

**IMPLEMENTASI EKONOMI Sirkular DENGAN  
PEMANFAATAN LIMBAH TEH MENJADI PUPUK KOMPOS  
DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA UNIT TEH BAH  
BUTONG**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**DANIEL A RUMAPEA**

**218150030**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 5/2/26

Access From (repository.uma.ac.id)5/2/26

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Implementasi Ekonomi Sirkular Dengan Pemanfaatan

Limbah Teh Menjadi Kompos Di PT. Perkebunan

Nusantara Unit Teh Bah Butong

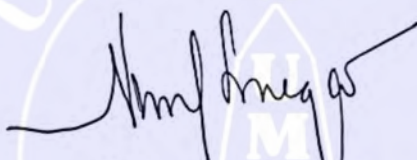
Nama : Daniel A Rumapea

NPM : 218150030

Fakultas/Prodi : Teknik/Teknik Industri

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Ir Ninny Siregar, M.Si

NIDN: 0105066202

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. E. Supriatno, ST., MT

NIDN: 0102027402

Ketua Program Studi



Nukle Andri Silviana, ST. MT

NIDN: 0127038802

Tanggal Sidang : 28 Juli 2025

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Daniel A Rumapea

NPM : 218150030

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian- bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 08 Agustus 2025



Daniel A Rumapea

218150030

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Daniel A Rumapea

NPM 218150030

Program Studi : Teknik Industri

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Implementasi Ekonomi Sirkular Dengan Pemanfaatan Limbah Teh Menjadi Pupuk Kompos Di PT. Perkebunan Nusantara Unit Teh Bah Butong. Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 08 Agustus 2025



(Daniel A Rumapea)

218150052

## ABSTRAK

**Daniel A Rumapea. NPM 218150030. “Implementasi Ekonomi Sirkular Dengan Pemanfaatan Limbah Teh Menjadi Pupuk Kompos Di Pt Perkebunan Nusantara Unit Teh Bah Butong” Dibimbing Oleh Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.**

Limbah merupakan sisa hasil proses atau kegiatan baik dari industri maupun domestik. Salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah teh adalah dengan memanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah teh menjadi pupuk kompos, manfaat implementasi ekonomi sirkular dan tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikan ekonomi sirkular. Masalah fokus pada proses pengolahan limbah teh menjadi pupuk kompos. Guna mendekati masalah ini dipergunakan teori tentang Ekonomi sirkular merupakan sebuah konsep ekonomi yang mengimplementasikan tujuan pembangunan berkelanjutan yang terkait dengan tingkat konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Data-data yang dikumpulkan melalui hasil wawancara dan observasi dan dianalisis secara kualitatif. Berdasarkan hasil kajian menyimpulkan bahwa Rata-rata volume limbah teh yang dihasilkan oleh PTPN IV Unit Teh Bah Butong setiap bulannya adalah 597 kg. Dari eksperimen kelayakan, dalam satu bulan limbah teh sebanyak 597 kg, kotoran ayam 106.48 kg dan dolomit sebanyak 63.97 kg didapatkan pupuk kompos sebanyak 767.45 kg. Dengan tingkat efisiensi pengomposan sebesar 80% maka  $767,45\text{kg} \times 80\% / 100 = 613,96\text{ kg}$  atau 614 kg pupuk kompos. Dari eksperimen berikut dalam sebulan dapat menghasilkan pupuk kompos sebanyak 30 sak dengan berat yaitu 20 kg/sak. Biaya produksi per unit Rp 634.810/30 Sak adalah Rp 22.000 dan ingin mendapatkan laba sebesar 50%, maka harga jual per sak atau unit adalah Rp 33.000.

Kata Kunci: Ekonomi sirkular; Limbah Teh; Pupuk Padat; Green Productivity.

## ABSTRACT

**Daniel A Rumapea. NPM 218150030. “Implementation of Circular Economy by Utilizing Tea Waste into Compost Fertilizer at PT Perkebunan Nusantara Teh Bah Butong Unit” Supervised by Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.**

Waste is the remaining result of a process or activity from both industry and domestic. One way to reduce environmental pollution due to tea waste is to utilize it as a raw material for making compost. This study aims to determine the implementation of a circular economy by utilizing tea waste into compost, the benefits of implementing a circular economy and the challenges faced in implementing a circular economy. The problem focuses on the process of processing tea waste into compost. In order to approach this problem, the theory of the circular economy is used, which is an economic concept that implements sustainable development goals related to responsible and sustainable consumption and production levels. Data collected through interviews and observations and analyzed qualitatively. Based on the results of the study, it was concluded that the average volume of tea waste produced by PTPN IV Teh Bah Butong Unit each month is 597 kg. From the feasibility experiment, in one month of 597 kg of tea waste, 106.48 kg of chicken manure and 63.97 kg of dolomite, 767.45 kg of compost fertilizer was obtained. With a composting efficiency level of 80%,  $767.45 \text{ kg} \times 80\% / 100 = 613.96 \text{ kg}$  or 614 kg of compost fertilizer. From the following experiment, 30 sacks of compost fertilizer can be produced in a month with a weight of 20 kg / sack. The production cost per unit of IDR 634,810 / 30 sacks is IDR 22,000 and wants to get a profit of 50%, can the selling price per sack or unit is IDR 33,000.

**Keywords:** Circular economy; Tea Waste; Solid Fertilizer; Green Productivity.

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Kota Baru Provinsi Kalimantan Selatan pada tanggal 07 Agustus 2024 dari Ayah Marison Rumapea dan Ibu Poibe Saulina Sihotang merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara.

Penulis pertama kali menempuh Pendidikan Sekolah Dasar Negeri No. 122339 Pematang Siantar pada tahun 2009 dan selesai pada tahun 2015. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Swasta Sultan Agung Pematang Siantar dan selesai pada tahun 2018, pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Pematang Siantar, penulis mengambil jurusan IPA dan selesai pada tahun 2021 dan pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Industri Universitas Medan Area.

Berkat Tuhan Yang Maha Esa, usaha yang disertai doa dari kedua orang tua dalam menjalani akademi Perguruan Tinggi Swasta Universitas Medan Area. Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Implementasi Ekonomi Sirkular Dengan Pemanfaatan Limbah Teh Menjadi Pupuk Kompos Di PT. Perkebunan Nusantara Unit Teh Bah Butong”**.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Berkah Rahmat dan Hidayahnya memberikan segala kenikmatan kepada kita semua. Dengan Berkahnya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Ekonomi Sirkular Dengan Pemanfaatan Limbah Teh Menjadi Pupuk Kompos Di PT. Perkebunan Nusantara Unit Teh Bah Butong” dapat terselesaikan dengan baik. Adapun Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Skripsi pada Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam penyelesaian penyusunan Hasil Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini melalui proses yang sangat panjang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena banyak pihak yang turut serta membantu, membimbing, memberi petunjuk, saran dan motivasi. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan rasa terimakasih sedalam-dalamnya, terutama kepada yang terhormat:

1. Bapak dan Mamak saya tercinta, serta Kakak dan Abang Saya atas doa, motivasi, bimbingan, nasihat dan segalanya yang telah diberikan pada penulis. Penyelesaian skripsi ini adalah wujud rasa hormat, cinta dan terima kasih saya kepada kedua orang tua.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.S.c., selaku Rektor Universitas Medan Area.

3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Nukhe Andri Silviana, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi pada penulis.
5. Ibu Ir, Hj, Ninny Siregar, M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan, dukungan, dan motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik.
6. Sahabat saya Junlamro Firman Naibaho, Jumadi Marpaung, Aprigani Karo Karo, Angelita Simanjuntak, Dan Yohanesli Saragih yang selalu menemani saya dan juga selalu memberikan dukungan dan motivasi terhadap saya.

