

**PEMANFAATAN KULIT SINGKONG MENJADI PAKAN
UNGGAS MENGGUNAKAN EKONOMI SIRKULAR DI
UMKM MULAQOT KERIPIK**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH :

ERNITA SITINJAK

228150095



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2026

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 17/7/26

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/26

**PEMANFAATAN KULIT SINGKONG MENJADI PAKAN
TERNAK UNGGAS MENGGUNAKAN EKONOMI SIRKULAR
DI UMKM MULAQOT KERIPIK**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh :

ERNITA SITINJAK

228150095

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2026

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 17/7/26

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/26

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pemanfaatan Kulit Singkong Menjadi Pakan Ternak Unggas
Menggunakan Ekonomi Sirkular Di UMKM Mulaqot Keripik

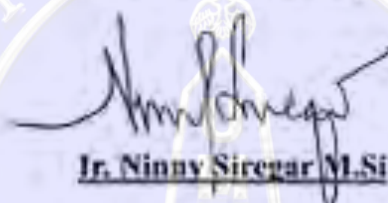
Nama : Ermita Sitinjak

NPM : 228150095

Fakultas / Prodi : Teknik / Teknik Industri

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Ninny Siregar M.Si

NIDN : 0127046201

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eka Supriatno, ST, MT

NIDN : 0102027402

Ketua Program Studi



Dr. Fajri Hasibuan, ST, MSc

NIDN : 0110068801

Tanggal Lulus : 13 Maret 2026

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 17/7/26

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/26

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama ; Ernita Sitinjak

NPM : 228150095

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 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, apalagi dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Maret 2026



Ernita Sitinjak
Ernita Sitinjak

228150095

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

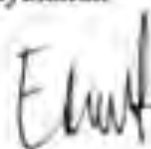
Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ernita Sitinjak
NPM : 228150095
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty – Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul **Pemanfaatan Kulit Singkong Menjadi Pakan Ternak Unggas Menggunakan Metode Ekonomi Sirkular Di Umkm Mulaqot Keripik**. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengakhiri media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas 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 : 13 Maret 2026
Yang menyatakan



Ernita Sitinjak

228150095

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di sipalakka Pardomuan Nauli Kecamatan Pematang Bandar, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara Pada tanggal 07 Mei 2003 dari Ayah Nurdin Sitinjak dan Ibu Roslina Sianturi. Penulis merupakan anak keenam dari enam bersaudara.

Tahun 2021 Penulis lulus dari SMA Negeri 2 Bandar dan pada tahun 2022 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.

Selama perkuliahan, penulis menyelesaikan semua mata kuliah dengan predikat yang baik. Penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) pada tahun akademik 2024/2025 di PTPN IV Regional II PKS Dolok Sinumbah.

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 **“Pemanfaatan Kulit Singkong Menjadi Pakan Ternak Unggas Menggunakan Metode Ekonomi Sirkular Di UMKM Mulaqot Keripik”**.

ABSTRAK

Ernita Sitinjak. NPM 228150095. “Pemanfaatan Kulit Singkong Menjadi Pakan Unggas Menggunakan Metode Ekonomi Sirkular Di UMKM Mulaqot Keripik”. Dibimbing oleh Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.

UMKM Mulaqot Keripik menghasilkan limbah kulit singkong dalam jumlah yang cukup besar dari kegiatan produksi sehari-hari. Limbah tersebut selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila dibiarkan menumpuk. Padahal, kulit singkong masih memiliki kandungan nutrisi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas setelah melalui proses pengolahan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pakan ternak unggas dengan menerapkan konsep ekonomi sirkular serta menilai efektivitasnya dalam mengurangi volume limbah dan memberikan nilai tambah bagi UMKM. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan eksperimen sederhana. Proses pengolahan dilakukan melalui tahapan pengumpulan, pemotongan, pengeringan, penggilingan, pencampuran dengan dedak dan bioaktivator EM4, serta fermentasi selama 10 hari. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari rata-rata 305 kg limbah kulit singkong per bulan dapat dihasilkan sekitar 152,5 kg pakan ternak unggas. Biaya produksi sebesar Rp. 399.400 untuk 152,5 kg pakan, sehingga biaya per kg adalah 2.619 dan ingin mendapatkan laba 50%, maka harga jual per kg adalah Rp. 3.929. Dengan menetapkan harga jual Rp. 3.929 per kg, bisa menutup biaya produksi dan mendapatkan laba 50% dari harga jual. Penetapan harga tersebut mampu menutup biaya produksi sekaligus memberikan keuntungan bagi UMKM. Penerapan konsep ekonomi sirkular dalam penelitian ini terbukti mampu mengurangi limbah produksi, meningkatkan nilai guna limbah, serta mendukung keberlanjutan usaha UMKM Mulaqot Keripik dalam jangka panjang secara berkelanjutan dan mandiri.

Kata kunci: kulit singkong, pakan ternak unggas, ekonomi sirkular, fermentasi

ABSTRACT

Ernita Sitinjak. NPM 228150095. “Utilization of Cassava Peels as Poultry Feed Using Circular Economy Methods in Mulaqot Chips UMKM”. Supervised by Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.

UMKM Mulaqot Keripik generates a relatively large amount of cassava peel waste from its daily production activities. This waste has not been optimally utilized and has the potential to cause environmental problems if allowed to accumulate. However, cassava peels still contain nutritional components that can be used as poultry feed after undergoing appropriate processing. This study aims to analyze the utilization of cassava peel waste as poultry feed by applying the concept of a circular economy and to evaluate its effectiveness in reducing waste volume and providing added value for the UMKM. The research employed a quantitative approach with a simple experimental method. The processing stages included collection, cutting, drying, grinding, mixing with rice bran and the bioactivator EM4, followed by a 10-day fermentation process. Data were collected through observation, interviews, and documentation. The results showed that an average of 305 kg of cassava peel waste per month could produce approximately 152.5 kg of poultry feed. The total production cost was Rp 399,400 for 152.5 kg of feed, resulting in a production cost of Rp 2,619 per kg. With a targeted profit margin of 50%, the selling price was set at Rp 3,929 per kg. This pricing strategy is sufficient to cover production costs while generating a 50% profit. The implementation of the circular economy concept in this study has proven effective in reducing production waste, increasing the value of waste materials, and supporting the long-term sustainability and independence of UMKM Mulaqot Keripik.

Keywords: *cassava peel, poultry feed, circular economy, fermentation*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Kulit Singkong Menjadi Pakan Ternak Unggas Menggunakan Ekonomi Sirkular Di UMKM Mulaqot Keripik”**. Pada kesempatan ini, penulisan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulisan ini dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
 2. Bapak Dr. Eng. Suprianto, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
 3. Bapak Dr. Ir. Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc, selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
 4. Ibu Ir. Ninny Siregar M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing saya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
 5. Seluruh Staff Administrasi Universitas Medan Area yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan segala urusan berkas-berkas administrasi penulis.
 6. Bapak Bakkar dan Ibu Lastri selaku pemilik usaha keripik Mulaqot dan para pekerja di Keripik Mulaqot yang dengan senang hati meluangkan waktunya untuk memberikan informasi.
 7. Kepada kedua orang tua tercinta yang selalu menjadi sumber kekuatan.
- Terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tidak pernah

putus. Segala pengorbanan yang diberikan menjadi alasan terbesar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

8. Terima kasih kepada saudara, saudari, abang ipar dan kaka ipar penulis, Arlen Sitinjak, Nova Ria Hutasoit, Sopian Sitinjak, Jonas Hutahean, Novita Sitinjak, Camelia Sitinjak, Dini Sitinjak yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi, serta selalu mendoakan tiada henti sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada teman-teman seperjuangan penulis, Ade Irma Tampubolon, Rosa Angelita Matondang, terima kasih atas motivasi dan semangat yang di berikan kepada penulis.

