



**ISOLASI BAKTERI SELULOLITIK MAGGOT BLACK  
SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) DARI BERBAGAI  
MEDIA HIDUP SEBAGAI BIOAKTIVATOR  
FERMENTASI PAKAN TERNAK**

---

**SKRIPSI**

---

**OLEH:**

**NAMA : YULIA HASIBUAN  
N.P.M : 1713060025  
PRODI : PETERNAKAN**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PACA BUDI  
MEDAN  
2021**

**ISOLASI BAKTERI SELULOLITIK MAGGOT BLACK  
SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) DARI BERBAGAI  
MEDIA HIDUP SEBAGAI BIOAKTIVATOR  
FERMENTASI PAKAN TERNAK**

**SKRIPSI**

**OLEH**

**YULIA HASIBUAN**

**1713060025**

**Skripsi ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Peternakan Pada Program Studi Peternakan Fakultas Sains dan  
Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi**

**Disetujui oleh :**

**Komisi Pembimbing**



**Warisman, S.Pt., M.Pt**

**Pembimbing I**



**Tengku Gilang Pradana, S.Si., M.Si**

**Pembimbing II**



**Andhika Putra, S.Pt., M.Pt**

**Ketua Program Studi**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PACA BUDI  
MEDAN  
2021**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : YULIA HASIBUAN  
NPM : 1713060025  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Program Studi : PETERNAKAN  
Judul Skripsi : ISOLASI BAKTERI SELULOLITIK MAGGOT BLACK SOLDIER FLY  
(Hermetia illucens) DARI BERBAGAI MEDIA HIDUP SEBAGAI  
BIOAKTIVATOR FERMENTASI PAKAN TERNAK

Dengan Ini Menyatakan Bahwa :

1. Skripsi Ini Merupakan Hasil Karya Tulis Saya Sendiri Dan Bukan Merupakan Hasil Karya Orang Lain (Plagiat).
2. Skripsi Saya Bersedia Dipublikasikan Oleh Lembaga
3. Terdapat Revisi/Perbaikan Dalam Skripsi Saya.

Demikian Surat Pernyataan Ini Saya Buat Untuk Memenuhi Persyaratan Pengambilan Hasil Plagiat Cheker Saya, Atas Perhatiannya Saya ucapkan Terimakasih.

Medan, September 2021  
Yang Membuat Pernyataan

  
  
YULIA HASIBUAN

## SURAT PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : YULIA HASIBUAN

NIM : 1713060025

Lahir/Tgl. : PINANG SORI / 04 Agustus 1998

Alamat : Gg. Mantri No 32 A, Jl. Gatot Subroto, Sei Sekambing C II, Medan Helvetia, Kota Medan

Nomor HP : 085373052546

Orang tua : RAJO HASIBUAN/MARLIATI SIREGAR

Kejurusan : SAINS & TEKNOLOGI

Program Studi : Peternakan

Judul : Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot Black Soldier Fly ( *Hermetia illucens*) Dari Berbagai Media Hidup Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan Ternak

Dengan surat ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa data yang tertera diatas adalah sudah benar sesuai dengan data pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada UNPAB. Apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar - benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam kesadaran. Jika terjadi kesalahan, Maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.

Medan, 10 Agustus 2021  
METERAI TEMPEL  
960A4AHF926212111  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
Yulia Hasibuan  
1713060025

**SURAT PERNYATAAN  
PERUBAHAN JUDUL SKRIPSI**

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini :

Nama : Yulia Hasibuan  
NPM : 1713060025  
Program Studi : Peternakan  
Konsentrasi : -

menyatakan **benar** bahwa judul skripsi saya mengalami perubahan sesuai dengan arahan dari dosen pembimbing saya. Judul skripsi saya pertama yang telah disetujui adalah :  
" Isolasi Bakteri Selulolitik TFKS Sebagai Bioaktivator  
Fermentasi Pakan.  
"


dan judul skripsi saat ini setelah diubah adalah :

" Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot Black Soldier Fly (Hermetia  
hillucens) Dari Berbagai Media Hidup Sebagai Bioaktivator  
Fermentasi Pakan Ternak.  
"

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya.

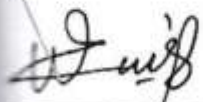
Medan, 11 Juli 2021

Dibuat oleh,

  
Yulia Hasibuan.  
NPM. 1713060025

Diketahui oleh,

Dosen Pembimbing I



Warisman, S. Pt., M. Pt

Dosen Pembimbing II



Tengku Gilang Pradana, S. Si., M. Si



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

## FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI	(TERAKREDITASI)

### PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : YULIA HASIBUAN  
 Tempat/Tgl. Lahir : PINANG SORI / 04 Agustus 1998  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1713060025  
 Program Studi : Peternakan  
 Konsentrasi :  
 Jumlah Kredit yang telah dicapai : 143 SKS, IPK 3.78  
 Nomor Hp : 083174068201  
 Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	Isolasi Bakteri Selulolitik Tkks Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan0

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

- Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)  
 Dari Berbagai Media Hiaup Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan Ternak

\*Coret Yang Tidak Perlu



Medan, 08 Juli 2021

Pemohon,

( Yulia Hasibuan )

Tanggal : .....

Disahkan oleh  
  
 ( Harjuni, ST., MT. )

Tanggal : 08 Juli 2021

Disetujui oleh :  
 Dosen Pembimbing I :  
  
 ( Warisman, SPT., M.Pt )

Tanggal : .....

Disetujui oleh:  
 Ka. Prodi Peternakan  
  
 ( Andhika Putra, S.Pt., M.Pt )

Tanggal : 08 Juli 2021

Disetujui oleh:  
 Dosen Pembimbing II:  
  
 ( Tengku Gilang Pradana, S.Si., M.Si )

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02	Revisi: 0	Tgl. Eff: 22 Oktober 2018
----------------------------	-----------	---------------------------

Sumber dokumen: <http://mahasiswa.pancabudi.ac.id>

Dicetak pada: Kamis, 08 Juli 2021 14:10:24



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : YULIA HASIBUAN  
 NPM : 1713060025  
 Program Studi : Peternakan  
 Jenjang : Strata Satu  
 Pendidikan :  
 Dosen Pembimbing : Warisman, SPT.,M.Pt  
 Judul Skripsi : Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot Black Soldier Fly ( *Hermetia illucens*) Dari Berbagai Media Hidup  
 Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan Ternak

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
16 Februari 2021	ACC seminar proposal	Disetujui	
07 Juli 2021	ACC seminar Hasil	Disetujui	
05 Agustus 2021	ACC Sidang Meja Hijau	Disetujui	

Medan, 19 Oktober 2021  
Dosen Pembimbing,



Warisman, SPT.,M.Pt



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

**Nama Mahasiswa** : YULIA HASIBUAN  
**NPM** : 1713060025  
**Program Studi** : Peternakan  
**Jenjang Pendidikan** : Strata Satu  
**Dosen Pembimbing** : Tengku Gilang Pradana, S.Si., M.Si  
**Judul Skripsi** : Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Dari Berbagai Media Hidup Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan Ternak

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
16 Februari 2021	ACC Seminar Proposal	Disetujui	
07 Juli 2021	ACC Seminar Hasil	Disetujui	
05 Agustus 2021	Acc Sidang Meja Hijau	Disetujui	

Medan, 19 Oktober 2021  
Dosen Pembimbing,



Tengku Gilang Pradana, S.Si., M.Si



## SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir Skripsi/Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R.2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB. Segala penyalahgunaan pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



No. Dokumen : PMI-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
------------------------------	-------------	-----------------------

- Copy Paste Rewrite
- Check again Internet Check



Download the report with us online

- Follow Us



- Copy Paste Rewrite



100% 14352 100% 18

**KARTU BEBAS PRAKTIKUM**  
**Nomor. 223/KBP/LKPP/2021**

bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium dan Kebun Percobaan dengan ini menerangkan bahwa :

at/Semester : YULIA HASIBUAN  
as : 1713060025  
an/Prodi : Akhir  
: SAINS & TEKNOLOGI  
: Peternakan

an telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium dan Kebun Percobaan Universitas Pembangunan Panca  
dan.

