39

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1. Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	8
4.1. Jumlah Koloni Tunggal Berdasarkan Tingkat Pengenceran .....	19
4.2. Indeks Selulolitik Rerata .....	21
4.3. Karakteristik Makroskopis Isolat Bakteri Selulolitik.....	24
4.4. Hasil Pengamatan Pewarnaan Gram .....	28

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1. Struktur Lignoselulase .....	6
2.2. Rumus Kimia Selulosa.....	7
2.3. Mekanisme Hidrolisis Selulosa oleh Enzim Selulase .....	7
2.4. Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	9
2.5. Rumus Kimia <i>Carboxymethyl Cellulose</i> .....	10
4.1. Diagram Indeks Selulolitik Lima Isolat Bakteri Terpilih .....	23
4.2. Hasil Uji Katalase Isolat Selulolitik.....	25
4.3. Hasil Uji Motilitas Menggunakan Media SIM .....	26
4.4. Hasil Uji H <sub>2</sub> S Menggunakan Media TSIA.....	27
4.5. Hasil Uji Pewarnaan Gram .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
1. Data Nilai Diameter Zona Bening dan Diameter Koloni.....	40
2. Contoh Perhitungan Indeks Selulolitik .....	41
3. Gambar Homogenisasi Sampel TKKS.....	41
4. Gambar Larutan <i>Buffer</i> 0,5% NaCl.....	41
5. Gambar Proses Persiapan Sterilisasi Alat. ....	41
6. Gambar Persiapan Pembuatan Media CMC <i>Bacto</i> Agar 1% .....	42
7. Gambar Pemanasan Media CMC di <i>Hotplate</i> .....	42
8. Gambar Proses Inkubasi Isolat Bakteri .....	42
9. Hasil Isolasi Bakteri dengan Metode <i>Spread Plate</i> .....	43
10. Hasil <i>Streak Kuadran</i> 84 Isolat Murni .....	44
11. Zona Bening pada 20 Isolat Bakteri Selulolitik .....	48
12. Lima Isolat Bakteri dengan Indeks Selulolitik Tertinggi.....	49

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Enzim selulase di masa sekarang cukup berperan besar khususnya di bidang perindustrian dan pertanian. Penggunaan selulase di bidang industri biasanya untuk memproduksi glukosa yang erat hubungannya dengan industri alkohol, sirup glukosa, sirup fruktosa dan dekstrosa (Indrawati dan Djajasupena, 2005). Sedangkan pada bidang pertanian, selulosa dibantu dengan mikroba penghasilnya untuk mendegradasi limbah pertanian berupa biomassa tanaman yang mengandung selulosa. Berbagai tahapan yang telah dilalui dan proses biotransformasi bahan ini nantinya dapat menghasilkan pakan ternak, biogas, bioetanol dan pupuk organik (Mtui, 2009). Selulase dalam bidang pangan memiliki peranan penting dalam pembuatan bir dan *wine* (Sher *et al.*, 2017). Selain itu, penambahan selulase dapat dimanfaatkan untuk hidrolisis enzimatik kopi sangrai, menghilangkan serat dan mempermudah proses penyaringan jus, serta mengurangi viskositas dan kekeruhan pada jus jeruk (Ejaz *et al.*, 2021). Sumber enzim selulase dapat diperoleh dari hasil produksi fungi, bakteri dan ruminansia. Produksi enzim secara komersial biasanya menggunakan fungi atau bakteri (Hartati, 2012).

Pada saat ini penggunaan enzim terus meningkat hingga mencapai 10-15% setiap tahunnya (Mufarrikha *et al.*, 2014). Masalah utama dalam penggunaan enzim murni adalah enzim memiliki harga yang mahal. Dalam suatu studi menerangkan bahwa selulosa yang diproduksi tanpa adanya hemiselulosa dan lignin memiliki harga sebesar 55 US\$/mg sedangkan untuk harga enzim selulase sebesar 2665 US\$/mg (Howard *et al.*, 2003). Isolasi enzim selulase dari bahan yang ada di sekitar kita dapat menjadi salah satu solusi dari masalah tersebut (Solahuddin *et al.*, 2021).