Semoga segala kebaikan yang telah bapak, ibu, saudara, dan teman sekalian mendapatkan pahala yang berlipat dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, karena keterbatasan, kemampuan ilmu, dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk senantiasa memberikan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga karya skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, Amin.

Medan, 13,03, 2026



Ernita Sitinjak

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sistem Lingkungan Industri	6
2.2 Limbah	6
2.3 Karakteristik Kulit Singkong	8
2.3.1 Potensi Pengolahan Limbah Kulit Singkong	9
2.4 Pengertian Asam Sianida.....	10
2.4.1 Kandungan Asam Sianida Pada Kulit Singkong.....	10
2.4.2 Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) pada Kulit Singkong.....	11
2.5 Standart Pakan Unggas	12
2.6 Metode Ekonomi Sirkular	13
2.5.1 Prinsip-Prinsip Ekonomi Sirkular	14
2.5.2 Penerapan Metode Ekonomi Sirkular Dalam Pengelolaan Limbah	15
2.7 Biaya	16
2.6.1 Jenis-Jenis Biaya	16
2.8 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19

3.2	Jenis Penelitian.....	19
3.3	Variabel Penelitian	19
3.3.1	Variabel Bebas (<i>independent variable</i>)	19
3.3.2	Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>).....	20
3.4	Pengumpulan Data	20
3.4.1	Data Primer	20
3.4.2	Data Sekunder	20
3.5	Kerangka Berpikir	20
3.6	Teknik Pengolahan Data	21
3.7	Alat Dan Bahan	23
3.7.1	Alat.....	23
3.7.2	Bahan.....	23
3.8	Metodologi Penelitian	24
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Ruang Lingkup Bidang Usaha	25
4.2	Data Produksi Singkong dan Data Jumlah Limbah Kulit Singkong.....	26
4.3	Implementasi Ekonomi Sirkular Pada 3R Pembuatan Pakan Ternak Unggas	26
4.4	Deskripsi Proses Pengolahan Limbah Kulit Singkong Menjadi Pakan Ternak Unggas	28
4.4.1	Pengumpulan Limbah Kulit Singkong.....	29
4.4.2	Pemotongan dan Pengeringan.....	29
4.4.3	Penggilingan.....	30
4.4.4	Pengolahan Bahan.....	31
4.4.5	Fermentasi Pakan	32
4.5	Analisis Data Penelitian	33
4.5.1	Volume Limbah Kulit Singkong yang Dihasilkan	33
4.5.2	Efisiensi Pakan Unggas	33
4.5.3	Potensi Harga Jual Pakan Ternak Unggas.....	35
4.6	Hasil Uji Laboratorium	36
4.6.1	Hasil Uji Analisis Proksimat (<i>Proximate Analysis</i>)	36
4.6.2	Hasil Uji Asam Sianida (HCN)	38

4.7	Hasil Uji Lapangan	39
4.8	Dampak Ekonomi dan Lingkungan	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN.....		48



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Umbi dan Limbah Kulit Singkong 2024	2
Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 4. 1. Data Produksi Singkong dan Data Jumlah Limbah Kulit Singkong...	26
Tabel 4. 2. Biaya HPP	35
Tabel 4. 3. Hasil Uji Analisis Proksimat	37
Tabel 4. 4. Hasil Uji Asam Sianida	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Kerangka berpikir.....	20
Gambar 3. 2. Tahapan Penelitian	24
Gambar 4. 1. Pengumpulan Limbah Kulit Singkong.....	29
Gambar 4. 2. Pengeringan.....	29
Gambar 4. 3. Penggilingan.....	30
Gambar 4. 4. Pencampuran Air dan EM4	31
Gambar 4. 5. Proses Fermentasi.....	31
Gambar 4. 6. Pakan Setelah Fermentasi.....	32
Gambar 4. 7. Pemberian Pakan Hari Pertama.....	40
Gambar 4. 8. Pemberian Pakan Selama 3 minggu	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan singkong pada skala rumah tangga maupun industri kecil menghasilkan limbah kulit singkong yang sering terbuang dan menimbulkan pencemaran. Padahal, limbah ini masih memiliki nutrisi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Melalui proses fermentasi dengan bioaktivator EM4, kandungan racun dapat dikurangi sekaligus meningkatkan nilai gizi kulit singkong, apalagi jika ditambah dedak padi yang kaya protein dan serat. Pemanfaatan ini sejalan dengan konsep ekonomi sirkular karena mampu mengolah limbah menjadi produk bernilai, yaitu pakan unggas yang lebih murah dan ramah lingkungan. Oleh sebab itu, penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan kulit singkong fermentasi dengan EM4 dan dedak padi untuk mendukung ketahanan pangan, menekan biaya pakan, serta mengurangi dampak lingkungan.

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

UMKM Mulaqot Keripik merupakan salah satu usaha kecil menengah yang memproduksi keripik singkong di daerah Pematang Asilum, Kec. Gunung Malela, Kabupaten Simalungun. Dalam proses produksi keripik singkong, UMKM ini menghasilkan limbah kulit singkong yang cukup banyak. Selama ini, limbah kulit singkong tersebut hanya dibuang dan belum dimanfaatkan secara optimal. Dampak dari pembuangan limbah kulit singkong yang tidak dimanfaatkan yaitu membusuk

dan mengeluarkan bau tidak sedap, serta dapat menjadi sumber penyakit. Selain itu, pembuangan limbah kulit singkong yang sembarangan juga akan merusak lingkungan jika dilakukan secara terus menerus. Berikut data jumlah singkong dan limbah yang dihasilkan dalam tahun 2024 dapat ditunjukkan pada tabel.

Tabel 1. 1. Umbi dan Limbah Kulit Singkong 2024

Tahun 2024	Umbi (kg)	Limbah kulit (kg)
Januari	2.015	302
Februari	1.914	287
Maret	2.046	307
April	2.010	302
Mei	2.046	307
Juni	2.010	302
Juli	2.046	307
Agustus	2.077	312
September	2.010	302
Oktober	2.046	307
November	2.010	302
Desember	2.139	321
Jumlah	24.369	3.658

Sumber: UMKM Mulaqot Keripik

Berdasarkan Tabel 1.1, total umbi singkong tahun 2024 mencapai 24.369 kg dengan limbah kulit 3.658 kg atau sekitar 15% dari total umbi. Produksi tertinggi terjadi pada Desember, sedangkan terendah pada Februari. Secara umum, jumlah limbah kulit singkong cukup stabil dari bulan ke bulan sehingga berpotensi besar untuk dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai bahan pakan ternak, pupuk organik, atau produk bernilai guna lainnya.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana penerapan konsep Ekonomi Sirkular dalam pengolahan limbah kulit singkong menjadi pakan ternak pada UMKM tersebut.
2. Bagaimana efektivitas proses pengolahan limbah kulit singkong melalui metode ekonomi sirkular dalam mengurangi volume limbah dan memberikan nilai tambah bagi UMKM.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis penerapan prinsip Ekonomi Sirkular dalam kegiatan produksi UMKM Mulaqot Keripik melalui pengolahan limbah kulit singkong menjadi pakan unggas.
2. Untuk mengidentifikasi proses pemanfaatan kulit singkong menjadi pakan unggas sebagai salah satu bentuk pengolahan limbah yang bernilai guna.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan batasan masalah untuk fokus pada pemecahan masalah yang telah dirumuskan, yaitu:

1. Penelitian hanya akan mencakup pada UMKM Mulaqot Keripik.
2. Pakan yang dihasilkan dalam penelitian ini hanya di peruntukkan pada ternak unggas dan tidak membahas penggunaannya pada jenis ternak lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai hasil dari penelitian ini, manfaat yang bisa didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat membantu mahasiswa meningkatkan pemahaman peneliti dalam menerapkan teori ke praktik dan menyelesaikan masalah yang terjadi di masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Penelitian ini

bertujuan mengimplementasikan teori-teori yang telah dipelajari selama kuliah.

