

**ISOLASI MIKROBA DARI FERMENTASI LIMBAH TANDAN  
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**NURHAYANI**

**NIM. 180703016**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2024 M/1446 H**

**ISOLASI MIKROBA DARI FERMENTASI LIMBAH TANDAN KELAPA  
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Ujian Sidang Munaqasyah Tugas Akhir  
Dalam Prodi Biologi

**Oleh:**

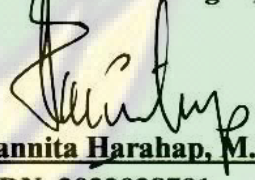
**NURHAYANI  
NIM. 180703016  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi**

Disetujui untuk Dimunaqasahkan Oleh:

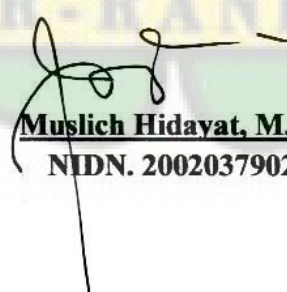
**Dosen Pembimbing I,**

  
**Syafrina Sari Lubis, M. Si**  
**NIDN. 2025048003**

**Dosen Pembimbing II,**

  
**Diannita Harahap, M. Si**  
**NIDN. 2022038701**

Mengetahui,  
**Ketua Program Studi Biologi**

  
**Muslich Hidayat, M. Si**  
**NIDN. 2002037902**

**ISOLASI MIKROBA DARI FERMENTASI LIMBAH TANDAN KELAPA  
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

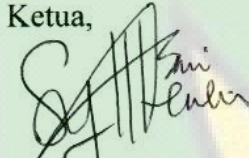
**SKRIPSI**

Telah Diuji Oleh Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S- 1)  
Dalam Prodi Biologi

Pada Hari/Tanggal: Senin, 15 Januari 2024  
4 Rajab 1445 H  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi:

Ketua,



**Syafrina Sari Lubis, M. Si**

**NIDN. 2025048003**

Sekretaris,



**Dianmita Harahap, M. Si**

**NIDN. 2022038701**

Penguji I,



**Arif Sardi, M.Si**

**NIDN. 2019068601**

Penguji II,



**Muslich Hidayat, M.Si**

**NIDN. 2002037902**

Mengetahui

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



**Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU**

**NIDN. 0002106203**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurhayani  
NIM : 180703016  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul : Isolasi Mikroba Dari Fermentasi Limbah Tandan Sawit  
(*Elaeis guineensis* Jacq.)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 24 Desember 2024

Yang Menyatakan,



(Nurhayani)

## KATA PENGANTAR

### *Bismillahirrahmanirrahim*

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat beserta dengan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi dengan judul “Isolasi Mikroba Dari Fermentasi Limbah Tanda Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*)”, selawat dan salam tidak lupa pula penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad yang telah membawa kita dari zaman kebodohan ke dalam zaman yang berilmu pengetahuan seperti sekarang.

Penghargaan dan terimakasih kepada Ibunda yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini. Abang tercinta Afual Fitri dan Zainun terimakasih telah memberikan do'a dan motivasi terbaik kepada penulis. Terimakasih kepada seluruh keluarga besar yang juga turut serta dalam memberikan dukungan kepada penulis.

Pada kesempatan kali ini penulis juga tidak lupa mengucapkan kata terima kasih kepada:

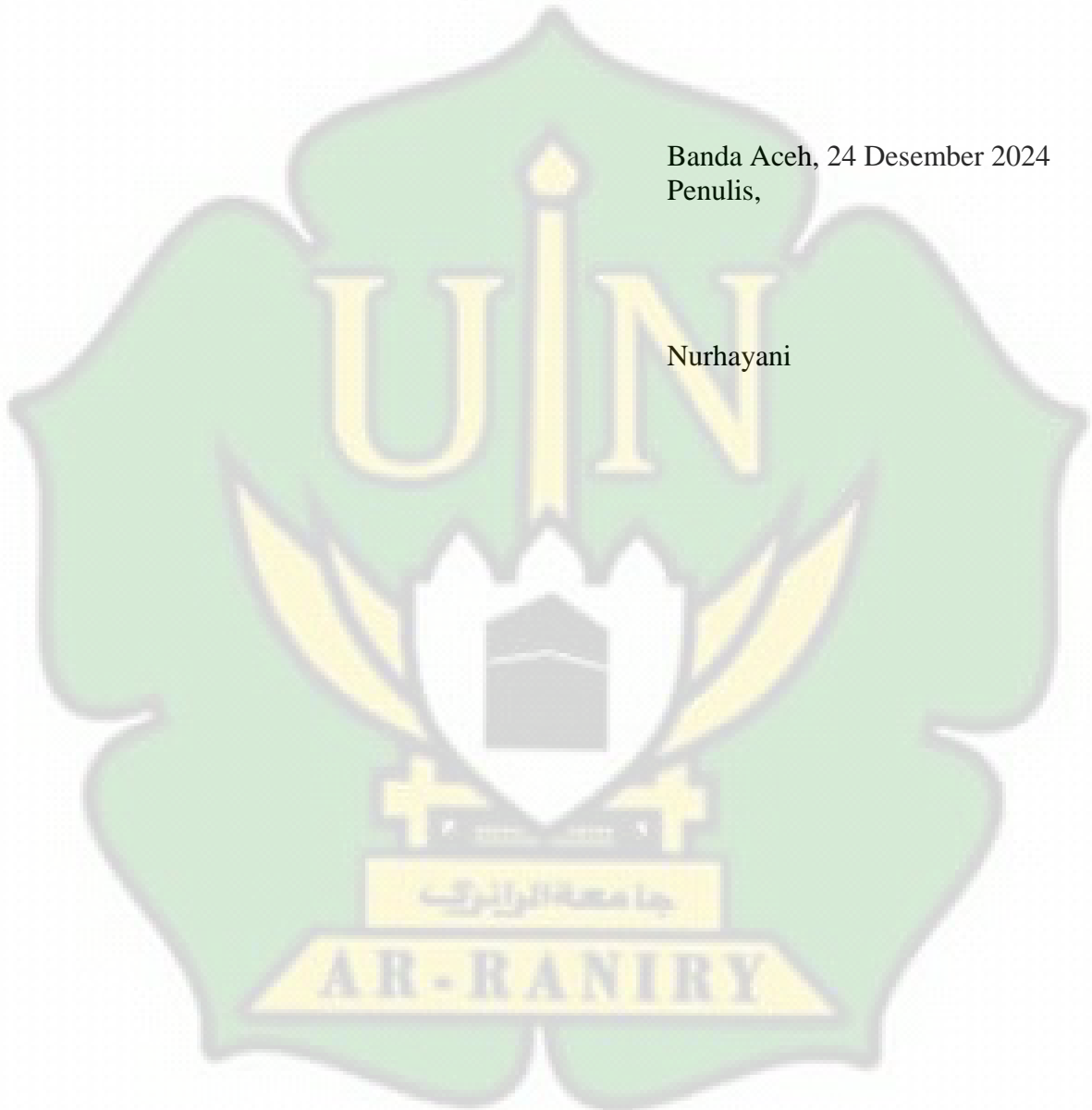
1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Muslich Hidayat, M. Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Lina Rahmawati, M. Si selaku pembimbing akademik penulis di Program Studi Biologi.
4. Ibu Syafrina Sari Lubis, M. Si selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan memberi arahan pada penulis dalam penulisan skripsi ini.
5. Ibu Diannita Harahap, M. Si selaku pembimbing II yang telah membantu dan memberi arahan pada penulisan skripsi ini.
6. Bapak Arif Sardi, M. Si selaku penguji I pada sidang munaqasyah penulis.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
8. Rekan-rekan seperjuangan penulis yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

9. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Biologi yang telah memberi dukungan dan semangat dalam menyelesaikan proposal ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, untuk itu masukan ataupun saran yang membangun dari berbagai pihak sebagai penyempurna skripsi ini akan sangat membantu penulis di masa mendatang.

Banda Aceh, 24 Desember 2024  
Penulis,

Nurhayani



## ABSTRAK

Nama : Nurhayani  
NIM : 180703016  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul : Isolasi Mikroba Dari Fermentasi LimbahTanda Sawit  
(*Elaeis guineensis* Jacq.)  
Pembimbing I : Syafrina sari Lubis, M. Si  
Pembimbing II : Diannita Harahap, M. Si  
Kata Kunci : Isolasi, Fermentasi, Tandan Sawit.

Tandan kosong kelapa sawit mengandung komposisi kimia berupa selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41% dan abu 1,23%. Limbah tandan kelapa sawit terdapat bakteri selulolitik karena memiliki komposisi utama yang berupa selulosa. Bakteri selulolitik yang terdapat di tandan kelapa sawit dapat digunakan dalam pengolahan limbah selulosa menjadi kompos. Proses fermentasi melibatkan berbagai macam mikroba, semakin banyak mikroba maka fermentasi semakin cepat berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik jamur dan bakteri pada pengomposan limbah tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif dan eksperimental dengan cara melakukan fermentasi limbah tandan kelapa sawit serta mengisolasi jamur dan bakteri pada kompos tandan kelapan sawit. Hasil penelitian diperoleh 8 isolat jamur dengan kode FS1, FS2, FS3, FS4, FS5, FS6, FS7 dan FS8. Isolat FS1 termasuk kedalam genus *Penicillium* dan 7 isolat lainnya termasuk genus *Aspergillus*. Hasil karakteristik bakteri tandan kelapa sawit diperoleh 10 isolat bakteri dengan kode isolat BS1, BS2, BS3, BS4, BS5, BS6, BS7, BS8, BS9, BS10. Genus *Bacillus* diperoleh 5 isolat, genus *Micrococcus* diperoleh 1 isolat, genus *Pseudomonas* diperoleh 2 isolat dan genus *Paracoccus* diperoleh 2 isolat.

## ABSTRACT

Name : Nurhayani  
NIM : 180703016  
Study Program : Biology  
Faculty : Science and Technology  
Title : Isolation of Microbes from Fermented Palm Oil Waste  
(*Elaeis guineensis* Jacq.)  
Supervisor I : Syafrina Sari Lubis, M. Si  
Supervisor II : Diannita Harahap, M. Si  
Keywords : Isolation, Fermentation, Palm Bunches

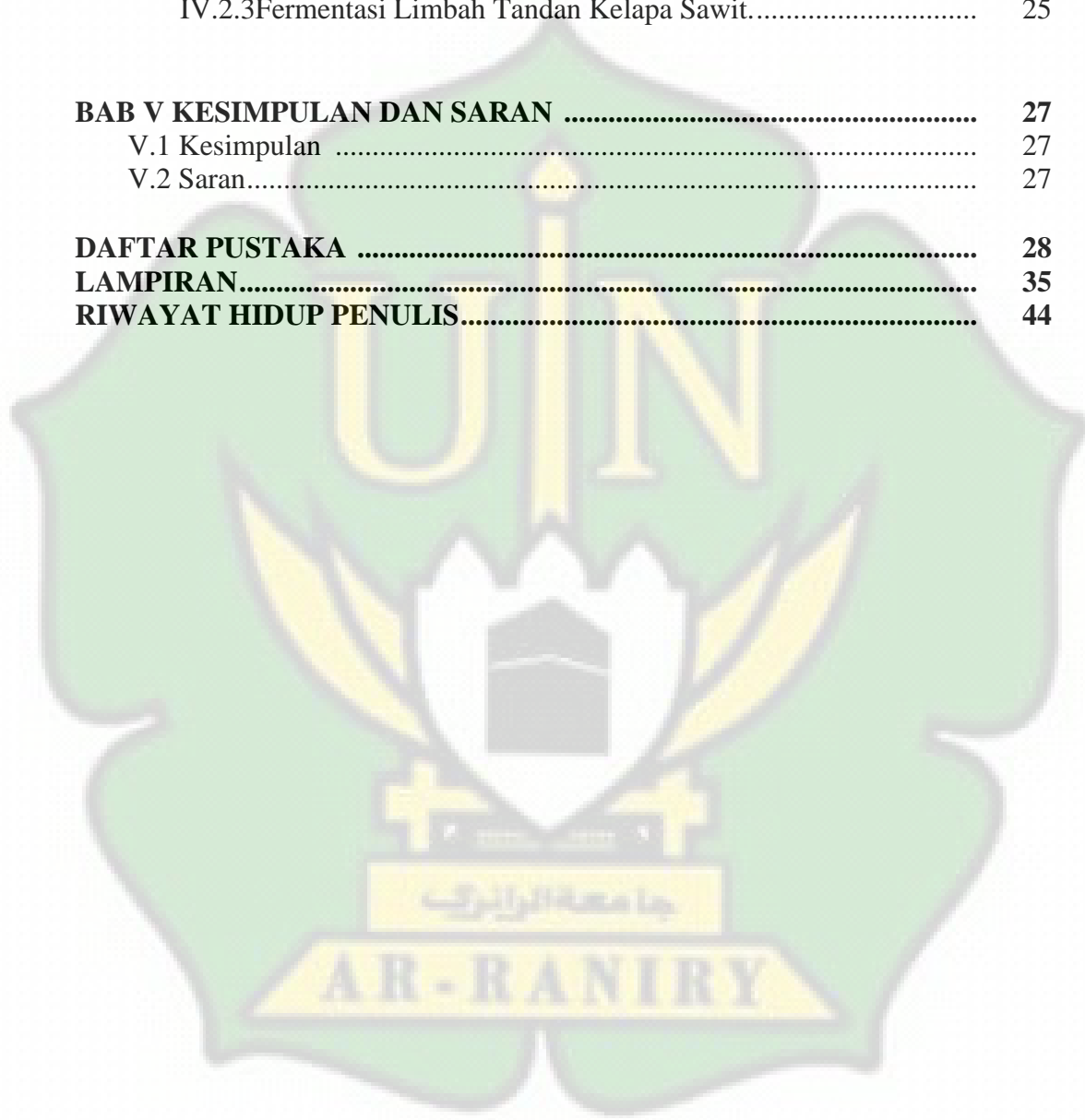
Empty oil palm fruit bunches contain a chemical composition of 45.95% cellulose, 22.84% hemicellulose, 16.49% lignin, 2.41% oil and 1.23% ash. Palm oil bunch waste contains cellulolytic bacteria because its main composition is cellulose. Cellulolytic bacteria found in oil palm bunches can be used in processing cellulose waste into compost. The fermentation process involves various kinds of microbes, the more microbes there are, the faster the fermentation will take place. This research aims to determine the characteristics of fungi and bacteria in composting oil palm bunch waste (*Elaeis guineensis* Jacq.). The method used is a descriptive and experimental method by fermenting palm oil bunch waste and isolating fungi and bacteria in palm oil bunch compost. The research results obtained 8 fungal isolates with codes FS1, FS2, FS3, FS4, FS5, FS6, FS7 and FS8. Isolate FS1 belongs to the genus *Penicillium* and the other 7 isolates belong to the genus *Aspergillus*. The results of the bacterial characteristics of oil palm bunches obtained 10 bacterial isolates with isolate codes BS1, BS2, BS3, BS4, BS5, BS6, BS7, BS8, BS9, BS10. The genus *Bacillus* obtained 5 isolates, the genus *Micrococcus* obtained 1 isolate, the genus *Pseudomonas* obtained 2 isolates and the genus *Paracoccus* obtained 2 isolates.



## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSETUJUAN PENGUJI SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAC.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
II.1 Kelapa Sawit.....	5
II.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	6
II.3 Selulosa .....	8
II.4 Fermentasi .....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
III.1 Tempat dan Waktu .....	10
III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	10
III.3 Jenis Penelitian .....	11
III.4 Alat dan Bahan.....	11
III.4.1 Alat.....	11
III.4.2 Bahan .....	11
III.5 Metode Penelitian .....	11
III.6 Prosedur Penelitian .....	11
III.6.1 Pengambilan Sampel Tandan Kelapa Sawit .....	11
III.6.2 Pembersihan Tanda Kelapa Sawit .....	11
III.6.3 pengomposan Limbah Tandan Sawit.....	12
III.6.4 Pengamatan Tekstur dan Warna Kompos.....	12
III.6.5 Isolasi dan Karakteristik Jamur Tandan Sawit.....	12
III.6.6 Isolasi dan Karakteristik Bakteri Tandan Sawit.....	13
III.6.7 Pewarnaan Gram.....	14
III.6.8 Uji Biokimia.....	14
III.7 Analisis Data .....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
IV.1 Hasil Penelitian .....	16

IV.1.1 Karakteristik Jamur Pada Fermentasi Limbah Tandan Kelapa Sawit.....	16
IV.1.2 Karakteristik Bakteri Fermentasi Limbah Tandan Kelapa Sawit. ....	16
IV.2 Pembahasan .....	21
IV.2.1 Karakteristik Jamur Tandan Kelapa Sawit. ....	21
IV.2.2 Karakteristik Bakteri Tandan Kelapa Sawit. ....	23
IV.2.3 Fermentasi Limbah Tandan Kelapa Sawit.....	25
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
V.1 Kesimpulan .....	27
V.2 Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>35</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS.....</b>	<b>44</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	5
Gambar II.2 Tandan Kelapa Sawit.....	6
Gambar III.1 Prosedur Pengenceran Sampel .....	13
Gambar IV.3 Kompos Limbah Tandan Sawit.....	16



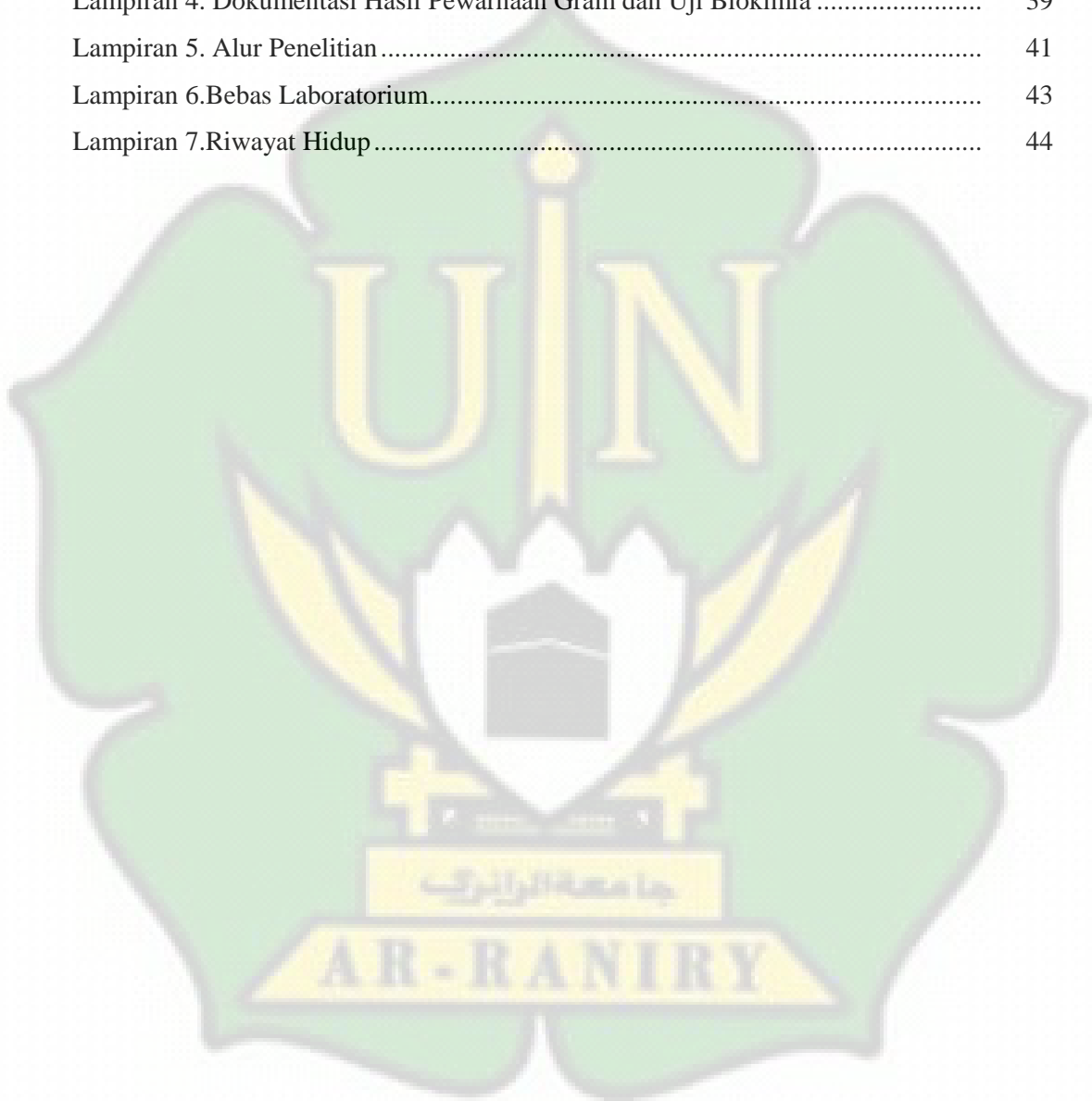
## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Pelaksanaan Penelitian .....	10
Tabel IV.2 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Tandan Sawit	18
Tabel IV.3 Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis serta Uji biokimia Isolat Bakteri .....	20



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat keputusan (SK) Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh Mengenai Penetapan Pembimbing Skripsi .....	35
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan di Laboratorium .....	36
Lampiran 3. Dokumentasi Hasil Penelitian .....	37
Lampiran 4. Dokumentasi Hasil Pewarnaan Gram dan Uji Biokimia .....	39
Lampiran 5. Alur Penelitian .....	41
Lampiran 6. Bebas Laboratorium .....	43
Lampiran 7. Riwayat Hidup .....	44



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
-----------	------	--

TBS	Tandan Buah Segar	1
Kg	Kilogram	1
mg/L	Miligram/Liter	2
NA	Nutrien Agar	10
PDA	Potato Dextrose Agar	10
MR	Methyl Red	10
VP	Voges Proskauer	10
SIM	Sulfite Indole Motility	10
SC	Simmon's Citrate	10
FS	Fungi Sawit	15
BS	Bakteri Sawit	17

Lambang	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
---------	------	--

°	Derajat	11
-	Negative	19
+	Positive	19
<	Kurang dari	24
>	Lebih dari	24

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit yang besar di Indonesia. Daerah penghasil minyak terbesar di Indonesia yaitu berasal dari Provinsi Riau, Sumatera Utara, Kalimantan Tengah, Sumatera Selatan dan Kalimantan Barat. Provinsi Aceh merupakan salah satu daerah yang kaya akan sumber alam yang dapat di optimalkan, salah satu diantaranya yaitu sumber daya pertanian dan perkebunan. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang sangat penting di sektor pertanian

Pengolahan tandan buah segar (TBS) dapat menghasilkan minyak kelapa sawit dan sisanya berupa limbah padat dan limbah cair (Sartini *et al.*, 2018). Luas tanaman kelapa sawit di Provinsi Aceh secara keseluruhan pada tahun 2021 yaitu 470.827 Ha dengan produktivitas rata-rata minyak kelapa sawit keseluruhan pada tahun 2021 yaitu sebesar 2.745 Kg/Ha per tahun dan semakin meningkat dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Tandan kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS). Limbah cair industri kelapa sawit memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga dapat berpotensi mencemari air dan tanah. Sedangkan limbah padat berasal dari proses pengolahan kelapa sawit yang berupa tandan kelapa sawit, cangkang, lumpur, serabut dan bungkil. Meningkatnya jumlah produksi tanaman kelapa sawit tentunya akan meningkatkan jumlah limbahnya, baik limbah cair maupun limbah padat.

Menurut Saputra (2018) tandan kelapa sawit merupakan sumber bahan organik yang kaya akan unsur hara makro Mg, N, P dan K. Limbah tandan sawit yang cukup besar banyak ditemukan di pabrik pengolahan kelapa sawit (Widiastuti dan Pamuji, 2007). Limbah kelapa sawit yang sangat banyak akan berdampak negative terhadap lingkungan. Oleh karena itu untuk mengurangi jumlah limbahnya, saat ini kelapa sawit mulai dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk organik. Tandan kelapa sawit memiliki struktur yang kasar, berserabut tebal, didominasi dengan selulosa dan lignin sehingga secara alami sangat sulit

terdekomposisi.

Menurut (Harahap *et al.*, 2020) tandan kosong kelapa sawit mengandung komposisi kimia berupa selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41% dan abu 1,23%. Proses pengomposan dapat terjadi secara alami maupun dengan penambahan bioaktivator. Pengomposan secara alami membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu berkisar 2-3 bulan. Namun dengan adanya penambahan bioaktivator, proses pengomposan menjadi lebih cepat dari waktu pada umumnya (Triana, 2019). Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah melakukan pengolahan limbah tandan kelapa sawit dengan menggunakan mikroorganisme yang dikenal dengan teknologi kompos bioaktif. Pada umumnya limbah tandan sawit mengandung senyawa organik dan anorganik. Limbah yang mengandung senyawa organik dapat didegradasi oleh mikroba dan dapat dikendalikan secara biologis (Retni, 2016).

Salah satu organisme yang mampu mendegradasi selulosa menjadi komponen yang sederhana ialah jamur selulolitik. Jamur selulolitik merupakan organisme yang bersifat menguraikan selulosa. Beberapa mikroba dari kelompok jamur mempunyai kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase yang dimilikinya (Afrilla, 2019). Pada limbah tandan kelapa sawit terdapat bakteri selulolitik karena memiliki komposisi utama yang berupa selulosa. Bakteri selulolitik menggunakan limbah tandan kelapa sawit sebagai substrat untuk pertumbuhannya. Bakteri selulolitik yang terdapat di tandan kelapa sawit bisa digunakan dalam pengolahan limbah selulosa menjadi kompos (Delva, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian Ramli & Marlinda (2017) menyatakan bahwa pengomposan limbah tandan kelapa sawit yang ditambahkan bioaktivator EM-4 menghasilkan pupuk kompos dengan kadar unsur hara nitrogen 1,14%, fosfor 0,714% dan kalium 1,32% dengan masa inkubasi selama 30 hari. Tandan kelapa sawit yang difermentasi secara alami memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat terurai karena mengandung selulosa (Rahmasita *et al.*, 2017). Serat yang terdapat pada limbah tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan pupuk kompos untuk media pertumbuhan tanaman. Keunggulan kompos limbah tandan kosong kelapa sawit mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman



antara lain K, P, Ca, Mg, C, dan N, sehingga dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Lubis, 2016). Kompos tandan kelapa sawit dapat dijadikan sebagai media pertumbuhan tanaman. Potensi dari kompos tandan kosong kelapa sawit yaitu sebagai bahan pembenah tanah, sumber hara bagi tanaman serta unsur karbon dan energi bagi organisme tanah yang dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman (Cahyono, 2019). Jamur yang mampu menguraikan lignin, selulosa dan hemiselulosa mampu menjaga ketersediaan unsur C sebagai sumber energi untuk konsumsinya sendiri maupun organisme lainnya. Bakteri selulolitik merupakan salah satu mikroorganisme yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa karena bakteri tersebut memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan mikroba lainnya, sehingga untuk memproduksi enzim selulase tidak membutuhkan waktu yang lama.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang ” **Isolasi dan Identifikasi Mikroba dari Fermentasi Limbah Tandan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana karakteristik jamur pada pengomposan limbah tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)?
2. Bagaimana karakteristik bakteri pada pengomposan limbah tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) ?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui karakteristik jamur pada pengomposan limbah tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).
2. Mengetahui karakteristik bakteri pada pengomposan limbah tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan isolat jamur pendegradasi selulosa pada limbah tandan kelapa sawit
2. Mengurangi jumlah limbah yang berupa tandan kelapa sawit dengan memanfaatkannya sebagai pupuk kompos.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tanaman yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena kelapa sawit merupakan salah satu tanaman yang dapat menghasilkan minyak nabati. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan spesies tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan. Kelapa sawit berperan penting dalam perekonomian negara karena merupakan tanaman penghasil minyak nabati. Kandungan karotenoid dalam minyak kelapa sawit sangat tinggi. Karotenoid merupakan pigmen yang mampu menghasilkan zat berwarna merah. Kelapa sawit termasuk tanaman monokotil yang memiliki batang tumbuh lurus, tidak bercabang, tidak mempunyai kambium dan memiliki sistem akar serabut (Galingging, 2021).

