

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG MENJADI
BIOBATERAI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF RAMAH
LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN *VALUE*
*ENGINEERING***

SKRIPSI

OLEH :

ANGGINA ADITIA

228150021



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/7/26

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
Access From (repository.uma.ac.id) 8/7/26

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG MENJADI BIOBATERAI
SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN DENGAN
PENDEKATAN *VALUE ENGINEERING***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

ANGGINA ADITIA

228150021

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/7/26

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
Access From (repository.uma.ac.id) 8/7/26

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biobaterai Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Pendekatan *Value Engineering*

Nama : Anggina Aditia

NPM : 228150021

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Nukhe Andri Silviana, S.T., M.T

NIDN : 01237038802

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi




Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T

NIDN : 0102027402




Dr. Ir. Agus Fajri Hasibuan, ST, MSc

NIDN : 0110068801

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anggina Aditia

NPM : 228150021

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 dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 26 Januari 2026


Anggina Aditia

228150021

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

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

Nama : Anggina Aditia

NPM : 228150021

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

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 : Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biobaterai Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Pendekatan *Value Engineering* beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pencipta dan sebagai peilik Hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 26 Januari 2026

Yang menyatakan



Anggina Aditia

ABSTRAK

Anggina Aditia NPM 228150021. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biobaterai Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Pendekatan *Value Engineering*. Dibawah bimbingan Nukhe Andri Silviana S.T., M.T.

Pisang adalah tanaman yang banyak tumbuh tersebar diseluruh wilayah Indonesia dan merupakan salah satu negara dengan produksi pisang terbesar di dunia. Peningkatan konsumsi pisang di Indonesia menghasilkan akumulasi limbah kulit pisang yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Kulit pisang mengandung mineral dan senyawa bioaktif seperti kalium, fosfor, magnesium, serta karbohidrat yang berpotensi dimanfaatkan sebagai elektrolit biobaterai. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komposisi kulit pisang sebagai sumber elektrolit serta menentukan alternatif biobaterai paling efisien. Metode penelitian menggunakan pendekatan *Value Engineering*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwasanya dari rata – rata limbah kulit pisang yang dihasilkan UMKM Pisang Pasir Mandheling 325,8 sisir/hari (5.212 buah) yang dipakai untuk dimanfaatkan menjadi biobaterai adalah 0,02 %. Dari 0,02 % limbah kulit pisang dijadikan 3 alternatif biobaterai, alternatif pertama menunjukkan bahwasanya biobaterai menghasilkan tegangan sebesar 1,08 V; alternatif kedua menghasilkan tegangan 1,20 V; dan alternatif ketiga menghasilkan tegangan 0,87 V. Ditinjau dari sisi biaya yang dibutuhkan untuk setiap alternatif adalah Rp1.200 untuk alternatif pertama, Rp2.200 untuk alternatif kedua, dan Rp1.600 untuk alternatif ketiga. Perhitungan nilai menggunakan metode *Value Engineering* ($Value = Function/Cost$) menunjukkan alternatif 1 memiliki efisiensi tertinggi (0,0009). Dengan demikian, pemanfaatan 100% kulit pisang menjadi biobaterai merupakan pilihan paling optimal dan berpotensi menjadi solusi energi alternatif yang ramah lingkungan.

Kata kunci: limbah kulit pisang, biobaterai, energi alternatif, *Value Engineering*

ABSTRACT

Anggina Aditia NPM 228150021. Utilization of Banana Peel Waste into Biobatteries as an Environmentally Friendly Alternative Energy with a Value Engineering Approach. Under the guidance of Nukhe Andri Silviana S.T., M.T.

Bananas are widely grown throughout Indonesia, which is one of the world's largest banana producers. Increased banana consumption in Indonesia has resulted in the accumulation of banana peel waste, which has the potential to pollute the environment if not managed properly. Banana peels contain minerals and bioactive compounds such as potassium, phosphorus, magnesium, and carbohydrates that have the potential to be used as biobattery electrolytes. This study aims to identify the composition of banana peels as a source of electrolytes and determine the most efficient biobattery alternative. The research method used a Value Engineering approach. The results of this study show that from the average banana peel waste produced by the Pisang Pasir Mandheling MSME, which is 325.8 combs/day (5,212 pieces), 0.02% is used to produce biobatteries. From the 0.02% banana peel waste, three alternative biobatteries were created. The first alternative showed that the biobattery produced a voltage of 1.08 V; the second alternative produced a voltage of 1.20 V; and the third alternative produced a voltage of 0,87 V. In terms of the cost required for each alternative, the first alternative costs IDR 1,200, the second alternative costs IDR 2,200, and the third alternative costs IDR 1,600. Calculations using the Value Engineering method ($Value = Function/Cost$) show that alternative 1 has the highest efficiency (0.0009). Thus, utilizing 100% banana peel to make biobatteries is the most optimal choice and has the potential to become an environmentally friendly alternative energy solution.

