

**SKRIPSI**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI  
SELULOSA PADA PENGOMPOSAN DAUN ANGSANA  
*Pterocarpus indicus* Willd. DENGAN PERLAKUAN  
BIOAKTIVATOR KOTORAN SAPI**



**ANDI SARIPADA ARDILLAH**

**H041181002**

**DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI SELULOSA  
PADA PENGOMPOSAN DAUN ANGSANA *Pterocarpus indicus* Willd.  
DENGAN PERLAKUAN BIOAKTIVATOR KOTORAN SAPI**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**ANDI SARIPADA ARDILLAH**

**H041181002**

**DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI SELULOSA PADA PENGOMPOSAN DAUN ANGSANA *Pterocarpus indicus* Willd. DENGAN PERLAKUAN BIOAKTIVATOR KOTORAN SAPI

Disusun dan diajukan oleh

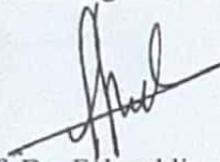
**ANDI SARIPADA ARDILLAH**

**H041181002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 28 September 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

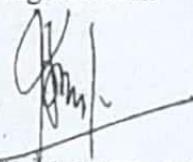
Menyetujui,

Pembimbing Utama



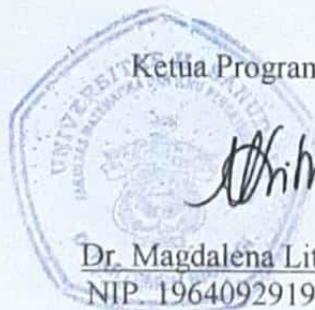
Prof. Dr. Fahrudin, M.Si  
NIP. 196509151991031002

Pembimbing Pertama



Drs. As'adi Abdullah, M.Si  
NIP. 196203031989031007

Ketua Program Studi



Dr. Magdalena Litaay, M.Sc  
NIP. 196409291989032002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andi Saripada Ardillah

NIM : H041181002

Program Studi : Biologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Pengomposan Daun Angsana *Pterocarpus indicus* Willd. dengan Perlakuan Bioaktivator Kotoran Sapi” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 28 September 2022



Yang Menyatakan

Andi Saripada Ardillah

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Pengomposan Daun Angsana *Pterocarpus indicus* Willd. dengan Perlakuan Bioaktivator Kotoran Sapi” dengan baik yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan program sarjana (S1) di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar. Salawat dan salam kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Secara khusus skripsi ini penulis persembahkan kepada ayahanda tercinta Andi Ardillah Abadi dan ibunda tercinta Andi Wahida sebagai rasa terima kasih atas segala doa, cinta, perhatian dan kasih sayang yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada kakak tercinta Andi Syahriaeni Ardillah, S.Ak atas segala nasehat, motivasi dan dukungan yang tidak terhingga kepada penulis.

Dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Fahrudin, M.Si selaku pembimbing utama dan Drs. As'adi Abdullah, M.Si selaku pembimbing pertama atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis dari awal penyusunan sampai selesainya skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sedalam-dalamnya kepada:

- Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta staf dan jajarannya
- Bapak Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta staf dan jajarannya.
- Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
- Dosen dan pegawai Jurusan Biologi untuk segala ilmu dan bantuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
- Ibu Dr. Eva Johannes, M.Si selaku penasehat akademik sekaligus penguji yang telah memberikan ilmu, bimbingan, arahan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.
- Ibu Dr. Rosana Agus, M.Si selaku penguji yang telah memberikan ilmu dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.
- Fuad Gani, S.Si selaku Laboran Laboratorium Mikrobiologi atas segala bantuannya selama penulis melakukan penelitian di Laboratorium.
- Rihuh Wardhana, S.Si., M.Si selaku senior yang telah memberikan saran saat penelitian
- Esty Sekaryanti selaku teman SMA yang telah memberikan nasehat
- Khaeriah, Zia Assya'Atur Rohma, Karlinda, Nur Afifah Zhafirah, Jumariah, Mutia Putri, Raihan Nur Karimah, A. Annisa Salim Kantao, Nur Usriani dan Nurul Aulyah Dhiensny selaku teman kuliah yang telah memberikan bantuan dan semangat selama penelitian dan penyusunan skripsi.