Berikut klasifikasi ilmiah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) : Kingdom

	: Plantae	
Subkingdom	: Viridiplantae	Infrakingdom : Streptophyta
Superdivision	: Embryophyta	Division : Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophyta	Class : Magnoliopsida
Superorder	: Liliales	
Order	: Arcales	
Family	: Aracaceae	
Genus	: <i>Elaeis</i>	
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i>	Jacq.



Gambar II.2 Tanaman Kelapa Sawit (Dokumentasi Pribadi)

Satu ton kelapa sawit terdiri dari 230-250 kg tankos, cangkang sebanyak 65 kg, serat 130-150 kg dan juga biji sebanyak 55-60 kg. Hal ini mengakibatkan bertambahnya limbah dan menimbulkan permasalahan lingkungan akibat dari limbah padat yang dihasilkan dari pabrik pengelolaan minyak sawit (Amelia *et al.*, 2021). Kelapa sawit memiliki tinggi Analisa bahan kimia limbah industri kelapa sawit menunjukkan adanya kandungan bahan organik yang tinggi. Tingginya bahan organik tersebut dapat dijadikan sebagai bahan baku yang potensial untuk diolah menjadi bahan-bahan yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi (Ferguson, 2019).

## II.5 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pengolahan buah tandan segar dalam pembuatan minyak kelapa sawit (Rahmasita, 2017). Tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu jenis produk sampingan (*by-product*) yang berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit. Struktur dari tandan kosong kelapa sawit tersebut kasar dan berserabut tebal. Rata-rata produksi tandan kosong kelapasawit yaitu berkisar 22% hingga 24% dari total berat tandan buah segar yang diproses di pabrik pengolahan kelapa sawit (Ardianto, 2019).

Menurut Fadhilah & Budiyanto (2018) tandan kosong kelapa sawit mempunyai kandungan selulosa sebesar 40% dan lignin 22% serta hemiselulosa 28%. Limbah yang dihasilkan oleh kelapa sawit mengakibatkan pencemaran lingkungan, untuk mengurangi limbah tersebut salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan teknologi daur ulang limbah padat menjadi produk pupuk kompos yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun tidak semua limbah tandan kosong kelapa sawit dapat diolah secara baik, masih terdapat limbah yang berserakan di sekitar pabrik perindustrian.



Gambar II.3 Tandan Kelapa Sawit (Syawal *et al.*, 2017).

Biodegradasi merupakan proses dekomposisi bahan organik kompleks yang dilakukan oleh mikroorganisme. Hasil dari proses biodegradasi tersebut menjadi bahan organik yang lebih sederhana dan mengalami mineralisasi sehingga tersedia dalam bentuk mineral yang dapat diserap oleh tanaman. Proses pendegradasi lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang dilakukan oleh mikroorganisme memerlukan waktu yang relatif lama. Bakteri berperan penting dalam mendekomposisi tandan kosong kelapa sawit dengan tingkat degradasi bahanorganik yang tinggi dan dapat terjadi selama dua minggu pertama pengomposan (Darliana & Wilujeng, 2020).

Pengomposan tandan kosong kelapa sawit secara alami memerlukan waktu yang cukup lama, lebih dari 3 bulan. Hal ini disebabkan limbah tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa 33,02%, hemiselulosa 22,05% dan lignin 35,08% dalam keadaan berat kering (Kurniawan & Gusmawartati, 2021). Kandungan yang terdapat dalam tandan kosong kelapa sawit menyebabkan limbah tersebut sukar untuk terdekomposisi. Ada beberapa cara untuk mempercepat proses pengomposan yaitu dengan cara perlakuan biologi dengan menambahkan inokulan mikroorganisme yang memiliki kemampuan dalam merombak bahan yang akan dikomposkan yaitu seperti bakteri, jamur dan aktinomisetes. Selain itu menurut Okalia *et al* (2018) agar mempercepat proses penguraian maka ukuran tankos harus diperkecil terlebih dahulu. Jumlah mikroorganisme dekomposer alami didalam tanah hanya sedikit, sehingga ukuran tankos harus diperkecil agar luas permukaan besar dan mudah didekomposisi oleh mikroorganisme.

Jenis limbah kelapa sawit adalah limbah padat yang terdiri dari tandan kosong kelapa sawit, pelepah, cangkang dan lain-lain. Selain limbah padat juga dihasilkan limbah cair. Limbah padat dan cair berpotensi dijadikan sebagai suatu produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomi tinggi. Tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan organik tanaman kelapa sawit, baik langsung atau tidak langsung. Pemanfaatan secara langsung yaitu dengan menggunakan limbah tersebut sebagai mulsa dan secara tidak langsung dengan mengkomposkan terlebih dahulu sebagai pupuk organik. Limbah tandan kosong kelapa sawit dapat berfungsi secara ganda yaitu menambah unsur hara dalam tanah serta meningkatkan kandungan bahan organik tanah untuk perbaikan sifat fisik tanah (Mulyono, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Yanti

(2019) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) menyatakan bahwa penggunaan kompos tandan kosong kelapa sawit berpengaruh nyata pada tinggi tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.).

## **II.6 Selulosa**

Selulosa merupakan senyawa terbesar dan berperan penting dalam siklus karbon di alam. Hal tersebut tidak terlepas dari peranan organisme pendegradasi selulosa dalam penguraian selulosa secara enzimatik. Organisme yang berperan dalam mendegradasi selulosa adalah jamur selulolitik (Alvianda, 2017). Jamur memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase. Jamur selulolitik merupakan mikroba yang dapat menghasilkan enzim selulase serta sangat berpotensi dalam proses dekomposisi bahan organik. Selulosa mampu didegradasi oleh enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba. Enzim tersebut mendegradasi molekul selulosa yang sukar larut menjadi molekul sederhana yang dapat digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi.

## **II.7 Fermentasi**

Fermentasi merupakan pupuk organik yang di proses dari pembusukan sisa buangan makhluk hidup (tanaman ataupun hewan). Kecepatan proses pengomposan ditentukan oleh suhu, kelembaban, ukuran partikel dan kadar air. Proses fermentasi terjadi berbagai perubahan yaitu karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak dan protein. Proses fermentasi melibatkan berbagai macam mikroba, semakin banyak mikroba maka fermentasi semakin cepat berlansung. Pada proses pengomposan harus dilakukan pengaturan kelembaban, aerasi dan temperature bahan. Hal tersebut sangat berkaitan dengan dengan keberlansungan hidup mikroba dalam mendegradasi bahan menjadi pupuk kompos. Proses aerasi dapat dilakukan dengan melakukan pembalikan dalam seminggu sekali. Suhu pengomposan optimal yaitu 30-50°C. pH yang baik dalam pengomposan yaitu berkisar 6,5-7,5 (Veronika *et al.*, 2019). Proses penguraian selulosa secara alami memerlukan bantuan mikroba selulolitik yang mampu mengeluarkan enzim selulase (Mulyono, 2020). Mikroba yang memiliki aktivitas lignoselulolitik diketahui merupakan mikroba dari golongan bakteri (Widiastuti *et al.*, 2015) , aktinomicetes dan jamur (Choirunnisa

*et al*, 2017).

golongan bakteri (Widiastuti *et al.*, 2015) , aktinomicetes dan jamur (Choirunnisa *et al*, 2017). Mikroba pendegradasi merupakan kelompok mikroba yang hidup secara saprofit yang terdapat pada tumbuhan dan hewan yang telah mati dan mampu menguraikan unsur-unsur organik dalam tanah (Utami, 2017).



## BAB III METODE PENELITIAN

### III.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2023. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh.

### III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan rincian kegiatan pada tabel berikut:

Tabel IV.1. Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pengambilan limbahtandan kelapa sawit																
2.	Pencacahan limbah tandan kelapa sawit																
3.	PengomposanLimbahTandan kelapa sawit																
4.	Isolasi kapang limbah tandan kelapa sawit																
5.	Identifikasi bakteri tandan kelapa sawit																
6.	Pewarnaan gram																
7.	Uji biokimia																
8.	Pengamatan																
9.	Analisis Data																
10.	Sidang Akhir																



### **III.3 Objek Penelitian**

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tandan kosong kelapa sawit.

### **III.4 Alat dan Bahan**

III.4.1 Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, spiritus, kamera, korek api, parang, kawat, *vortex*, *erlenmeyer*, *shaker incubator*, mikropipet, autoclave, *colony counter*, rak tabung, aluminium foil, hot plate, *magnetic stirrer*, oven, timbangan analitik, jarum ose, lampu bunsen, penggaris, handsprayer, kertas label dan alat tulis.

III.4.2 Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit, media *Nutrien Agar*(NA) untuk penanaman bakteri, media *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk penanaman jamur, media MR-VP (*Methyl Red-Voges Proskaur*), media SIM (*Sulfite Indole Motility*), media SC (*Simmon's Citrate*), Crystal Violet, larutan iodine, alkohol, 96%, safranin, minyak immersi, pupuk *Growmore*, tissue, kertas wrap, sarung tangan, masker, aquades, alkohol 70% dan terpal.

### **III.5 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan eksperimental dengan cara melakukan fermentasi limbah tandan kelapa sawit dan mengisolasi jamur dan bakteri pada kompos tandan kelapa sawit. Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis.

### **III.6. Prosedur Penelitian**

#### **III.6.1 Pengambilan Sampel Tandan Kelapa Sawit**

Sampel limbah tandan kelapa sawit diambil ditempat pengumpulan limbah Pabrik Kelapa Sawit PT. Kharisma Iskandar Muda (KIM), Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya, Aceh. Sampel diambil secara langsung menggunakan sarung tangan yang steril. Sampel yang telah diambil dimasukkan kedalam karung dan dibawa ke laboratorium untuk bahan penelitian (Mulyono, 2021).

### **III.6.2 Pembersihan dan Pencacahan Tandan Kelapa Sawit**

Limbah tandan kelapa sawit dibersihkan dari kotoran yang menempel lalu dicacah dengan menggunakan parang dengan ukuran kecil. Tujuan dilakukannya pencacahan tersebut untuk memperkecil ukuran tankos sehingga mudah terurai.

### **III.6.3 Pengomposan Limbah Tandan Sawit**

Limbah tandan sawit yang telah melewati masa pencacahan, selanjutnya dimasukkan kedalam terpal. Kemudian terpal ditutup dan diamati proses pengomposannya (Kurniawan & Gusmawartati, 2021). Pengomposan limbah tandan kosong kelapa sawit mengikuti metode Aini *et al* (2021) yaitu 40 hari tanpa menambahkan bakteri pengurai. Selama proses pengomposan berlangsung dilakukan pembalikan pada kompos dan disiram menggunakan aquadest selama seminggu sekali. Kemudian dilakukan analisis suhu, Ph dan kelembaban di akhir pengomposan.

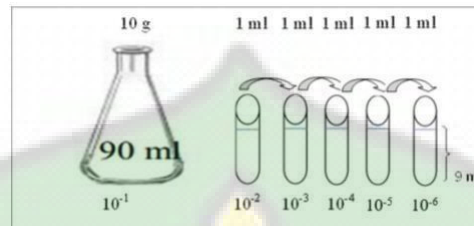
### **III.6.4 Pengamatan Tekstur dan Warna Kompos**

Pengamatan tekstur dan warna kompos dilakukan dengan *by feeling* diakhir pengamatan. Kompos yang sudah matang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat kehitaman, akan tetapi apabila warna kompos masih berwarna coklat atau mirip dengan warna mentahnya berarti kompos belum matang sempurna (Arini *et al.*, 2019).