Medan, 08 Agustus 2025



Daniel A Rumapea

## DAFTAR ISI

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| <b>ABSTRAK.....</b>                                  | <b>i</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                | <b>ii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                          | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                              | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                           | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                             | <b>x</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                       | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang.....                              | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                             | 3          |
| 1.3 Batasan Masalah .....                            | 3          |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                          | 3          |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                         | 4          |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                      | 4          |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>                    | <b>6</b>   |
| 2.1. Sistem Lingkungan Industri.....                 | 6          |
| 2.2. Green Productivity.....                         | 7          |
| 2.3. Pengertian Ekonomi Sirkular.....                | 8          |
| 2.3.1. Prinsip Ekonomi Sirkular .....                | 10         |
| 2.3.2. Faktor Pendorong Utama Ekonomi Sirkular ..... | 10         |
| 2.3.3. Dampak Positif Ekonomi Sirkular.....          | 12         |
| 2.3.4. Manfaat Penerapan Ekonomi Sirkular .....      | 12         |
| 2.4. Konsep Ekonomi Sirkular.....                    | 13         |
| 2.5. Ekonomi Bisnis Berkelanjutan .....              | 17         |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6. Limbah Teh.....                                             | 19        |
| 2.7. Kompos.....                                                 | 20        |
| 2.8. Unsur-Unsur Kompos.....                                     | 22        |
| 2.9. Alternatif Pemanfaatan .....                                | 26        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>                            | <b>27</b> |
| 3.1. Lokasi Dan Tempat Penelitian.....                           | 27        |
| 3.2. Jenis Penelitian .....                                      | 27        |
| 3.3. Variabel Penelitian.....                                    | 28        |
| 3.3.1. Variabel Bebas (Independent Variable) .....               | 28        |
| 3.3.2. Variabel Terikat (Depent Variabel).....                   | 28        |
| 3.4. Kerangka Berfikir .....                                     | 29        |
| 3.5. Pengumpulan Data.....                                       | 31        |
| 3.6. Teknik Pengolahan Data.....                                 | 32        |
| 3.7. Metologi Penelitian.....                                    | 35        |
| <b>BAB IV .....</b>                                              | <b>36</b> |
| <b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>                      | <b>36</b> |
| 4.1. Ruang Lingkung Bidang Usaha.....                            | 36        |
| 4.2. Daerah Pengiriman .....                                     | 36        |
| 4.3. Jumlah Tenaga Kerja Dan Sistem Pengupahan .....             | 36        |
| 4.4. Data Produksi Teh .....                                     | 37        |
| 4.5. Data Jumlah Limbah Teh.....                                 | 38        |
| 4.6. Deskripsi Proses Pengolahan Limbah Teh Menjadi Kompos ..... | 39        |
| 4.6.1. Pengumpulan Limbah Teh .....                              | 39        |
| 4.6.2. Penyortiran Dan Pembersihan .....                         | 39        |

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.6.3. Pencampuran .....                                            | 40        |
| 4.6.4. Pengomposan .....                                            | 40        |
| 4.6.5. Pematangan Kompos.....                                       | 40        |
| <b>4.7. Analisis Data Penelitian .....</b>                          | <b>40</b> |
| 4.7.1. Volume Limbah Teh Yang Dihasilkan.....                       | 40        |
| 4.7.2. Efisiensi Pengomposan.....                                   | 40        |
| 4.7.3. Potensi Harga Jual Pupuk Kompos .....                        | 42        |
| 4.8. Hasil Uji Laboratorium untuk Kompos dari Limbah Teh .....      | 43        |
| 4.9. Penggunaan Kompos .....                                        | 44        |
| 4.10. Dampak Ekonomi dan Lingkungan .....                           | 44        |
| 4.11. Keberhasilan Implementasi Ekonomi Sirkular .....              | 45        |
| 4.12. Implementasi Ekonomi Sirkular Pada 3R Pembentukan Kompos..... | 46        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                             | <b>48</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                                               | 48        |
| 5.2. Saran .....                                                    | 49        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                          | <b>50</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                               | <b>52</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Siklus Ekonomi Sirkular ..... | 16 |
| Gambar 3. 1 Kerangka Berfikir.....        | 29 |
| Gambar 3. 2 Diagram Penelitian .....      | 35 |
| Gambar 4. 1 Scatter Diagram .....         | 37 |
| Gambar 4. 2 Data Jumlah Limbah .....      | 38 |
| Gambar 4. 3 Limbah Teh.....               | 39 |



## DAFTAR TABEL

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Tabel 1. 1 Limbah Teh Tahun 2023.....         | 2  |
| Tabel 4. 1 Data Produksi Teh Tahun 2023 ..... | 37 |
| Tabel 4. 2 Limbah Teh Tahun 2023 .....        | 38 |
| Tabel 4. 3 Biaya Produksi.....                | 42 |
| Tabel 4. 4 Hasil Uji Lab.....                 | 43 |



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan sisa hasil suatu proses atau kegiatan baik dari industri maupun domestik. Limbah dapat berupa limbah padat. Limbah dapat menimbulkan pencemaran bagi lingkungan, baik pencemaran air, tanah, maupun udara. Limbah domestik merupakan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, seperti sisa makanan, sampah dapur, dan limbah pasar. Limbah domestik umumnya berupa limbah padat, seperti sisa makanan, daun-daunan, dan plastik.

Limbah padat pada Perkebunan Nusantara IV Unit Teh Bah Butong, seperti limbah padat, merupakan salah satu jenis limbah domestik yang jumlahnya cukup banyak. Limbah padat umumnya berupa batang dan daun teh yang sudah tidak layak dipakai. Limbah padat pada teh ini biasanya hanya dibuang begitu saja, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah padat pada teh adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos (Marimin et al., 2015; Putra et al., 2024). Pupuk kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari proses dekomposisi bahan- bahan organik, seperti limbah pertanian, limbah peternakan, dan limbah domestik. Pupuk kompos memiliki banyak manfaat, antara lain: meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan daya cengkeram tanah, meningkatkan retensi air tanah, mengurangi erosi tanah, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Limbah teh merupakan salah satu jenis limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos. Limbah teh mengandung

berbagai zat diantaranya Protein, Kafein, Teobromina, Selulosa, Serat kasar.

Ekonomi sirkular merupakan model ekonomi yang bertujuan untuk mengurangi limbah dan meningkatkan pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan (Solovida et al., 2020). Model ekonomi ini berfokus pada penggunaan kembali, daur ulang, dan pengomposan limbah.

Dalam observasi langsung yang dilakukan di lapangan terdapat limbah teh terbuang begitu saja. Berikut data jumlah limbah teh yang dihasilkan di tahun 2023 dapat dilihat pada tabel.

**Tabel 1. 1 Limbah Teh Tahun 2023**

| <b>Tahun 2023</b> | <b>Data Jumlah Limbah<br/>(kg)</b> |
|-------------------|------------------------------------|
| Januari           | 597                                |
| Februari          | 520                                |
| Maret             | 590                                |
| April             | 600                                |
| Mei               | 600                                |
| Juni              | 605                                |
| Juli              | 748                                |
| Agustus           | 750                                |
| September         | 560                                |
| Oktober           | 550                                |
| November          | 500                                |
| Desember          | 550                                |

Sumber: PTPN IV UNIT TEH BAH BUTONG

Dari tabel berikut dapat disimpulkan bahwa PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Teh Bah Butong memiliki limbah setiap bulannya lumayan banyak, rata-rata sekitar 597 kilogram/bulan, dampak limbah yang bertumpuk dapat menguap dan mengeluarkan bau yang tidak enak membuat orang yang bekerja dan masyarakat sekitar di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Teh Bah Butong tidak nyaman.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah teh menjadi pupuk kompos?
2. Apa saja manfaat implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah teh menjadi pupuk kompos?
3. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikan ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah teh menjadi pupuk kompos?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. proses pengolahan limbah teh menjadi pupuk kompos meliputi beberapa tahapan, antara lain pengumpulan limbah, pencacahan, pengomposan, dan pengeringan.
2. Penelitian ini akan mengkaji proses pengolahan limbah teh menjadi pupuk kompos di setiap tahapan tersebut.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian yang dikemukakan dalam latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui manfaat implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah teh menjadi pupuk kompos
2. Ingin mengetahui proses pengomposan dari limbah teh yang akan dilakukan dan mengetahui berapa penghematan yang diperoleh

3. Ingin mengetahui hasil eksperimen studi kelayakan limbah teh dalam satu bulan yang akan dilakukan

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi mahasiswa hasil dari penelitian dapat meningkatkan kemampuan berfikir mahasiswa untuk menyelesaikan setiap masalah yang ada pada masyarakat dan lingkungan kampus dan juga penelitian ini digunakan sebagai penerapan teori-teori sebelumnya yang telah didapat selama kegiatan perkuliahan
2. Bagi PT.Perkebunan Nusantara IV Unit Teh Bah Butong penelitian ini diharapkan informasi kepada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Teh Bah Butong tentang pentingnya pengolahan limbah secara berkelanjutan dan manfaat dari pemanfaatan limbah teh menjadi pupuk kompos dan meningkatkan pemanfaatan limbah teh sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos. Jadi perusahaan tidak harus membeli pupuk kompos.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penulisan proposal ini Sistematika dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi uraian tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan

## **BAB II            TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi uraian tentang teori-teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku maupun jurnal yang berkaitan dengan penyusunan laporan serta beberapa literatur review yang berhubungan dengan penelitian.