- Teman-teman Biologi angkatan 2018 yang telah memberikan warna di dunia perkuliahan.
- Teman-teman KKN Gelombang 106 Posko Panakkukang 3 terkhusus kepada Khofifah Hijriah Kamal, Nada Salsabila, Rahma Ashar, Alfirah Fadhillah, Oktavany dan Muhammad Dhaifullah atas kebersamaan, canda dan tawanya selama ini.

Semoga segala bantuan dan kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Makassar, 28 September 2022

Andi Saripada Ardillah

## ABSTRAK

Penelitian mengenai “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Pengomposan Daun Angsana *Pterocarpus indicus* Willd. dengan Perlakuan Bioaktivator Kotoran Sapi” terdapat 2 perlakuan yaitu P0 sebagai kontrol dan P1 dengan tambahan 20% bioaktivator kotoran sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan populasi bakteri, mendapatkan isolat bakteri dan kemampuan degradasi selulosa dalam proses pengomposan. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui perubahan pH dan suhu selama proses pengomposan daun angsana *Pterocarpus indicus* Willd. Perhitungan jumlah bakteri dilakukan dengan menggunakan media PCA (*Plate Count Agar*) dan uji kemampuan degradasi selulosa dengan menggunakan media CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). Bakteri yang mampu mendegradasi selulosa ditandai dengan adanya zona bening disekitar koloni. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 7 isolat yang diperoleh yaitu 3 isolat dari perlakuan P0 dan 4 isolat dari perlakuan P1. Berdasarkan uji degradasi selulosa terdapat 5 isolat yang menghasilkan zona bening dengan indeks selulolitik tertinggi terdapat pada BK 7 yaitu 0,42 cm dan BK 4 yaitu 0,36 cm. Populasi bakteri dari kedua perlakuan terus meningkat dari awal hingga akhir proses pengomposan. Adapun nilai pH dan suhu pada kedua perlakuan mengalami perubahan.

Kata kunci: Daun Angsana *Pterocarpus indicus* Willd., Bioaktivator, Bakteri Pendegradasi Selulosa.

## ABSTRACT

Research on "Isolation and Characterization of Cellulose Degrading Bacteria in Composting Leaves of Angsana *Pterocarpus indicus* Willd. with Cow Manure Bioactivator Treatment" there are 2 treatments, namely P0 as control and P1 with an additional 20% cow dung bioactivator. This study aims to determine changes in the bacterial population, to obtain bacterial isolates and the ability to degrade cellulose in the composting process. This research was also conducted to determine changes in pH and temperature during the composting process of *Pterocarpus indicus* Willd. angsana leaves. The calculation of the number of bacteria was carried out using PCA (*Plate Count Agar*) media and the cellulose degradation ability test using CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) media. Bacteria capable of degrading cellulose were characterized by the presence of a clear zone around the colony. The results showed that there were 7 isolates obtained, namely 3 isolates from treatment P0 and 4 isolates from treatment P1. Based on the cellulose degradation test, there were 5 isolates that produced a clear zone with the highest cellulolytic index found in BK 7 which was 0.42 cm and BK 4 which was 0.36 cm. The bacterial population of both treatments continued to increase from the beginning to the end of the composting process. The pH and temperature values in both treatments changed.

Keywords: Leaves of angsana *Pterocarpus indicus* Willd., Bioactivator, Cellulose Degrading Bacteria.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan Penelitian .....	3
I.3 Manfaat Penelitian .....	3
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
II.1 Sampah.....	5
II.2 Kompos .....	7
II.3 Bioaktivator.....	8
II.4 Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.....	9

II.5 Bakteri Selulolitik.....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
III.1 Alat .....	14
III.2 Bahan.....	14
III.3 Prosedur Kerja.....	14
III.3.1 Pengomposan .....	14
III.3.2 Sterilisasi Alat .....	15
III.3.3 Pembuatan Media.....	15
III.3.4 Perhitungan Jumlah Bakteri.....	16
III.3.5 Pengukuran pH.....	17
III.3.6 Pengukuran Suhu.....	17
III.3.7 Pemurnian Isolat.....	17
III.3.8 Pembuatan Stok Kultur.....	17
III.3.9 Uji Degradasi Senyawa Selulosa.....	17
III.3.10 Karakterisasi Isolat Bakteri.....	18
III.3.10.1 Karakterisasi Makroskopis.....	18
III.3.10.2 Karakterisasi Mikroskopis .....	18
III.4 Analisis Data.....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
IV.1 Perhitungan Populasi Bakteri .....	20
IV.2 Karakteristik Isolat Bakteri.....	22
IV.3 Uji Degredasi Senyawa Selulosa .....	25
IV.4 Derajat Keasaman (pH) Kompos .....	28
IV.5 Suhu Kompos.....	30