### **III.6.5 Isolasi dan Karakterisasi Jamur**

Isolasi kapang diawali dengan ditimbang 1 gram limbah padat tandan sawit dan dimasukkan kedalam erlenmeyer. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan aquades steril sebanyak 9 ml dan diaduk menggunakan hot plate magnetik stirer selama 30 menit. Disiapkan tabung rekasi lalu dimasukkan 9 ml aquades steril kedalam masing-masing tabung. Kemudian dimasukkan 1 ml suspensi tersebut ke dalam 9 ml aquades steril pada tabung reaksi lalu divortex agar suspensi homogen sehingga diperoleh tingkat pengenceran  $10^{-1}$ . Kemudian dimasukan kembali 1 ml larutan dari pengenceran tersebut ke dalam 9 ml aquades steril pada tabung reaksi lainnya sehingga diperoleh tingkat pengenceran  $10^{-2}$ . Prosedur tersebut diulangi hingga tingkat pengenceran  $10^{-6}$  (Dion & Purwantisari, 2020). Penanaman dilakukan dengan metode tuang (*pour plate*) dari suspensi tersebut diambil dua pengeceran yaitu pengenceran 2 dan 3. Kemudian diambil

suspensi sebanyak 0,5 ml dengan menggunakan mikro pipet. Selanjutnya disebar dengan batang penyebar steril. Lalu cawan yang telah berisi sampel kemudian diinkubasi menggunakan inkubator selama 2-5 hari dengan suhu 25<sup>0</sup> C (Mulyono, 2021).



Gambar III.1 Prosedur Pengenceran Sampel

Pemurnian isolat dilakukan dengan mengambil koloni yang tumbuh terpisah yang menunjukkan karakteristik yang berbeda. Isolat diambil dengan menggunakan jarum ose kemudian dimurnikan pada media PDA yang baru dengan metode titik ditengah. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari (Agustinur & Yusrizal, 2021). Identifikasi kapang dilakukan secara mikroskopis yaitu dengan mengamati ciri-ciri morfologi dari setiap koloni murni yang tumbuh meliputi warna koloni permukaan atas, permukaan bawah, tekstur dan bentuk. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati warna hifa dan bentuk hifa (Multi *et al.*, 2023).

### III.6.6 Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Isolasi bakteri dari limbah tandan kelapa sawit diawali dengan menimbang 1gr limbah tandan kelapa sawit lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dilarutkan dengan menambah 9 ml aquades dan dihomogenkan dengan *vortex* sehingga diperoleh pengenceran 10<sup>-1</sup>. Selanjutnya dimasukkan 1 ml suspensi tersebut ke dalam 9 ml aquades steril pada tabung reaksi lainnya sehingga diperoleh tingkat pengenceran 10<sup>-2</sup>. Kemudian dimasukkan kembali 1 ml larutan dari pengenceran tersebut ke dalam 9 ml aquades steril pada tabung reaksi lainnya sehingga diperoleh tingkat pengenceran 10<sup>-3</sup>. Prosedur tersebut diulangi hingga tingkat pengenceran 10<sup>-6</sup> (Linda *et al.*, 2019). Penanaman bakteri dari limbah tandan kelapa sawit yang telah diencerkan dengan diambil sebanyak 1 ml larutan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media *Nutrient Agar* (NA) dengan metode *Pour Plate* (cawan tuang). Selanjutnya diinkubasi selama 24 jam. Setiap koloni yang

tumbuh, kemudian diamati (Yanti *et al.*, 2021). Identifikasi bakteri secara makroskopis dilakukan dengan melihat bakteri yang sudah diinkubasi berdasarkan bentuk koloni, warna koloni dan tepi koloni.

### **III.6.7 Pengamatan Mikroskopis Bakteri (Pewarnaan Gram)**

Pewarnaan gram dilakukan pada isolat bakteri 24 jam setelah pemurnian. Isolat bakteri diambil sebanyak satu ose dan di oleskan pada kaca benda steril. Kemudian ditetaskan aquades sebanyak 1-2 tetes lalu difiksasi pada api bunsen sampai mengering. Ditetaskan zat warna kristal violet, didiamkan selama 1 menit agar zat warna tersebut dapat meresap. Kemudian dibilas dengan aquades, ditunggu air sampai sedikit mengering dan ditambahkan larutan iodine 1 tetes ditunggu selama 1 menit dan dibilas kembali dengan air mengalir. Selanjutnya diberi alkohol 20 detik dan dicuci dengan air kembali. Ditunggu sampai sedikit mengering, lalu diberi larutan safranin sebanyak 1-2 tetes dan ditunggu selama 10-20 detik, dicuci kembali dengan air mengalir. Kaca benda kemudian di angin-anginkan agar isolat mengering dan diamati di bawah mikroskop dan ditetesi minyak immersi. Hasil dari pewarnaan gram diamati sel bakteri yang menunjukkan sifat gram dan bentuk selnya (Imran & Mustaka, 2020).

### **III.6.8 Uji Biokimia Bakteri**

#### **a. Uji SIM (Sulfite Indole Motility)**

Isolat murni diambil sebanyak 1 jarum ose kemudian ditusuk ke dalam media SIM tegak dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2x24 jam. Apabila pertumbuhan bakteri menyebar disekitar bekas tusukan jarum ose menandakan hasilnya positif dan jika berupa garis di tusukan saja menandakan negatif (Khairani & Manalu, 2023).

#### **b. Uji Katalase**

Diambil 1 ose bakteri menggunakan ose cincin dioles pada kaca benda kemudian di teteskan 1 tetes reagen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Hasil menunjukkan positif jika terbentuk gelembung udara, hal ini disebabkan adanya enzim katalase yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme dan hasil negatif jika tidak adanya gelembung gas karena bakteri tersebut tidak mampu menghasilkan enzim (Handayani, 2018).

**c. Uji Metil Red**

Isolat murni diambil sebanyak satu ose dan dimasukkan ke dalam media setelah itu diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama  $2 \times 24$  jam dan ditambahkan larutan metil red.

**d. Uji Voges Proskauer**

Sebanyak 1 jarum ose isolat murni dimasukkan ke dalam medium Diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama  $3 \times 24$  jam dan ditambahkan larutan KOH (Imran & Mustaka, 2020).

**e. Uji Sitrat**

Isolat murni diambil sebanyak satu jarum ose di gores secara zig-zag pada medium simon's citrate miring pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam dan diamati perubahan warna yang terjadi pada media. Perubahan warna hijau menjadi biru menunjukkan bahwa bakteri mampu menganalisis sitrat sebagai sumber karbon.

**f. Uji Hidrolisis Gula (TSIA)**

Isolat Bakteri diambil satu ose menggunakan ose jarum. Kemudian inokulasi dengan cara ditusuk dalam media dan digores pada permukaan media lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . Fermentasi karbohidrat ditunjukkan dengan perubahan warna pada media dari warna orange kemerahan menjadi kuning dikarenakan adanya asam. Pengujian TSIA merupakan metode yang digunakan untuk melihat kemampuan mikroorganismen dalam memfermentasikan gula yaitu glukosa, laktosa, dan sukrosa. Uji TSIA juga berfungsi untuk mengetahui apakah bakteri mampu menghasilkan gas  $\text{H}_2\text{S}$  yang ditunjukkan dengan adanya endapan hitam (Handayani, 2018).

**III.6.9. Analisis Data**

Data yang diperoleh berupa data hasil isolasi dan pengamatan karakteristik makroskopis dan mikroskopis mikroba dari tandan kelapa sawit. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis dengan memamparkan karakteristik secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **IV.1 Hasil Penelitian**

##### **IV.1.1 Fementasi Limbah Tandan Kelapa Sawit**

Hasil fermentasi secara alami yang dilakukan selama 40 hari diamati beberapa faktor fisik yaitu warna, bau, tekstur suhu dan Ph. Setelah dilakukan pengukuran maka didapatkan hasil yaitu berwarna coklat, berbau jerami, dan memiliki tekstur sedikit halus, suhu 39 °C, dan pH 8,5,. Perubahan warna kompos diduga disebabkan oleh proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroba dengan memanfaatkan enzim selulase dan protease yang mendegradasi protein. Dikarenakan proses fermentasi yang dilakuka secara alami maka kompos yang diperoleh belum matang sempurna dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk menghasilkan kompos yang baik. Hal ini dapat dilihat dari suhu yang masih tinggi yaitu 39°C yang menandakan bahwa masih terjadi proses perombakan. Menurut Dewilda (2017). Kompos yang sudah matang memiliki warna coklat kehitaman, berbau tanah, teksturnya tidak kasar dan pH 6-7 (Ramli, 2022).

Pengomposan limbah tandan kelapa sawit yang dilakukan secara alami memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 3-6 bulan. Oleh karena itu, diperlukan usaha agar dapat mempersingkat waktu pengomposan seperti menggunakan mikroorganisme lokal untuk membantu proses perombakan yang lebih cepat.



Gambar: Kompos Limbah Tandan Sawit

#### IV.1.2 Karakteristik Jamur Pada Fermentasi Limbah Tandan Kelapa Sawit



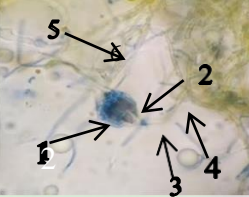
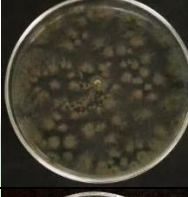


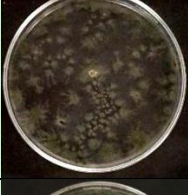


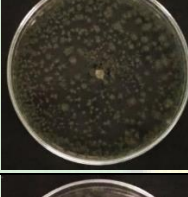
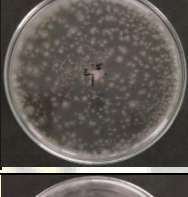
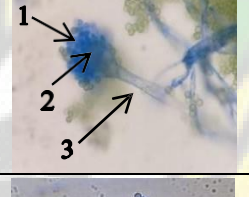
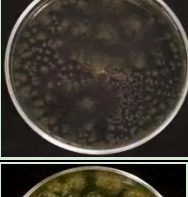
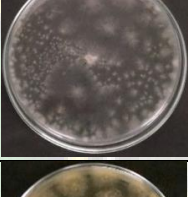

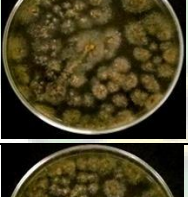
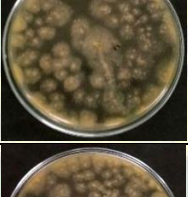
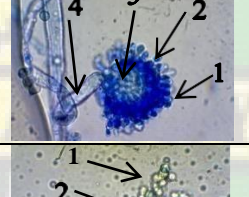
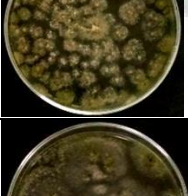
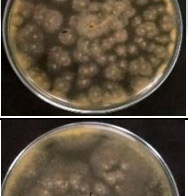
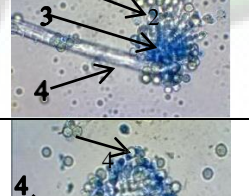
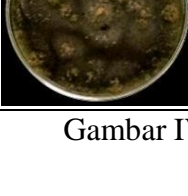

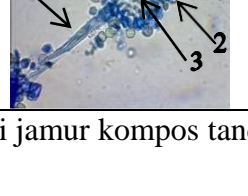
Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh 8 isolat jamur dari kompos tandan kelapa sawit yang diinkubasi selama 7 hari dengan kode isolat FS1, FS2, FS3, FS4, FS5, FS6, FS7 dan FS8.

Tabel IV.2 Data Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur dari Tandan Kelapa Sawit

Kode Isolat	Makroskopis			Mikroskopis				
	Warna		Bentuk Koloni	Tekstur	Hifa	Warna Hifa	Bentuk Konidia	Warna Konidia
Tampak atas	Tampak Bawah							
FS 1	Kuning	Kuning	Tidak Teratur dan menyebar	Beludru	Septa	Hialin	Bulat	Hialin
FS 2	Hijau keabuan	Putih	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat	Gelap
FS 3	Hijau keabuan	Putih	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat	Gelap
FS 4	Hijau keabuan	Putih	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat	Gelap
FS 5	Hijau keabuan	Putih	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat	Gelap
FS 6	Hijau	Kekuningan	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat	Gelap
FS 7	Hijau	Kekuningan	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat dan berantai	Gelap
FS 8	Hijau	Kekuningan	Tidak Teratur dan menyebar	Butiran	Septa	Hialin	Bulat	Gelap

Pengamatan secara makroskopis jamur tandan kelapa sawit yaitu tekstur beludru dan berbutiran, bentuk koloninya tidak teratur dan menyebar, warna koloni tampak atas pada FS 1 yaitu kuning dan tampak bawah kuning. Sedangkan isolate FS2, FS3, FS4 dan FS5 tampak atas berwarna hijau keabuan dan tampak bawah warna putih, isolate FS6, FS7 dan FS8 tampak atas berwarna hijau dan tampak bawah warna kekuningan. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis jamur tandan kelapa sawit yaitu hifa berseptas dan berwarna hialin, bentuk konidia bulat, warna konidia gelap, kecuali pada FS1 yaitu berwarna hialin. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan diperoleh 8 isolat jamur yang terdapat pada kompos tandan kelapa sawit. Hasil isolasi jamur kompos tandan kelapa sawit yang diamati secara makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Tandan Kelapa Sawit

kode Isolat	Makroskopis		Mikroskopis	Keterangan
	Tampak Atas	Tampak Bawah		
FS 1				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Fialid</li> <li>3. Stipe</li> <li>4. Konidiospora</li> <li>5. Miselium</li> </ol>
FS 2				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Fialid</li> <li>3. Vesikel</li> <li>4. Konidiospora</li> </ol>
FS 3				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Vesikel</li> <li>3. Konidiospora</li> </ol>
FS 4				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Vesikel</li> <li>3. Konidiospora</li> </ol>
FS 5				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Vesikel</li> <li>3. Konidiospora</li> </ol>
FS 6				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Fialid</li> <li>3. Vesikel</li> <li>4. Konidiospora</li> </ol>
FS 7				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Fialid</li> <li>3. Vesikel</li> <li>4. Konidiospora</li> </ol>
FS 8				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Fialid</li> <li>3. Vesikel</li> <li>4. Konidiospora</li> </ol>

Gambar IV.1 Hasil isolasi jamur kompos tandan kelapa sawit



#### **IV.1.3 Karakteristik Bakteri Fermentasi Limbah Tandan Kelapa Sawit**

Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik bakteri kompos limbah tandan kelapa sawit secara makroskopis diperoleh sepuluh isolat. Isolat yang diperoleh diberi kode yaitu BS1, BS2, BS3, BS4, BS5, BS6, BS7, BS8, BS9 dan BS10. Data hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada Tabel IV.3.