## **BAB III          METOLOGI PENELITIAN**

Berisi uraian tentang lokasi penelitian, sumber data dan jenis penelitian, variabel penelitian, kerangka berpikir, definisi operasional, teknik pengumpulan data, metode pengolahan data, dan metode penelitian.

## **BAB IV          HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini berisi tentang data-data yang dikumpulkan selama penelitian dan diolah menggunakan metode yang telah ditentukan, kemudian menganalisis hasil penelitian dan perhitungan berdasarkan pengolahan data dan pemecahan masalah.

## **BAB V           KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasi sistem berdasarkan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi uraian tentang bagian dari karya ilmiah yang berisi daftar referensi atau sumber-sumber yang di gunakan.sumber-sumber bisa berupa jurnak, artikel jurnal, dan ISBN.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Sistem Lingkungan Industri

Pelestarian lingkungan alam sudah menjadi isu yang penting selama beberapa dekade terakhir. Hampir setiap industri sudah memberlakukan praktik menjaga lingkungan. Sebagian besar perusahaan manufaktur bertujuan untuk mengurangi dan menghilangkan limbah yang dihasilkan selama produksi dan pembungan produk industri dan mampu meningkatkan kinerja Perusahaan.(Arief, 2016)Keberhasilan pengelolaan lingkungan bergantung perilaku ramah lingkungan Masyarakat karena perilaku mereka meningkatkan kinerja lingkungan secara agregat. (Sembiring, 2022)

Salah satu tujuan penyelenggaraan perindustrian di Indonesia adalah mewujudkan industri yang mandiri, berdaya saing dan maju serta industri hijau. UU No 3 tahun 2014 tentang perindustrian memberikan pengertian industri hijau sebagai “industri yang dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga mampu menyelaraskan pembangunan industri dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup serta dapat memberi manfaat bagi masyarakat” Di dalam konsep hijau secara luas, infrastruktur, desain dan sistem dibuat sedekat mungkin dengan karakteristik ekosistem, dimana energi dimanfaatkan secara efisien dan materi, alat atau bahan baku dimanfaatkan dari satu entitas ke entitas yang lain dalam sistem siklus yang terbarukan (renewable inputs) dan ikut serta dalam mensejahterakan masyarakat.

## 2.2. Green Productivity

*Green Productivity* adalah strategi peningkatan produktivitas bisnis dan kinerja lingkungan secara bersamaan, untuk keseluruhan pembangunan sosial-ekonomi. Penerapan GP merupakan teknik, teknologi, dan sistim manajemen yang tepat untuk menghasilkan barang dan jasa yang ramah lingkungan. Produktivitas didefinisikan sebagai hubungan antara input dan output suatu sistim produksi. Hubungan ini sering lebih umum dinyatakan sebagai rasio output dibagi input. Jika lebih banyak output yang dihasilkan dengan input yang sama, maka disebut terjadi peningkatan produktivitas. Begitu juga kalau input yang lebih rendah dapat menghasilkan output yang tetap, maka produktivitas dikatakan meningkat. Dengan diketahuinya produktivitas, maka akan diketahui pula seberapa efisien sumber- sumber input telah berhasil dihemat (Santoso & Nugrahaeni, 2016).

Konsep *Green Productivity* (Produktivitas Hijau) adalah strategi untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan secara bersamaan. Ini bertujuan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan dengan menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi, peningkatan kualitas hidup, dan perlindungan lingkungan. Berikut adalah beberapa prinsip utama dari *Green Productivity*:

1. Fokus pada efisiensi: Mengurangi penggunaan sumber daya seperti bahan baku, energi, dan air dalam proses produksi.
2. Peningkatan daur ulang: Menggunakan kembali bahan daur ulang dalam proses produksi untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam baru.

3. Desain produk yang berkelanjutan: Mengembangkan produk yang mudah didaur ulang, diperbaiki, dan dibongkar, sehingga memperpanjang umur produk dan mengurangi limbah.
4. Adopsi teknologi bersih: Menggunakan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam proses produksi.

Berikut ada beberapa manfaat dari *Green Productivity* yaitu:

1. Keuntungan Ekonomi: Mengurangi biaya produksi melalui efisiensi sumber daya dan pengurangan limbah, yang pada gilirannya meningkatkan profitabilitas.
2. Keberlanjutan Lingkungan: Mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca, penggunaan air yang lebih efisien, dan pengurangan polusi.
3. Kepatuhan Terhadap Regulasi: Memenuhi atau melampaui persyaratan lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah dan badan regulasi.
4. Reputasi dan Citra Positif: Meningkatkan reputasi perusahaan di mata konsumen dan investor sebagai perusahaan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.

### **2.3. Pengertian Ekonomi Sirkular**

Ekonomi sirkular merupakan sebuah konsep ekonomi yang mengimplementasikan tujuan pembangunan berkelanjutan yang terkait dengan tingkat konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Konsep ekonomi ini memberikan sebuah solusi dari permasalahan sampah yang diproduksi oleh masyarakat, dengan tujuan membuat produk baru dari sumber daya sampah yang bermanfaat dan bernilai ekonomi. Ekonomi sirkular

merupakan sebuah konsep yang diterapkan untuk menciptakan tata kelola sampah yang berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber sampah menjadi produk bernilai manfaat dan ekonomis. Konsep ini juga dapat memberikan peluang usaha berbasis daur ulang yang pada akhirnya dapat meningkatkan peluang kerja, investasi, pertumbuhan ekonomi, mengurangi kemiskinan dan meningkatkan pendapatan daerah.(Putri Chiquita, 2022)

Secara umum ekonomi sirkular merupakan sebuah langkah untuk ekonomi linier yang menggunakan prinsip buat-gunakan-buang. Di mana yang menjadi pelaku ekonomi berbuat agar sumber daya yang digunakan selama mungkin, mendapatkan nilai (Ilmi et al., 2024) yang maksimal dari penggunaan, lalu memulihkan produk dan bahan pada setiap akhir layanan. Ekonomi sirkular adalah perubahan dimana kita perlu menjaga sumber daya yang dapat dipakai selama mungkin, mengetahui nilai maksimum dari penggunaan, kemudian memulihkan dan meregenerasi produk dan bahan.

Pengelolaan limbah adalah salah satu bentuk implementasi ekonomi sirkular. Komunitas yang mempopulerkan ekonomi sirkular berpendapat bahwa inti dari ekonomi sirkular adalah; pertama, untuk mendesain limbah, produk-produk yang dikonsumsi dapat didaur ulang dan dijadikan sumber produksi kembali. Kedua, terpilahnya limbah jangka panjang dan jangka pendek. Ketiga, energi yang diperlukan pada sistem ini adalah energi hijau, sekaligus untuk mengurangi pemakaian sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Pernyataan ini menjadikan pengelolaan limbah sebagai desain utama konsep ekonomi sirkular dengan menelaah komponen produk dan memperhatikan sumber energi yang dipakai untuk mengelola produk tersebut. Pada gambar dapat diperhatikan

bahwa limbah dari konsumsi terpilih menjadi dua jenis yaitu manufaktur dan pangan. Sebelum dibuang secara langsung, sebagai konsumen, kita dapat mendaur ulang sampah tersebut ke dalam berbagai macam produk olahan (Sari et al., 2023).

### 2.3.1. *Prinsip Ekonomi Sirkular*

Forum Ekonomi Dunia menyatakan bahwa beberapa prinsip ekonomi sirkular antara lain bertujuan untuk merancang keluarnya limbah karena produk yang dioptimalkan untuk dapat dibongkar dan digunakan kembali. Lalu, sirkularitas memperkenalkan pada diferensiasi antara komponen habis pakai dan tahan lama pada suatu produk. Selain itu, energi yang diperlukan untuk siklus ini harus terbarukan oleh alam agar dapat mengurangi ketergantungan sumber daya dan meningkatkan sistem ketahanan (seperti guncangan minyak). Sedangkan menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (Kemenperin), prinsip utama yang terdapat pada ekonomi sirkular adalah 5R, yaitu *Reduce*, *Reuse*, *Recycle*, *Recovery* dan *Repair*. Lima prinsip tersebut dapat dilakukan melalui pengurangan pemakaian material mentah dari alam (*reduce*) melalui optimasi penggunaan material yang dapat digunakan kembali (*reuse*) dan penggunaan material hasil dari proses daur ulang (*recycle*) maupun dari proses perolehan kembali (*recovery*) atau dengan melakukan perbaikan (*repair*) (Rusiadi et al., 2024).