2. Bagi UMKM Mulaqot Keripik Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas bagi UMKM, dan dapat mengembangkan produk-produk baru berbasis limbah kulit singkong serta memberikan nilai tambah bagi UMKM untuk meningkatkan keuntungan ekonomi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan untuk mempermudah pemahaman penelitian. Dalam laporan ini, sistematika penulisan terdiri dari lima bab. Masing masing dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab I berisi latar belakang yang menjelaskan alasan dilakukannya penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pakan ternak unggas. Rumusan masalah disajikan untuk mengarahkan fokus penelitian, disertai dengan tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, batasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup studi, serta sistematika penulisan sebagai panduan isi keseluruhan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II berisi tentang rangkuman hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Selain itu juga berisi konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar teori yang mendukung kajian yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III berisi tentang lokasi penelitian, materi, tata cara penelitian dan data apa saja yang akan digunakan dalam mengkaji dan menganalisis sesuai dengan bagan alur yang telah dibuat.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang uraian data-data apa saja yang dihasilkan selama penelitian yang selanjutnya diolah menggunakan metode yang telah ditentukan dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada saat pengolahan data untuk selanjutnya dapat menghasilkan suatu kesimpulan dan saran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan hasil penelitian. Selain itu juga terdapat saran atau masukan-masukan yang perlu diberikan, baik terhadap peneliti sendiri maupun peneliti selanjutnya yang dimungkinkan penelitian ini dapat dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka berisikan tentang sumber sumber yang digunakan dalam penelitian ini, baik berupa jurnal, buku, kutipan kutipan dari internet.

LAMPIRAN

Lampiran memuat semua peralatan dan informasi tambahan yang diperlukan untuk menjelaskan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Lingkungan Industri

Upaya pelestarian lingkungan hidup telah menjadi isu yang penting selama beberapa dekade terakhir. Hampir semua sektor industri kini telah menerapkan praktik-praktik yang bertujuan untuk menjaga kelestarian lingkungan. Sebagian besar perusahaan manufaktur berfokus pada pengurangan limbah yang dihasilkan selama proses produksi serta pembuangan produk industri, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kinerja perusahaan. Keberhasilan dalam pengelolaan lingkungan sangat bergantung pada perilaku masyarakat yang peduli terhadap lingkungan, karena tindakan mereka berkontribusi dalam meningkatkan kinerja lingkungan secara keseluruhan. (Safroni Isrososiawan et.al., 2020).

Sistem lingkungan industri terdiri dari berbagai elemen yang saling terkait dan memiliki peran penting dalam mendukung kelangsungan aktivitas industri, dengan tetap mempertimbangkan keseimbangan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Destriana et.al., 2023). Pemahaman yang menyeluruh terhadap berbagai komponen ini menjadi sangat krusial agar potensi dampak negatif terhadap lingkungan dapat dikenali sedini mungkin, serta dapat dirancang strategi pengelolaan yang tepat, efisien, dan berkelanjutan (Fahrul Rozi Adami Nasution et.al., 2023).

2.2 Limbah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo. PP 85/1999, limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha atau kegiatan manusia. Limbah adalah bahan buangan yang tidak terpakai yang berdampak negatif

terhadap masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Air limbah industri maupun rumah tangga (domestik) apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (Isnaini, 2020).

Jika ditinjau dari segi kimia, limbah ini terdiri atas senyawa kimia organik dan anorganik. Dengan konsentrasi serta jumlah tertentu, keberadaan limbah bisa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, khususnya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, penanganan limbah perlu dilakukan. Tingkat bahaya racun yang ditimbulkan oleh limbah bergantung pada jenis dan karakteristiknya. Karakteristik limbah dipengaruhi oleh ukuran partikel (mikro), sifatnya yang dinamis, penyebarannya yang luas, serta dampaknya yang bisa bersifat jangka pendek atau panjang. Sementara itu, kualitas limbah dipengaruhi oleh volume, kandungan bahan pencemar, dan frekuensi pembuangan limbah. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, limbah industri dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis antara lain:

1. limbah cair
2. limbah padat
3. limbah gas dan partikel
4. limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Untuk mengatasi limbah, dibutuhkan pengolahan dan penanganan limbah yang tepat, pengelolaan limbah dapat dibedakan berdasarkan karakteristik limbah dan tingkat perlakuannya. Limbah industri menjadi salah satu tantangan utama di era modernisasi dan urbanisasi. Maka, regulasi tentang pengelolaan limbah yang berwawasan lingkungan sangat penting untuk diterapkan. Hal ini disebabkan karena limbah tidak hanya berasal dari proses produksi, tetapi juga memengaruhi keberlanjutan lingkungan hidup. Oleh karena itu, pengelolaan limbah harus dimulai

sejak awal proses produksi dan dilakukan secara menyeluruh dari hulu ke hilir. Jika tidak, maka limbah dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan yang berpotensi menimbulkan dampak fatal (Fitriani et.al., 2024).

2.3 Karakteristik Kulit Singkong

Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan makanan pokok ketiga masyarakat Indonesia setelah padi dan jagung, serta mudah tumbuh di daerah tropis meski sensitif terhadap suhu rendah. Selain menghasilkan umbi sebagai produk utama, singkong juga menghasilkan limbah berupa daun, batang, dan kulit. Dari berbagai limbah tersebut, kulit singkong paling sering dibuang karena kurang dimanfaatkan, padahal memiliki kandungan gizi, protein, serat, pektin, lemak, dan kalsium yang berpotensi sebagai pakan alternatif. Namun, pemanfaatannya masih terbatas karena kulit singkong juga mengandung HCN (asam sianida) yang bersifat racun (L. Nurlaeni et.al., 2022).

Adapun karakteristik dari kulit singkong yaitu :

1. Tekstur: Kulit singkong memiliki tekstur yang keras dan berserat kasar, terutama pada bagian kulit luar, sehingga perlu perlakuan khusus jika akan digunakan sebagai bahan baku pakan atau kompos.
2. Warna: Warna kulit singkong terdiri dari bagian luar yang kecoklatan atau abu-abu dan bagian dalam berwarna putih pucat. Warna ini dapat berubah seiring proses fermentasi atau pengeringan.
3. Kandungan air: Kulit singkong memiliki kadar air cukup tinggi, yaitu sekitar 60–70%, sehingga mudah membusuk jika tidak segera diolah atau dikeringkan.

4. Kandungan nutrisi: Terdapat karbohidrat kompleks, sedikit protein, dan mineral seperti kalsium dan fosfor dalam jumlah kecil.

2.3.1 Potensi Pengolahan Limbah Kulit Singkong

Kulit singkong merupakan limbah pertanian yang jumlahnya melimpah, terutama di daerah penghasil singkong. Meskipun selama ini sering dibuang atau tidak dimanfaatkan secara optimal, kulit singkong memiliki potensi besar untuk diolah menjadi berbagai produk bernilai guna dan ekonomis (L. Nurlaeni et.al., 2022).

Adapun beberapa potensi pengolahan limbah kulit singkong yaitu :

1. Sebagai Pakan Ternak, kulit singkong mengandung serat kasar dan energi yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak, terutama untuk unggas, sapi, dan kambing. Dengan pengolahan yang tepat (seperti fermentasi atau pengeringan), kandungan anti-nutrisi dapat dikurangi.
2. Bahan Baku Kompos atau Pupuk Organik, kulit singkong kaya akan unsur karbon dan bisa diolah menjadi kompos melalui proses dekomposisi. Ini mendukung pertanian organik dan pengurangan limbah organik.
3. Produksi Bioetanol, kandungan pati residu pada kulit singkong memungkinkan untuk difermentasi menjadi bioetanol yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.
4. Bahan Baku Bioplastik, kulit singkong mengandung polisakarida yang bisa dimanfaatkan untuk membuat bioplastik ramah lingkungan.
5. Bahan Dasar Briket atau Energi Alternatif, setelah dikeringkan, kulit singkong dapat dijadikan bahan dasar pembuatan briket sebagai sumber

energi alternatif.