Indonesia merupakan negara pengekspor kelapa sawit terbesar di dunia. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack.) memiliki potensi ekonomi yang sangat besar dan banyak diminati oleh pengusaha perkebunan di seluruh dunia. Luas areal perkebunan kelapa sawit pada tahun 2018 diperkirakan mencapai 14.326.350



Ha dan pada tahun 2019-2020 luas areal perkebunan kelapa sawit diperkirakan meningkat dengan laju pertumbuhan sekitar 2,3% (Ditjenbun, 2019). Luas lahan dan jumlah produksi kelapa sawit yang semakin meningkat mengakibatkan jumlah limbah yang dihasilkan juga semakin banyak (Susilawati dan Supijatno, 2015). Produk utama dari hasil pengolahan kelapa sawit berupa *Crude Palm Oil* (CPO), *Palm Kernel Oil* (PKO) dan *Palm Kernel* (PK) (Ilmannafian *et al.*, 2020). Sedangkan produk sampingannya berupa limbah cair, limbah padat dan polutan udara (Ilmannafian *et al.*, 2020).

Tandan kosong merupakan limbah padat hasil pengolahan tandan buah segar kelapa sawit dengan volume terbesar. Limbah tersebut berasal dari proses perontokan buah setelah proses sterilisasi buah (Sarwono, 2008). Proses pengolahan kelapa sawit sebanyak 1 ton dapat menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong sebanyak 23%, limbah cangkang sawit sebanyak 6.5%, limbah serabut sebanyak 13%, serta menghasilkan limbah cair sebanyak 50% (Aini *et al.*, 2021).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) memiliki kandungan selulosa 45.95%, hemiselulosa 16.49%, dan lignin 22.84% (Murdani, 2017). TKKS pada saat ini sudah dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler* maupun kompos sebanyak 10% dari total TKKS, sedangkan sisanya masih menjadi limbah (Dewanti, 2018). Pemanfaatan limbah TKKS pada saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, karena memerlukan waktu yang cukup lama sekitar 2-3 bulan untuk proses dekomposisi. Selulosa sangat sulit terdegradasi karena berbentuk kristal dan tidak larut dalam air (Bassil *et al.*, 2015).

Bakteri selulolitik merupakan salah satu mikroorganisme yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa karena bakteri tersebut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan kelompok mikroba lainnya, sehingga untuk memproduksi enzim selulase tidak membutuhkan waktu yang lama (Yusnia *et al.*, 2019). Beberapa genus bakteri yang memiliki kemampuan selulolitik adalah *Achromobacter*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Enterobacteri*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Sporocytophaga*, *Vibrio* dan lain-lain (Anand, 2010). Mikroorganisme tersebut dapat mendegradasi selulosa, menghasilkan enzim dan menghidrolisis ikatan (1,4)- $\beta$ -D glukosa pada selulosa (Murtiyaningsih dan Hazmi, 2017).

Bakteri selulolitik di alam dapat ditemukan pada unsur-unsur organik di dalam tanah, hewan yang telah mati dan tanaman yang melapuk. Karakteristik tanah yang terdapat serasah (daun, ranting, bunga dan buah yang gugur) didalamnya banyak terdapat bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik memiliki laju pertumbuhan yang cepat, variabilitas habitat yang mendukung dan kompleksitas enzim (Yusnia *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian Azizah *et al.* (2014), skrining bakteri selulolitik dari *Vermicomposting* tandan kosong kelapa sawit yang dilakukannya berhasil menghasilkan sebanyak 51 isolat bakteri dan 21 isolat bakteri yang memiliki indeks aktivitas selulolitik tertinggi. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan potensi TKKS yang tinggi kandungan selulosa sebagai penghasil enzim selulase melalui proses isolasi bakteri selulolitik dengan menggunakan metode zona bening.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengisolasi bakteri selulolitik dari tandan kosong kelapa sawit.
2. Mengskrining awal bakteri yang berpotensi sebagai penghasil selulase ekstraselular dengan metode zona bening.