### 2.3.2. *Faktor Pendorong Utama Ekonomi Sirkular*

Penerapan ekonomi sirkular, sebuah model ekonomi yang berfokus pada meminimalkan limbah dan memaksimalkan nilai sumber daya, didorong oleh berbagai faktor. Berikut adalah lima faktor pendorong utama yang signifikan yaitu:

### 1. Investasi Berbasis Dampak

Semakin banyak investor yang mencari peluang untuk mendanai proyek dan perusahaan yang berfokus pada keberlanjutan dan dampak positif.

Investasi ini yaitu:

- a. Mendukung pengembangan teknologi dan infrastruktur baru untuk ekonomi sirkular.
- b. Membiayai model bisnis inovatif yang mengeksplorasi solusi sirkular untuk berbagai sektor.
- c. Meningkatkan kesadaran dan minat publik terhadap ekonomi sirkular.

### 2. Komitmen Manajemen

Kepemimpinan yang kuat dan komitmen dari manajemen perusahaan sangat penting untuk keberhasilan penerapan ekonomi sirkular. Hal ini termasuk:

- a. Menetapkan tujuan dan target yang jelas untuk mengurangi limbah dan meningkatkan sirkularitas.
- b. Mengintegrasikan prinsip-prinsip sirkular ke dalam strategi bisnis dan operasi perusahaan.
- c. Menciptakan budaya perusahaan yang menghargai keberlanjutan dan inovasi.

### 3. Infrastruktur

Infrastruktur yang memadai seperti:

- a. Fasilitas pengumpulan dan daur ulang yang efisien.
- b. Jaringan logistik yang mendukung pergerakan material daur ulang.

c. Akses ke energi terbarukan untuk proses manufaktur dan daur ulang.

#### 4. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah yang mendukung, seperti:

- a. Insentif pajak untuk mendorong investasi dalam teknologi dan infrastruktur sirkular.
- b. Peraturan yang mewajibkan pengurangan limbah dan penggunaan material daur ulang.
- c. Standarisasi dan sertifikasi untuk produk dan proses sirkular.

#### **2.3.3. Dampak Positif Ekonomi Sirkular**

Berdasarkan Hasil Studi Manfaat Ekonomi, Sosial, dan Lingkungan dari Ekonomi Sirkular di Indonesia tahun 2021 yang dilakukan oleh (Dwiningsih & Harahap, 2022) Bappenas bersama United Nations Development Programme (UNDP) dan didukung oleh Pemerintah Kerajaan Denmark menunjukkan adanya dampak positif pada lima sektor industri, yaitu makanan dan minuman, konstruksi, elektronik, tekstil, dan retail yang berfokus pada kemasan plastik sebagai berikut:

- a. Penghematan biaya oprasional lebih dari Rp431, 91 miliar.
- b. Penciptaan lapangan pekerjaan.
- c. Pengurangan emisi lebih dari 1,4 juta ton CO<sub>2</sub>e.
- d. Penghematan energi lebih dari 4,8 juta MWh.
- e. Penurunan konsumsi air lebih dari 252 ribu m<sup>3</sup>.
- f. Pengurangan sampah lebih dari 827 ton.

#### **2.3.4. Manfaat Penerapan Ekonomi Sirkular**

Beberapa manfaat dari adanya penerapan ekonomi sirkular sebagai berikut:

1. Membantu mencegah sampah masuk ke lingkungan, mengurangi pemborosan dan meminimalkan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh sampah.
2. Meningkatkan nilai dan potensi ekonomi dari sampah dengan menciptakan peluang usaha baru di sektor industri pengelolaan sampah dan memfasilitasi produksi produk-produk bernilai tambah yang terbuat dari limbah atau sampah.
3. Membantu pemerintah dan masyarakat meningkatkan kesadaran tentang masalah sampah dan bagaimana cara untuk mengurangi pemborosan, mencegah masalah sampah di tempat dan menciptakan sumber daya yang lebih bernilai.
4. Mengubah cara pandang tentang lingkungan dan memajukan ekonomi secara bersamaan.

#### **2.4. Konsep Ekonomi Sirkular**

Konsep Ekonomi Sirkular berpedoman pada prinsip mengurangi sampah dan memaksimalkan sumber daya yang ada. Pendekatan ekonomi sirkular ini berbeda dengan ekonomi linier tradisional yang menggunakan prinsip ambil-pakai- buang (*take-make-dispose*). Dalam ekonomi sirkular, penggunaan sumber daya, sampah, emisi dan energi terbuang diminimalisir dengan menutup siklus produksi- konsumsi dengan memperpanjang umur produk, inovasi desain, pemeliharaan, penggunaan kembali, remanufaktur, daur ulang ke produk semula (*recycling*), dan daur ulang menjadi produk lain (*upcycling*) (Yulistika et al., 2023).

Konsep ekonomi sirkular dapat meminimalkan tingkat timbulan sampah

yang dihasilkan dengan adanya desain produk baru yang ramah lingkungan dengan proses yang cermat pada setiap aspek dalam mengimplementasikan metode *close loop system*. Dalam jangka waktu yang lama, produksi sumber daya dari limbah buangan dapat mengurangi emisi hingga 70%, meningkatkan jumlah tenaga kerja sebesar 4%, dan dapat mereduksi limbah dalam jumlah yang cukup besar. Implementasi ekonomi sirkular dapat meningkatkan ketahanan lingkungan, kesejahteraan sosial masyarakat, mengurangi kerusakan lingkungan, meningkatkan pembentukan *new product added value* sekaligus dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi hijau yang searah dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. (Syarif Agustin & Rianingrum, 2021)

Ekonomi sirkular pada prinsipnya berdasarkan pada konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dengan tingkat produksi optimal dalam memanfaatkan sumber daya alam dengan meminimalkan eksploitasi alam, meminimalkan pencemaran lingkungan, mengurangi kadar emisi dan limbah dengan mengimplementasikan konsep yang berkelanjutan. Model ekonomi sirkular merupakan model yang lebih baik dari model ekonomi linier (produksi – konsumsi – disposal) dengan tujuan untuk mengoptimalkan dan memaksimalkan potensi dari setiap material serta dapat memulihkan material yang telah sampai pada usia akhir dengan inovasi teknologi yang ramah lingkungan. Untuk tahapan dalam penyelesaian siklus Ekonomi Sirkular yaitu:

#### a. *Production*

Tahap produksi mencakup kegiatan pembuatan produk dari bahan baku. Pada tahap ini, perusahaan berusaha untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam dan energi serta mengurangi limbah

yang dihasilkan selama proses produksi. Prinsip-prinsip desain berkelanjutan dapat diterapkan di sini untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan dapat didaur ulang atau diuraikan dengan mudah setelah digunakan.

*b. Use*

Tahap penggunaan melibatkan konsumen atau pengguna akhir dalam menggunakan produk. Konsumen diharapkan menggunakan produk dengan bijak, memperpanjang umur pakai produk, merawatnya dengan baik, dan jika memungkinkan, memperbaiki produk yang rusak daripada menggantinya dengan yang baru. Dalam tahap ini, upaya juga dilakukan untuk mempromosikan model bisnis berbasis layanan di mana produk disewakan atau diserahkan kepada konsumen dengan tanggung jawab perusahaan untuk pemeliharaan dan pembaruan.

*c. Recycling*

Tahap daur ulang melibatkan proses mengumpulkan, memisahkan, dan mengolah kembali material bekas menjadi bahan baku baru untuk produk baru atau produk yang sama. Daur ulang dapat melibatkan berbagai teknologi dan proses, termasuk daur ulang mekanis (penggilingan, pencucian, dan peleburan) serta daur ulang kimia (penguraian material menjadi bahan baku kimia). Daur ulang juga dapat memperluas umur pakai produk dan mengurangi kebutuhan akan bahan baku baru, sehingga mengurangi tekanan terhadap lingkungan dan menyimpan sumber daya alam.

Ekonomi Sirkular dimulai untuk menjembatani aspek lingkungan dan ekonomi yang sering berseberangan. Ekonomi Sirkular dapat mengintegrasikan berbagai aspek dalam meningkatkan nilai ekonomi tanpa menurunkan nilai lingkungan atau sosial. Pada awalnya sampah padat berarti barang yang tidak berguna. Akan tetapi, saat ini sampah padat mulai didefinisi ulang menjadi material/ bahan baku alternatif pengganti bahan baku yang diekstrak langsung dari alam. Pengelolaan sampah padat yang awalnya berkonsep linear (kumpul-angkut-buang) diubah menjadi konsep *circular resource management*. *Circular resource management* (pengelolaan sumber daya melingkar) adalah pendekatan untuk mengelola sumber daya alam dan material dalam siklus yang berkelanjutan, mirip dengan konsep ekonomi sirkular (Ilmi et al., 2024). Pendekatan ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dengan cara mengurangi limbah, memperpanjang umur pakai produk, dan mendaur ulang material sehingga dapat diintegrasikan kembali ke dalam siklus produksi atau konsumsi. Konsep melingkar ini dapat terwujud dengan menutup *circle loop* atau menghindari kebocoran dalam sistem.