Tabel IV.3 Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis serta Uji biokimia Isolat Bakteri

Makroskopis			Mikroskopis			Uji Biokimia										Referensi	
Kode Isolat	Bentuk	Warna	Tepi	Elevasi	Bentuk Sel	Gram	M R	V P	Katalase	Indol	Motil	Glukosa	Laktosa	Sukrosa	H <sub>2</sub> S		Gas
BS 1	Bundar	Putih	Bundar	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Data penelitian
<i>Bacillus</i> sp.1	Bundar	Putih	Bundar	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Budiarti & Kartika (2016)
BS 2	Bundar	Putih	Bundar	Datar	Bacil	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Data penelitian
<i>Bacillus</i> sp.2	Irreguler	Putih	Bundar	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Budiarti & Kartika (2016) Dini <i>et al.</i> , (2018)
BS 3	Tidak Beraturan	Krem putih	Berfilamen	Datar	Cocus	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Data penelitian
<i>Micrococcus</i>	Tidak Beraturan	Krem putih	Berfilamen	Datar	Cocuc	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Budiarti & Kartika (2016) Imran & Mustaka (2020)
BS 4	Bundar	Krem putih	Berfilamen	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	Data penelitian
<i>Bacillus</i> sp.3	Bundar	Krem	Berfilamen	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	Imran & Mustaka (2020) Budiarti & Kartika (2016)
BS 5	Bulat	Krem putih	Bundar	Datar	Cocus	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Data penelitian
<i>Paracoccus</i>					Cocus	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	Aida & Manalu

sp.1	Irreguler	Krem putih	Bundar	Datar		-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	(2023) Imran & Mustaka (2020)
BS 6	Bulat	Krem putih	Bundar	Datar	Bacil	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	Data penelitian
<i>Pseudomonas</i> sp.1	Bulat	Putih kuning	Bundar	Datar	Bacil	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	Utari <i>et al</i> (2019) Breed <i>et al</i> (1957)
BS 7	Bulat	Krem putih	Bundar	Datar	Bacil	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	Data penelitian
<i>Pseudomonas</i> sp.2	Bulat	Putih	Bundar	Datar	Bacil	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	Imran & Mustaka (2020)
BS 8	Bundar	Krem putih	Berfilamen	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	Data penelitian
<i>Bacillus</i> sp.4	Bulat	Putih	Berfilamen	Datar	Bacil	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	Khairani dan manalu Data penelitian
BS 9	Bundar	Krem putih	Bundar	Datar	Bacil	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	Khairani & Manalu (2023)
<i>Bacillus</i> sp.5	Bulat	Krem Putih	Rata	Datar	Bacil	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	Puspita <i>et al</i> (2017) Khairani & Manalu (2023)
BS 10	Bulat	Krem putih	Bundar	Datar	Coccus	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	Data penelitian
<i>Paracoccus</i> sp2	Bulat	Krem putih	Bundar	Datar	Coccus	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	Aida & Manalu (2023)

## IV.2 Pembahasan

### IV.2.1 Karakteristik Jamur Fermentasi Tandan Kosong Kelapa Sawit

(*Elaeis guineensis* Jacq.)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan 8 isolat jamur yang telah diisolasi dan memiliki karakteristik morfologi yang berbeda-beda. Isolat jamur yang berhasil diisolasi yaitu yang terdiri dari genus *Penicillium* sp. dan genus *Aspergillus* sp. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis jamur kompos tandan kelapa sawit teksturnya secara umum yaitu beludru dan berbutiran, bentuk koloni tidak teratur dan menyebar, warna koloni pada isolat FS1 yaitu kuning kecoklatan, sedangkan pada isolat FS2, FS3, FS4, FS5, FS6, FS7 dan FS8 berwarna hijau keabuan sedikit putih. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis jamur tandan kelapa sawit yaitu hifa bersepta dan berwarna hialin, bentuk konidia bulat dan warna konidia abu-abu gelap. Hasil data identifikasi diperoleh 8 isolat jamur yang berhasil diisolasi dari limbah tandan sawit. Jamur dengan kode isolat FS1 diduga tergolong ke dalam genus *Penicillium*, sedangkan isolat 7 jamur lainnya termasuk kedalam genus *Aspergillus* dengan kode isolat FS2, FS3, FS4, FS5, FS6, FS7, dan FS8.

Data penelitian Mulyono (2021) diperoleh 5 isolat yang berhasil diisolasi dari kompos tandan kelapa sawit yang sudah matang yaitu genus *Aspergillus* sp., *Absidia* sp., *Scopulariopsis* sp., *Humicola* sp., dan *Trichoderma* sp. Jamur memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa melalui aktivitas selulase yang dimilikinya. Sedangkan menurut Alvianda (2017) berdasarkan hasil penelitiannya dalam identifikasi jamur selulolitik pada tandan kelapa sawit yang ditambahkan mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang diperoleh 5 isolat jamur yang berbeda yaitu genus *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp1., *Mucor* sp., *Aspergillus* sp2. Sedangkan penelitian Idris *et al* (2018) didapatkan genus yang berbeda dari isolasi tandan kelapa sawit yaitu terdiri dari genus *Tremella* sp., *Trichoderma* sp., *Phytophthora* sp., *Ulocladium* sp., *Chatomium* sp. dan *Absidia* sp.

Penelitian Zainudin & Kesumaningwati (2020) menyatakan bahwa terdapat 6 isolat jamur yang didapat yaitu *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Mucor* dan *Aerobasidium*. Jamur *Penicillium* dapat tumbuh pada

media yang mengandung lignin bahkan jamur *Penicillium* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena memiliki kemampuan dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman. Kemampuannya dalam mendegradasi sisa-sisa bahan organik akan sangat membantu dalam mengembalikan unsur C yang dalam kebanyakan bahan organik, sehingga berperan dalam menyediakan unsur hara bagi tumbuhan (Darliana & Wilujeng, 2020). Penelitian Pinem *et al* (2018) menyatakan bahwa jamur genus *Penicillium* bekerja dengan optimal selama proses dekomposisi karena adanya aktivitas selulosa yang dimiliki sehingga mampu menguraikan bahan organik pada kompos. Jamur *Penicillium* merupakan jamur terbaik dalam mendegradasi selulosa. *Penicillium* berperan dalam penyediaan unsur hara yaitu merupakan mikroba pelarut fosfat (P) dan kalium (K).

Menurut Imran & Mustaka (2020) jamur *Aspergillus* memiliki kemampuan dalam menguraikan kandungan selulosa menjadi senyawa karbon sederhana, jamur ini juga mampu melarutkan fosfat dalam tanah menjadi fosfat organik sehingga mampu diserap oleh tanaman dengan mudah. Jamur ini juga berperan dalam proses biosorpsi juga sebagai dekomposer sisa-sisa makhluk hidup. *Aspergillus* merupakan kapang saprofit yang berada didalam tanah, pada umumnya memiliki peranan penting sebagai pendaur ulang nutrisi yang terdapat banyak tanah. Ada beberapa jenis *Aspergillus* yang berperan sebagai komposer dalam mendaur ulang karbon dan nitrogen di lingkungan sehingga memudahkan tumbuhan menyerap unsur hara yang sederhana. Jamur ini dapat mengeluarkan enzim ekstraseluler yang dapat digunakan untuk mendegradasi lignin menjadi senyawa karbon sederhana yang dapat digunakan oleh berbagai jenis mikroba dalam tanah untuk sumber energi bagi kehidupannya dalam bentuk karbon (Darliana & Wilujeng, 2020).

Berdasarkan penelitian Rupaedah *et al* (2019) menyatakan bahwa terdapat 3 isolat jamur yang telah berhasil diisolasi dari limbah tandan sawit yang terdiri dari *Aspergillus fumigatus strain*, *Aspergillus niger* dan *Rhizopus microsporus*. Ketiga isolat mampu mendegradasi lignin. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Zainudin & Kesumaningwati (2020) genus *Aspergillus* memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa lignin. Jamur ini menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk menguraikan lignin menjadi senyawa karbon sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba tanah sebagai sumber energi. Sesuai data

penelitian Agustiner & Yusrizal (2021) didapatkan 2 isolat jamur yang telah diisolasi dari tandan kelapa sawit yaitu isolat genus *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp. kedua jamur tersebut memiliki enzim selulolitik yang tinggi dan sangat berpotensi dalam mendegradasi selulosa (Hani *et al.*, 2022).

#### **IV.2.3 Karakteristik Bakteri Fermentasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan 10 isolat bakteri murni dengan karakteristik morfologi yang berbeda-beda. Selanjutnya dilakukan uji karakteristik berdasarkan hasil pengujian biokimia. Uji biokimia merupakan tahap lanjutan untuk memudahkan dalam melakukan identifikasi bakteri. Pengamatan karakteristik yang telah dilakukan pada kompos limbah tandan kelapa sawit diperoleh 10 isolat. Isolat bakteri yang tumbuh dilakukan identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis serta pengujian biokimia lalu didapatkan hasil genus dari 10 isolat tersebut. Identifikasi bakteri pada kompos tandan kelapa sawit didapatkan 10 genus. Genus *Bacillus* terdiri dari 5 isolat dengan kode isolat BS1, BS2, BS4, BS8 dan BS9. Morfologi genus *Bacillus* mempunyai bentuk koloni bundar dan bulat, warna putih dank rem putih, tepian bundar dan berfilamen, elevasi datar. Genus *Micrococcus* diperoleh 1 isolat dengan kode isolat BS3. Morfologi bakteri genus *Micrococcus* memiliki bentuk tidak beraturan, warna krem putih elevasi datar dan tepian berfilamen. Genus *Pseudomonas* diperoleh 2 isolat dengan kode isolat BS6 dan BS7. Genus *Pseudomonas* miliki morfologi bentuk bulat, tepian bundar elevasi datar dan berwarna krem putih. Genus *Paracoccus* diperoleh 2 isolat dengan kode isolat BS5 dan BS10 yang memiliki morfologi bentuk koloni bulat, tepian koloni bundar, elevasi datar dan berwarna krem putih.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Puspita *et al* (2017) menyatakan bahwa, hasil isolasi dari tandan kelapa sawit diperoleh 12 genus bakteri *Bacillus* dengan identifikasi karakteristik mikroskopis bakteri *Bacillus* yang diisolasi dari tandan kelapa sawit memiliki perbedaan, ada yang memiliki permukaan bundar dan ada yang datar, bentuk koloni bulat dan warna koloni putih, dan semua isolat memiliki tepian koloni bundar. Beberapa jenis bakteri yang diketahui mampu mendegradasi lignin dalam tandan kelapa sawit yaitu *Burkholderia* sp. (Yang *et al.*, 2017).

Berdasarkan penelitian Budiarti & Kartika (2016) diperoleh 16 isolat bakteri yang telah diisolasi dari tandan kelapa sawit yaitu terdiri dari genus *Bacillus*, *Actinomyces*, *Bifidobacterium*, *Olanococcus*, *Khurtia*, *Acidaminococcus*, *Nicrococcus*, *Agrobacterium*, *Micromonospora*, *Pedipoccus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Cellulomonas*, *Streptomyces* dan *Flavobacterium*. Hal tersebut berbeda dengan penelitian Rupaedah *et al* (2019) menyatakan bahwa terdapat 5 isolat bakteri yang telah berhasil diisolasi dari sampel limbah tandan sawit yang termasuk dalam genus *Bacillus* yaitu *Bacillus subtilis* strain, *Bacillus tequilensis* strain, *Bacillus paramycoides* strain, *Bacillus cereus* strain dan *Bacillus subtilis* strain. Lima isolat bakteri tersebut memiliki kemampuan mendegradasi lignin. (Ariyanti *et al.*, 2023). Genus *Pseudomonas* memiliki ciri-ciri secara makroskopis terlihat bentuknya irregular dan circular dengan tepian undulate, lobate dan entire dan elevasi cenderung datar dan ada juga yang umbonat. (Rahman *et al.*, 2022). Menurut Zulkifli & Zakaria (2017) menyatakan bahwa dari 5 isolat bakteri yang didapat diketahui 3 isolat yang mampu memfermentasikan glukosa dan 2 isolat yang mampu memfermentasikan sukrosa. Genus yang mampu memfermentasikan glukosa yaitu *Micrococcus* dan *Micobacterium*. Menurut Uli *et al* (2017) menyatakan bahwa bakteri genus *Paracoccus* memiliki peran sebagai pelarut fosfat dalam tanah. *Paracoccus* merupakan bakteri gram negative, memiliki karakteristik morfologi bentuk irregular, dengan tepian undulate (berombak), elevasi convex, berwarna putih kuning dan sel coccus (Aida & Manalu, 2023).