## **1.3. Hipotesis**

Diduga:

1. Tandan kosong kelapa sawit diduga berpotensi sebagai sumber bakteri selulolitik penghasil selulase.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, D.N., Hanifa, Mulfa, D.S. dan Linda, T. M. 2021. Pengaruh Bioaktivator Selulolitik untuk Mempercepat Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(1), 1-7.
- Alam, M.Z., Manchulur, M.A. and Anwar, M.N. 2004. Isolation Purification, Characterization of Cellulolytic Enzim Producer by the Isolate *Streptomyces omiyaensis*. *Pak. J. Biol. Sci.*, 7(10), 1647-1653.
- Anand, A.A.P., Vennison, S.J., Sankar, S.G.S., Prabhu, I.G., Vasam, 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 Sci.*, 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. and Salleh, M.A. 2000. Screening and Isolation of a Cellulolytic and Amylolytic *Bacillus* from Sago Pith Waste. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 46, 263-267.
- Arifin, Z., Gunam, I.B.W., Antara, N.S. dan Setiyo, Y. 2019. Isolasi Bakteri Selulolitik Pendegradasi Selulosa dari Kompos. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 30-37.
- 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.
- Baharuddin, A.S., Razak, M.N.A., Hock, L.S. dan Ahmad, M.N. 2010. Isolation and Characterization of Thermophilic Cellulase Producing Bacteria from Empty Fruit Bunches-Palm Oil Mill Effluent Compost. *Am. J. Appl. Sci.*, 7(1), 56-62.
- Bassil, N., Bewsher, A., Thompson, O.R. and Lloyd, J.R. 2015. Microbial Degradation of Cellulosic Material Under Intermediate Level Waste Simulated Conditions. *Mineral. Mag.*, 79(6), 1433-1441.
- Biswas, S., Saber, A., Tripty, I.A., Karim, A., Islam, A., Hasan, S., Alam, A.S.M.R.U., Jahid, I.K. dan Hasan, N. 2020. Molecular Characterization of

- Cellulolytic (Endo- and Exoglucanase) Bacteria from the Largest Mangrove Forest (Sundarbans), Bangladesh. *Ann. Microbiol.*, 70(68), 1-11.
- Budi, K.L., Wijanarka, dan Kusdiyantini, E. 2018. Aktivitas Enzym Selulase yang dihasilkan oleh Bakteri *Serratia marcescens* pada Substrat Jerami. *Jurnal Biologi*, 7(1), 35-42.
- Choi, Y.W., Hodgkiss, I.J. and Hyde, K.D. 2005. Enzyme Production by Endophytes of *Brucea javanica*. *J. Agri Tech.*, 1, 55-66.
- Daning, D.R.A. dan Karunia, A.D. 2018. Teknologi Fermentasi Menggunakan Kapang *Trichoderma sp* untuk Meningkatkan Kualitas Nutrisi Kulit Kopi sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Jurnal Agriekstensia*, 17(1), 70-76.
- Dar, M.A., Pawar, K.D., Jadhav, J.P. and Pandit, R.S. 2015. Isolation of Cellulolytic Bacteria from the Gastro-intestinal Tract of *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) and their Evaluation for Cellulose Biodegradation. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 98, 73-80.
- Dewanti, D.P. 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81-88.
- Dini, I.R., Wawan, Hapsoh, and Sriwahyuni. 2018. Isolation and Identification of Cellulolytic and Lignolytic Bacteria from the Gut *Oryctes rhinoceros* L. Larvae Decomposition of Oil Palm Empty Fruit Bunches. *Indones. J. Agric. Res.*, 1(2), 193-203.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2019. *Statistik Perkebunan Indonesia: Tree Crop Estate Statistics of Indonesia 2018-2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Ejaz, U., Sohail, M. and Ghanemi, A. 2021. Cellulases: from Bioactivity to a Variety of Industrial Applications. *J. Biomimetics*, 6(44), 1-11.
- Erwinsyah dan Afriani, A. 2014. Tandan Kosong Kelapa Sawit: Karakteristik dan Potensinya sebagai Bahan Baku Pulp. *Seminar Teknologi Pulp dan Kertas*, Bandung: 22 Oktober 2014. Hal. 23-32.
- Fahrudin, Haedar, N. dan Tuwo, M. 2020. Potensi Bakteri dari Limbah Kotoran Ternak dalam Mendegradasi Selulosa. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 11(1), 16-20.