**Gambar 2. 1 Siklus Ekonomi Sirkular**

## 2.5. Ekonomi Bisnis Berkelanjutan

Ekonomi bisnis berkelanjutan dan ekonomi sirkular adalah dua konsep yang saling terkait dan saling memperkuat. Ekonomi bisnis berkelanjutan berfokus pada penciptaan nilai jangka panjang bagi seluruh pemangku kepentingan melalui praktik bisnis yang bertanggung jawab secara sosial dan lingkungan. Ekonomi sirkular, di sisi lain, berfokus pada memaksimalkan nilai sumber daya dan meminimalkan limbah dengan cara melingkarkan siklus hidup produk dan material.

Dalam ekonomi sirkular diperlukan pengelolaan limbah yang baik oleh produsen ataupun konsumen. Ekonomi sirkular memiliki tujuan untuk merubah serta menjadikan pengelolaan limbah menjadi pengelolaan sumber daya. Dengan kata lain bahwa bahan mentah yang biasa digunakan untuk kegiatan industri didapatkan dari limbah yang telah diolah. Pabrik pengolahan limbah menjadi suatu industri yang perlu dikembangkan keberadaannya, karena pabrik pengolahan limbah ini akan dapat membuka kesempatan kerja bagi masyarakat dan juga menjadi ekonomi berkelanjutan serta mampu bersinergi dengan para pelaku industri besar untuk berpartisipasi dalam bisnis pengelolaan limbah mereka. Sehingga model ekonomi sirkular yang demikian diharapkan dapat memberikan manfaat positif bagi masyarakat dan lingkungan disekitarnya. (Syarif Agustin & Rianingrum, 2021)

Ekonomi Bisnis Berkelanjutan, atau Sustainable Business, adalah konsep bisnis yang berfokus pada penciptaan nilai jangka panjang dengan menyeimbangkan tiga pilar utama:

1. *Profit* (Keuntungan): Bisnis yang berkelanjutan haruslah menguntungkan. Hal ini berarti mereka harus mampu menghasilkan pendapatan yang cukup untuk menutupi biaya dan menghasilkan laba yang wajar bagi pemiliknya.
2. *People* (Manusia): Bisnis yang berkelanjutan haruslah mempertimbangkan dampaknya terhadap manusia, baik di dalam maupun di luar perusahaan. Ini termasuk karyawan, pelanggan, komunitas, dan masyarakat secara luas. Bisnis harus berusaha untuk menciptakan nilai bagi semua pemangku kepentingan ini dan meminimalkan dampak negatifnya.
3. *Environment* (Lingkungan): Bisnis yang berkelanjutan haruslah ramah lingkungan dan bertanggung jawab atas dampaknya terhadap planet ini. Ini berarti mereka harus berusaha untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, menghemat sumber daya, dan menggunakan bahan yang berkelanjutan.

Ada banyak manfaat dari menerapkan Ekonomi Bisnis Berkelanjutan, baik bagi bisnis maupun masyarakat secara luas. Manfaat ini termasuk:

1. Meningkatkan laba: Bisnis yang berkelanjutan seringkali lebih menguntungkan daripada bisnis yang tidak berkelanjutan karena mereka lebih hemat biaya dan memiliki basis pelanggan yang lebih setia.
2. Meningkatkan reputasi: Bisnis yang berkelanjutan memiliki reputasi yang lebih baik dan lebih dipercaya oleh pelanggan, karyawan, dan investor.

3. Mengurangi risiko: Bisnis yang berkelanjutan lebih mampu mengurangi risiko yang terkait dengan perubahan iklim, kelangkaan sumber daya, dan peraturan lingkungan.
4. Menciptakan lapangan kerja: Bisnis yang berkelanjutan dapat menciptakan lapangan kerja baru dalam sektor-sektor seperti energi terbarukan, efisiensi energi, dan daur ulang.
5. Melestarikan lingkungan: Bisnis yang berkelanjutan dapat membantu melestarikan lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, menghemat sumber daya, dan mengurangi limbah.

## **2.6. Limbah Teh**

Limbah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala industri dan sebagainya. Berdasarkan sifatnya limbah dibedakan menjadi 2, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob. Limbah organik yang dapat diurai melalui proses biologi mudah membusuk, seperti sisa penggilingan atau pengolahan, daun teh, batang teh, dan sebagainya. Limbah organik dapat mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan kecil dan berbau.

Limbah organik yang mudah melapuk dan membusuk memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan kompos. Bahan organik yang dapat digunakan sebagai kompos dapat berasal dari limbah hasil pertanian dan non pertanian (limbah kota dan limbah industri). Limbah hasil dari pertanian antara lain berupa sisa pengolahan teh.

Limbah teh adalah limbah yang dihasilkan dari sisa-sisa hasil proses produksi dan konsumsi teh, yang meliputi daun teh bekas pengolahan pabrik, batang teh, dan residu lainnya dari pengolahan atau produksi teh. Limbah ini bisa berasal dari konsumsi rumah tangga dan suatu pabrik pengolahan bubuk teh. Pengelolaan limbah teh bisa bervariasi tergantung pada konteks dan skala operasi kebun dan pabrik. Limbah teh dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan kompos untuk meningkatkan kualitas tanah, sebagai pakan ternak atau hewan peliharaan, atau diolah menjadi produk-produk bernilai tambah seperti pupuk organik padat. Dengan memanfaatkan limbah teh secara efisien, dapat membantu mengurangi pemborosan dan memberikan manfaat tambahan dalam suatu perusahaan. Namun, tanpa pengelolaan yang baik, limbah teh bisa menimbulkan pencemaran pada lingkungan sekitar pabrik pengolahan pabrik teh tersebut. (Gunawan, 2009)

## 2.7. Kompos

Kompos adalah hasil dari proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dalam tanah. Proses ini menghasilkan bahan organik yang terurai, yang disebut humus, yang kaya akan nutrisi dan dapat digunakan sebagai pupuk untuk meningkatkan kesuburan tanah. Kompos dibuat dari bahan-bahan seperti sisa-sisa pengolahan (seperti ampas teh yang tidak terpakai), batang dan daun teh yang sudah tidak layak di pakai.

Kompos limbah teh merujuk pada pupuk organik yang dibuat dari sisa-sisa pengolahan produk teh yang sudah tidak terpakai atau sisa-sisa yang dihasilkan dari pengolahan daun teh. Proses pembuatan kompos limbah teh melibatkan pengumpulan dari sisa-sisa pengolahan atau penggilingan daun teh seperti daun-daun yang sudah giling, batang teh yang tidak terpakai, dan bagian

lain yang telah diolah atau tidak digunakan lagi.

Kompos, dalam pemahaman yang lebih luas, bukan hanya sekedar pupuk organik. Kompos melambangkan konsep yang lebih menyeluruh, menekankan transformasi sampah organik menjadi sumber daya berharga melalui proses alami. Pemahaman kompos yang luas ini mencakup beberapa aspek penting yaitu:

1. Regenerasi Ekologis Kompos bukan hanya mendaur ulang sampah organik; kompos secara aktif mendorong regenerasi ekologis. Dengan meniru dan meningkatkan proses dekomposisi alami, kompos berkontribusi pada siklus hara, peningkatan kesehatan tanah, dan pemulihan ekosistem secara keseluruhan.

Pemulihan Sumber Daya dan Penciptaan Nilai Kompos mengubah sampah organik, yang sering dianggap sebagai beban, menjadi sumber daya berharga. Transformasi ini tidak hanya mengurangi masalah pembuangan sampah tetapi juga menciptakan amandemen tanah kaya nutrisi, biogas untuk produksi energi, dan bahkan bahan untuk konstruksi dan pengemasan.

2. Praktik Berkelanjutan dan Ekonomi Sirkular

Kompos selaras dengan prinsip ekonomi sirkular, mempromosikan efisiensi sumber daya dan meminimalkan timbunan sampah. Kompos mendorong pergeseran dari pola konsumsi linier menuju pendekatan yang lebih berkelanjutan yang menghargai dan menggunakan kembali.

3. Keterlibatan dan Edukasi Masyarakat

Kompos menumbuhkan keterlibatan masyarakat dan pendidikan

lingkungan. Dengan melibatkan individu dan komunitas dalam praktik kompos, hal ini meningkatkan kesadaran tentang pengelolaan sampah, hidup berkelanjutan, dan keterkaitan aktivitas manusia dengan lingkungan.