Berdasarkan penelitian Delva (2017) menyatakan bahwa adapun Isolat bakteri yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi selulosa yaitu *Bacillus*, *Actinomyces*, *Brucella*, *Cellulomonas*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Cytophaga* dan *Micromonospora*. *Micrococcus* juga merupakan bakteri pelarut fosfat. Bakteri pelarut fosfat berperan dalam menyuburkan tanah krena mampu melakukan mekanisme pelarutan fosfat dengan mengekskresikan sejumlah asam organik seperti oksalat suksinat, fumarat dan malat (Imran & Mustaka, 2020). Jamur dan bakteri hidup berdampingan menciptakan komunitas kompleks yang penting. Bakteri dapat berasosiasi dengan jamur (eksternal dan internal) dan jenis interaksinya tidak hanya bergantung pada morfologi organisme jamur tetapi juga molekul permukaan jamur dan bakteri serta faktor yang disekresikan. Kombinasi asosiasi fisik dan interaksi molekuler

antara bakteri dan jamur dapat menghasilkan berbagai hasil yang berbeda walaupun ditemukan pada substrak yang sama (Zhou et al., 2022).





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Karakterisasi jamur pada tandan kelapa sawit diperoleh 8 isolat yaitu genus *Penicillium* dengan kode isolat FS1, dan genus *Aspergillus* dengan kode isolat FS2, FS3, FS4, FS5, FS6, FS7 dan FS8.
2. Karakterisasi bakteri pada tandan kelapa sawit diperoleh 10 isolat yaitu genus *Bacillus* sp. dengan kode isolat BS1, BS2, BS4, BS8, dan BS9. Genus *Micrococcus* dengan kode isolat BS2. Genus *Pseudomonas* dengan kode isolat BS6 dan BS7. Genus *Paracoccus* dengan kode isolat BS5 dan BS10.

#### V.2 Saran

1. Disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengaplikasian bakteri dan jamur tandan kelapa sawit secara langsung pada tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aida, H., & Manalu, K. (2023). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Limbah Cair Minyak Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 6(1), 47–57. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i1.5308>.
- Aini, D. N., Hanifa, Mulfa, D. S., & Linda, T. M. (2021). Pengaruh Bioaktivator Selulolitik Untuk Mempercepat Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>.
- Ayob, Z., Kusai, N. A., & Ali, S. R. A. (2018). *Sequence-based identification and characterisation of cultivated filamentous fungi in the Alan Bunga peat ecosystems of Sarawak, Malaysia*. *Mires and Peat*, 21. <https://doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.331>.
- Abdel-Rahman, M. A., Nour El-Din, M., Refaat, B. M., Abdel-Shakour, E. H., Ewais, E. E. D., & Alrefaey, H. M. A. (2016). *Biotechnological Application of Thermotolerant Cellulose-Decomposing Bacteria in Composting of Rice Straw*. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(1), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.11.006>.
- Adiguna, G. S., Nyoman, I., & Aryantha, P. (2020). Aplikasi Fungi Rizosfer Sebagai Pupuk Hayati pada Bibit Kelapa Sawit Dengan Memanfaatkan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Pertumbuhan. *Journal Manfish*, 1(1), 32–42. <https://doi.org/10.31573/manfish.v1i01.43>.
- Afrilla, L. C. (2019). *Uji Kemampuan Jamur Selulolitik dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Pengomposan Daun Nanas Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi Terapan*. Skripsi. Universitas Jambi. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/8597%0A>.
- Agustinur, & Yusrizal. (2021). Eksplorasi Jamur Asal Tandan Kosong Kelapa Sawit Yang Berpotensi Sebagai Agen Pendegradasi Selulosa. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3), 533. <https://doi.org/10.23960/jat.v9i3.5128>.
- Alvianda, M. R. (2017). *Identifikasi Jamur Selulolitik pada Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Sebagai Pengayaan Praktikum Mikologi*. 1–8. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/2994%0A>.
- Amelia, S. R., Yerizam, M., & Dewi, E. (2021). Analisis Karakteristik Pulp Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang dengan Pelarut NaOH. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 389–393. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.91>.
- Ardianto, P. (2019). *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Plastik Daur Ulang (Polypropylene) Sebagai Material Komposit Papan Partikel (Partikel*

- Board). Skripsi. Universitas Islam Riau Pekanbaru. <https://repository.uir.ac.id/9030/1/143310004.pdf>.
- Arini, Y. S., Okalia, D., Pramana, A., & Wahyudi. (2019). Karakteristik Tekstur dan Warna Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Kombinasi Kotoran Sapi Menggunakan Mikoroorganisme Selulolitik (MOS). *Jurnal Sagu*, 18(2), 27–33.
- Ariyanti, M., Rosniawaty, S., & Nadiyah, F. (2023). Pengaruh Aplikasi Bacillus sp. dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit. *Jurnal Agrikultura*, 34(2), 306. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.43170>.
- Ansori, M. L. (2021). *Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Aklimatisasi Planlet Anggrek Bulan (Phalaenopsis sp.) Hibrida*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru. <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/55399>.
- Anindhita, N. (2020). *Pengaruh Pemberian Formulasi Air Kelapa dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bibit Seedling Anggrek Dendrobium Sp Tahap Aklimatisasi Sebagai Kajian Sumber Belajar Biologi*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang. <http://eprints.umm.ac.id/60262/>.
- Arthagama, D. M., Dana, M., & Wiguna, P. P. K. (2021). Pengaruh Berbagai Jenis Media Tumbuh dan Aplikasi Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan Anggrek Dendrobium. *Jurnal Internasional Biosciences dan Bioteknologi*, 8(2), 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/IJBB.2021.v08.i02.p07>.
- Auli, P., Subaedah, S., & Ralle, A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pupuk daun Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hias Aglaonema Lipstik (*Aglaonema crispum*). *Jurnal AGrotekMAS*, 3(1), 62–73. <https://jurnal.fp.umi.ac.id/index.php/agrotekmas>.
- Azizah, N. (2021). *Pertumbuhan Anggrek Dendrobium Sp. Pada Berbagai Media Tanam dan Periode Penyiraman*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran. <https://eprints.upnyk.ac.id/26053/30/SKRIPSI-FULL.pdf>.
- Bala, J. D., Lalung, J., Al-Gheethi, A. A. S., Hossain, K., & Ismail, N. (2018). Microbiota of Palm Oil Mill Wastewater in Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 29(2), 131–163.
- Budiarti, R. S., & Kartika, W. D. (2016). Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit di PT.Erasakti Wira Forestama Muaro Jambi. *Biospecies*, 9(1), 7–14.
- Breed, R. S., Muraray, E. G. D., & Smith, N. R. (1957). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (7th Edition). The Williams & Wikins Company.
- Cahyono, E. (2019). *Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan*

*Urin Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (Allium ascalonicum L.)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. <http://repository.uin-suska.ac.id/25434/>.

Darlina, I., & Wilujeng, S. (2020). Isolasi dan Karakterisasi Jamur Indigenous dan Potensinya untuk Biodelignifikasi Isolation. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(5). <https://doi.org/10.33661/jai.v5i2.4341>.

Dini, I. R., Wawan, H., & Agrotechnology, S. (2018). Isolation and Identification of Cellulolytic and Lignolytic Bacteria from the Gut Oryctes rhinoceros L. Larvae Decomposition of Oil Palm Empty Fruit Bunches. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 1(2), 193–203. <https://doi.org/10.32734/injar.v1i2.314>.

Daryono, & Alkas, T. R. (2017). Pemanfaatan Limbah Pelepah dan Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq*) Sebagai Pupuk Kompos. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(3), 188–195. <http://dx.doi.org/10.20527/jht.v5i3.4785>.

Delva, E. (2017). *Analisis Kemampuan Bakteri dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dalam Mendegradasi Selulosa Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi Terapan*. 1–7. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/2490>.

Dermiyati, Andayani, A. P., Suharjo, R., Ivayani, & Telaumbanua, M. (2019). Efektivitas Larutan Mikroorganisme Lokal dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Secara Aerob. *Journal of Tropical Upland Resources*, 1(1), 43–50. <https://doi.org/10.23960/jtur.vol1no1.2019.9>.

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. <https://doi.org/https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2644>.

Dhonny, C., & Widodo. (2017). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Anggrek Dendrobium Menggunakan Sensor Sht11 Pada Fase Pembungaan. *Jurnal Teknik Waktu*, 15(1), 51–60. <https://doi.org/10.36456/waktu.v15i1.440>.

Dion, R., & Purwantisari, S. (2020). Analisis Cemarkan Kapang dan Khamir pada Jamu Serbuk Instan Jahe Merah dan Temulawak. *Jurnal Berkala Bioteknologi*, 3(2). <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/9656>.

Fadhilah, H., & Budiyanto. (2018). Pengaruh Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Tumbuh Jamur Terhadap Produksi dan Sifat Fisik Jamur Merang (*Volvariella volvacea*). *Jurnal Agroindustri*, 8(1), 80–96. <https://doi.org/10.31186/jagroindustri.8.1.80-96>.

Fauzia, S. F. (2021). *Uji Total Plate Count (TPC) dan Identifikasi Bakteri Escherichia coli dan Salmonella sp. pada Pentol di Sekitar Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/49113>.

- Ferguson, M. J. (2019). *Studi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit di Desa Babana Kecamatan Budong-budong Kabupaten Mamuju Tengah (Studi Kasus Pt. Surya Raya Lestari 2)*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Galingging, R. A. (2021). *Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Pada Tahap Pre Nursery Dengan Pemberian Berbagai Dosis Kompos Ampas Tahu*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru. <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/38544>.
- Hairuddin, R., Yamin, M., & Riadi, A. (2018). Respon Pertumbuhan Tanaman Anggrek (*Dendrobium Sp.*) Pada Beberapa Konsentrasi Air Cucian Ikan Bandeng dan Air Cucian Beras Secara in Vivo. *Jurnal Perbal Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo*, 6(2), 23–29.
- Handayani, S. (2018). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri dari Tanah Pada Lahan Praktek Mahasiswa Fakultas Biologi Universitas Medan Area*. Skripsi. Universitas Medan Area Medan. <https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/17169/2/Saputri%20Handayani%20-%20Fulltext.pdf>.
- Handini, A. S. (2019). Teknik Hardening dan Aplikasi Paclobutrazol Dalam Meningkatkan Vigor Planlet Anggrek *Phalaenopsis amabilis*. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, XI(1), 43–52.
- Hani, S., Assiddiq, H., Bagas, A., Wiranda, D., & Romadhon, S. H. E. (2022). Inovasi Pupuk Cair: Pupuk Limbah Tankos Buah Sawit (PLTBS) Dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(2), 1099. <https://doi.org/10.33087/jjubj.v22i2.2295>.
- Hanik, N. R., Harsono, S., & Eskundari, R. D. (2021). The Effect of Peanut Skin Compost Mix Variaries on Planting Media on The Growth of *Dendrobium Sp.* *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1), 237–247. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i1.2465>.
- Harahap, F. S., Walida, H., Rahmaniah, Rauf, A., Hasibuan, R., & Nasution, A. P. (2020). Pengaruh Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Arang Sekam Padi Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Tomat. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.41121>.
- Herliana, O., Rokhminarsi, E., Mardini, S., & Jannah, M. (2018). Pengaruh Jenis Media Tanam Dan Aplikasi Pupuk Hayati Mikoriza Terhadap Pertumbuhan, Pembungaan dan Infeksi Mikoriza pada Tanaman Anggrek *Dendrobium Sp.* *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 550–557. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i1.15774>.
- Idris, M. Y., Sapareng, S., & Halid, I. (2018). Isolasi dan Karakterisitk Jamur Pelapuk dari Batang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agrotek*, 2(2), 29–38. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v2i2.59>.
- Indriani, E., Tini, E. W., & Djatmiko, H. A. (2019). Aklimatisasi Tanaman Anggrek

- Phalaenopsis pada Penggunaan Jenis Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Daun Yang Berbeda. *Jurnal Agrin*, 23(1), 24–33. <https://doi.org/10.20884/1.agrin.2019.23.1.429>.
- Imran, & Mustaka, Z. D. (2020). Identifikasi Kandungan Kapang dan Bakteri pada Limbah Padatan (*Decanter Solid*) Pengolahan Kelapa Sawit Untuk Pemanfaatan Sebagai Pupuk Organik. *Agrokompleks*, 20(1), 16–21. <https://doi.org/10.51978/japp.v20i1.196>.
- Iskandar, P. (2023). *Pengaruh Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Tanah Bekas Tambang Biji Besi Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis jacq.) Pada Fase Pre nursery*. Skripsi. Universitas Andalas Dharmasraya. <http://scholar.unand.ac.id/123178/%0Ahttp://scholar.unand.ac.id/123178/5/FULLSKRIPSI.pdf>.
- Khairani, K., & Manalu, K. (2023). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Lipolitik dari Limbah Cair Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v6i1.5285>.
- Kartana, S. N. (2017). Uji Berbagai Media Tanam Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Angrek Bulan Yang Berasal dari Alam. *Piper*, 13(24), 20–26. <https://doi.org/10.51826/piper.v13i24.72>.
- Kaveriamma, M. M., Rajeevan, P. K., Girija, D., & Nandini, K. (2019). *Sphagnum Moss as Growing Medium in Phalaenopsis Orchid*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02), 2118–2123. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.245>.
- Kurniawan, C. A., & Gusmawartati. (2021). Uji Isolat Bakteri Selulolitik Sebagai Dekomposer pada Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Agrotek*, 5(1), 55–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.33096/agrotek.v5i1.159>.
- Linda, R., Wiratna, G., & Rahmawati. (2019). Angka Lempeng Total Mikroba pada Minuman Teh di Kota Pontianak. *Jurnal Protobiont*, 8(2), 69–73. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i2.33968>.
- Lorenza, V. (2020). *Mikropropagasi Angrek Dendrobium (Dendrobium Aggregatum) Dengan Berbagai Konsentrasi Benzyl Amino Purine dan Air Kelapa*. Skripsi. Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara Medan. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/12012>.
- Lubis, S. S. (2016). Pengaruh Serat Limbah Tandan Sawit (*Elaeis Guineensis*) Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Kuping (*Auricularia polythrica*). *Jurnal Aricis I*, 1, 535–542. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22373/aricis.v1i0.971>.