6. Industri Kerajinan atau Produk Kreatif, serat dari kulit singkong yang telah diproses bisa dimanfaatkan untuk produk kerajinan tangan atau bahan baku kertas daur ulang.
7. Sumber Bahan Kimia Industri, kulit singkong mengandung senyawa kimia tertentu yang berpotensi diekstraksi untuk keperluan industri, seperti zat perekat alami atau bahan aditif.

2.4 Pengertian Asam Sianida

Asam sianida atau hidrogen sianida (HCN) merupakan senyawa kimia beracun yang bersifat mudah menguap dan dapat menghambat sistem respirasi seluler. Senyawa ini termasuk dalam kelompok racun metabolik yang bekerja dengan mengikat enzim sitokrom oksidase sehingga menghambat penggunaan oksigen oleh sel. Akibatnya, jaringan tubuh mengalami hipoksia meskipun kadar oksigen dalam darah cukup.

Pada bahan pangan nabati seperti singkong, HCN tidak terdapat secara bebas, melainkan berasal dari hidrolisis senyawa glikosida sianogenik seperti *linamarin* dan *lotaustralin*. Senyawa tersebut dapat terurai menjadi HCN apabila jaringan tanaman rusak atau mengalami proses pengolahan tertentu (Hasan et.al., 2022).

2.4.1 Kandungan Asam Sianida Pada Kulit Singkong

Kulit singkong merupakan limbah pertanian yang masih mengandung senyawa antinutrisi berupa glikosida sianogenik, terutama linamarin dan lotaustralin. Senyawa tersebut dapat terurai secara enzimatis dan menghasilkan asam sianida (HCN) yang bersifat toksik bagi manusia maupun ternak apabila

dikonsumsi tanpa proses pengolahan yang tepat (Hasan et.al., 2022). Kandungan asam sianida pada kulit singkong yaitu 231 mg/kg (Angriani, 2025).

Kulit singkong yang mengandung asam sianida adalah kulit dari singkong pahit, terutama bagian kulit dalam yang menempel langsung pada daging umbi. Bagian ini biasanya berwarna putih kekuningan dan terasa getir jika dicicipi sedikit (mentah). Semakin pahit jenis singkongnya, semakin tinggi pula kandungan asam sianida pada kulitnya. Kulit luar yang berwarna cokelat memang mengandung racun, tetapi kadarnya lebih rendah dibandingkan lapisan kulit dalam.

2.4.2 Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) pada Kulit Singkong

Proses pengolahan dapat menurunkan kadar sianida secara signifikan. Pengeringan dan fermentasi mampu mengurangi kadar HCN hingga lebih dari 80%, sehingga kulit singkong menjadi lebih aman digunakan sebagai bahan pakan ternak (Romdhani, et.al., 2024). Proses pencacahan dan pengeringan dengan matahari mampu menurunkan 60% asam sianida, pengeringan dengan oven atau matahari juga bisa menurunkan 74,1-92,2 %, serta proses fermentasi dapat menurunkan sampai 99,74 %. Selain itu, dalam proses fermentasi juga dapat meningkatkan pencernaan protein dan menurunkan serat kasar (Angriani, 2025).

1. Fermentasi

Teknik fermentasi banyak digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi komponen pakan terutama kandungan protein, dan juga dapat mengurangi atau menghilangkan asam sianida. Teknologi fermentasi dilakukan sebelum kulit singkong diberikan pada ternak (L. Nurlaeni et.al., 2022). Kelebihan dari pakan fermentasi adalah:

- a) Pencernaan ternak akan lebih baik karena pakan fermentasi sangat mudah dicerna.
- b) Palatibilitas/nafsu makan akan meningkat drastis.
- c) Meningkatkan bobot dengan aman, cepat dan sehat.
- d) Daging yang dihasilkan rendah kolesterol dan lebih berisi.
- e) Meningkatkan daya tahan ternak.
- f) Kotoran yang dihasilkan tidak bau dan tidak berlebihan.

2.5 Standart Pakan Unggas

Pakan unggas merupakan faktor utama dalam menentukan pertumbuhan, kesehatan, dan produktivitas ternak (Putri et.al., 2025), pakan unggas harus mengandung nutrisi yang seimbang, meliputi protein, energi, lemak, serat, vitamin, dan mineral, karena keseimbangan nutrisi tersebut sangat berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan dan performa produksi unggas.

Standar kualitas pakan unggas di Indonesia mengacu pada SNI yang mencakup kadar air, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, dan abu. Pakan yang memenuhi standar ini dapat mendukung pertumbuhan unggas secara optimal.

Tabel 2. 1. Standart Pakan Unggas

No	Parameter	SNI
1.	Kadar Air (% KA)	$\leq 14\%$
2.	Kadar Abu (% Abu)	$\leq 7\%$
3.	Protein Kasar (% PK)	$\geq 19-21\%$
4.	Serat Kasar (% SK)	$\leq 5-6\%$
5.	Lemak Kasar (% LK)	$\geq 5\%$

Tidak hanya kandungan nutrisi, mutu dan keamanan pakan juga menjadi aspek penting. Pakan yang baik harus memenuhi standar keamanan, yaitu tidak mengandung zat berbahaya atau senyawa toksik yang dapat mengganggu kesehatan ternak. Pakan yang berkualitas akan meningkatkan efisiensi produksi dan mendukung pertumbuhan unggas secara optimal. Dengan demikian, standar pakan unggas tidak hanya ditentukan oleh kelengkapan nutrisi, tetapi juga oleh keseimbangan komposisi, keamanan pakan, serta kesesuaiannya dengan kebutuhan fisiologis ternak (Irham et.al., 2023).

2.6 Metode Ekonomi Sirkular

Ekonomi sirkular merupakan sebuah konsep dimana produsen dan konsumen menggunakan suatu sumber daya secara berulang untuk memaksimalkan nilai gunanya sehingga terpakai secara efisien (Dermawan et.al., 2023). Ekonomi sirkular adalah pengembangan dari konsep ekonomi linier dalam masyarakat. Perbedaannya adalah konsep ekonomi linier beli, gunakan lalu buang dengan memperhatikan unsur *externalities* (limbah) dalam sebuah harga yang dikeluarkan serta memunculkan biaya ekonomi, sosial dan lingkungan. Sedangkan konsep ekonomi sirkular adalah regenerasi sistem secara alami mulai dari proses produksi, untuk menghasilkan perubahan secara sistemis secara komprehensif dalam aktivitas ekonomi. Konsep ekonomi sirkular ini dapat membangun ketahanan sebuah produk yang dihasilkan untuk waktu yang panjang. Konsep ekonomi sirkular dapat menciptakan bisnis dan aktivitas ekonomi yang lebih baik dan bermanfaat bagi aspek lingkungan hidup dan aspek sosial dalam masyarakat (Saragih, 2025).

Ekonomi sirkular kerap diartikan sebagai sebuah sistem ekonomi yang menggabungkan aktivitas pengurangan, pemakaian ulang, serta daur ulang, yang

memerlukan perubahan sistemik dengan tujuan utama untuk meningkatkan nilai ekonomi, kualitas lingkungan, serta memberikan dampak positif terhadap keadilan sosial dan generasi masa depan. Dalam kerangka ini, baik model bisnis maupun konsumen memiliki peranan penting dalam mendukung penerapan ekonomi sirkular.