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>33</b>
V.1 Kesimpulan .....	33
V.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>34</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kandungan Hara Rata-rata pada Kotoran Hewan .....	9
2. Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Secara Makroskopis dan Mikroskopis.....	23
3. Hasil Uji Degradasi Senyawa Selulosa pada Isolat Bakteri yang Berasal dari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. ....	25
4. Indeks Aktivitas Selulolitik.....	27
5. Hasil Pengamatan Populasi Bakteri Per Lima Hari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. Selama 20 Hari.....	46
6. Hasil Pengamatan pH Per Lima Hari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. Selama 20 Hari.....	50
7. Hasil Pengamatan Suhu Per Lima Hari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. Selama 20 Hari .....	51

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Pohon Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. ....	10
2. Batang dan Buah Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.....	11
3. Susunan Daun dan Bentuk Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. ....	12
4. Kurva Jumlah Total Bakteri .....	21
5. Penampakan Mikroskopis Isolat Bakteri .....	24
6. Penampakan Isolat Bakteri pada Media CMC .....	26
7. Kurva Perubahan pH Kompos.....	29
8. Kurva Perubahan Suhu Kompos .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. dengan Perlakuan Bioaktivator Kotoran Sapi .....	40
2. Skema Kerja Perhitungan Jumlah Bakteri .....	41
3. Skema Kerja Uji Degradasi Selulosa.....	42
4. Skema Kerja Karakteristik Makroskopis .....	43
5. Skema Kerja Karakteristik Mikroskopis.....	44
6. Kegiatan Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. dengan Perlakuan Bioaktivator Kotoran Sapi .....	45
7. Tabel Hasil Pengamatan Populasi Bakteri Per Lima Hari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. Selama 20 Hari .....	46
8. Hasil Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Secara Makroskopis .....	47
9. Hasil Karakteristik Isolat Bakteri Secara Mikroskopis.....	48
10. Hasil Uji Degradasi Selulosa.....	49
11. Tabel Hasil Pengamatan pH Per Lima Hari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. Selama 20 Hari .....	50
12. Tabel Hasil Pengamatan Suhu Per Lima Hari Pengomposan Daun Angsana <i>Pterocarpus indicus</i> Willd. Selama 20 Hari .....	51
13. Pemurnian Isolat Bakteri.....	52
14. Stok Kultur Isolat Bakteri .....	53

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **I.1 Latar Belakang**

Sampah merupakan masalah lingkungan utama yang dihadapi oleh setiap kota yang ada di Indonesia dan juga diberbagai negara lain. Sampah didefinisikan sebagai sesuatu yang tidak memiliki manfaat atau nilai sehingga harus dibuang (Muthmainnah dan Adris, 2020). Menurut *World Health Organization* (WHO) sampah adalah limbah yang tidak digunakan lagi yang berbentuk padat atau cair yang berasal dari kegiatan manusia maupun dari proses alam (Chandra, 2006).

Sampah menurut jenisnya terbagi menjadi dua kelompok yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik merupakan limbah yang berasal dari bahan hayati atau sisa makhluk hidup yang akan terurai secara alami dengan bantuan mikroorganisme. Contohnya yaitu sisa makanan, buah, sayuran, daun dan ranting. Sedangkan sampah anorganik yaitu limbah yang berasal dari bahan non hayati yang dimana sampah ini tidak dapat diurai secara keseluruhan oleh mikroorganisme sedangkan sebagian lainnya dapat diuraikan dalam waktu yang lama. Contohnya yaitu kertas, plastik, kaca, kaleng, kardus dan lain-lain (Setyaningsih *et al.*, 2017).