Keywords: banana peel waste, biobattery, alternative energy, Value Engineering

RIWAYAT HIDUP

Anggina Aditia lahir pada tanggal 10 Desember di Muarasoma, Kecamatan Batang Natal, Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. Merupakan anak dari Bapak Maslahuddin dan Ibu Salmah Lubis anak ke 3 dari 3 bersaudara.

Penulis menempuh jenjang pendidikan SD (Sekolah Dasar) di SDN 255 yang berada di Muarasoma, Kecamatan Batang Natal, Kabupaten Mandailing Natal dan lulus pada tahun 2014, kemudian penulis melanjutkan pendidikan SMP (Sekolah Menengah Pertama) di SMP Negeri 1 Batang Natal, dan Lulus pada Tahun 2017, kemudian melanjutkan kejenjang pendidikan SMA (Sekolah Menengah Atas) di MAN 5 Mandailing Natal dan lulus pada tahun 2020. Kemudian pada tahun 2022 melanjutkan ke jenjang pendidikan Perguruan Tinggi di salah satu Universitas yang ada di Kota Medan yaitu Universitas Medan Area Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri.

Berkat usaha yang disertai doa dari kedua orang tua dalam menjalani proses akademik di Universitas Medan Area, Penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi ini yang berjudul "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Pendekatan *Value Engineering*".

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala berkat rahmat dan karunianya sehingga skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biobaterai Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Pendekatan *Value Engineering*”** dapat terselesaikan dengan baik. Adapun skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan motivasi dari banyak pihak, baik berupa material, spiritual, informasi, maupun dari segi administrasi. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih 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 Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Nukhe Andri Silviana, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang sudah memberi arahan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
5. Seluruh Dosen pengampu Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area yang sudah memberikan ilmu yang sangat berguna sehingga dapat membantu dalam proses penyusunan tugas akhir.
6. Seluruh Staff Administrasi Universitas Medan Area yang telah membantu

- penulis dalam menyelesaikan segala urusan berkas-berkas administrasi penulis.
7. Kedua orang tua saya Bapak Maslahuddin dan Ibu Salmah Lubis beserta saudara – saudara saya yang selalu memberikan do'a, dukungan dan semangat selama proses perkuliahan sampe tahap penyelesaian tugas akhir ini.
 8. Pisang Pasir Mandheling yang telah memberikan izin dan membantu memberi data – data yang dibutuhkan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
 9. Seluruh teman – teman seperjuangan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang selalu memberikan semangat, dukungan dan hiburan saat penat.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karen itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis sebagai tambahan penegetahuan. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkannya. Semoga apa yang telah disajikan dalam skripsi ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk rekan-rekan dan pembaca sekalian.