2.5.1 Prinsip-Prinsip Ekonomi Sirkular

Adapun beberapa prinsip-prinsip dari ekonomi sirkular adalah sebagai berikut :

1. Pengurangan Limbah (*reduce*). Mengurangi konsumsi dan pembuangan barang atau produk, merancang produk dengan konsumsi sumber daya yang lebih efisien, memilih bahan baku yang lebih ramah lingkungan, mengurangi penggunaan bahan sekali pakai, menerapkan pola produksi dan konsumsi yang lebih berkelanjutan.
2. Pemanfaatan kembali limbah (*reuse*). Menggunakan kembali produk yang masih layak pakai, memperpanjang umur pakai produk melalui perbaikan dan modifikasi atau *refurbishment*, menggunakan kembali produk bekas dalam bentuk yang sama atau berbeda, merancang produk yang mudah dibongkar, diperbaiki, dan digunakan kembali.
3. Daur ulang limbah (*recycle*). Mengolah limbah menjadi produk baru dan komponen baru, mendaur ulang material/komponen dari produk yang sudah tidak digunakan, memaksimalkan penggunaan kembali material daur ulang, mengembangkan teknologi daur ulang yang efektif dan efisien, memisahkan dan memilih limbah agar lebih mudah untuk di daur ulang.

2.5.2 Penerapan Metode Ekonomi Sirkular Dalam Pengelolaan Limbah

Dalam upaya pemulihan ekonomi nasional serta percepatan transformasi menuju pembangunan berkelanjutan, Pemerintah Indonesia mendorong penerapan konsep ekonomi sirkular pada berbagai sektor strategis, termasuk sektor pertanian dan pengelolaan limbah agroindustri. Salah satu bentuk implementasinya adalah pemanfaatan limbah pertanian, seperti kulit singkong, yang selama ini cenderung dianggap sebagai residu produksi dan belum dimanfaatkan secara optimal. Melalui pendekatan ekonomi sirkular, limbah kulit singkong dapat diolah kembali menjadi produk yang memiliki nilai tambah ekonomi, seperti pakan ternak unggas maupun pupuk organik, sehingga mampu mengurangi beban lingkungan sekaligus meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya (Saragih, 2025).

Konsep ekonomi sirkular menurut Kirchherr, Reike, dan Hekkert dalam menjelaskan bahwa sistem ekonomi ini bertujuan mempertahankan nilai sumber daya selama mungkin dan meminimalkan limbah untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Dalam penelitian ini, limbah kulit singkong dimanfaatkan kembali sebagai pakan ternak melalui proses pengumpulan, pengeringan, dan pengolahan, sehingga tidak lagi menjadi limbah, tetapi menjadi sumber daya bernilai ekonomis dalam siklus produksi.

Penerapan ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah kulit singkong mencerminkan peran aktif pelaku usaha dalam menciptakan sistem produksi yang berkelanjutan. Pelaku usaha tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi utama, tetapi juga mengelola limbah agar dapat dimanfaatkan kembali secara produktif, misalnya menjadi pakan ternak. Di sisi lain, konsumen turut mendukung keberlanjutan sistem tersebut melalui pemanfaatan produk hasil daur ulang,

sehingga tercipta siklus produksi dan konsumsi yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Saragih, 2025).

Dengan demikian, pengelolaan limbah kulit singkong melalui pendekatan ekonomi sirkular tidak hanya mengurangi volume limbah dan pencemaran lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi limbah serta mendukung sistem produksi berkelanjutan. Implementasi konsep ini menjadi solusi strategis bagi pengelolaan limbah agroindustri skala usaha kecil dan menengah yang selaras dengan tujuan pembangunan berkelanjutan.

2.7 Biaya

Biaya merupakan seluruh pengorbanan ekonomi yang dikeluarkan dalam proses produksi untuk menghasilkan suatu barang atau jasa yang dinyatakan dalam satuan uang. Dalam kegiatan usaha, biaya digunakan untuk mengukur besarnya pengeluaran yang diperlukan mulai dari pengadaan bahan baku, tenaga kerja, hingga biaya operasional lainnya (Rumambi, 2022).

2.6.1 Jenis-Jenis Biaya

Dalam analisis usaha peternakan atau agroindustri, biaya produksi umumnya dibedakan menjadi beberapa jenis (Arimbi, et.al., 2024), yaitu:

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost*) : Biaya tetap adalah biaya yang jumlahnya tidak berubah walaupun terjadi perubahan jumlah produksi. Biaya ini tetap harus dikeluarkan meskipun produksi meningkat atau menurun.
2. Biaya Variabel (*Variable Cost*) : Biaya variabel adalah biaya yang berubah seiring dengan jumlah produksi. Semakin besar volume produksi, maka biaya variabel akan semakin meningkat.

3. Biaya Total (*Total Cost*) : Biaya total merupakan jumlah keseluruhan biaya tetap dan biaya variabel yang digunakan dalam proses produksi.

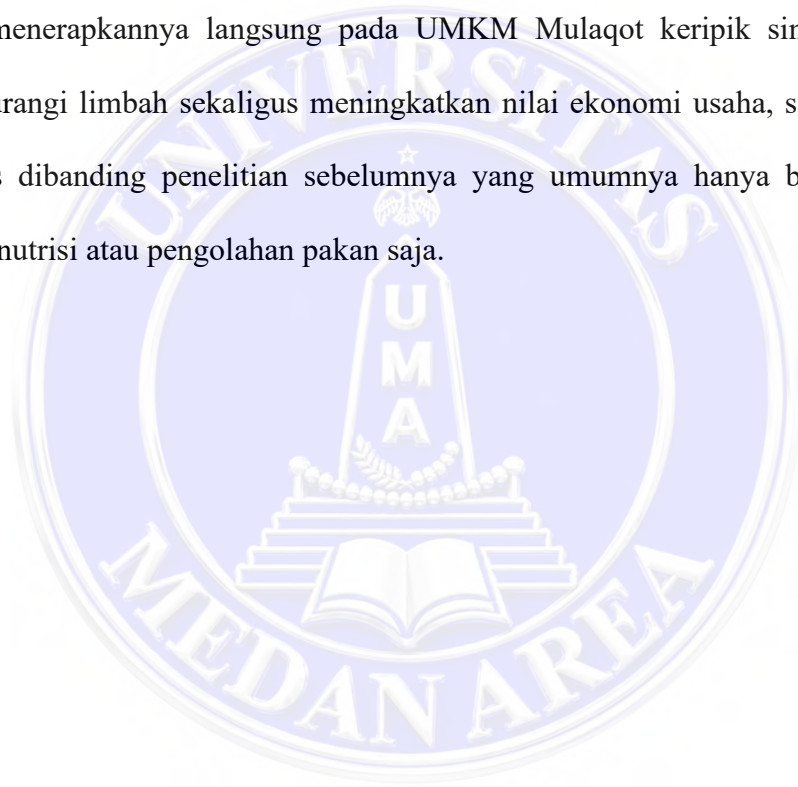
Penelitian Terdahulu

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2. Penelitian Terdahulu

Nama Dan Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(Angriani, R, 2025)	Pengolahan Limbah Singkong Sebagai Bahan Pakan Ayam Broiler	<i>Systematic review</i> dengan teknik literatur	Fermentasi kulit dan daun singkong hingga 20% dengan enzim 3% meningkatkan efisiensi pakan broiler.
(L. Nurlaeni, 2022).	Potensi Kulit Singkong Sebagai Pakan Ternak Ayam Broiler	Metode yang digunakan adalah metode studi literatur (review).	Kulit singkong berpotensi sebagai pakan alternatif unggas dan dapat digunakan hingga 10% dalam ransum setelah difermentasi tanpa menurunkan performa ayam broiler. Proses fermentasi juga membantu meningkatkan kualitas nutrisi dan menurunkan kandungan zat beracun sehingga lebih aman digunakan sebagai bahan pakan.
(Sembiring, M. 2024)	Implementasi Ekonomi Sirkular dengan Pemanfaatan Limbah Kol menjadi Pupuk Kompos di Desa Beganding Kec. Simpang Empat.	Metode Kualitatif deskriptif dengan pendekatan <i>library research</i> .	Pemanfaatan limbah kol melalui konsep ekonomi sirkular terbukti mampu menghasilkan pupuk kompos yang bermanfaat bagi kesuburan tanah. Selain itu, pengolahan limbah ini juga berperan dalam mengurangi pencemaran lingkungan serta memberikan nilai ekonomi tambahan bagi masyarakat melalui pemanfaatan limbah menjadi produk yang bernilai guna.