Medan, 29 Juli 2021  
Ka. Laboratorium

  
M. Wasito, S.P., M.P.



men : FM-LABO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



**YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA**  
**PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**  
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

**SURAT BEBAS PUSTAKA**  
**NOMOR: 162/PERP/BP/2021**

Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan  
ma saudara/i:

: YULIA HASIBUAN

: 1713060025

Semester : Akhir

s : SAINS & TEKNOLOGI

/Prodi : Peternakan

annya terhitung sejak tanggal 29 Juli 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus  
terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 29 Juli 2021

Diketahui oleh,

Kepala Perpustakaan



Rahmad Budi Utomo, ST.,M.Kom

Dokumen : FM-PERPUS-06-01

: 01

Ektif : 04 Juni 2015

**ISOLASI BAKTERI SELULOLITIK MAGGOT BLACK  
SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) DARI BERBAGAI  
MEDIA HIDUP SEBAGAI BIOAKTIVATOR  
FERMENTASI PAKAN TERNAK**

**SKRIPSI**

**OLEH**

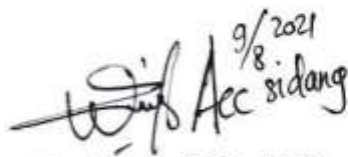
**YULIA HASIBUAN**

**1713060025**

**Skrripsi ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menempuh Ujian  
Sarjana Pada Program Studi Peternakan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi**


**Disetujui oleh :**

**Komisi Pembimbing**

 9/8/2021  
Acc sidang

**Warisman, S.Pt., M.Pt**

**Pembimbing I**

  
**Andhika Putra, S.Pt., M.Pt**

**Ketua Program Studi**

 05/08/21

**Tengku Gilang Pradana, S.Si., M.Si**

**Pembimbing II**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PACA BUDI**

**MEDAN**

**2021**

Permohonan Meja Hijau

Medan, 10 Agustus 2021  
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
 UNPAB Medan  
 Di -  
 Tempat

Yang hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : YULIA HASIBUAN  
 Tempat/Tgl. Lahir : PINANG SORI / 04 Agustus 1998  
 Orang Tua : RAJO HASIBUAN  
 NIM : 1713060025  
 Jurusan : SAINS & TEKNOLOGI  
 Program Studi : Peternakan  
 No. HP : 085373052546  
 Alamat : Gg. Mantri No 32 A, Jl. Gatot Subroto, Sei Sekambang C II, Medan Helvetia, Kota Medan

Saya bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot Black Fly ( Hermetia hillucens) Dari Berbagai Media Hidup Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan Ternak**, Selanjutnya saya menyatakan :

- 1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
  - 2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
  - 3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
  - 4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
  - 5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
  - 6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
  - 7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
  - 8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
  - 9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
  - 10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
- Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP  
 Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp.</b>	<b>2,750,000</b>

Ukuran Toga :

M

Diketahui/Disetujui oleh :

Hormat saya



Yulia, ST., MT.  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

YULIA HASIBUAN  
 1713060025

Surat permohonan ini sah dan berlaku bila :

- o a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
- o b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan

Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

**ISOLASI BAKTERI SELULOLITIK MAGGOT BLACK  
SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) DARI BERBAGAI  
MEDIA HIDUP SEBAGAI BIOAKTIVATOR  
FERMENTASI PAKAN TERNAK**

**SKRIPSI**

**OLEH**

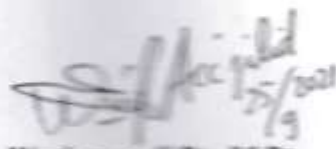
**YULIA HASIBUAN**

**1713060025**

Skrripsi ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Peternakan Pada Program Studi Peternakan Fakultas Sains dan  
Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

**Disetujui oleh :**

**Komisi Pembimbing**



**Warisman, S.Pt., M.Pt**

**Pembimbing I**

 12/09 21

**Tengku Gilang Pradana, S.Si., M.Si**

**Pembimbing II**



**Ketua Program Studi**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PACA BUDI**

**MEDAN**

**2021**

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi secara morfologi bakteri selulolitik yang diambil dari *maggot Black Soldier Fly* (BSF) yang berasal dari berbagai media hidup yang berbeda sebagai bioaktivator fermentasi pakan ternak yang dimulai dengan mengisolasi bakteri selulolitik dengan menggunakan media selektif *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). Hasil isolasi bakteri terdapat 25 isolat bakteri pada media NA sedangkan bakteri yang mampu hidup pada medium selulolitik padat yang mengandung CMC terdapat 8 isolat. Hasil dari pengamatan morfologi koloni terdapat bentuk bulat dan tak beraturan. Tepi koloni rata dan ada yang bergelombang. Keseluruhan isolat memiliki elevasi yang datar. Warna isolat bervariasi ada yang kuning, kekuningan dan *cream*.

**Kata Kunci :** Magot BSF, Bakteri Selulolitik, Isolasi dan Karakteristik.



## **ABSTRACT**

*The purpose of this study was to morphologically characterize cellulolytic bacteria taken from Black Soldier Fly (BSF) magots derived from various different living media as bioactivators of animal feed fermentation which was initiated by isolating cellulolytic bacteria using Carboxymethyl Cellulose (CMC) selective media. The results of bacterial isolation were 25 isolates of bacteria on NA media while bacteria that were able to live on solid cellulolytic medium containing CMC were 8 isolates. The results of the observation of colony morphology were round and irregular in shape. The edges of the colony are flat and some are wavy. All isolates had a flat elevation. The color of the isolates varied, there were yellow, yellowish and cream.*

**Keywords:** *BSF Magot, Cellulolytic Bacteria, Isolation and Characteristics*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim.* Puji dan Syukur Penulis Panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana S.pt Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Skripsi ini berjudul “ Isolasi Bakteri Selulolitik *Maggot Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* Dari Berbagai Media Hidup Sebagai Bioaktivator Fermentasi Pakan Ternak “.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, SE., MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Andhika Putra, S.Pt., M.Pt selaku Ketua Program Studi Peternakan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Warisman, S.Pt., M.Pt selaku Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Tengku gilang Pradana, S.Pt., M.Si selaku Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca budi yang telah memberikan ilmu pengetahuannya kepada penulis.

7. Orang tuaku tercinta ayahanda Rajo Hasibuan dan ibunda Merliati Siregar yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materil dan selalu mendoakan saya dan juga untuk adek-adekku tersayang Sopiah Hasibuan, Muhammad Radjamin Hasibuan dan Sifah Eliana Hasibuan yang telah memberikan semangat serta seluruh keluarga yang memberikan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
8. Andyka Putra Ginsu yang telah memberikan semangat dan motivasi serta setia menemani dan membantu dalam penyusunan skripsi.
9. Sahabatku sekaligus kakak-kakak ku Ola Ginting dan Nita Sitorus yang telah memotivasi saya dan memberikan dorongan agar saya segera mengerjakan skripsi dan tidak menunda-nunda sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
10. Teman-teman mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Peternakan yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca untuk kebaikan tulisan ini nantinya. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih, semoga skripsi ini bermanfaat.

Medan, Juli 20201

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	2
Hipotesis Penelitian.....	2
Kegunaan Penelitian.....	2
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
Tinjauan Umum <i>Maggot Black Soldier Fly</i> .....	4
Pemanfaatan Magot BSF.....	7
Media Perkembangan Magot BSF .....	8
Bioaktivator .....	9
Bakteri Selulolitik .....	10
Selulosa .....	10
Isolasi dan Purifikasi Bakteri Selulolitik.....	11
Enzim Selulase .....	12
<b>BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
Bahan dan Alat Penelitian .....	14
Metode Penelitian.....	14
<b>PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
Pembuatan Media NA dan CMC.....	16
Isolasi Bakteri Selulolitik Maggot BSF.....	16
Pengamatan Morfologi dan Pemurnian Bakteri .....	17
Skrining Bakteri Selulolitik.....	17
Parameter Penelitian .....	18
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
Hasil.....	19
Pembahasan .....	23
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>26</b>
Kesimpulan .....	26
Saran .....	26

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>27</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
1.	Hasil karakteristik Bakteri Pada Media NA .....	19
2.	Hasil karakteristik Bakteri Selulolitik Pada Media CMC .....	22

## DAFTAR GAMBAR

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
1.	Isolat Bakteri Pada Media NA .....	20
2.	Pemurnian Bakteri Dengan Metode <i>Streak quadrant</i> .....	21
2.	Gambar 1 Hasil Bakteri Selulolitik Pada Media CMC .....	22

# **PENDAHULUAN**

## **Latar Belakang**

Permintaan masyarakat Indonesia akan protein hewani semakin hari semakin meningkat. Konsumen sudah mulai memperhatikan kualitas protein hewani yang dikonsumsi. Kualitas protein hewani ditentukan oleh nutrisi pakan yang dikonsumsi oleh ternak. Fungsi pakan menjadi sangat penting dalam memelihara kesehatan dan daya tahan tubuh bagi ternak sehingga ternak tumbuh sesuai dengan yang diharapkan peternak, tetapi pakan dengan kualitas baik mempunyai harga yang relatif mahal sedangkan pakan sangat berpengaruh terhadap produktivitas ternak. Maka salah satu alternatif pengadaan pakan dengan harga yang murah yaitu dengan memanfaatkan limbah pertanian dan agroindustri.