#### 4. Ekspresi Budaya dan Artistik

Kompos juga memiliki dimensi budaya dan artistik. Teknik dan pengetahuan kompos tradisional telah diturunkan dari generasi ke generasi, mencerminkan nilai dan praktik budaya. Instalasi seni kompos dan proyek edukasi menunjukkan potensi kreatif kompos dan perannya dalam menghubungkan manusia dengan alam.

Pada intinya, kompos, dalam pengertian yang luas, mewakili pendekatan holistik untuk pengelolaan sampah, pemanfaatan sumber daya, dan pengelolaan lingkungan. Kompos mencakup tidak hanya proses dekomposisi fisik tetapi juga dimensi budaya, sosial, dan ekologis yang berkontribusi pada hubungan yang lebih berkelanjutan dan harmonis antara manusia dan dunia alami.

### 2.8. Unsur-Unsur Kompos

Pupuk kompos merupakan salah satu jenis pupuk organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan-bahan organik seperti sisa-sisa pengolahan limbah bubuk teh, daun-daun dan batang yang sudah masuk kedalam beberapa kali penggilingan, dan lain-lain. Pupuk kompos mengandung berbagai unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Berikut adalah unsur yang terkandung dalam pupuk kompos:

#### 1. Nitrogen (N)

- a. Berfungsi untuk pertumbuhan daun dan batang.

- b. Penting dalam proses fotosintesis dan sintesis protein.
- 2. Fosfor (P)
  - a. Diperlukan untuk pembentukan akar yang kuat dan perkembangan bunga serta buah.
  - b. Penting dalam transfer energi dalam bentuk ATP (Adenosine Triphosphate).
- 3. Kalium (K)
  - a. Mendukung kekuatan dan kesehatan tanaman secara keseluruhan.
  - b. Berperan dalam regulasi air dan keseimbangan ion dalam tanaman.
- 4. Kalsium (Ca)
  - a. Membantu dalam pembentukan dinding sel dan struktur tanaman.
  - b. Penting dalam pertumbuhan akar dan pembentukan jaringan baru.
- 5. Magnesium (Mg)
  - a. Komponen penting dari klorofil, molekul yang berperan dalam fotosintesis.
  - b. Mendukung aktivasi enzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan fosfor.
- 6. Sulfur (S)
  - a. Komponen dari beberapa asam amino dan vitamin.
  - b. Penting dalam pembentukan protein dan enzim.
- 7. Unsur Mikro (Trace Elements)
  - a. Terdapat dalam jumlah kecil namun sangat penting untuk kesehatan tanaman. Beberapa di antaranya adalah:

1. Besi (Fe)
2. Mangan (Mn)
3. Tembaga (Cu)
4. Zink (Zn)
5. Boron (B)
6. Molibdenum (Mo)
8. Bahan Organik
  - a. Komponen utama dari pupuk kompos.
  - b. Memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, dan menyediakan habitat bagi mikroorganisme tanah.
9. Mikroorganisme

Mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan aktinomisetes yang membantu proses dekomposisi dan mendukung siklus nutrisi dalam tanah.

Secara SNI (Standar Nasional Indonesia) yang mengatur tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik adalah **SNI 19-7030-2004**. SNI ini menetapkan persyaratan kandungan kimia, fisik, dan mikrobiologi yang harus dipenuhi oleh kompos yang dihasilkan dari pengolahan sampah organik domestik. Unsur-unsur kimia yang diatur dalam **SNI 19-7030-2004** meliputi:

1. Kandungan Bahan Organik: Minimal 30%
2. C/N Ratio: 10-20:1
3. Kadar Air: Maksimal 30%
4. Keasaman (pH): 6,0-8,5

5. Unsur Hara Makro:

- a. Nitrogen (N): Minimal 0,40%
- b. Fosfor (P): Minimal 0,10%
- c. Kalium (K): Minimal 0,20%

6. Unsur Hara Mikro:

- a. Tembaga (Cu): Maksimal 100 mg/kg
- b. Seng (Zn): Maksimal 400 mg/kg
- c. Timbal (Pb): Maksimal 50 mg/kg
- d. Kadmium (Cd): Maksimal 1 mg/kg
- e. Merkuri (Hg): Maksimal 0,5 mg/kg
- f. Arsen (As): Maksimal 10 mg/kg

7. Unsur-unsur fisik yang diatur dalam SNI 19-7030-2004 meliputi:

- a. Warna: Hitam kecoklatan
- b. Tekstur: Halus dan mudah dihancurkan
- c. Bau: Tanah yang segar dan tidak berbau busuk
- d. Bebas dari Benda Asing: Biji gulma, plastik, kaca, dan logam

8. Unsur-unsur mikrobiologi yang diatur dalam SNI 19-7030-2004 meliputi:

- a. Jumlah Bakteri Patogen: Maksimal 1000 MPN/gram
- b. Jumlah Telur Cacing Ascaris: Maksimal 2 butir/gram
- c. Jumlah Salmonella sp.: Negatif dalam 100 gram

Kompos yang memenuhi persyaratan SNI 19-7030-2004 terjamin kualitasnya.

## 2.9. Alternatif Pemanfaatan

Selain diolah menjadi kompos, limbah teh juga memiliki potensi lain yang dapat dimanfaatkan, antara lain:

### a. Pupuk Cair Organik

Pupuk cair organik (POC) limbah teh merupakan pupuk organik yang terbuat dari bahan dasar limbah teh yang diolah melalui proses fermentasi. POC ini kaya akan unsur hara makro dan mikro yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman.

### b. Biogas

Biogas dapat dibuat dari limbah teh melalui proses fermentasi anaerobik. Dalam proses ini, mikroorganisme pengurai memecah bahan organik dalam limbah teh menjadi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Lokasi Dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Teh Bah Butong yang berlokasi di JL. Besar Sidamanik, Kecamatan Sidamanik, Sumatra Utara. Kebun Teh Bah Butong. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2024 sampai selesai.

#### **3.2. Jenis Penelitian**

Pada dasarnya metode penelitian ialah cara ilmiah agar bisa mendapatkan tujuan dan kegunaan tertentu dalam penelitian dengan data tertentu pula. Data didapatkan melalui penelitian merupakan data yang dilakukan dengan cara pengamatan oleh peneliti yang tentunya mempunyai kriteria yang valid atau data yang berada dalam objek penelitian dengan data yang dikumpulkan oleh peneliti itu tepat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode penelitian kualitatif yang bertujuan untuk memahami fenomena yang dialami oleh subjek penelitian, seperti perilaku, persepsi, motivasi, tindakan, secara holistik dan melalui deskripsi berupa kata-kata dan bahasa dalam konteks alam tertentu, dan dengan metode ilmiah. Penelitian kualitatif adalah teknik penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dan perilaku orang yang diamati dan penelitian ini menghasilkan prosedur analisis yang tidak menggunakan prosedur analisis statistik atau cara kuantifikasi lainnya. Penelitian kualitatif bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya, perilaku, persepsi, motivasi, tindakan, dan dengan

cara deskriptif dalam bentuk kata-kata bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaatkan berbagai metode alamiah.

Jenis penelitian yang digunakan untuk menyusun proposal ini adalah penelitian lapangan (*field research*) dengan pendekatan kualitatif yaitu penelitian yang bersifat untuk mengembangkan teori. Penelitian kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati. Dengan demikian, pendekatan penelitian diharapkan akan terangkat gambaran mengenai aktualitas, realitas, dan persepsi sasaran penelitian.

### **3.3. Variabel Penelitian**

Variabel penelitian adalah semua hal yang ditentukan oleh peneliti untuk dipelajari untuk mendapatkan informasi tentangnya, kemudian menentukan pengertiannya.

#### **3.3.1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)**

Salah satu variabel yang mempengaruhi variabel bebas adalah *variable independent*. Dengan kata lain, variabel bebas dapat didefinisikan sebagai kondisi atau nilai yang memiliki kemampuan untuk mengubah kondisi yang lain jika muncul (Purwanto, 2019). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variabel bebas, atau variabel independen, adalah variabel yang bertanggung jawab atau memiliki kemungkinan teoritis untuk mempengaruhi variabel yang lain. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas adalah jumlah limbah teh.

#### **3.3.2. Variabel Terikat (*Depent Variabel*)**

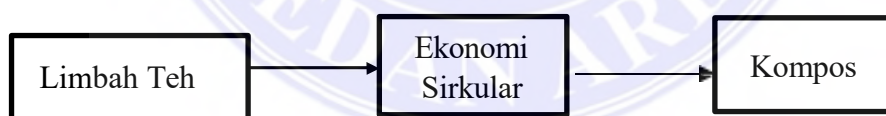
Dalam perspektif keilmuan, variabel terikat (*Variable dependent*) adalah variabel yang berubah karena perubahan dari variabel lainnya (Purwanto, 2019).