Sampah yang didiamkan dengan waktu yang lama sangat berbahaya yang dapat memberikan dampak negatif bagi manusia atau lingkungan. Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi permasalahan sampah di lingkungan yaitu dengan melakukan pengomposan. Menurut Yulianto *et al* (2009), pengomposan adalah proses penguraian bahan organik dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme pada pengomposan memiliki peran penting yaitu berfungsi

merombak bahan organik menjadi karbondioksida dan air (Arifin *et al.*, 2019). Pengomposan dapat terjadi secara alami dan dengan bantuan manusia. Pengomposan secara alami yaitu dengan cara menumpukkan sampah di alam hingga terurai dalam jangka waktu yang lama. Adapun pengomposan dengan bantuan manusia yaitu dengan menambahkan bahan bioaktivator seperti kotoran ternak, proses ini memerlukan waktu yang lebih cepat (Yulianto *et al.*, 2009). Salah satu contoh bahan organik yang paling mudah ditemukan untuk digunakan sebagai bahan pengomposan adalah daun kering. Daun kering dapat ditemukan disekitar lingkungan dengan jumlah yang melimpah, dalam lingkungan kampus Universitas Hasanuddin sangat banyak ditumbuhi pohon-pohon, salah satu contohnya yaitu angkana *Pterocarpus indicus* Willd.

Pertumbuhan mikroorganisme selama proses pengomposan tidak terjadi secara bersamaan hal ini terjadi karena modifikasi lingkungan fisik dalam ekosistem (Faatih, 2012). Mikroorganisme seperti bakteri dan fungi terdapat dalam proses pengomposan. Menurut Sadikin (1981) dalam Faatih (2012), terdapat tujuh genera mikroba selama proses pengomposan yaitu *Actinomycetes*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* dan *Pseudomonas*.

Dalam pengomposan tanaman terdapat kelompok bakteri yang mampu mendegradasi selulosa yang biasa disebut bakteri selulolitik. Bahan organik seperti tanaman merupakan substrat bagi bakteri selulolitik untuk tumbuh. Menurut Fahrudin *et al* (2020), tanaman memiliki banyak kandungan selulosa dan lignin. Beberapa genus bakteri yang termasuk bakteri selulolitik yaitu *Achromobacter*, *Angiococcus*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Cytophaga*, *Clostridium*, *Cellivibrio*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Poliangium*, *Sorangium*,

*Sporocytophaga*, *Vibrio*, *Cellfalcicula* (Rao, 1994), *Citrobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* dan *Aeromonas* (Anand *et al.*, 2009).

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri serta karakteristik dari isolat bakteri yang mampu mendegradasi selulosa dari pengomposan daun angkana *Pterocarpus indicus* Willd. dengan bioaktivator kotoran sapi.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui perubahan populasi bakteri dalam proses pengomposan daun angkana *Pterocarpus indicus* Willd.
2. Mendapatkan isolat bakteri dan kemampuan degradasi selulosa dalam pengomposan daun angkana *Pterocarpus indicus* Willd.
3. Mengetahui perubahan pH dan suhu selama proses pengomposan daun angkana *Pterocarpus indicus* Willd.

## **I.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang jumlah bakteri yang terdapat dalam pengomposan dan isolat bakteri yang dapat mendegradasi selulosa sehingga dapat terjadinya proses pengomposan terhadap daun angkana *Pterocarpus indicus* Willd.

## **I.4 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2022. Lokasi pengambilan sampel bertempat di Lingkungan Kampus Universitas Hasanuddin, Makassar. Pengomposan dilakukan di BTN Taman Sudiang Indah, Makassar.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Sampah**

Menurut Subekti (2009) dalam SK SNI tahun 1990, sampah adalah limbah yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang tidak dapat digunakan lagi dan harus dikelola dengan sebaik mungkin sehingga tidak menimbulkan bahaya bagi lingkungan (Dobiki, 2018). Sampah juga dapat diartikan suatu benda yang menjijikan, kotor yang tidak dapat digunakan lagi oleh masyarakat sehingga harus dibuang (Mulasari, 2012). Secara garis besar sampah dapat dibedakan menjadi sampah organik, sampah anorganik dan sampah berbahaya (Sejati, 2009).

##### **a. Sampah organik**

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup seperti manusia, tumbuhan dan hewan yang mengalami pembusukan. Sampah ini dapat terdegradasi oleh bakteri dengan cepat (Taufiq dan Muhammad, 2015). Sampah organik mengandung air yang tinggi sehingga mudah mengalami pembusukan (Ekawandani dan Arini, 2018).