Limbah pertanian dan agroindustri bisa memperbaiki ketersediaan pakan ternak. Selain itu pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak akan mengurangi ketergantungan terhadap pakan hijauan yang berasal dari lahan budidaya pakan ternak yang jumlahnya terbatas. Pemanfaatan limbah pertanian dapat meningkatkan nilai tambah bagi peternak, karena limbah yang biasanya hanya dibakar dan menimbulkan pemanasan global, bila diolah dapat memiliki nilai ekonomi bagi peternak, akan tetapi yang menjadi masalah yaitu limbah pertanian memiliki kualitas yang rendah untuk pakan ternak sehingga perlu adanya pengolahan pakan dengan menggunakan bioteknologi yang tepat guna terlebih dahulu untuk meningkatkan kualitas dari bahan pakan limbah pertanian dan agroindustri. Salah satu cara pengolahan pakan yaitu fermentasi dengan memanfaatkan bakteri selulolitik dengan langkah mengisolasi bakteri selulolitik dari magot BSF. Magot BSF dikenal dengan larva yang memiliki aktivitas makan



yang sangat tinggi, magot BSF mampu mengkonsumsi pakan sebanyak 500 mg /hari /larva materi segar. Maggot BSF dapat mencerna pakan dengan bantuan beberapa enzim dalam pencernaannya seperti enzim selulase yang diperoleh dari bakteri selulolitik yang bersimbiosis didalam usus magot BSF sehingga dimungkinkan bahwasanya bakteri selulolitik juga terdapat pada magot BSF karena bakteri selulolitik merupakan penghasil enzim selulase yang berperan penting dalam proses konversi pakan, untuk itu dilakukan penelitian isolasi bakteri selulolitik magot BSF dari berbagai media hidup.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini untuk mengkarakterisasi secara morfologi bakteri selulolitik magot BSF dari berbagai media hidup yang berbeda sebagai bioaktivator fermentasi pakan bagi ternak.

### **Hipotesis Penelitian**

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat bakteri selulolitik asal maggot BSF dari beberapa media hidup yang berbeda yang dapat dijadikan sebagai bioaktivator fermentasi pakan bagi ternak.

### **Kegunaan Penelitian**

Kegunaan penelitian ini antara lain:

1. Sebagai salah satu persyaratan menempuh ujian Sarjana Peternakan pada Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
2. Memberikan informasi yang bermanfaat bagi peternak dan peneliti untuk mengetahui cara mengisolasi bakteri selulolitik dari magot BSF dari limbah

sayur, magot BSF dari feses puyuh dan magot BSF dari tkks sebagai bioaktivator fermentasi pakan ternak

3. Hasil penelitian yang diperoleh dapat menjadi rujukan bagi rekan mahasiswa yang akan melakukan penelitian tentang isolasi bakteri selulolitik.
4. Sebagai salah satu persyaratan untuk mendapat gelar sarjana peternakan (S.Pt) pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

# TINJAUAN PUSTAKA

## Tinjauan Umum Maggot Black Soldier Fly

Magot merupakan salah satu larva lalat yang memiliki kandungan protein hewani tinggi sekitar 30-45%. Protein yang tinggi sangat berpotensi sebagai pakan tambahan black soldier fly atau untuk perbesaran ikan. Magot juga mempunyai kandungan antijamur dan antimikroba sehingga apabila dikonsumsi ikan akan tahan terhadap penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur (Indarmawan, 2014). Organ penyimpanan pada maggot yang disebut trophocytes berfungsi menyimpan kandungan nutrisi yang terdapat pada media kultur yang dimakannya. Penggunaan insekta sebagai sumber protein sudah banyak yang meneliti. Pendapat dari Van Huis (2013), protein yang bersumber pada serangga lebih ekonomis, bersifat ramah lingkungan dan mempunyai peran penting secara alamiah. Insekta mempunyai nilai konversi pakan yang cukup tinggi dan dapat diproduksi secara massal., Budi daya insekta (serangga) juga dapat mengurangi limbah organik yang dapat mencemari lingkungan ( Li *et al.*, 2011).

Taksonomi Magot BSF atau dalam nama ilmiah yaitu *Hermetia illucens* Memiliki klasifikasi taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*  
Filum : *Arthropoda*  
Kelas : *Insecta*  
Ordo : *Diptera*  
Famili : *Stratiomyidae*

Subfamili : *Hermetiinae*

Genus : *Hermetia*

Spesies : *Hermetia illucens* (Hadi, 2009)

Ordo *Diptera* adalah ordo keempat terbanyak dikonsumsi oleh manusia. Ordo ini memiliki 16 famili dimana *Diptera* merupakan kelompok serangga yang memiliki kapasitas reproduksi terbesar, memiliki siklus hidup paling singkat, memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi, dan dapat mengonsumsi pakan yang variatif dari jenis materi organik. Serangga adalah sumber zat seng terbaik dengan rentang nilai sebesar 61,6 hingga 340,5 mg/kg berat kering (Morales-Ramos *et al.*, 2014).

### **Fisiologi**

*Black Soldier Fly* berwarna hitam dan memiliki bagian segmen basal abdomen berwarna transparan (*wasp waist*) sekilas mempunyai bentuk abdomen yang sama dengan lebah. Panjang lalat sekitar 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari. Lalat dewasa tidak mempunyai bagian mulut yang fungsional karena lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Pada saat lalat dewasa berkembang dari pupa, kondisi sayap dalam keadaan terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Berdasarkan jenis kelamin lalat betina pada umumnya mempunyai daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin dan Sheppard, 2009).

### **Habitat**

Magot BSF mampu hidup secara optimal pada suhu 29,3°C dan tersebar pada 40° lintang utara hingga 45° lintang selatan. Magot dikenal bukan sebagai hama, karena bentuk dewasanya tidak tertarik pada habitat manusia atau makanan (Newton *et al.*, 2005). Larva dan pupa *Hermetia illucens* yang dipelihara pada suhu 27°C, berkembang lebih lambat (4 hari) dibandingkan dengan yang dipelihara pada suhu 30°C, sementara pada suhu 36 °C, hampir tidak ada pupa yang bertahan hidup. Hal tersebut menunjukkan pemasukan panas total (*total heat input*) yang diterima oleh larva yang dipelihara pada suhu 30°C lebih cepat terpenuhi, guna melengkapi syarat perkembangan menuju tahap pupa, daripada larva yang dipelihara pada suhu 27°C (Rachmawati *et al.*, 2010).

*Hermetia illucens* tersebar di beberapa negara. Negara-negara tersebut meliputi Afrika, Albania, Argentina, Australia, Belau, Belize, Pulau Bonin, Brazil, British Virgin Islands, Kamerun, Canary Islands, Chili, Colombia, Congo, Costa Rica, Croatia, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Perancis, French Polynesia, Ghana, Grenada, Guam, Guatemala, Guyana, Haiti, Hawaii, Honduras, India (Assam, Karnataka, Kerala, Maharashtra, Manipur, Punjab, Sikkim, Tamil Nadu, Uttar Pradesh, West Bengal), Indonesia, Italia Ivory Coast, Jamaika, Jepang, Kenya, Kiribati, Madagaskar, Malaysia, Mali, Malta, Marshall Islands, Mexico, Mikronesia, Namibia, Nepal, New Caledonia, New Zealand, Northern Marianas, Panama, Papua Nugini, Paraguay, Peru, Filipina, Puerto Rico, Seychelles, Solomon Islands, Afrika Selatan, Spanyol, Sri Lanka, Suriname, Swiss, Taiwan, Tanzania, Thailand, Trinidad, Uruguay, Vanuatu, Venezuela, Vietnam, Samoa Barat, Yugoslavia, Zaire, Zambia. *Hermetia Illucens* dapat berkembang di

banyak negara (Dormans *et al.*, 2017). Kondisi lingkungan yang optimal bagi larva adalah sebagai berikut :

- Iklim hangat: suhu idealnya adalah antara 24°C hingga 30°C. Apabila terlalu panas, larva akan keluar dari sumber makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin, jika terlalu dingin, metabolisme larva akan melambat. Akibatnya, larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhannya menjadi lambat.
- Lingkungan yang teduh: larva akan menghindari cahaya dan selalu mencari lingkungan yang teduh dan jauh dari cahaya matahari. Apabila sumber makanannya terpapar cahaya, larva akan berpindah ke lapisan sumber makanan yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut.