- Ma, N. L., Khoo, S. C., Loke, L. K., Lam, S. S., & Tan, S. H. (2019). Media Pertumbuhan Berasal dari Limbah Padat Budaya Anggrek *Dendrobium kingianum*. *Jurnal Aplikasi Biol*, 48(1), 73–78.
- Marlina, G., Marlinda, & Rosneti, H. (2019). Uji Penggunaan Berbagai Media Tumbuh dan Pemberian Pupuk Growmore Pada Aklimatisasi Tanaman Anggrek *Dendrobium*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(2), 105–114. <https://doi.org/10.31849/jip.v15i2.1960>.
- Mulyono.A. (2021). *Isolasi dan Karakterisasi Jamur Pada Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru. <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/53117>.
- Multi, N. A., Okalia, D., & Andriani, D. (2023). Eksplorasi dan Karakterisasi Jamur Rhizosfer Kelapa Sawit (*Elais Guineensis* Jacq) di Perkebunan Masyarakat Kecamatan Kuantan Hilir. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 12(2), 279–285. <https://www.ejournal.uniks.ac.id/index.php/GREEN/article/view/3196>.
- Nadhiroh, L. A., Herastuti, H., & Setyaningrum, T. (2022). Penggunaan Berbagai Macam Pupuk Daun dan Media Tanam Pada Tanaman Anggrek *Dendrobium* sp. *Jurnal Agrivet*, 28(1), 27–35. <https://doi.org/10.31315/agrivet.v28i1.6028>.
- Nasi'ah. (2021). *Keanekaragaman Jenis Anggrek Budidaya di Kota Bandar Lampung*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. <http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/14397>.
- Nugroho, A. S., Rita, E., & Ulfah, M. (2018). *Manajemen Konservasi Anggrek Gunung Ungaran Berbasis Masyarakat Sebagai Laboratorium Alam Pembelajaran Biologi*. <http://eprints.upgris.ac.id/id/eprint/476>.
- Okalia, D., Nopsagiarti, T., & Ezward, C. (2018). Pengaruh Ukuran Cacahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Karakterisasi Fisik Kompos Tritankos (Triko Tandan Kosong). *Jurnal Agroqua*, 16(2), 132–142. <https://doi.org/10.32663/ja.v16i2.523>.
- Pinem, L. A., Harlis, & Budiarti, R. S. (2018). *Uji Kemampuan Jamur Selulolitik dari Ekstrak Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) pada Pengomposan Limbah Jerami Padi Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi Terapan*. Skripsi. Universitas Jambi.
- Puspita, F., Ali, M., & Pratama, R. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri *Bacillus* sp. Endofitik dari Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek. Trop*, 6(2), 44–49.
- Rahmasita, M. E., Farid, M., & Ardhyanta, H. (2017). Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 1–5. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24332>.
- Ramli, & Marlinda. (2017). *The Influence of The Palm Sugar Mass On The Making*

of The Compos From The Palm Oil Sales With Anaerobic Fermentation Method Using Em-4. *Jurnal Konversi*, 6(2), 9. <https://doi.org/10.20527/k.v6i2.4757>.

Rahman, A., Rusmini, & Daryono. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Morfologi Bakteri Dekomposer Limbah Kulit Udang dan Limbah Kelapa. *Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 14(3), 120–129. <https://doi.org/Doi> <http://doi.org/md.v14i3.1996>.

Rahmah, V. N., Suprpto, P. K., & Nuryadin, E. (2021). Media Ekstrak Buah Untuk Pertumbuhan Planlet Anggrek Vanda Tricolor Secara In Vitro. *Metamorfosa Journal of Biological Sciences*, 8(1), 131–140. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2021.v08.i01.p14>.

Rupaedah, B., Purwoko, D., Safarrida, A., Tajuddin, T., Wahid, A., Sugianto, M., Suja'i, I., & Suyono, A. (2019). Skrining dan Identifikasi Mikroba Ligninolitik Pada Pengomposan Alami Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 6(1), 139.

Sartini, Fitriani, R., & Rosliana. (2018). Pengaruh Kadar Asam Sulfat Pada Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tks) dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan. *Biolink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 4(2), 154–161. <https://doi.org/10.31289/biolink.v4i2.1191>.

Setiadi, D. Noertjahyani, & Suparman. (2018). Perbedaan Kualitas dan Vase Life Bunga Krisan Akibat Aplikasi Macam Pupuk Organik Dengan Variasi Jarak Tanam Quality. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 587–595.

Sumampo, E. (2020). *Respon Pemberian Serbuk Pakis dan Arang Kayu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek Dendrobium Sp.* Skripsi. Universitas Cokroaminoto Palopo. <http://repository.uncp.ac.id/id/eprint/262>.

Syawal, F., Rauf, A., & Rahmawaty. (2017). Upaya Rehabilitasi Tanah Sawah Terdegradasi Dengan Menggunakan Kompos Sampah Kota di Desa Serdang Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pertanian Tropik*, 4(3), 183–189. <https://doi.org/10.32734/jpt.v4i3.3089>.

Tinambunen, R. F., & Abdullah, H. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Tanam dan Pupuk Hyponex Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis*) pada Tahap Aklimatisasi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, 2656–1670, 1–11. <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/31195>.

Triana, N. (2019). *Analisis Kemampuan Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dalam Pengomposan Kulit Pisang, Kulit Telur dan Daun Lamtoro Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi Terapan*. Skripsi. Universitas Jambi. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/9241%0A>.

Uli, A., Harlis, & Budiarti, R. S. (2017). Identifikasi Bakteri Yang Berasal dari Sungai Batang Bungo di Desa Tanjung Gedang Kabupaten Bungo Provinsi



- Jambi Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi. *Artikel Ilmiah Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi*, 1–10.
- Utari, M., Sayuti, I., & Nursal. (2019). *Isolation and Identification of Bacteria Palm Oil Mill Effluent At Lirik District and Potential Worksheets Design for High School Biology Learning*. *Jurnal Online Mahasiswa JOM FKIP*, 6, 1–14.
- Utami, R. E. (2017). *Skrining Bakteri dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Yang Berasal dari Pt. Sungai Bahar Pasifik Utama Maro Sebo Kabupaten Muaro Jambi Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi*. Skripsi. Universitas Jambi. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/2272%0A>.
- Veronika, N., Dhora, A., & Wahyuni, S. (2019). Pengolahan Limbah Batang Sawit Menjadi Pupuk Kompos Dengan Menggunakan Dekomposer Mikroorganisme Lokal (Mol) Bonggol Pisang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(2), 154–161. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.2.154>.
- Yanti, R. (2019). *Pengaruh Penggunaan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kacang Tanah (Arachis hypogea L)*. Skripsi. Universitas Thaha Saifuddin Jambi. <http://repository.uinjambi.ac.id/2653/1/Skripsi%20-%20Rina%20Yanti%20-%20TB.%20140508%20-%20arlyan%20rina.pdf>.
- Yanti, D. H., Nursyirwani, N., & Yoswaty, D. (2021). *Isolation and Identification of Bacteria from Dumai Marine Waters that Have Potencial as Lead Bioremediation Agents*. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 2(3), 217–222. <https://doi.org/https://doi.org/10.31258/jocos.2.3.217-222>.
- Yasmin, Z. F., Aisyah, S. I., & Sukma, D. (2018). Pembibitan (Kultur Jaringan Hingga Pembesaran) Anggrek *Phalaenopsis* di Hasanudin Orchids, Jawa Timur. *Jurnal Bul Agrohorti*, 6(3), 430–439. <https://doi.org/10.29244/agrob.v6i3.21113>.
- Widiastuti, L., Pamujiasih, T., & Rachmawatie, S. J. (2019). Pengaruh Pupuk Organik Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Bunga Seruni. *Kultivasi*, 18(1), 800–804. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v18i1.19491>.
- Zainudin, & Kesumaningwati, R. (2020). Peranan Kompos Pelepah Kelapa Sawit Dengan Bioaktivator Mol Pome Terhadap Peningkatan Sifat Biologi Tanah Sub Optimal. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(3), 360–369. <https://doi.org/10.31602/zmip.v45i3.3395>.
- Zulkifli, N. A., & Zakaria, L. (2017). *Morphological and Molecular Diversity of Aspergillus From Corn Grain Used as Livestock Feed*. *Journal of Biosciences*, 24(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.05.002>.

## LAMPIRAN

### Lampiran . Surat Keputusan (SK) Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh Mengenai Penetapan Pembimbing Skripsi

  
**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**  
Nomor: B-227/Un.08/FST/KP.07.6/03/2023

**TENTANG**  
**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**  
**DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

**Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;  
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.

**Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;  
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan,  
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;  
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 48 Tahun 2022 Tentang Satuan Biaya Lainnya Tahun Anggaran 2023 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

**Memperhatikan** : Keputusan Seminar Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 06 Desember 2022.

**MEMUTUSKAN**

**Menetapkan Kesatu** : Menunjuk Saudara:  
1. Syafrina Sari Lubis, M.Si Sebagai Pembimbing I  
2. Diannita Harahap, M.Si Sebagai Pembimbing II

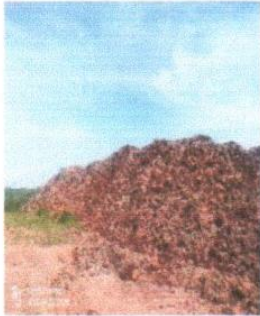
Untuk membimbing Skripsi:  
Nama : Nurhayani  
NIM : 180703016  
Prodi : Biologi  
Judul Skripsi : Pengaruh Pengomposan Limbah Tandan Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Pertumbuhan Tanaman Anggrek *Dendrobium* (*Dendrobium* sp.)

**Kedua** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh  
pada Tanggal 07 Maret 2023  
Dekan,  
  
Muhammad Dirhamsyah

**Tembusan:**  
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh,  
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry,  
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan  
4. Yang bersangkutan

## Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Pengambilan Sampel



Tandan Kelapa sawit



Pencacahan Sampel



Pengomposan



Isolasi Sampel Tandan Kelapa Sawit



Pengujian Biokimia

Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Isolasi



BS1



BS2



BS3



BS4



BS5



BS6



BS7



BS8

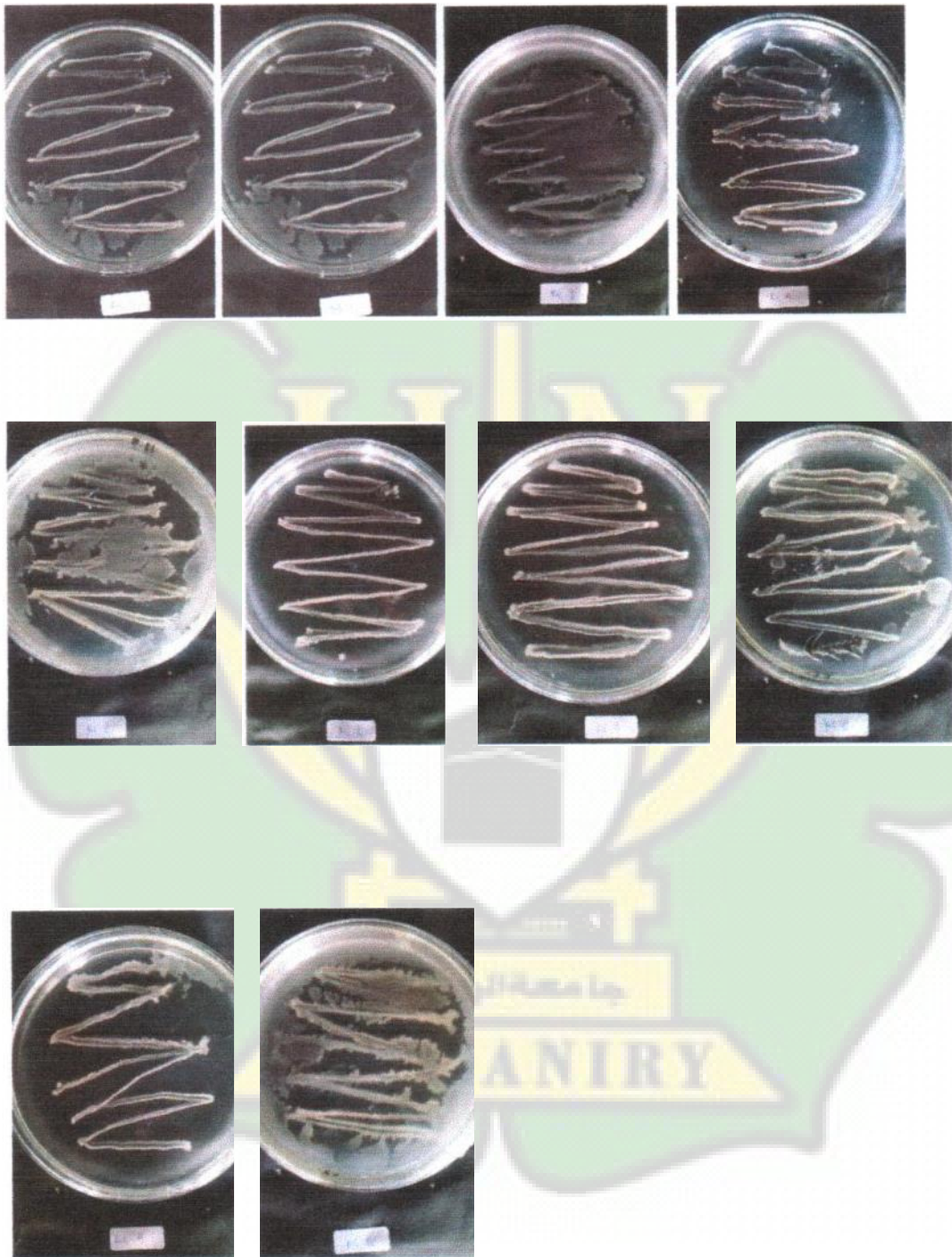


BS9

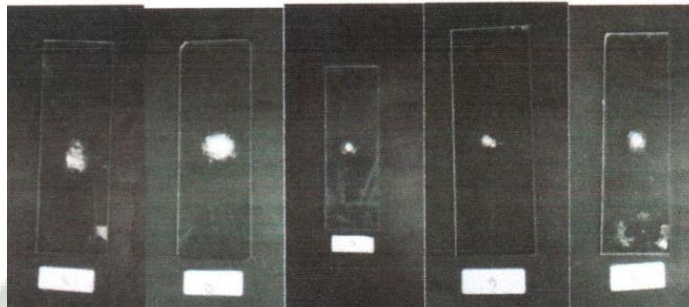
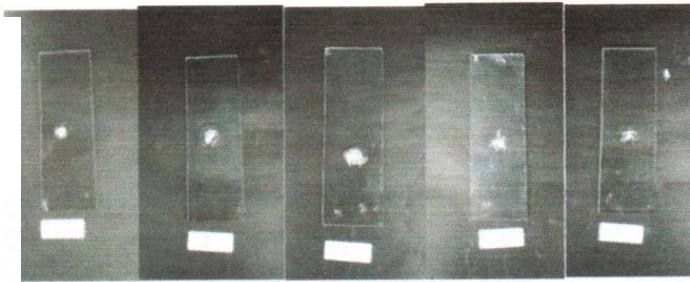


BS10

Lampiran 4. Gambar Peremajaan Isolat Bakteri



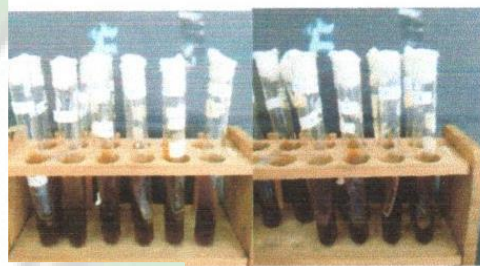
Lampiran 5. Pewarnaan Gram



Uji Katalase



Uji Sitrat



Uji TSIA



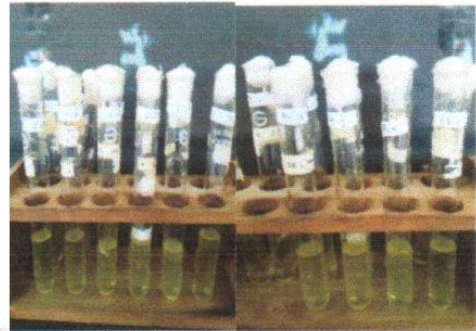
Uji MR



Uji VP

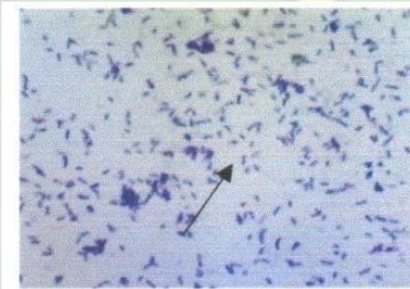


Uji Indole

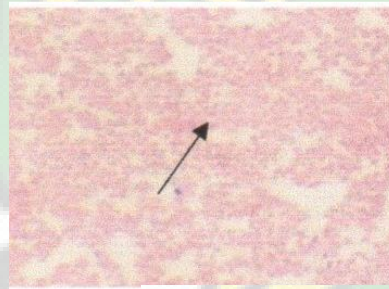


Uji Motil

Lampiran 6. Hasil Pewarnaan Gram dan Uji Biokimia Isolat Bakteri



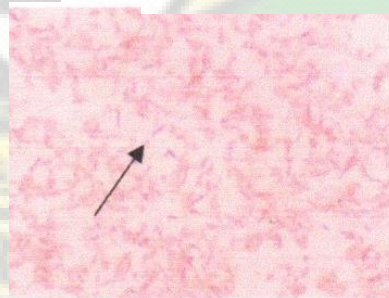
3S1



BS3

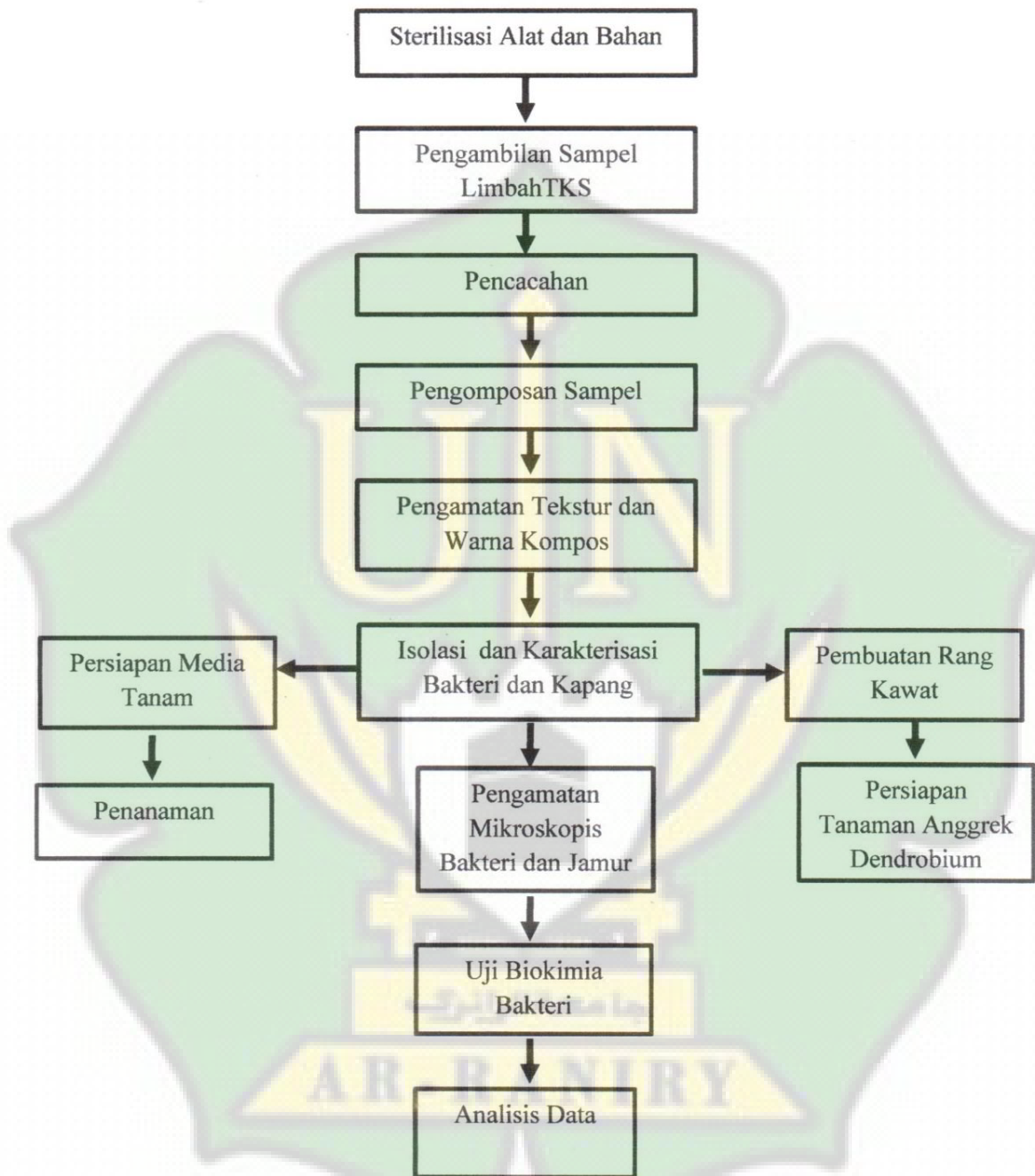


BS5



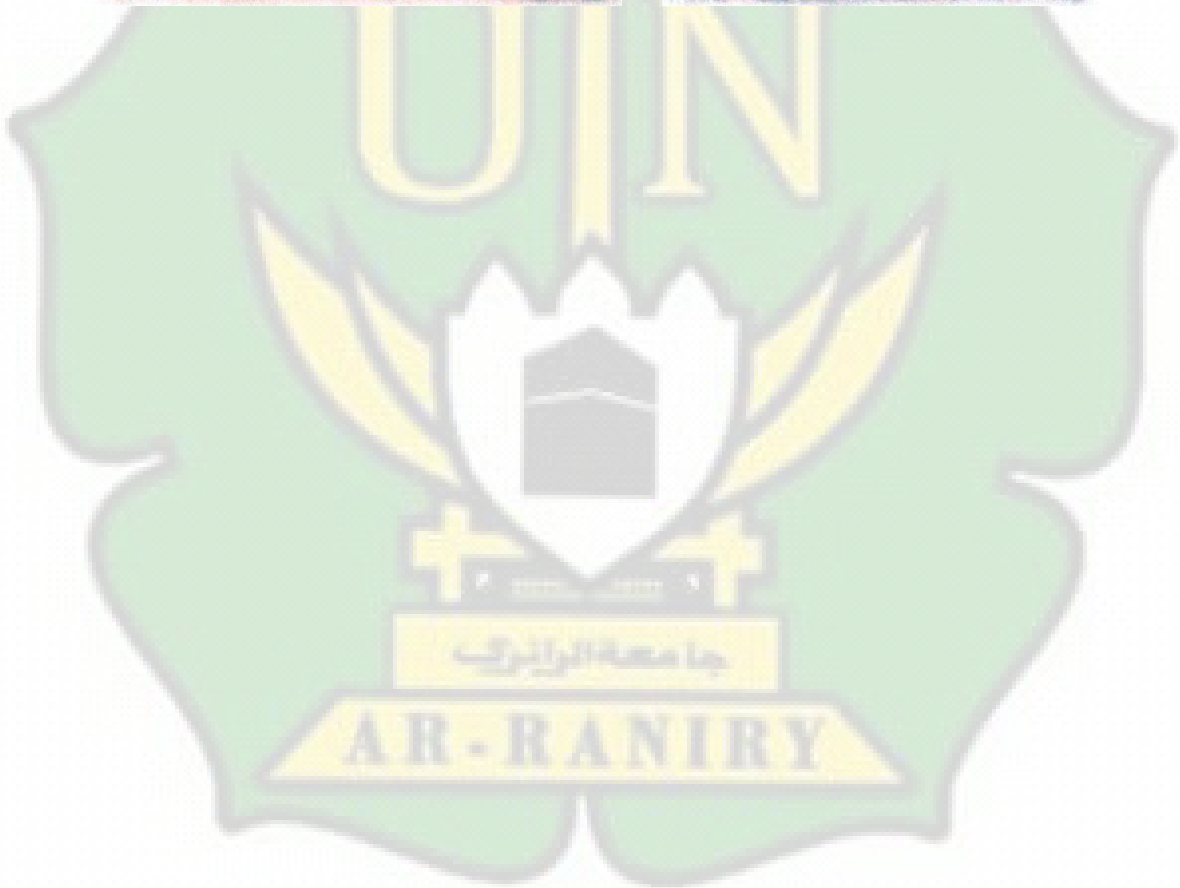
BS6

Lampiran 7. Alur Penelitian





Lampiran 8. Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Tandan Kelapa Sawit



## Lampiran 7. Surat Bebas Laboratorium



**LABORATORIUM BIOLOGI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**  
Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
Web: [www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id) Email: [biolab.arraniry@gmail.com](mailto:biolab.arraniry@gmail.com)



### SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

No: B-71/Un.08 Lab.Bio-FST/PP.00.9/12/2023

Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Nurhayani
NIM	: 180703016
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Cadek, Baitussalam Aceh Besar

Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan telah menyelesaikan kewajiban atas penggunaan fasilitas (alat dan bahan) laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

**"Pengaruh Pengomposan Limbah Tandan Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pada Pertumbuhan Tanaman Anggrek *Dendrobium* sp."**

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 13 Desember 2023

Laboran Biologi

**Firman Rija Arhas, S.Pd.I, M.Si**

Lampiran 8. Riwayat Hidup

**RIWAYAT HIDUP PENULIS**

Nama : Nurhayani  
Tempat, tanggal lahir : Rameuan, 17 April 2000  
Alamat : Desa Cot Peuradi Kec.Suka Makmue, Kab. Nagan  
Raya  
Hp : 0812 6979 1436  
Email : [nnurhayani971@gmail.com](mailto:nnurhayani971@gmail.com)  
Agama : Islam

**Nama Orang Tua**

Ayah : Abidin (Alm)  
Ibu : Nurasna  
Jumlah Saudara : 3 Orang  
Anak Ke : 3

**Riwayat Pendidikan**

SDN Rameuan : 2006-2012  
SMPN 5 Seunagan : 2012-2015  
MAN 1 Nagan Raya : 2015-2018  
UIN Ar-Raniry : 2018-Sekarang

Banda Aceh, 15 Maret 2023

(NURHAYANI)