Penelitian yang akan penulis lakukan yaitu, berfokus pada pemanfaatan limbah kulit singkong dari produksi keripik di UMKM Keripik Mulaqot menjadi pakan ternak unggas menggunakan pendekatan ekonomi sirkular melalui tahapan dalam pengumpulan limbah kulit singkong, pemotongan, pengeringan, pencampuran, dan fermentasi. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pendekatan ekonomi sirkular dan objek penelitian. Penelitian ini tidak hanya mengolah kulit singkong menjadi pakan unggas, tetapi juga menerapkannya langsung pada UMKM Mulaqot keripik singkong untuk mengurangi limbah sekaligus meningkatkan nilai ekonomi usaha, sehingga lebih praktis dibanding penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada aspek nutrisi atau pengolahan pakan saja.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UMKM Mulaqot Keripik, di Jalan Asahan Km.18,5 Huta III Desa pematang Asilum, Kecamatan Gunung Malela Kabupaten Simalungun. UMKM ini sangat dikenal dengan keripik singkongnya. Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen sederhana. Proses pengolahan limbah kulit singkong dilakukan melalui fermentasi dengan variasi waktu dan komposisi bahan. Hasil fermentasi diuji di laboratorium untuk memperoleh data kandungan nutrisi, sedangkan volume limbah sebelum dan sesudah pengolahan dihitung untuk menilai efektivitas penerapan ekonomi sirkular.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*).

3.3.1 Variabel Bebas (*independent variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang secara teoritis dapat memengaruhi atau menyebabkan perubahan pada variabel lain. Ketika variabel ini hadir secara bersamaan dengan variabel lain dalam suatu kondisi tertentu, maka diasumsikan bahwa variabel tersebut dapat mengalami perubahan fungsi atau peran. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah limbah kulit singkong.

3.3.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

variabel terikat adalah variabel yang berubah karena perubahan dari variabel lainnya. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pakan ternak unggas.

3.4 Pengumpulan Data

Sumber data penelitian ini berasal dari data primer dan data sekunder, yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Data Primer

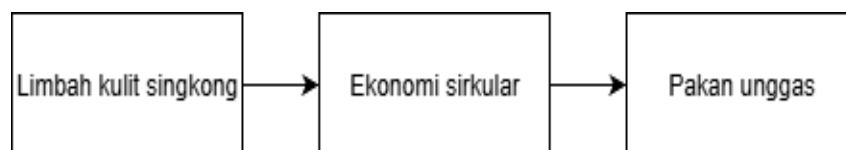
Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti di lapangan saat melakukan penelitian. Data primer yaitu data yang bersumber dari hasil pengamatan langsung dari hasil observasi maupun hasil wawancara yaitu proses pemanfaatan kulit singkong menjadi pakan unggas, cara kerja ekonomi sirkular.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak yang terkait dengan penelitian ini diantaranya gambaran umum perusahaan. Data sekunder berasal dari referensi seperti jurnal, buku penelitian, dan sumber lainnya.

3.5 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Kerangka berpikir

Definisi Operasional :

1. Jumlah Limbah Kulit Singkong

Jumlah limbah kulit singkong yang dihasilkan rata-rata setiap produksi 65-69kg/hari.

2. Ekonomi Sirkular

Pemanfaatan limbah kulit singkong dengan menggunakan metode ekonomi sirkular.

3. Pakan

Hasil akhir dari pemanfaatan limbah kulit singkong adalah menjadi pakan unggas.

3.6 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan pendekatan ekonomi sirkular, yaitu:

1. Pemahaman Konsep

Memberikan edukasi serta pemahaman yang mendalam mengenai konsep ekonomi sirkular kepada seluruh pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, pelaku industri, dan masyarakat umum. Hal ini mencakup pemahaman mengenai prinsip-prinsip dasar ekonomi sirkular, seperti penggunaan kembali, daur ulang, serta perancangan ulang produk.

2. Menerapkan Prinsip 3R

Penerapan prinsip-prinsip ini dilakukan dalam seluruh tahapan produksi dan pengelolaan limbah guna mengurangi pemborosan serta meningkatkan efisiensi dalam sistem sirkular.

a) *Reduce* (Pengurangan)

Prinsip ini berfokus pada usaha untuk menekan jumlah limbah yang dihasilkan dengan cara mengurangi penggunaan sumber daya. Hal ini dapat dilakukan melalui tindakan seperti membeli barang seperlunya, menghindari pemborosan makanan, memakai kemasan yang lebih hemat, serta tidak memilih produk dengan kemasan sekali pakai.

b) *Reuse* (Penggunaan Kembali)

Prinsip ini bertujuan untuk memperpanjang masa pakai suatu barang atau material dengan cara memanfaatkan kembali produk atau bagiannya. Contohnya yaitu menggunakan ulang botol minuman, tas kain, atau wadah makanan dari plastik yang dapat dicuci dan dipakai kembali.

c) *Recycle* (Daur Ulang)

Prinsip ini mencakup aktivitas pengumpulan, pemrosesan, serta pengolahan ulang bahan bekas atau limbah menjadi barang baru. Contoh penerapannya ialah daur ulang kertas, kardus, logam, kaca, maupun plastik. Proses ini berguna untuk menurunkan volume limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, serta menghemat penggunaan sumber daya alam baru.

2. Kemitraan dan Kolaborasi

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

3. Pengembangan Model Bisnis Berkelanjutan

Pengembangan model bisnis berkelanjutan merupakan suatu proses dalam merancang, menerapkan, serta mengelola suatu model bisnis yang tidak hanya berfokus pada keuntungan ekonomi, namun juga memperhatikan dampak sosial dan lingkungan dari aktivitas bisnis tersebut. Tujuan dari model bisnis berkelanjutan adalah menciptakan nilai jangka panjang yang seimbang bagi para pemegang saham, masyarakat, dan lingkungan.