Variabel *dependent* ialah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi dampak karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah teh

### 3.4. Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir adalah suatu dasar pemikiran yang mencakup penggabungan antara teori, fakta, observasi, serta kajian pustaka, yang nantinya dijadikan landasan dalam melakukan menulis karya tulis ilmiah. Karena menjadi dasar, kerangka berpikir ini dibuat ketika akan memaparkan konsep-konsep dari penelitian

Kerangka berpikir juga bisa dibilang sebagai visualisasi dalam bentuk bagan yang saling terhubung. Dengan bagan itu dapat dikatakan bahwa kerangka berpikir adalah suatu alur logika yang berjalan di dalam suatu penelitian. Namun, kerangka berpikir ilmiah juga bisa dibuat dalam bentuk poin-poin yang sesuai dengan variabel.



**Gambar 3. 1 Kerangka Berfikir**

Variabel Independent dalam kerangka berfikir ini ialah limbah teh, kemudian mempunyai campuran atau kandungan yaitu kotoran ayam dan dolomit, berikut definisi dari kerangka berfikir beserta campurannya:

## 1. Limbah Teh

- a. Nutrisi: Mengandung berbagai nutrisi seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang bermanfaat untuk tanaman.
- b. Karbohidrat: Mengandung karbohidrat yang dapat digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah.
- c. Serat: Kaya akan serat yang membantu meningkatkan struktur tanah

## 2. Kotoran Ayam

- a. Nitrogen (N): Kandungan nitrogen yang tinggi membantu dalam pertumbuhan vegetatif tanaman.
- b. Fosfor (P): Mendukung perkembangan akar dan bunga.
- c. Kalium (K): Meningkatkan kualitas buah dan ketahanan tanaman terhadap penyakit.
- d. Mikronutrien: Seperti magnesium, kalsium, dan sulfur yang penting bagi kesehatan tanaman.

## 3. Dolomit

- a. Kalsium (Ca): Menyediakan kalsium yang penting untuk struktur sel tanaman.
- b. Magnesium (Mg): Penting untuk fotosintesis dan aktivitas enzim dalam tanaman.
- c. pH Tanah: Meningkatkan pH tanah yang bersifat asam, membuatnya lebih netral sehingga nutrisi tanah lebih mudah diserap oleh tanaman.

Pada Langkah selanjutnya hal yang dilakukan adalah mengubah limbah teh menjadi kompos dengan cara Ekonomi Sirkular dengan menerapkan 3R yaitu *Reduce* (Mengurangi), *Reuse* (Menggunakan Kembali), dan *Recycle* (Mendaur Ulang).

Prinsip ekonomi sirkular berfokus pada perlindungan lingkungan dan meningkatkan produktivitas dengan menyeimbangkan peningkatan produktivitas dengan Pembangunan berkelanjutan. Target penerapan ekonomi sirkular ini adalah untuk pemanfaatan limbah teh menjadi kompos, peningkatan produktivitas dan mengurangi pencemaran akibat limbah teh.

### **3.5. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode sebagai berikut:

#### **1. Wawancara**

Pada penelitian ini teknik wawancara dilakukan dengan diskusi dan tanya jawab secara langsung pada narasumber yang berwewenang, untuk mendapatkan informasi yang diperlukan yang berkaitan pada studi kasus yang berkaitan dengan penelitian.

#### **2. Observasi Langsung**

Observasi dilakukan secara langsung ke lapangan khususnya limbah teh yang dihasilkan. Pengamatan langsung juga dilakukan terhadap lingkungan kerja dan hasil akhir teh yang di produksi. Pada observasi juga dilakukan untuk mencatat gambaran umum perusahaan yang berupa data umum perusahaan.

### 3. Studi Pustaka

Studi pustaka yaitu salah satu metode pengumpulan data yang diperoleh dari catatan-catatan, laporan, buku dan bagian terkait seperti data yang telah dimiliki perusahaan, baik data umum perusahaan seperti sejarah perusahaan, struktur organisasi dan proses produksi maupun data yang diperlakukan dalam pengukuran produktivitas.

Sedangkan data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut:

#### 1. Data Primer

Data primer yaitu data yang bersumber dari hasil pengamatan langsung dari hasil observasi maupun hasil wawancara yaitu proses pemanfaatan limbah teh, cara kerja ekonomi sirkular, dan kondisi lingkungan perusahaan. Data primer adalah bentuk data berupa informasi maupun data orisinal yang dikumpulkan dan berhubungan pada objek yang akan diteliti (Sugiyono, 2019).

#### 2. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain untuk tujuan yang mungkin berbeda dengan tujuan penelitian kita. Data ini tidak diperoleh secara langsung dari objek penelitian, melainkan melalui sumber lain, baik lisan maupun tertulis.

### 3.6. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dilakukan dengan menggunakan penerapan ekonomi sirkular yaitu:

#### 1. Pemahaman Konsep

Edukasi dan pemahaman yang mendalam tentang konsep ekonomi sirkular bagi semua pemangku kepentingan termasuk pemerintah, industri, dan

masyarakat umum. Ini termasuk pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar ekonomi sirkular, seperti penggunaan ulang, daur ulang, dan rancang ulang produk.

## 2. Menerapkan Prinsip 3R

Menerapkan prinsip-prinsip ini di seluruh proses produksi dan pengelolaan limbah untuk meminimalkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi sirkular.

Prinsip 3R yaitu:

### a. *Reduce* (Mengurangi)

Prinsip ini menekankan pada upaya untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan selama proses produksi teh. Ini bisa mengurangi bahan kimia dalam proses pengolahan dengan beralih ke alternatif yang lebih ramah lingkungan dan mengoptimalkan proses produksi agar bahan baku teh tidak terbuang sia-sia.

### b. *Reuse* (Menggunakan Ulang)

Prinsip ini mengajarkan untuk memperpanjang umur pakai barang atau bahan dengan cara menggunakan kembali produk atau komponennya. Misalnya, menggunakan kembali karung goni bekas untuk penyimpanan daun teh segar dan menggunakan kembali drum bekas untuk penyimpanan bahan non kritis.

### c. *Recycle* (Mendaur Ulang)

Prinsip ini melibatkan proses pengumpulan, pemrosesan, dan pengolahan kembali material atau barang bekas menjadi produk baru. Contohnya adalah Mengolah ampas teh menjadi pupuk kompos organik untuk di jual kembali ke petani dan ampas abu pembakaran digunakan sebagai

bahanPrinsip campuran bahan untuk pupuk padat

### 3. Kemitraan dan Kolaborasi

Membangun kemitraan antara pemerintah, perusahaan dan organisasi masyarakat sipil untuk mengatasi tantangan bersama dan mengidentifikasi peluang dalam menerapkan ekonomi sirkular.