##### **b. Sampah anorganik**

Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari bahan non hayati yang sulit terdegradasi oleh bakteri (Taufiq dan Muhammad, 2015). Contohnya yaitu botol, karet, logam, besi dan lain-lain (Sejati, 2009).

##### **c. Sampah berbahaya**

Sampah ini merupakan sampah yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Contohnya yaitu limbah nuklir, baterai, jarum suntik bekas dan lain-lain (Sejati, 2009).

Berdasarkan wujudnya, sampah dapat di golongan menjadi 3 kelompok yaitu (Rahmawati, 2018):

- a. Sampah padat yaitu limbah yang berbentuk padat. Contoh limbah padat yaitu ban bekas, botol air minum, kaleng dan lain-lain
- b. Sampah cair yaitu limbah yang berbentuk cairan. Contoh limbah cair yaitu air cucian, air sabun dan lain-lain
- c. Sampah gas yaitu limbah yang berbentuk gas. Contohnya yaitu karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), HCl, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan lain-lain.

Berdasarkan sumbernya, sampah terbagi menjadi beberapa bagian yaitu (Notoatmodjo, 2003):

- a. Sampah dari permukiman. Sampah ini merupakan hasil dari kegiatan rumah tangga yang tidak digunakan dan umumnya berbentuk padat, seperti pakaian bekas, perabot rumah tangga, kertas, daun-daunan dari taman.
- b. Sampah dari tempat umum. Sampah ini diperoleh dari tempat umum seperti pasar, terminal bus, bandara dan lain-lain. Sampah ini berupa plastik, daun dan sebagainya.
- c. Sampah dari perkantoran. Sampah ini diperoleh dari kegiatan perkantoran yang umumnya merupakan sampah anorganik. Sampah ini dapat berupa kertas, karbon, klip, kardus dan sebagainya.
- d. Sampah dari industri. Sampah ini dapat diperoleh dari pembangunan industri dan dari proses produksi. Seperti logam, kayu, potongan tekstil dan lain-lain.
- e. Sampah dari perkebunan atau pertanian. Sampah ini merupakan hasil dari kegiatan perkebunan maupun pertanian seperti sisa sayur-sayuran, batang padi, batang jagung, kulit kelapa dan lain-lain.

- f. Sampah dari pertambangan. Sampah ini dapat diperoleh dari kegiatan dikawasan pertambangan, seperti batu-batuan, tanah, pasir dan lain-lain.
- g. Sampah dari peternakan dan perikanan. Sampah ini merupakan hasil dari kegiatan peternakan atau perikanan yang contohnya seperti kotoran ternak, sisa makanan, bangkai binatang dan lain-lain.

## **II.2 Kompos**

Kompos adalah pupuk yang berasal dari pembusukan bahan-bahan organik. Bahan organik yang digunakan untuk kompos dapat berasal dari tanaman seperti jerami, sekam, guguran daun, batang pisang, gulma rumput, tongkol jagung dan lain-lain. Bahan yang berasal dari ternak seperti sisa pakan, kotoran hewan, sisa padat biogas. Kemudian bahan yang berasal dari rumah atau pasar seperti sisa dapur, sampah sayur dan lain-lain. Kompos yang berasal dari bahan-bahan organik disebut sebagai pupuk organik (Latifah *et al.*, 2014). Terdapat beberapa bahan organik yang tidak bisa digunakan sebagai kompos hal ini karena bahan tersebut dapat menghasilkan aroma yang busuk dan terkontaminasi suatu penyakit. Beberapa contoh bahan organik yang tidak bisa digunakan yaitu kotoran hewan peliharaan seperti kucing, abu rokok, abu arang, arang, sisa makanan berlemak (Setyaningsih *et al.*, 2017).

Tanaman yang merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan kompos memiliki kandungan organik seperti protein, asam nukleat, selulosa, lignin dan beberapa mineral (Fahrudin *et al.*, 2020). Menurut Pinandita *et al* (2017), daun kering memiliki kandungan hemiselulose dan lignin yang dimana untuk mendegradasi material lignoselulose tersebut maka dibutuhkan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Pengomposan dengan bagian tanaman

seperti daun sangat efektif dalam mengurangi timbunan sampah di lingkungan. Salah satu contoh daun yang dapat digunakan untuk kompos yaitu daun angsana *Pterocarpus indicus* Willd. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fauziyah *et al* (2017), kompos daun angsana *Pterocarpus indicus* Willd. yang dicampur daun trembesi *Samanea saman* menghasilkan kompos yang berbau seperti tanah dan memiliki tekstur yang halus dan menggumpal ketika digenggam.