### **Pemanfaatan Magot BSF**

Magot (*Hermetia illucens*) adalah salah satu insekta yang mulai banyak dipelajari karakteristiknya dan kandungan nutriennya. Lalat hitam ini berasal dari Amerika dan selanjutnya tersebar ke wilayah subtropis dan tropis di dunia (Čičková *et al.*, 2015). Kondisi iklim tropis Indonesia sangat cocok untuk membudidayakan BSF. Ditinjau dari segi pembudidayaan, BSF sangat mudah untuk dikembangkan dalam skala produksi massal dan tidak memerlukan peralatan yang khusus. Tahap akhir larva (*prepupae*) yaitu dapat bermigrasi sendiri dari media tumbuhnya sehingga memudahkan untuk dipanen.

Selain itu, lalat ini bukan lalat hama dan tidak dijumpai pada pemukiman yang penduduknya padat sehingga relatif aman jika dilihat dari segi kesehatan manusia (Li *et al.*, 2011). Dari berbagai insekta yang dapat dikembangkan sebagai

pakan, kandungan protein larva BSF cukup tinggi, yaitu 40-50% dengan kandungan lemak berkisar 29-32% (Bosch *et al.*, 2014). Menurut pendapat Rambat *et al.*, (2016) menyimpulkan bahwa tepung BSF berpotensi sebagai pengganti tepung ikan hingga 100% untuk campuran pakan ayam pedaging tanpa adanya efek negatif terhadap pencernaan bahan kering (57,96-60,42%), energi (62,03-64,77%) dan protein (64,59-75,32%), walaupun hasil yang terbaik diperoleh dari penggantian tepung ikan hingga 25% atau 11,25% dalam pakan. Sebagai sumber bahan baku pakan, produk berbasis insekta juga harus aman dari kontaminasi kimia. Maggot mempunyai fungsi pakan alternatif untuk ikan yang dapat diberikan dalam keadaan segar (Subamia *et al.*, 2010).

### **Media Perkembangan Magot BSF**

Media perkembangan magot BSF dapat tumbuh dan berkembang subur pada media organik seperti limbah sayur dan buah, kotoran sapi, kotoran babi, kotoran ayam, kotoran puyuh, tandan kosong kelapa sawit (tkks) dan limbah organik lain. Kelebihan larva BSF yaitu mampu hidup dalam berbagai media terkait dengan karakteristiknya yang memiliki toleransi pH yang luas (Mangunwardoyo *et al.*, 2011). Selain itu, potensi larva dalam mengurai senyawa organik ini juga terkait dengan kandungan beberapa bakteri yang terdapat di dalam saluran pencernaan (Dong *et al.*, 2009; Yu *et al.* 2011).

Kualitas dan kuantitas media hidup larva lalat sangat mempengaruhi kandungan nutrisi tubuh serta keberlangsungan hidup larva pada setiap instar dan tahap metamorfosis selanjutnya (Gobbi *et al.* 2013, Makkar *et al.*, 2014). De Haas *et al.*, (2006) berpendapat bahwasanya kualitas media perkembangan larva

berkorelasi positif dengan panjang larva dan persentase daya tahan hidup lalat dewasa. Jumlah dan jenis media yang sedikit mengandung nutrisi dapat menyebabkan bobot pupa kurang dari normal, akibatnya pupa tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa (Wardhana & Muharsini 2004).

### **Bioaktivator**

Bioaktivator adalah bahan yang mengandung nitrogen dengan jumlah banyak dan bermacam-macam bentuk termasuk juga protein dan asam amino. Beberapa contoh aktivator alami adalah bakteri fermentasi dari kompos yang matang, kotoran ternak, tanah yang kaya humus, bakteri asam laktat dan lain-lain. Bahan bioaktivator lainnya dapat diperoleh dari limbah pemotongan hewan, substrat campuran yang kaya akan nitrogen seperti kotoran ternak, cairan rumen, enceng gondok, sisa kacang-kacangan, dan gulma (Agasi, 2015).

Bioaktivator merupakan inokulum campuran dengan berbagai jenis mikroorganisme selulolitik dan lignolitik untuk mempercepat laju degradasi senyawa organik. Pada bioaktivator ini terdapat berbagai macam mikroorganisme fermentasi dan dekomposer. Mikroorganisme tersebut dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi dan menguraikan bahan organik (Susilo, 2012). Keuntungan penggunaan bioaktivator yaitu bioaktivator mengandung strain terpilih berdaya adaptasi tinggi dan dikemas dalam bahan pembawa alami sehingga dapat mempertahankan daya hidup mikroba hingga satu tahun, tidak mencemari lingkungan, mempercepat proses pengomposan, lebih mudah, lebih murah dan tidak memerlukan bahan tambahan lain (Sutoro, 2010).



## Bakteri Selulolitik

Bakteri selulolitik merupakan salah satu mikroorganisme yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa karena memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dibanding dengan kelompok mikroba lainnya, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk produksi enzim selulase lebih singkat. Selulolitik berarti proses pemecahan selulosa menjadi senyawa atau unit-unit glukosa yang lebih kecil. Beberapa golongan bakteri yang memiliki kemampuan selulolitik adalah *Achromobacter*, *Angiococcus*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Cytophaga*, *Clostridium*, *Cellivibrio*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Poliangium*, *Sorangium*, *Sporocytophaga*, *Vibrio*, *Cellfalcicula*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* dan *Aeromonas* (Anand *et al.*, 2009).

## Selulosa

Selulosa adalah salah satu biopolimer yang melimpah di alam, bersama dengan lignin dan polisakarida lain seperti hemiselulosa yang terdapat pada bahan-bahan yang berasal dari tanaman dan kompos. Selulosa yang terdapat pada kompos atau limbah pertanian mencapai 15–40% dan sulit untuk didegradasi secara alami, memerlukan waktu 4–5 bulan (Klemm *et al.*, 2006). Bakteri selulolitik merupakan salah satu dari mikroorganisme yang mampu menghasilkan enzim selulase. Fungsi bakteri selulolitik adalah untuk mendegradasi selulosa menjadi produk yang lebih sederhana yaitu glukosa.

Bahan organik yang terdapat didalamnya selulosa substrat bagi pertumbuhan bakteri selulolitik, sehingga dimungkinkan bakteri selulolitik juga terdapat pada magot BSF yang memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi. Mikroorganisme merupakan faktor terpenting dalam proses pengomposan,

mikroorganisme berfungsi untuk merombak bahan organik menjadi kompos. Pada saat proses pengomposan bahan organik diubah menjadi karbondioksida dan air, disertai dengan pembebasan energi oleh mikroba. Sebagian energi dipergunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan selnya dan sebagian lain menyebabkan peningkatan suhu (Yuniwati *et al.*, 2012).

### **Isolasi dan Purifikasi Bakteri Selulolitik**

Isolasi adalah mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam dan menumbuhkannya dalam suatu medium buatan. Prinsip isolasi mikroba adalah dengan cara memisahkan satu jenis mikroba dengan mikroba lainnya yang berasal dari campuran bermacam-macam mikroba. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menumbuhkannya dalam media padat sel-sel mikroba akan membentuk suatu koloni sel yang tetap pada tempatnya (Sutedjo, 1996).