- 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*, 2(3), 33-39.
- Hajna, A.A. 1945. Triple-Sugar Iron Agar Medium for the Identification of the Intestinal Group of Bacteria. *J. Bacteriol.*, 49, 516.
- Hartati, I. 2012. Pemurnian Enzim Selulase dari Rumen Sapi Menggunakan Teknologi Expanded Bed Adsorption. *Jurnal Fakultas Teknik*, 13(1), 43-51.
- 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.
- Hemraj, V., Diksha, S. and Avneet, G. 2013. a Review on Commonly Used Biochemical Test for Bacteria. *Innovare J. Life Sci.*, 1(1), 1-7.
- Holt, J.G. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*. Williams and Wilkins: USA.
- Howard, R.L., Abotsi, E., Rensburg, E.L.J.V. and Howard, S. 2003. Lignocellulose Biotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme Production. *Afr. J. Biotechnol.*, 2(12), 602-619.
- Ilfannafian, A.G., Lestari, E. dan Khairunisa, F. 2020. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 244-253.
- Indrawati, I. dan Djajasupena, S. 2005. Isolasi Jamur dari Serasah dan Uji Keefektifannya dalam Penguraian Selulosa. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(2), 18-21.
- Irfan, M., Safdar, A., Syed, Q. and Nadeem, M. 2012. Isolation and Screening of Cellulolytic Bacteria from Soil and Optimization of Cellulase Production and Activity. *Turk. J. Biochem.*, 37(3), 287-293.
- Isnaeni, D. dan Rahmawati. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Mikrosimbion dari Spons *Callyspongia vaginalis* dan Uji Daya Hambat Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella thypi*. *Jurnal Farmasi*, 13(2), 8-19.

- Kamal, N. 2010. Pengaruh Bahan Aditif CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa. *Jurnal Teknologi*, 1(17), 78-84.
- Kesuma, I.P.E.A.W., Wijaya, I.N. dan Sritamin, M. 2021. Isolasi dan Skrining Bakteri Selulolitik pada Feses Luwak. *Jurnal Nandur*, 1(3), 139-147.
- Kosasi, C., Lolo, W.A. dan Sedewi, S. 2019. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Alga *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh serta Identifikasi Secara Biokimia. *Jurnal Pharmacon*, 8(2), 351-359.
- Kurniawan, C.A. dan Gusmawartati, 2021. Uji Isolat Bakteri Selulolitik sebagai Dekomposer pada Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agrotek*, 5(1), 55-62.
- Liang, Y.L., Zhang, Z., Wu, M., Wu, Y. and Feng, J.X. 2014. Isolation, Screening, and Identification of Cellulolytic Bacteria from Natural Reserves in the Subtropical Region of China and Optimization of Cellulase Production by *Paenibacillus terrae* ME27-1. *Biomed Res. Int.*, 1-13.
- Lisdiyanti, P., Suyanto, E., Gusmawati, N.F. and Rahayu, W. 2012. Isolation and Characterization of Cellulase Produced by Cellulolytic Bacteria from Peat Soil of Ogan Komering Ilir, South Sumatera. *Int. J. Environ. Bioenerg.*, 3(3), 145-153.
- Mtui, Y.S. 2009. Recent Advances in Pretreatment of Lignocellulosic Wastes and Production of Value Added Products. *Afr. J. Biotechnol.*, 8(8), 1398-1415.
- Mufarrikha, I., Roosdiana, A. dan Prasetyawan, S. 2014. Optimasi Kondisi Produksi Pektinase dari *Aspergillus niger*. *Kimia Student Journal*, 2(1), 393-399.
- Mulyadi, I. 2019. Isolasi dan Karakteristik Selulosa: Review. *Jurnal Sainatika Unpam*, 1(2), 177-182.
- Murdani, F.C. 2017. Pengolahan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Alternatif Material Tekstil. *e-Proceeding of Art & Design*, 4(3), 1187-1206.
- Murtiyaningsih, H. dan Hazmi, M. 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Jurnal Agritrop*, 15(2), 294-308.