### **II.3 Bioaktivator**

Bioaktivator adalah suatu larutan yang memiliki kandungan berbagai jenis mikroorganisme (Amalia dan Priyantini, 2016). Bioaktivator dapat juga diartikan sebagai bahan bioaktif yang dapat merombak bahan organik (Ramaditya *et al.*, 2017). Bioaktivator dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan kompos yang bertujuan untuk mempercepat laju proses pengomposan. Penambahan bioaktivator dalam suatu pengomposan mampu mempercepat laju proses dekomposisi yang awalnya beberapa bulan menjadi beberapa hari saja (Sriharti dan Takiyah, 2008).

Macam-macam produk bioaktivator yang terdapat dipasaran yaitu EM4, OrgaDec, Stardec, Fix-Up Plus, Harmony, Starbio, Agrisimba dan bioaktivator green phosko (Andriany *et al.*, 2018). Selain produk tersebut bioaktivator dapat juga berasal dari kotoran ternak. Kotoran ternak sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan kompos. Contoh hewan ternak yaitu sapi, kambing, ayam dan sebagainya. Kotoran ternak yang dihasilkan dapat berbentuk padat dan cair. Setiap hewan ternak menghasilkan jumlah kotoran yang berbeda-beda dimana untuk ternak dewasa seperti kuda, sapi dan kerbau mampu menghasilkan kotoran rata-rata 3 kg/hari, domba dan kambing sekitar 0,5 kg/hari dan ayam

sekitar 200 g/hari. Kotoran ternak yang sudah dikomposkan umumnya mengalami penyusutan sekitar 50% (Suwahyono, 2014).

Kotoran ternak mengandung berbagai macam unsur hara yang dipengaruhi dari berbagai jenis makanan yang dikonsumsi hewan tersebut. Adapun kandungan hara pada kotoran hewan terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Hara Rata-rata pada Kotoran Hewan

<b>Parameter</b>	<b>Sapi</b>	<b>Ayam</b>	<b>Domba</b>
Bobot hewan (kg)	500	5	100
Bobot kotoran segar (ton/tahun)	11,86	10,95	0,73
<b>Kandungan Hara (kg/ton)</b>			
Nitrogen (N)	10,0	25,0	28,0
Fosfor (P)	2,0	11,0	4,2
Kalium (K)	8,0	10,0	20,0
Kalsium (Ca)	5,0	36,0	11,7
Magnesium (Mg)	20,0	6,0	3,7
Sulfur (S)	1,5	3,2	1,8
Besi (Fe)	0,1	2,3	0,3
Boron (Bo)	0,01	0,01	-
Tembaga (Cu)	0,01	0,01	-
Mangan (Mn)	0,03	-	-
Seng (Zn)	0,04	0,01	-

Sumber: (Suwahyono, 2014)

#### **II.4 Angsana *Pterocarpus indicus* Willd.**

Angsana *Pterocarpus indicus* Willd. biasa juga disebut sebagai Kayu Merah. *Pterocarpus indicus* Willd. dengan familia Papilionaceae tersebar di beberapa negara di Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Philipina, Brunei,

dan Thailand (Ahmadu *et al.*, 2007). Menurut Putri dan Suita (2005) dalam Yuskianti *et al* (2019), di Indonesia Angsana tersebar alami di beberapa pulau seperti di Pulau Jawa, Sulawesi, Maluku, Bali, NTB, NTT dan Papua. Tanaman angkana memiliki beberapa nama dagang yaitu amboyna, burmese rosewood, malay padauk, rosewood, tenasserim mahogany dan philippine mahogany (Orwa *et al.*, 2009). Selain itu, tanaman angkana di beberapa negara memiliki nama yang berbeda seperti narra (Philipina), sonokembang (Indonesia), duu baan dan praduu baan (Thailand). Adapun untuk Negara Malaysia dan Singapura *Pterocarpus indicus* Willd. juga disebut sebagai angkana (Dwiyani, 2013). Morfologi pohon angkana dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon Angkana *Pterocarpus indicus* Willd.  
(Sumber: Mardiatmoko, 2017)