Isolasi adalah cara untuk memisahkan atau memindahkan mikroba tertentu dari lingkungan, sehingga diperoleh kultur murni atau biakan murni. Sampel yang digunakan adalah magot BSF. Hal itu dikarenakan mikroorganisme khususnya bakteri selulolitik dijumpai pada habitat yang kaya akan selulosa, salah satunya adalah magot BSF. Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang mampu menghasilkan selulase yang menghidrolisis selulosa menjadi produk yang lebih sederhana yaitu glukosa (Baharuddin *et al.*, 2010).

Purifikasi atau pemurnian dilakukan dengan menggunakan metode gores (*streak quadrant*) pada medium umum pada cawan petri. Hal yang sama dilakukan berulang sampai isolat bakteri yang dihasilkan merupakan kultur tunggal (Meryandini *et al.*, 2009).

Bakteri yang telah berhasil diisolasi dari magot BSF tersebut diduga bakteri selulolitik karena mampu tumbuh pada media CMC yang merupakan media selektif bagi bakteri pendegradasi selulosa. Selulosa merupakan polisakarida linier dari satuan glukosa yang dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik (Lehninger, 1990).

### **Enzim Selulase**

Enzim selulase merupakan enzim yang mampu mendegradasi selulosa dengan memutuskan ikatan  $\beta$ 1,4 glikosida yang menghasilkan oligosakarida turunan selulosa dan glukosa. Enzim selulase diklasifikasikan menjadi 3 kelompok tergantung spesifitas dalam menghidrolisis selulosa, yaitu endo-1,4-  $\beta$  –glukanase (CMCase), ekso-1,4-  $\beta$  –glukanase dan  $\beta$  –D-glukosidase (Lynd *et al.*, 2002). Dalam media pertumbuhan bakteri selulolitik mengandung substrat CMC (*Carboxy Methyl Cellulase*) yang dapat didegradasi oleh enzim selulase (CMCase). Jika bakteri dapat tumbuh dalam media tersebut maka dapat diindikasikan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri selulolitik.

Enzim selulase merupakan biokatalisator yang berperan penting mengkatalis proses hidrolisis selulosa menjadi rantai selulosa yang lebih pendek atau oligosakarida yang selanjutnya diubah menjadi glukosa. Selulase adalah nama kelompok enzim yang memutuskan ikatan  $\beta$ -1,4-glukosidik pada selulosa, selodekstrin, selobiosa, dan turunan selulosa lainnya. Selulase terdiri dari enzim-enzim yang bekerja bersama- sama dalam menghidrolisis selulosa secara sinergis (Zhang and Zhang, 2013). Enzim selulase banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri karena biaya produksinya murah, waktu produksi singkat, menghasilkan kompleks multienzim dan cenderung stabil pada kondisi ekstrim.

Banyak aplikasi selulase di bidang peternakan telah dilakukan untuk peningkatan kualitas bahan pakan ternak (Rayhan *et al.*, 2013).

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2021 di Laboratorium Kebun Percobaan dan Penelitian Universitas Pembangunan Panca Budi Medan dan Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi dan Laboratorium Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.

### **Alat dan Bahan Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas ukur, tabung reaksi, *vortex*, mikropipet, *Laminar Airflow Cabinet*, autoklaf, oven, neraca analitik, erlenmeyer, pipet serologi, pipet pump, cawan petri, batang pengaduk, alu lumpang dan Bunsen

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampel magot BSF dari limbah sayur, magot BSF dari peses puyuh dan magot BSF dari tandan kosong kelapa sawit (tkks), media CMC (*Carboxymethyl Cellulose*), *congo red*, kapas, aluminium foil, aquades, alkohol 70%, *cling wrap*, dan spiritus.

### **Metode Penelitian**

Pada penelitian ini isolasi dan karakterisasi bakteri selulolitik dari magot BSF dilakukan dengan menggunakan metode *spread plate*. Metode *spread plate* merupakan teknik isolasi mikroba dengan cara menginokulasikan kultur mikroba secara sebaran pada permukaan media agar yang telah memadat. Teknik tersebut dilakukan dengan mengencerkan biakan kultur mikroba. Pada umumnya Konsentrasi sel-sel mikroba tidak diketahui, maka pengenceran perlu dilakukan

beberapa tahap, sehingga sekurang-kurangnya ada satu dari pengenceran tersebut yang mengandung koloni terpisah (30-300 koloni). Koloni yang terpisah memungkinkan koloni tersebut dapat dihitung.

## **PELAKSANAAN PENELITIAN**

### **Pembuatan Media NA dan CMC**

Pembuatan media NA (*Nutrient Agar*) yaitu dengan menimbang media NA sebanyak 2g dengan menggunakan timbangan analitik kemudian dilarutkan kedalam 100 ml aquades kemudian dipanaskan dan dihomogenkan, setelah itu di sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit.

Pembuatan media CMC yaitu dengan menimbang 1g CMC, 0,002g MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, 0,075g KNO<sub>3</sub>, 0,05g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,002g FeSO<sub>4</sub>, 0,004g CaCl<sub>2</sub>, 0,2g ekstrak yeast dan 1,5g agar menggunakan timbangan analitik kemudian dilarutkan kedalam 100 ml aquades dan dipanaskan hingga homogen lalu disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit.

### **Isolasi bakteri selulolitik dari magot BSF**

Sampel magot BSF dari 3 media hidup masing masing diambil sebanyak 15 ekor dan kemudian sampel digerus menggunakan alu lumpang yang telah disterilkan terlebih dahulu lalu dilarutkan dalam 9 ml aquades steril. Larutan divortex hingga homogen selalu diperoleh pengenceran 10<sup>-1</sup>. Suspensi dari pengenceran 10<sup>-1</sup> diambil 1 ml lalu dimasukkan ke dalam 9 ml akuades steril sehingga diperoleh pengenceran 10<sup>-2</sup>. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat hingga didapatkan pengenceran 10<sup>-3</sup>. Dari pengenceran 10<sup>-3</sup>, diambil 1 ml dan diinokulasikan dengan metode cawan sebar (*spread plate*). pada mediiium padat yaitu media *Nutrient Agar* (NA). Setelah diinokulasikan pada cawan petri lalu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam.

## **Pengamatan Morfologi dan Pemurnian Bakteri**

Pengamatan morfologi dilakukan dengan memvisualisasikan morfologi dari isolat yang didapat, meliputi bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni dan permukaan koloni.

Pemurnian bakteri dilakukan menggunakan metode gores (*streak quadrant*) dengan cara menginokulasikan isolat tunggal yang menunjukkan karakter morfologi (bentuk, warna, tepi dan permukaan) berbeda. Isolat kemudian ditumbuhkan pada media NA pada suhu 37°C selama 24 jam.

## **Skrining Bakteri Selulolitik**

Isolat bakteri yang telah dimurnikan kemudian di inokulasikan ke media CMC dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37° C. Diamati zona bening yang terbentuk dengan menambahkan *Congo red* 0,1% kemudian dibilas dengan NaCl 1M. Zona bening disekitar koloni menandakan bakteri mampu menghidrolisis selulosa. Adanya zona bening disekitar koloni menandakan bakteri mampu menghidrolisis selulosa pada media. Zona bening yang terbentuk menjadi indikasi bahwa isolat bakteri tergolong bakteri selulolitik. Igwo *et al.*, (2013) dan Ngangi *et al.*, (2013).

## **Parameter Penelitian**

Menurut Cappucino dan Sherman (2014), pengamatan makroskopis karakteristik morfologi koloni pada media pertumbuhan bakteri yaitu bentuk koloni berupa bulat (*circular*), berbenang (*filamentous*), tak teratur (*irreguler*), serupa agar (*rizhoid*), dan serupa kumparan (*spindle*). Permukaan koloni berupa rata (*flat*), timbul dan datar (*raised*), melengkung (*convex*), dan membukit. Tepi koloni berupa



utuh (*entire*), berombak (*undulate*), berbelah (*lobate*), bergerigi (*serrate*), berbenang (*felamentous*), keriting (*curled*) dan warna koloni bakteri berupa keputih-putihan, kuning, kelabu, kekuning-kuningan atau hampir bening.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## Hasil

### Isolasi dan Pemurnian Bakteri Selulolitik

Berdasarkan hasil penelitian isolasi bakteri selulolitik dari magot BSF pada beberapa media hidup yang berbeda didapatkan 25 isolat bakteri pada media NA, yaitu 8 isolat dari media limbah sayur, 10 isolat dari media feses puyuh dan 7 isolat dari media tkks.