4. 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 Alat Dan Bahan

3.7.1 Alat

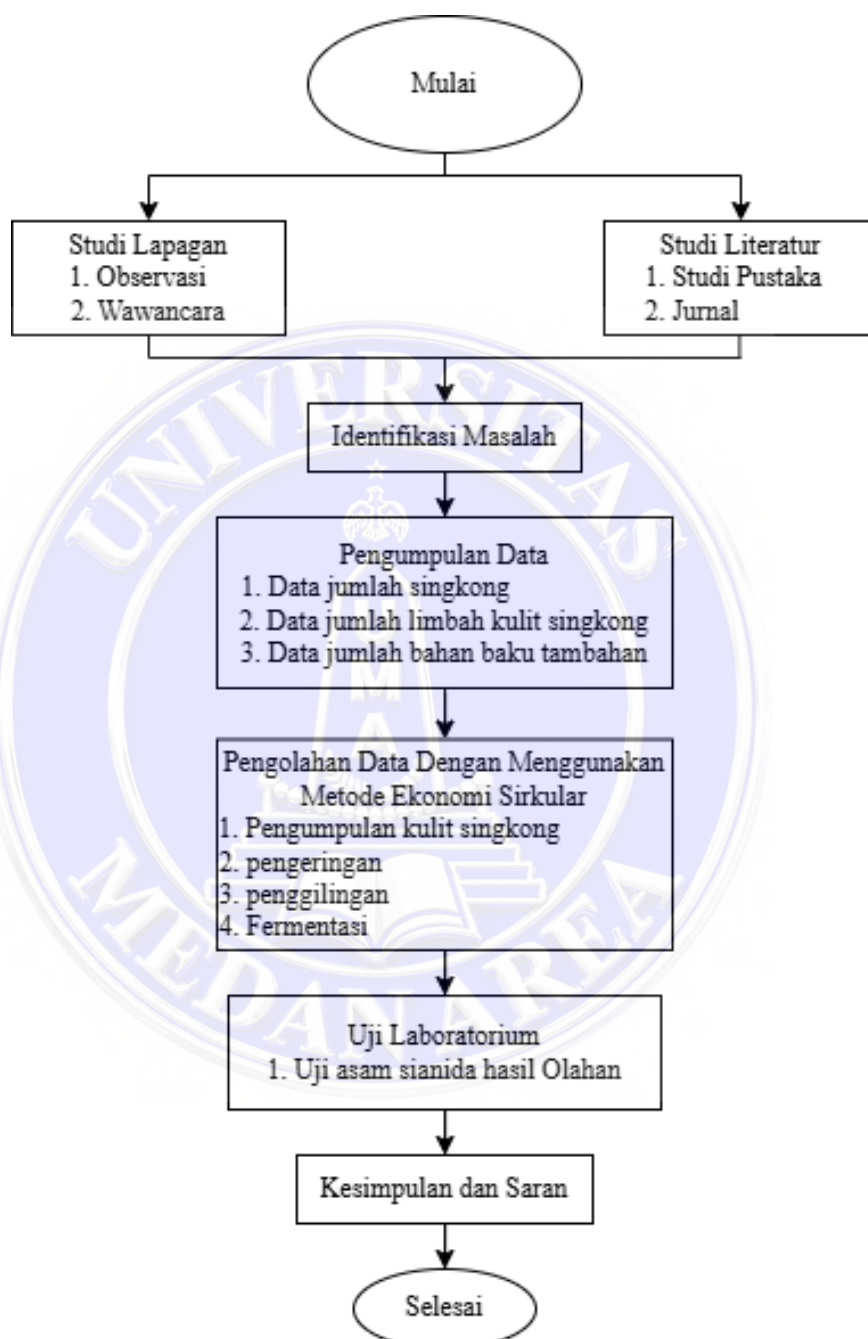
- a. Ember
- b. Alat Pengaduk
- c. Pisau
- d. Gilingan
- e. Penutup Ember

3.7.2 Bahan

- a. Kulit Singkong
- b. Dedak Padi
- c. Bioaktivator
- d. Air

3.8 Metodologi Penelitian

Diagram penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 2. Tahapan Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pakan ternak unggas dengan penerapan konsep ekonomi sirkular pada UMKM Mulaqot Keripik, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis penerapan prinsip ekonomi sirkular melalui pengolahan limbah kulit singkong menunjukkan bahwa dari rata-rata 305 kg limbah kulit singkong per bulan dapat dihasilkan sekitar 152,5 kg pakan ternak unggas. Biaya produksi sebesar Rp. 399.400 untuk 152,5 kg pakan, sehingga biaya per kg adalah 2.619 dan ingin mendapatkan laba 50%, maka harga jual per kg adalah Rp. 3.929. Dengan menetapkan harga jual Rp. 3.929 per kg, bisa menutup biaya produksi dan mendapatkan laba 50% dari harga jual. Hal ini membuktikan bahwa limbah kulit singkong memiliki potensi yang cukup besar untuk diolah menjadi produk yang bernilai guna.
2. Pemanfaatan limbah kulit singkong di UMKM Mulaqot Keripik dilakukan melalui proses pengolahan yang sistematis, meliputi tahap pengumpulan, pemotongan, pengeringan, penggilingan, hingga pencampuran dengan dedak dan bioaktivator EM4 untuk proses fermentasi selama 10 hari. Proses tersebut mampu mengubah limbah yang sebelumnya tidak bernilai dan berpotensi mencemari lingkungan

menjadi produk pakan unggas fungsional yang lebih aman, karena kadar racun asam sianida telah mengalami penurunan, namun penggunaannya lebih dianjurkan sebagai bahan campuran pakan dengan bahan lain yang memiliki kandungan nutrisi lebih tinggi agar kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak dapat terpenuhi secara lebih seimbang, karena berdasarkan hasil uji laboratorium, pakan yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI dari Badan Standardisasi Nasional. Hal ini terlihat dari kadar air yang sangat tinggi, protein dan lemak yang masih rendah, serta serat kasar yang melebihi batas maksimum, sehingga pakan belum layak digunakan sebagai pakan utama unggas. Keberhasilan pengolahan ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, karena dari rata-rata 305 kg limbah kulit singkong per bulan dapat dihasilkan sekitar 152,5 kg pakan ternak. Hal ini menunjukkan adanya nilai tambah ekonomi sekaligus mendukung keberlanjutan usaha serta efisiensi biaya pakan unggas yang relatif lebih murah dibandingkan pakan komersial. Selain itu, pengolahan limbah kulit singkong dalam penelitian ini mampu memanfaatkan limbah hingga mencapai 100%.

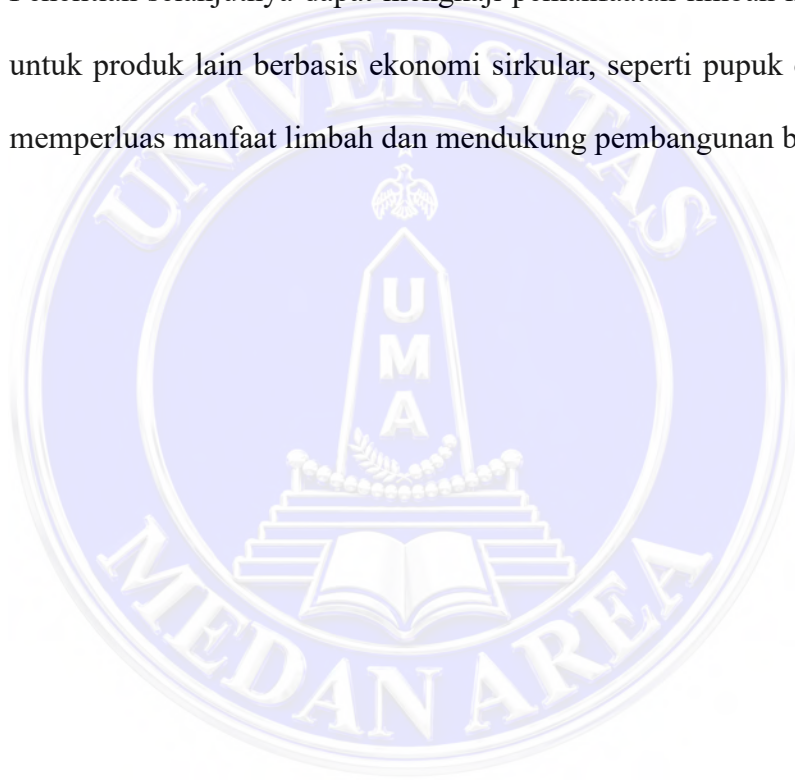
5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi UMKM Mulaqot Keripik, disarankan agar pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pakan ternak unggas dapat diterapkan secara

berkelanjutan dan terencana, sehingga limbah produksi tidak lagi menjadi beban lingkungan, melainkan sumber nilai tambah bagi usaha.

2. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengembangan formulasi pakan dengan menambahkan bahan baku lain yang memiliki kandungan nutrisi lebih tinggi, terutama sumber protein seperti ikan, serta membandingkan pakan kulit singkong fermentasi dengan pakan komersial.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji pemanfaatan limbah kulit singkong untuk produk lain berbasis ekonomi sirkular, seperti pupuk organik, guna memperluas manfaat limbah dan mendukung pembangunan berkelanjutan.



DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, R., & Nuraini, A. (2022). Ekonomi sirkular. Medan: UMSU Press.
- Angriani, R. (2025). Pengolahan limbah singkong sebagai bahan pakan ayam broiler. *Jurnal Peternakan Borneo*, 4(1), 12–17.
- Arimbi, A., & Yuliana, D. (2024). Teori biaya produksi dan hubungannya dengan efisiensi usaha mikro. *Jurnal Manuhara*, 6(1), 10–18.
- Darmawan, A. J., Susilo, R. F. N., & Putri, Y. H. (2023). Konsep ekonomi sirkular dalam model bisnis berkelanjutan untuk membangun gaya hidup hijau masyarakat Indonesia. *Jurnal Imagine*, 3(1), 41–49.
- Destriana, R., Taufiq, R., & Hardono, J. (2023). Teori sistem industri.
- Fitriani, E., et al. (2024). Edukasi pengenalan konservasi energi dan sumber energi baru terbarukan pada siswa SD Negeri 111 Palembang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 2(1), 13–18.
<https://doi.org/10.54082/jpmii.308>
- Haniza, S., Munte, S., Siregar, N., Banjarnahor, M., Polewangi, Y. D., Silviana, N. A., Prasetyo, H. A., Delvika, Y., Hasibuan, C. F., & Kusuma, B. S. (2023). Metode penulisan laporan ilmiah. Universitas Medan Area Press.
- Harmoko, H., Samputty, J. M., Makatita, J., Sairudy, A., Dolewikou, R., & Gairtua, B. (2021). Sosialisasi dan pelatihan pengolahan limbah kulit singkong sebagai pakan ternak kerbau di Kabupaten Maluku Barat Daya. *Batara Wisnu: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia*, 1(3), 282–288.
- Hasan, S. A., & Taufiq, N. (2022). Pengaruh penambahan zat kapur dan lama perendaman terhadap kadar sianida pada singkong. *Jurnal Sehat Mandiri*.

- Isnaini, H. H. (2020). Potensi pencemaran limbah cair rumah pemotongan ayam X di Dusun Betakan, Sumberrahayu, Moyudan, Sleman (*Doctoral dissertation*, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Isrososiawan, S., & R. A. (2020). *Green human resources management* mendukung kinerja lingkungan.
- Irham, I., Wijayanti, I., Retnani, Y., & Risyahadi, S. T. (2023). Evaluasi penerapan standard mutu dan keamanan pakan ayam pedaging. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 21(2), 92–99.
- Nasution, F. R. A., Andriani, M., & Yusnawati. (2023). Peningkatan produktivitas dengan metode *green productivity* pada PT Bangun Tenera Riau Desa Pantai Raja Kabupaten Kampar. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Inovasi*, 1(4), 1–11. <https://doi.org/10.59024/jisi.v1i4.462>
- Nurlaeni, L. (2022). Potensi kulit singkong sebagai pakan ternak ayam broiler. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 4(1), 19–26.
- Putri, S. E., et al. (2025). Nutrisi seimbang untuk unggas. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 28(1), 1–11.
- Romdhani, A. M., et al. (2024). Pengaruh variasi perendaman terhadap kadar HCN pada keripik kulit singkong. *Symbiotic Journal*.
- Rumambi, F. A. (2022). Analisis biaya produksi dalam meningkatkan keuntungan usaha. *Jurnal Projemen*, 3(2), 115–123.
- Rusiadi, Yusuf, M., & Adivia, A. (2024). Teori ekonomi sirkular, ekonomi hijau, dan bioekonomi. Medan: Tahta Media Group.

- Saragih, Y. P. S. (2025). Pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi pupuk dengan menggunakan metode ekonomi sirkular pada UMKM pisang goreng tanduk (*Doctoral dissertation*, Universitas Medan Area).
- Sembiring, M. (2024). Implementasi ekonomi sirkular dengan pemanfaatan limbah kol menjadi pupuk kompos di Desa Beganding Kecamatan Simpang Empat.
- Sembiring, N. (2025). Buku ajar sistem lingkungan industri: Konsep, implementasi, dan inovasi berkelanjutan (Jilid 1). Purbalingga: CV Eureka Media Aksara.



LAMPIRAN

Mulaqot Keripik



Hasil Proses Pembuatan Pakan Ternak Unggas Dari Kulit Singkong



Uji Lapangan



Pemberian hari pertama



Pemberian Pakan Selama 3 minggu

Hasil Uji Laboratorium

	Laboratorium Loka Perakitan dan Pengujian Ruminansia Kecil Sei Putih Po Blos 1 Galang 20585 Sumatera Utara Telp +62 911 8137 787 Email : bmp.ruminansiakecil@pertanian.go.id	No.Dokumen : F 7.8.b Terbit/Revisi : 2/4 Tanggal : 14 Juli 2025 Halaman : 51 dari 81	 Laboratorium Pengujian LP-1175-IDN
	DOKUMEN FORMULIR LAPORAN HASIL PENGUJIAN		

PELANGGAN : Ermita Sitinjak ALAMAT : Fakultas Teknik - Prodi Teknik Industri, Universitas Medan Area JENIS SAMPEL : Pakan KEMASAN : Plastik TANGGAL TERIMA : 17 Desember 2025 TANGGAL ANALISA : 05 Januari 2026 – 12 Januari 2026 NOMOR UJI : 01/MT/2026	01
--	---

No	Nama Sampel	Kode Sampel	Parameter				
			% KA	% ABU	% PK	% SK	% LK
1	Pakan Temak Unggas	01/MT/2026	58,47	5,41	10,65	10,40	2,86

Air: AOAC 2019, Bab 4 Butir 4.1.06 Metode 930.15
 Abu: AOAC 2019, Bab 4 Butir 4.1.10 Metode 942.05
 PK: SNI 01-2891-1992 Butir 7.1

Serat Kasar: SNI 01-2891-1992 Butir 11
 Lemak Kasar: SNI 01-2891-1992 Butir 8.1

Sei Putih, 12 Januari 2026
 Penanggung Jawab Teknis,

 Junaidah M.Pi
 NIP. 199406062022032001

Data hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diterima. Komplek hasil uji berlaku satu minggu sejak laporan ini dikeluarkan, dan apabila setelah satu minggu tidak ada keluhan maka sampel uji akan dimusnahkan sesuai ketentuan yang ada di laboratorium. Dilarang keras mengubah data, memperbanyak atau mempublikasikan sebagian dari sertifikat ini tanpa izin tertulis dari laboratorium Nutrisi Pakan Loka Pengujian Standar Instrumen Ruminansia Kecil, kecuali secara kasual.

Disahkan oleh: Kepala Loka Dokumen ini bersifat rahasia, tidak boleh digandakan dan digunakan untuk keperluan komersial tanpa persetujuan Kepala Loka
--

LABORATORIUM PENGUJI BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI MEDAN (LP-BSPJI MEDAN)
Testing Laboratory of Center for Standardization and Industrial Service Medan

Nomor Sertifikat
Certificate Number : 0133/BSKJI/BSPJI-Medan/MS-P/II/2026

Halaman
Page : 2 dari 2
2 of 2

Validasi
Validity

HASIL UJI THE TEST RESULT

No	Parameter	Unit	Hasil Uji	Metode Uji
1	Asam Stanida (HCN)	mg/kg	4,07	SNI 7622 - 2011

Medan, 10 Februari 2026
Manajer Teknis Laboratorium Pengujian
Technical Manager of Testing Laboratory

Fadrii Maulzandy Amri
NIP. 196301102005021001



Sertifikat ini hanya berlaku terhadap contoh tersebut diatas
The Certificate must only be used for the sample that been analysed
Sertifikat hasil uji hanya bisa diprodokal ulang secara keseluruhan dan dengan prosedur LP - BSPJI MEDAN
Certificate of analysis shall only be reproduced entirely and with approval from LP - BSPJI Medan