*Pterocarpus indicus* Willd. adalah tanaman pohon yang bisa memiliki tinggi hingga 30-40 m dengan diameter 2 m (Dwiyani, 2013). Tanaman angkana merupakan salah satu tanaman yang tergolong sebagai pohon pelindung yang sering digunakan di jalan hal ini dikarenakan daun angkana dapat mengakumulasi

Pb (Yudha *et al.*, 2013). Kayu angšana dapat digunakan sebagai bahan bangunan dan mebel, angšana dapat juga dijadikan obat tradisional yaitu obat diuretik (Dwiyani, 2013). Menurut penelitian Saivaraj and Chandramohan (2018), kulit kayu pohon angšana *Pterocarpus indicus* Willd. efektif digunakan sebagai antibakteri dari spesies *Escherichia coli*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp dan *Pseudomonas aeruginosa*. Kemudian efektif sebagai antijamur dari spesies *Aspergillus flavus*.



(a)

(b)

Gambar 2. (a) Batang Angšana *Pterocarpus indicus* Willd.  
(b) Buah Angšana *Pterocarpus indicus* Willd.  
(Sumber: Dwiyani, 2013)

Angšana *Pterocarpus indicus* Willd. memiliki batang yang berbentuk bulat (*teres*) (Yuskianti *et al.*, 2019). Seperti yang terlihat pada Gambar 2, batang angšana beralur atau berbonggol. Memiliki buah yang berbentuk polong dan terdapat sayap tipis seperti kertas di sekeliling buah (Mardiatmoko, 2017). Jumlah biji umumnya satu. Bunga angšana termasuk bunga kupu-kupu yang tersusun dalam tandan yang memiliki panjang sekitar 7-11 cm, mahkota bunga berwarna kuning oranye serta beraroma harum (Dwiyani, 2013).

Daun angšana merupakan daun majemuk menyirip gasal (Dwiyani, 2013). Menurut Yuskianti *et al* (2019), dalam 1 tangkai daun terdapat 3-8 helaian daun. Daun angšana berbentuk bulat telur memanjang, bertulang daun menyirip, tepi daun rata, ujung daun meruncing serta bewarna hijau muda dan hijau tua. Daun angšana juga mengkilat (Dwiyani, 2013). Susunan daun dan bentuk daun angšana dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)

(b)

Gambar 3. (a) Susunan Daun Angšana *Pterocarpus indicus* Willd.  
(b) Bentuk Daun Angšana *Pterocarpus indicus* Willd.  
(Sumber: Yuskianti *et al.*, 2019)

Klasifikasi Angšana *Pterocarpus indicus* Willd. (Tjitrosoepomo, 2007):

Regnum : Plantae  
Divisio : Spermatophyta  
Subdivisio : Angiospermae  
Classis : Dicotyledoneae  
Subclassis : Dialypetalae  
Ordo : Rosales

Familia : Papilionaceae  
Genus : *Pterocarpus*  
Spesies : *Pterocarpus indicus* Willd.

## **II.5 Bakteri Selulolitik**

Bakteri selulolitik adalah bakteri yang mampu mendegradasi selulosa dengan menghasilkan enzim selulase. Bakteri selulolitik akan menghidrolisis selulosa menjadi bentuk sederhana yaitu glukosa (David *et al.*, 2012; Arifin *et al.*, 2019). Selulosa adalah bahan organik atau biopolimer yang merupakan komponen utama dari dinding sel tanaman (Mulyadi, 2019).

Enzim selulase yaitu enzim yang merombak selulosa menjadi gula sederhana dengan bantuan enzim endo- $\beta$ -1,4-glukanase, ekso- $\beta$ -1,4-glukanase dan  $\beta$ -glukosidase dalam turunan selulosa seperti selobiosa, selodektrin dan lain-lain (Milala *et al.*, 2005; Fahrudin *et al.*, 2020). Menurut Prihatiningrum (2002), pada lingkungan aerobik selulosa terurai menjadi glukosa dan karbondioksida yang bergabung dalam sel yang sedang tumbuh, sedangkan di lingkungan anaerobik selulosa terurai menjadi alkohol dan asam organik. Bakteri selulolitik dapat ditemukan di kompos, serasah daun, lahan pertanian atau tanaman yang telah melapuk (David *et al.*, 2012; Arifin *et al.*, 2019).