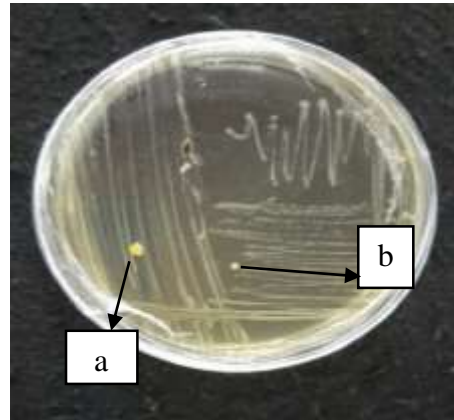
Tabel.1 Hasil Karakteristik Bakteri Pada Media NA

NO	KODE ISOLAT	KARAKTERISTIK KOLONI				Jumlah
		BENTUK	TEPI	ELEVASI	WARNA	
1	M1 Sp1	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	19
2	M1 Sp2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	10
3	M1 Sp3	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	13
4	M1 Sp4	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	8
5	M1 Sp5	<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning	15
6	M1Sp6	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	22
7	M1 Sp7	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	26
8	M1 Sp8	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning	23
9	M2 Sp1	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	21
10	M2 Sp2	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	17
11	M2 Sp3	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning	30
12	M2 Sp4	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning	28
13	M2 Sp5	<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	20
14	M2 Sp6	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	27
15	M2 Sp7	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan	32
16	M2 Sp8	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Flat</i>	Kuning	29
17	M2 Sp9	<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning	24
18	M2 Sp10	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	30
19	M3 Sp1	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning	21
20	M3 Sp2	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Flat</i>	Kuning	33
21	M3 Sp3	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Flat</i>	Kuning	25
22	M3 Sp4	<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Flat</i>	Kuning	26
23	M3 Sp5	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	27
24	M3 Sp6	<i>Cricular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	23
25	M3 Sp7	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>	20

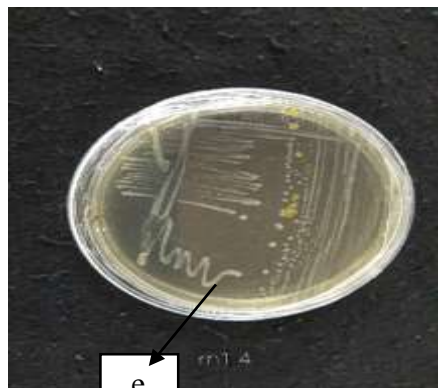
Keterangan : M1 = Magot Limbah Sayur, M2 = Magot Feses Puyuh, M3 = Magot Tkks.



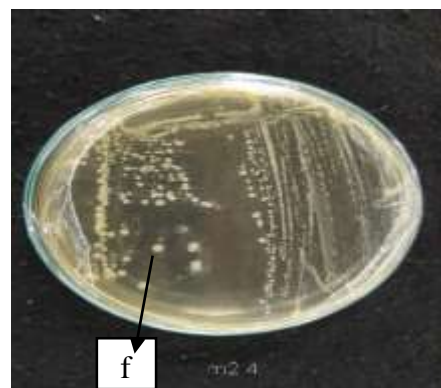
M1 Sp2



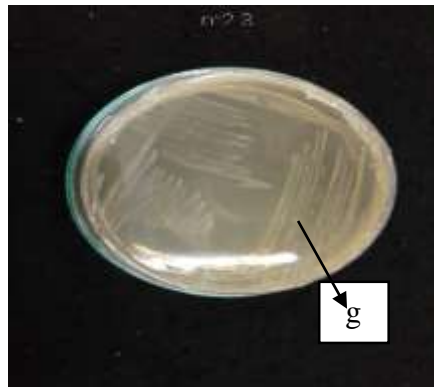
M1 Sp3



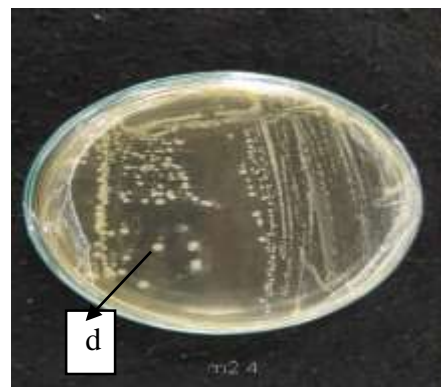
M1Sp4



M2 Sp2



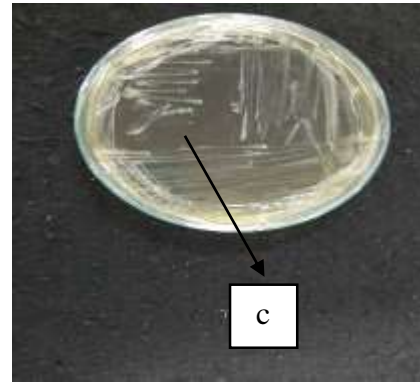
M2 Sp3



M2 Sp4



M2 Sp7



M3 Sp7

Gambar 1. Hasil Isolasi Bakteri Pada Media NA: a) warna koloni kuning, b) bentuk koloni bulat dan tepi koloni utuh, c) bentuk koloni tak beraturan, d) permukaan koloni bergelombang, f) warna koloni kekuningan, g) warna koloni *cream*.



M1 (Sp2, Sp3, Sp4)



M2 (Sp2, Sp3, Sp4)



M2 Sp7



M3 Sp7

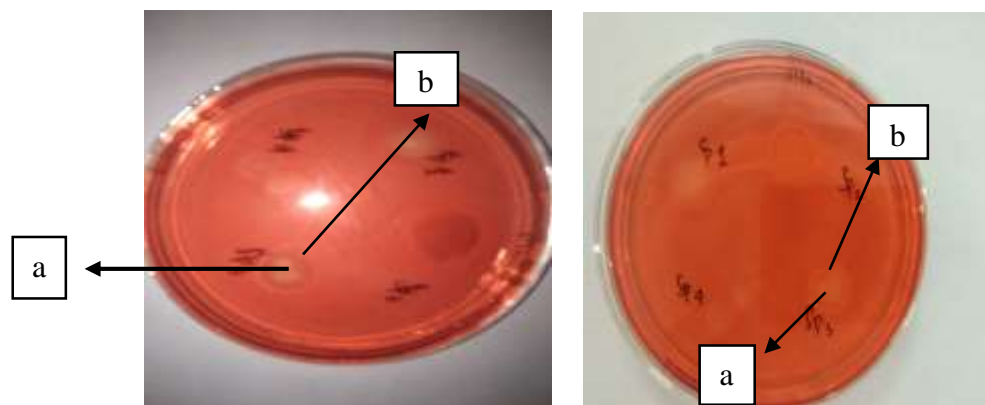
Gambar 2. Pemurnian Bakteri Dengan Metode *Streak Kuadran*.

## Skrining Bakteri Selulolitik

Tabel 2. Hasil Karakteristik Bakteri Selulolitik Pada Media CMC

NO	KODE ISOLAT	KARAKTERISTIK KOLONI			
		BENTUK	TEPI	ELEVASI	WARNA
1	M1 Sp2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan
2	M1 Sp3	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>
3	M1 Sp4	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan
4	M2 Sp2	<i>Irregular</i>	<i>Umbrate</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>
5	M2 Sp3	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning
6	M2 Sp4	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning
7	M2 Sp7	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kekuningan
8	M3 Sp7	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Cream</i>

Keterangan : Terdapat 3 isolat dari magot limbah sayur, 4 isolat dari magot feses puyuh dan 1 isolat dari magot tkks.



Gambar 3. Isolat Bakteri Selulolitik Pada Media CMC: a) Koloni bakteri, b) Zona bening.

## Pembahasan

### Isolasi dan Pemurnian Bakteri Selulolitik

Isolasi bakteri selulolitik magot BSF dari berbagai media hidup yang berbeda yaitu media limbah sayur, feses puyuh dan tkks yang merupakan media organik. Magot BSF mampu tumbuh dan berkembang pada media organik yang berbeda. Kemampuan magot BSF dapat hidup dalam berbagai media terkait dengan

karakteristiknya yang memiliki toleransi pH yang luas (Mangunwardoyo *et al.*, 2011). Kemampuan magot BSF dalam mengurai senyawa organik ini terkait dengan kandungan beberapa bakteri yang terdapat di dalam saluran pencernaannya (Dong *et al.*, 2009; Yu *et al.*, 2011).