- Novaryatiin, S., Handayani, R. dan Chairunnisa, R. 2018. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Umbi Hati Tanah (*Angiotepris sp.*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Surya Medika*, 3(2), 23-31.
- Nugraha, R., Ardyati, T. dan Suharjono, 2014. Eksplorasi Bakteri Selulolitik yang Berpotensi Sebagai Agen *Biofertilizer* dari Tanah Perkebunan Apel Kota Batu, Jawa Timur. *Jurnal Biotropika*, 2(3), 159-163.
- Nurjannah, N.R., Sudiarti, T. dan Rahmidar, L. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Termetilasi sebagai Biokomposit Hidrogel. *Jurnal al-Kimiya*, 7(1), 19-27.
- Panjaitan, F.J., Bachtiar, T., Arsyad, I., Lele, O.K. dan Indriyani, W. 2020. Karakteristik Mikroskopis dan Uji Biokimia Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari Rhizosfer Tanaman Jagung Fase Vegetatif. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Lingkungan*, 1(1), 9-17.
- Pramono, Y.G., Fidiya, B.R., Putri, H.S., Yuliskurniawati, I.D. and Suarsini, E. 2018. Isolation and Identification of Cellulose Degrading Bacteria from Banana Peel Compost. *Jurnal Biologi El-Hayah*, 7(1), 6-11.
- Puls, J., Wilson, S.A. and Holter, D. 2011. Degradation of Cellulose Acetate-Based Materials. *J. Polym. Environ.*, 19, 152-165.
- Rachma, A., Purbowatiningrum, R.S. dan Aminin, A.L.N. 2009. Isolasi Bakteri Termofilik Sumber Air Panas Gedongsongo dengan Media Pengaya Minimal YT (Yeast Tripton) serta identifikasi Genotipik dan Fenotipik. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 12(3), 66-71.
- Rahayu, A.G., Haryani, Y. dan Puspita, F. 2014. Uji Aktivitas Selulolitik dari Tiga Isolat Bakteri *Bacillus sp.* Galur Lokal Riau. *Jurnal Jom Fmipa*, 1(2), 33-36.
- Risnawati, M. dan Cahyaningrum, S.E. 2013. Pengaruh Penambahan Ion Logam  $Ca^{2+}$  terhadap Aktivitas Enzim Papain. *J. Chem.*, 2(1), 76-83.
- Rori, C.A., Kandou, F.E.F. dan Tangapo, A.M. 2020. Aktivitas Enzim Ekstraseluler dari Bakteri Endofit Tumbuhan Mangrove *Avicennia marina*. *Jurnal Bios Logos*, 10(2), 48-55.
- Sabbathini, G.C., Pujiyanto, S., Wijanarka, dan Lisdiyanti, P. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* dari Daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Pesawahan Cibinong. *Jurnal Biologi*, 6(1), 59-64.