### 4. Pengembangan Model Bisnis Berkelanjutan

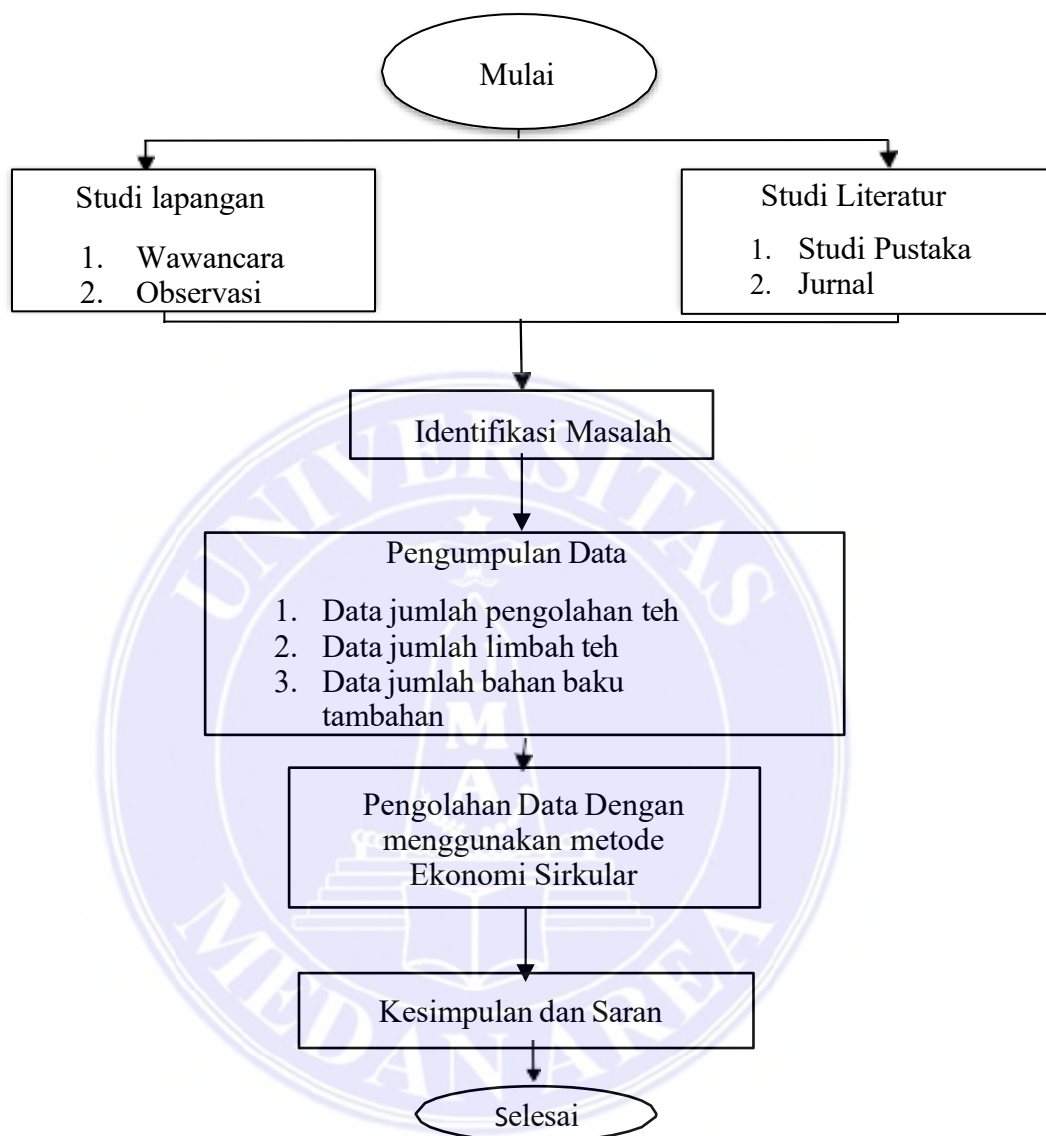
Pengembangan model bisnis berkelanjutan adalah proses merancang, mengimplementasikan, dan mengelola model bisnis yang tidak hanya menghasilkan keuntungan ekonomi, tetapi juga memperhatikan dampak sosial dan lingkungan dari kegiatan bisnis tersebut. Model bisnis berkelanjutan bertujuan untuk menciptakan nilai jangka panjang yang seimbang bagi pemegang saham, masyarakat, dan lingkungan.

### 5. Edukasi dan Masyarakat

Melibatkan masyarakat melalui program edukasi dan kesadaran untuk mendorong perilaku konsumen yang lebih berkelanjutan, seperti penggunaan dan pemanfaatan limbah, produk ramah lingkungan dan praktik daur ulang.

### 3.7. Metologi Penelitian

Diagram penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3. 2 Diagram Penelitian**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Implementasi ekonomi sirkular dalam pemanfaatan limbah Teh menjadi kompost telah menunjukkan hasil yang positif dari segi ekonomi dan lingkungan.
2. Proses pengomposan yang diterapkan membantu mengurangi limbah, meningkatkan kualitas tanah pertanian, dan menghasilkan penghematan biaya operasional. Proses ini tidak hanya mengurangi limbah organik yang berpotensi mencemari lingkungan, tetapi juga menghasilkan produk bernilai tambah yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian.
3. Dari eksperimen studi kelayakan, dalam satu bulan limbah teh sebanyak 597 kg, kotoran ayam 106.48 kg dan dolomit sebanyak 63.97 kg didapatkan pupuk kompos sebanyak 767,45 kg. Dengan tingkat efisiensi pengomposan sebesar 80% maka  $767,45 \text{ kg} \times 80\% / 100 = 613,96 \text{ kg}$  atau 614 kg pupuk kompos. Jadi dari eksperimen tersebut dalam sebulan dapat menghasilkan pupuk kompos sebanyak 30 sak dengan berat 20 kg/sak. Biaya produksi per unit Rp 634.810/30 Sak adalah Rp 22.000 dan ingin mendapatkan laba 50%, maka harga jual per unit adalah Rp 33.000.

## 5.2. Saran

### 1. Peniltiaan lanjutan

Mengeksplorasi bahan campuran alternatif selain kotoran ayam dan dolomit, seperti sekam padi, abu dapur, atau limbah organik lain dari sekitar lokasi pabrik. Tujuannya untuk membandingkan efisiensi dekomposisi dan kualitas nutrisi kompos yang di hasilkan.

### 2. Penerapan Teknologi

Memanfaatkan teknologi pengomposan modern untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pengomposan, dan sistem pemantauan suhu dan kelembapan.

### 3. Kerjasama dengan Perusahaan dan Industri

Membangun kemitraan dengan perusahaan dan industri terkait untuk mempromosikan penggunaan dan mendistribusikan kompos ke berbagai Pasar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M. (2016). *Dasar-dasar Pengetahuan Sistem Lingkungan Industri* (E. Risanto (ed.)). Andi.
- Dwiningsih, N., & Harahap, L. (2022). Pengenalan ekonomi sirkular (circular economy) bagi masyarakat umum empowerment : jurnal pengabdian masyarakat. *Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 135–141.
- Gunawan, M. (2009). Pemanfaatan limbah teh dalam praformulasi tabir surya. *Pemanfaatan Limbah*, 19(19), 19.
- Ilmi, Y. F., Mulyati, B., Nurlaili, F., Prihatin, K. S., & Fajri, D. R. (2024). Praktek Composting sebagai Pengenalan Konsep Ekonomi Sirkular untuk Siswa Sekolah Dasar di SDN Pamarayan 1. Kaibon Abhinaya : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 6(1), 126–132. <https://doi.org/10.30656/ka.v6i1.7383>
- Marimin, Machfud, Darmawan, A., Martini, S., Rukmayadi, D., Wiguna, B., Islam, M. P., & Adhi, W. (2015). *Teknik Dan Aplikasi Produktivitas Hijau (Green Productivity) Pada Agroindustri*. IPB Press. ISBN : 978-623-256-775-7
- Purwanto. (2019). Variabel Dalam Pendidikan. *Teknodik*, 10(18), 1–20.
- Putra, D. P., Nugraha, N. S., Suparyanto, T., & Firmansyah, E. (2024). Ekonomi Sirkular Lokal : Pemanfaatan Limbah Organik Pasar Menjadi Pupuk Organik Cair dan Pupuk Kompos di Pasar Cokro , Desa Daleman , Kecamatan Tulung , Kabupaten Klaten. 9(2).
- Putri Chiquita, A. (2022). Ekonomi sirkular dalam gagasan dan praktik lokal. In M. Hapsari (Ed.), *Bukel* (p. 298). Gadjah Mada University.
- Rusiadi, Adivia, M., & Aliza, Y. (2024). *TEORI EKONOMI SIRKULAR, EKONOMI HIJAU, DAN BIOEKONOMI*. Tahta Media Group. ISBN : 978-623-147-485-8
- Santoso, H., & Nugrahaeni, P. (2016). Penerapan “Green Productivity” Untuk Peningkatan Produktivitas Dan Kinerja Lingkungan Di Pabrik Gula Sragi. *E-Proceeding of Management*, 426–433.

- Sari, J. D. P., Chalil, R. D., Safarida, N., & Midesia, S. (2023). Mewujudkan Ekonomi Sirkular Untuk Kesejahteraan Masyarakat Aceh Tamiang Melalui Pelatihan Pemanfaatan Limbah Sawit. *DEDIKASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 58–69.
- Sembiring, N. (2022). MEMAHAMI SISTEM LINGKUNGAN INDUSTRI.
- Solovida, G. T., Puryandani, E. S., & Sumiyati, S. (2020). Beralih Ke Ekonomi Sirkular: Perspektif Indonesia. CV.EUREKA MEDIA AKSARA. ISBN : 978-623-151-930-6
- Syarif Agustin, A. E., & Rianingrum, C. J. (2021). PENDEKATAN EKONOMI SIRKULAR DALAM PEMIKIRAN DESAIN SEBAGAI MATERI PENDIDIKAN DESAIN UNTUK PEMBANGUNAN KEBERLANJUTAN. *Jurnal Seni Dan Reka Rancang: Jurnal Ilmiah Magister Desain*, 2(1), 93–106. <https://doi.org/10.25105/jsrr.v2i1.10100>
- Yulistika, E., Suprihatin, & Purwoko. (2023). Potensi Penerapan Konsep Ekonomi Sirkular Untuk Pengembangan Industri Tahu Yang Berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 33(2022), 254–266. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2023.33.3.254>