Berdasarkan hasil isolasi bakteri seluloliti diatas menunjukkan bahwasanya terdapat 25 isolat bakteri yang tumbuh pada media NA (8 isolat dari magot limbah sayur, 10 isolat dari magot feses puyuh dan 7 isolat dari magot tkks). Jumlah terbanyak setiap isolat yaitu 33 terdapat pada isolat M3 Sp3, kemudian 32 pada isolat M2 Sp7 dan 30 pada isolat M2 Sp3 artinya bakteri tersebut dapat terpenuhi nutrisinya untuk tumbuh, karena media NA merupakan media pertumbuhan dan tidak selektif serta semua bakteri dapat tumbuh pada media NA sesuai dengan pendapat Pelczar dan Chan (2008) yang menyatakan bahwa media NA yang mengandung nutrisi mampu mendukung pertumbuhan bakteri. Semua bakteri membutuhkan nutrisi untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup yang diperlukan dalam pertumbuhan organisme. Dengan media pertumbuhan ini dapat diperoleh isolat mikroorganisme menjadi kultur murni. Media NA mengandung sumber Nitrogen yang tinggi sehingga media ini banyak digunakan untuk pertumbuhan sample pada uji bakteri dan untuk mengisolasi organisme dalam kultur murni atau kultur tunggal. Media ini digunakan sebagai pertumbuhan mikroba yang tidak selektif.

Berdasarkan hasil pengamatanm uji morfologi pada tabel diatas menunjukkan bahwasanya didapatkan ciri karakteristik bervariasi yaitu bentuk koloni bulat dan tak beraturan. Tepi koloni utuh dan bergelombang. Keseluruhan isolat memiliki elevasi yang rata. Warna isolat ada yang kuning, kekuningan dan

*cream*. Morfologi koloni yang ditemukan pada penelitian ini sesuai dengan pendapat Cappucino and Sherman (2014) yang menyatakan bahwa pada umumnya bentuk koloni bakteri berbentuk *circular, irregular, filamentous, rhizoid*. Elevasi berbentuk *raised, convex, flat, umbonate* dan *crateriform*. Tepi koloni yang berbentuk *entire, undulate, filiform, curled* dan *lobate*. Setelah diamati morfologinya kemudian di murnikan dengan metode gores (*streak quadrant*) pada medium umum pada cawan petri. Kemudian hal yang sama dilakukan berulang sampai isolat bakteri yang dihasilkan merupakan kultur tunggal (Meryandini *et al.*, 2009).

### **Skrining Bakteri Selulolitik**

Berdasarkan hasil skrining bakteri selulolitik diatas menunjukkan bahwasanya terdapat 8 isolat yang terbentuk zona bening yaitu pada isolat M1 Sp2, M1 Sp3, M1 Sp4, M2 Sp2, M2 Sp3, M2 Sp4, M2 Sp7 dan M3 Sp7. Adanya zona bening disekitar koloni menandakan bakteri mampu menghidrolisis selulosa pada media selektif yaitu media CMC. Sesuai dengan pendapat Igwo *et al.*, (2013) dan Ngangi *et al.*, (2013) bahwasanya terbentuknya zona bening menjadi indikasi bahwa isolat bakteri tergolong bakteri selulolitik dan bakteri tersebut mampu memanfaatkan selulosa sebagai salah satu sumber nutrisi terutama sebagai sumber karbon (Begum *et al.*, 2013).

Selulosa merupakan salah satu biopolimer yang banyak di alam, bersama dengan lignin dan polisakarida lainnya seperti hemiselulosa . Selulosa yang terdapat pada kompos atau limbah pertanian mencapai 15–40% dan sulit untuk didegradasi secara alami, memerlukan waktu 4–5 bulan (Klemm *et al.*, 2006). Bakteri selulolitik merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim selulase.

Fungsi bakteri selulolitik yaitu untuk mendegradasi selulosa menjadi produk yang lebih sederhana yaitu glukosa.

Kedelapan isolat tersebut merupakan bakteri penghasil enzim selulase dikarenakan enzim selulase mampu mendegradasi selulosa dengan memutuskan ikatan  $\beta$ 1,4 glikosida yang menghasilkan oligosakarida turunan selulosa dan glukosa. Enzim ini digolongkan menjadi 3 kelompok tergantung spesifitas dalam menghidrolisis selulosa, yaitu endo-1,4-  $\beta$  –glukanase (CMCase), ekso-1,4-  $\beta$  –glukanase dan  $\beta$  –D-glukosidase (Lynd *et al.*, 2002). Dalam medium pertumbuhan bakteri selulolitik mengandung substrat CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) yang dapat didegradasi oleh enzim selulase (CMCase).

Dari kedelapan isolat yang tumbuh pada media CMC paling banyak terdapat pada magot feses puyuh dikarenakan kualitas dan kuantitas media feses puyuh berkolerasi terhadap kandungan nutrisi pada tubuh magot, artinya feses puyuh sebagai media pertumbuhan magot mempunyai kualitas dan kuantitas yang baik untuk dijadikan media pertumbuhan magot sesuai dengan pendapat (Gobbi *et al.*, 2013; Makkar *et al.*, 2014) Kualitas dan kuantitas media perkembangan larva lalat sangat mempengaruhi kandungan nutrisi tubuh serta keberlangsungan hidup larva pada setiap instar dan tahap metamorfosis selanjutnya. Feses puyuh juga memiliki jumlah nutrisi yang cukup sebagai pakan magot, adapun kandungan nutrisi feses puyuh yaitu protein kasar sebesar 17,40% serat kasar 23,30%, lemak kasar 2,80%, abu 25,90% dan BETN 30,58% (Indra, 2014). Sesuai dengan pendapat (Wardhana & Muharsini 2004) bahwasanya Jumlah dan jenis media yang kurang mengandung nutrisi dapat menyebabkan bobot pupa kurang dari normal, akibatnya pupa tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa (Wardhana & Muharsini 2004).



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan Hasil dari Penelitian Isolasi Bakteri Selulolitik Magot BSF dari Berbagai Media Hidup dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bakteri dari magot BSF yang berasal dari media limbah sayur, feses puyuh dan tkks didapatkan 25 isolat yaitu 8 isolat dari magot limbah sayur, 10 isolat dari magot feses puyuh dan 7 isolat dari magot tkks.
2. Bakteri yang mampu tumbuh pada media CMC hanya 8 isolat bakteri yang merupakan bakteri selulolitik yaitu 3 isolat dari magot limbah sayur, 4 isolat dari magot feses puyuh dan 1 isolat dari magot tkks.
3. Karakteristik kedelapan isolat yaitu dengan bentuk koloni hampir keseluruhan bulat dan terdapat satu isolat dengan bentuk tak beraturan pada M2 Sp2. Tepi koloni keseluruhan utuh kecuali pada isolat M2 Sp2 dengan tepi berombak. Keseluruhan isolat memiliki elevasi yang rata. Kemudian warna koloni kekuningan terdapat pada isolat M1 Sp2, M1 Sp4 dan M2 Sp7, warna koloni *cream* terdapat pada M1 Sp3, M2 Sp2 dan M3 Sp7, warna koloni kuning terdapat pada M2 Sp3 dan M2 Sp4.