- Safaria, S., Idiawati, N. dan Zaharah, T.A. 2013. Aktivitas Campuran Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam Menghidrolisis Substrat sabut Kelapa. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(1), 46-51.
- Sari, U.M., Agustien, A. dan Nurmiati, 2012. Penapisan dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik Termofilik Sumber Air Panas Sungai Medang, Kerinci, Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1(2), 166-171.
- 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.
- Sarwono, E. 2008. Pemanfaatan Janjang Kosong sebagai Substitusi Pupuk Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal Aplika*, 8(1), 19-23.
- Shaikh, N.M., Patel, A.A., Mehta, S.A. and Patel, N.D. 2013. Isolation and Screening of Cellulolytic Bacteria Inhabiting Different Environment and Optimization of Cellulase Production. *Univers. J. Environ. Res. Technol.*, 3(1), 39-49.
- Sheng, P., Huang, S., Wang, Q., Wang, A. and Zhang, H. 2012. Isolation, Screening, and Optimization of the Fermentation Conditions of Highly Cellulolytic Bacteria from the Hindgut of *Holotrichia parallela* Larvae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 167(2), 270-284.
- Sher, H., Faheem, M., Ghani, A., Mehmood, R., Rehman, H. and Bokhari, S.A.I. 2017. Optimization of Cellulase Enzyme Production from *Aspergillus oryzae* for Industrial Applications. *World J. Biol. Biotechnol.*, 2(2), 155-158.
- Sianipar, G.W.S., Sartini, dan Riyanto, 2020. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 2(2), 83-92.
- Silsia, D., Efendi, Z. dan Timotius, F. 2018. Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Agroindustri*, 8(1), 53-61.
- Siregar, A.F., Sabdon, A. dan Pringgenies, D. 2012. Potensi Antibakteri Ekstrak Rumput Laut terhadap Bakteri Penyakit Kulit *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermis* dan *Micrococcus luteus*. *J. Mar. Res.*, 1(2), 152-160.



- Solahuddin, Hanifa, N.I., Deccati, R.F. and Muliasari, H. 2021. Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dari Rumen Sapi (*Bibos javanicus*). *J. Sci. Technol. Entrep.*, 3(1), 1-7.
- Susanti, L., Rusmiyanto, E. P. W. dan Kurniatuhadi, R. 2018. Aktivitas Biologis Asap Cair Batang Manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap Viabilitas *Streptococcus sp.* (L.10.3). *Jurnal Protobiont*, 7(3), 1-8.
- Susilawati dan Supijatno, 2015. Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Perkebunan Kelapa Sawit, Riau. *Jurnal Bul. Agrohorti*, 3(2), 202-212.
- 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.
- Tajalla, G.U.N., Humaira, S., Parmita, A.W.Y.P. dan Zulfikar, A. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Serbuk Meranti Kuning (*Shorea macrobalanos*). *Jurnal Sains Terapan*, 5(1), 142-147.
- The Palm Scribe. 2020. *Limbah Sawit diolah Jadi Bahan Baku Kertas* [online]. <https://thepalmscribe.id/id/limbah-sawit-diolah-jadi-bahan-baku-kertas/> [Diakses pada 23 Januari 2022].
- Tomas, M., Josef, P., Petra, O. and Igor, B. 2010. *The Using of Enzymes for Degradation of Cellulose Substrate for the Production of Biogas*. Department of Enviromental Engineering, Institute of Chemical and Enviromental Engineering, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinskeho, Bratislava, Slovak Republic.
- Waling, N.A., Sritamin, M. dan Wijaya, I.N. 2021. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik pada Buah Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Nandur*, 1(3), 130-138.
- Weerasinghe, W.M.L.I., Madusanka, D.A.T. and Manage, P.M. 2021. Isolation and Identification of Cellulase Producing and Sugar Fermenting Bacteria for Second-Generation Bioethanol Production. *Int. J. Renew. Energy Dev. (IJRED)*, 10(4), 699-711.
- Wulandari, D. dan Purwaningsih, D. 2019. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Amilolitik pada Umbi *Colocasia esculenta* L. Secara Morfologi, Biokimia, dan Molekuler. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 6(2), 247-258.

- Yenie, E. dan Utami, S.P. 2018. Pengaruh Suhu dan pH Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) terhadap Degradasi Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal APTEK Fakultas Teknik UPP*, 10(1), 29-35.
- Yogyaswari, S.A., Rukmi, I. dan Raharjo, B. 2016. Eksplorasi 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.