### Saran

Pada penelitian selanjutnya yaitu uji kualitatif disarankan agar menggunakan isolat M1 Sp2, M1 Sp3, M1 Sp4, M2 Sp2, M2 Sp3, M2 Sp4, M2 Sp7 dan M3 Sp7.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agasi, O. 2015. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dan Kulit Buah Pisang Yang Difermentasi Berbagai Bioaktivator Terhadap Performans Kambing Kacang Jantan Lepas Sapih. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Anand, Vennison, Sankar, Prabhu, Vasan, Raghuraman, Geoffrey, dan Vendan. 2009. *Isolation and Characterization of Bacteria from the Gut Of Bombyx Mori that Degrade Cellulose, Xylan, Pectin and Starch and Their Impact on Digestion. Journal of Insect Science.* 10(107): 1-20.
- Baharuddin, Razak, Hock, Ahmad, Aziz, Rahman, Shah, Hassan, Sakai dan Shirai. 2010. *Isolation and Characterization of Thermophilic Cellulase-Producing Bacteria from Empty Bunches-Palm Oil Mill Effluent Compost. Journal of Applied Science.* Vol.7(1): 56-62.
- Begum, s. Meignanalaksmi and Dhevi, P. 2013. *Isolation and Characterization of Cellulase Producing Paracoccus Pantotrophus FMR19 (JX012237) from Goat Rumen Fluid and its Effects on pH, Temperature and Carbon Sources. International Journal of Advanced Biotechnology and Research.* four(3): 384-390.
- Bosch G, Zhang S, Dennis GABO, Wouter HH. 2014. *Protein Quality of Insects as Potential Ingredients for Dog and Cat Foods.* J Nutr Sci. 3:1-four
- Cappuccino, J. G. dan N. Sherman. 2014. *Microbiology a laboratory manual* (10th Ed). San Fransisco: Pearson Education, Inc, Publishing as Benjamin Cummings.
- Čičková H, Newton GL, Lacy RC, Kozánek M. 2015. *The Use Of Fly Larvae For Organic Waste Treatment.* Waste Manag. 35:68-80.
- De Haas EM, Wagner C, Koelmans AA, Kraak MHS, Admiraal W. 2006. *Habitat selection by chironomid larvae: Fast growth requires fast food.* J Anim Ecol. 75:148-155.
- Dong SZ, Chen YF, Huang YH, Feng DY. 2009. *Research on feed characteristics of Bacillus natto.* Chinese J Anim Nutr. 21:371-378.
- Dormans B, Diener S, Verstappen, Zurbrugg C. 2017. *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-By-Step Guide.* Dübendorf (CH): Eawag Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Gobbi P, Martínez-Sánchez A, Rojo S. 2013. *The effects of larval diet on adult life-history traits of the Black Soldier Fly, Hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae).* Eur J Entomol. 110:461-468.
- Hadi, Mochammad. Tarwotjo, Udi. Rahadian, Rully. 2009. *Biologi Insekta Entomologi.* Yogyakarta : Graha Ilmu.

- Igwo-Ezikpe MN, Nwahiri-Ogbu C, Oyebamiji O, Ndukwe N, Ilori MO, Ogbunugafor AH. 2013. *Tropical Cellulolytic Bacteria Isolated From Hindgut Of A. Evuncifer: Potential Candidates For Bioconversion Of Lignocellulosic Waste Biomass*. J Basic Medical Sci. 1(1):1-6.
- Indarmawan. 2014. Hewan Avertebrata Sebagai Pakan Ikan Lele. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Indra Ukrita. 2014. Efisiensi Biaya Ransum Dengan Pemberian Pakan Feses Puyuh Fermentasi Pada Usaha Ternak Sapi. Jurusan Budidaya Tanaman Pangan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Jurnal Embrio, 7(2): 60-66.
- Klemm, D., Schuman, D., Kramer, F., Hebler, N., Hornung, M., Schmauder, H.P., and Marsch, S. 2006. *Nanocelluloses as Innovative Polymers in Research and Application*. Adv Polym Sci. Springer Berlin Heidelberg. 205. 49-96.
- Kristanto, S. P., Bahtiar, R. S., Sembiring, M., Himawan, H., Samboteng, L., & Suparya, I. K. (2021, June). *Implementation of ML Rough Set in Determining Cases of Timely Graduation of Students*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1933, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Lehninger AL. 1990. Dasar-dasar Biokimia Jilid 1. Alih bahasa Thenawidjaja, Maggy. Jakarta: Erlangga.
- Li Q, Zheng L, Qiu N, Cai H, Tomberlin JK, Yu Z. 2011. *Bioconversion Of Dairy Manure By Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) For Biodiesel And Sugar Production*. Waste Manag. 31:1316-1320.
- Lynd, L.R., Weimer, P.J., Van, Z.W.H. and Pretorius, IS. 2002. Microbial cellulose Utilization Fundamentals and biotechnology. Microbiol. Mol.Biol.
- Makkar HPS, Tran G, Heuze V, Ankreas P. 2014. *State of the art on use of insects as animal feed*. Anim Feed Sci Technol. 197:1-33.
- Mangunwardoyo W, Aulia, Hem S. 2011. Penggunaan bungkil inti kelapa sawit hasil biokonversi sebagai.
- Marang, E. A. F., Mahfudz, L. D., Sarjana, T. A., & Setyaningrum, S. (2019). Kualitas dan kadar amonia litter akibat penambahan sinbiotik dalam ransum ayam broiler. Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science), 21(3), 303-310.
- Morales-Ramos JA, Rojas MG, Shapiro-Ilan DI. 2014. *Mass Production Of Beneficial Organisms Invertebrates And Entomopathogens*. Cambridge (US): Academic Press.
- Newton GL, Sheppard DC, Thompson SA, Savage SI.. *Soldier Fly Benefits: House Ly Control, Manure Volume Reduction And Manure Nutrient Recycling* [Laporan Tahunan]. Diambil dari UGA Animal & Dairy Science.
- Newton, L., Sheppard, C., Watson, D.W., Burtle, G., Dove, R. 2005. *Using The Black Soldier Fly, Hermetia Illucens, As A Value-Added Tool For The Management Of Swine Manure*. California: North California Animal and Poultry Waste Management Center.

- Ngangi J, Pelealu, J, Warouw J, Mandey L. 2013. *Isolation And Activity Of Cellulolytic Bacteria Isolated From Hindgut Of Odontotermes Spa Subteran Termite On Wasian (Elmerrelia celebica L.) an endemic wood to North Sulawesi*. Int J Sci Engin Invest. 2(22):8-16.
- Pelczar, M.C., Chan, E.C.S and Krieg, N.R. 2008. *Microbiology Concepts and Applications*. McGraw-HM, Inc., New York.
- Rachmawati, Buchori D, Hidayat P, Hem S, Fahmi MR. 2010. Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada bungkil kelapa sawit. JEI 7(1): 28-41.
- Rambet V, Umboh JF, Tulung YLR, Kowel YHS. 2016. Kecernaan Protein dan Energi Ransum Broiler yang menggunakan tepung maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pengganti tepung ikan. J Zootek. 36:13-22.
- Rayhan, M., Suryapratama, W. dan Sutardi, T.H. 2013. Fermentasi Ampas Tebu (Bagasse) Menggunakan *Phanerochaete chrysosporium* Sebagai Upaya Meningkatkan Kecernaan Bahan Kering dan Kecernaan Bahan Organik Secara in vitro. Balitbang Bogor.
- Sitepu, S. A., & Marisa, J. (2019, September). *Percentage value of membrane integrity and acrosome integrity spermatozoa in simmental liquid semen with addition penicillin and sweet orange essential oil*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 327, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.
- Subamia, I.W. Saurin, M dan Fahmi, R. M. 2010. Potensi Maggot sebagai Salah Satu Sumber Protein Pakan Ikan. Jurnal Loka Riset Budi Daya Air Tawar. Depok.
- Susilo, H. 2012. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Sutoro, Y., Soelaeman dan Iskandar. 2010. Budidaya Tanaman Jagung. Balitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Sutedjo, M. 1996. Mikrobiologi Tanah. Rineka Cipta : Jakarta.
- Van Huis A. 2013. *Potential Of Insects As Food And Feed In Assuring Food Security*. Annu Rev Entomol. 58:563- 583.
- Wardhana AH, Muharsini S. 2004. Studi pupa lalat penyebab Myasis, *Chrysomya bezziana* di Indonesia. Dalam: Thalib A, Sendow I, Purwadaria T, Tarmudji, Darmono, Triwulanningsih E, Beriajaya, Natalia L, Nurhayati, Ketaren PP, et al., penyunting. Iptek sebagai Motor Penggerak Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis Peternakan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 4-5 Agustus 2004. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 702-710.
- Yuniwati, M. Iskarina, dkk. 2012. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos Dari Sampah Organik Dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. Jurnal Teknologi Volume 5 Nomor 2. Yogyakarta: AKPRIND.

Zendrato, D. P., Ginting, R., Siregar, D. J. S., Putra, A., Sembiring, I., Ginting, J., & Henuk, Y. L. (2019, May). *Growth performance of weaner rabbits fed dried Moringa oleifera leaf meal*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 260, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.

Zhang, X.Z. and Zhang, Y.H.P. 2013. *Cellulases: Characteristics, Sources, Production and Applications*. Bioprocessing Technologies. In Yang.