Medan, 26 Desember 2025



Anggina Aditia

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Sistem Lingkungan Industri.....	9
2.3 Limbah dan Klasifikasinya.....	9
2.4 Limbah Organik.....	14
2.5 Penanganan Limbah.....	19
2.6 Limbah Kulit Pisang.....	21
2.7 Baterai.....	22
2.7.1 Klasifikasi Baterai.....	23
2.8 Biobaterai.....	23
2.9 <i>Value Engineering</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Jenis Penelitian.....	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.3 Objek Penelitian.....	30
3.4 Variabel Penelitian.....	30
3.5 Kerangka Berpikir.....	31
3.6 Metode Analisis Data.....	32
3.7 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Profil Perusahaan	35
4.2 Ruang Lingkup Usaha.....	36
4.3 Proses Pembuatan Biobaterai.....	37
4.4 Pengumpulan Data	39
4.5 Pengolahan Data.....	40
4.5.1 Tahap Informasi.....	40
4.5.2 Tahap Kreatif.....	42
4.5.3 Tahap Analisis	43
4.5.4 Tahap Rekomendasi	44
4.6 Penggunaan Biobaterai.....	45
BAB V KESIMPULAN & SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Limbah Kulit Pisang (Pisang Pasir Mandheling) Oktober	2
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	8
Tabel 2. 3 Kandungan Zat Gizi Kulit Pisang /100 gr	21
Tabel 4. 1 Limbah Kulit Pisang (Pisang Pasir Mandheling) Oktober.....	40
Tabel 4. 2 Limbah Kulit Pisang (Pisang Pasir Mandheling) Oktober (Lanjutan)	41
Tabel 4. 3 Rincian Biaya Alternatif 1	42
Tabel 4. 4 Rincian Biaya Alternatif 2	42
Tabel 4. 5 Rincian Biaya Alternatif 3	42
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Rincian Biaya Alternatif 1, 2 & 3.....	43
Tabel 4. 7 Alternatif Terpilih	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baterai dan Komponen – Komponennya.....	22
Gambar 2. 2 Baterai Bekas	25
Gambar 2. 3 Proses Pengelupasan Kulit Baterai	25
Gambar 2. 4 Mengeluarkan Batang Elektroda dan Karbon.....	26
Gambar 2. 5 Proses Pembuatan Pasta Kulit Pisang.....	26
Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir.....	31
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian	34
Gambar 4. 1 Outlet Pisang Pasir Mandheling.....	35
Gambar 4. 2 Pisang Pasir (Pisang Pasir Mandheling).....	36
Gambar 4. 3 Donat Kentang (Pisang Pasir Mandheling)	36
Gambar 4. 4 Jus Buah (Pisang Pasir Mandheling)	37
Gambar 4. 5 Salad Buah (Pisang Pasir Mandheling)	37
Gambar 4. 6 Proses Pembuatan Biobaterai Dari Kulit Pisang	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang adalah tanaman yang banyak tumbuh tersebar diseluruh wilayah Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi pisang terbesar di dunia. Pisang bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, mulai dari buah, batang, daun, hingga jantungnya. Setiap tahun konsumsi pisang menghasilkan limbah kulit pisang dalam jumlah besar. Buah pisang kaya akan nutrisi seperti kalium, vitamin C, magnesium, dan folat yang bermanfaat untuk kesehatan jantung, menurunkan tekanan darah, mengatasi anemia, serta membantu proses pencernaan dan menurunkan berat badan (Ernawati, 2024). Pisang juga dapat diolah menjadi berbagai makanan seperti pisang goreng, kolak, dan kue bolu. Hanya saja kulit pisang masih banyak menjadi limbah yang dibuang begitu saja.

Pisang Pasir Mandheling merupakan industri yang bergerak dibidang makanan dan minuman. Pisang Pasir Mandheling memproduksi berbagai jenis produk mulai pisang pasir, jus, pudding dan donat, tapi yang menjadi produk utama dan andalannya adalah pisang pasir. Pisang Pasir Mandheling memiliki empat outlet yang tersebar diantaranya berada di Jl. Perjuangan No.134, Jl. Perhubungan No. 22 Lau Dendang, Jl. Marelan 9, Pasar 1 Rel No. 266, Jl. Pengabdian No.327 Bandar Setia. Pisang Pasir Mandheling menggunakan jenis pisang kepok, yang menimbulkan limbah kulit pisang. Limbah kulit pisang yang cukup banyak tersebut hanya dibuang begitu saja oleh Pisang Pasir Mandheling. Padahal limbah kulit pisang tersebut dapat diolah dan dimanfaatkan menjadi suatu produk yang lebih bernilai. Selain itu, pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi suatu produk juga

dapat membantu pemilik Pisang Pasir Mandheling dalam mengelola limbah kulit pisang yang dihasilkan. Berikut data limbah kulit pisang Pisang Pasir Mandheling pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Limbah Kulit Pisang (Pisang Pasir Mandheling) Oktober

Hari	Jumlah (Sisir)
1	337
2	339
3	322
4	345
5	328
6	330
7	348
8	351
9	331
10	327
11	330
12	325
13	332
14	328
15	327
16	322
17	318
18	324
19	325
20	320
21	323
22	325
23	321
24	322
25	315
26	312
27	318
28	310
29	320
30	313
31	312
Total	10.100
Rata – rata	325,8 / Hari

Pengelolaan limbah kulit pisang secara konvensional, seperti pembuangan langsung ke lingkungan, dapat menimbulkan permasalahan lingkungan berupa pencemaran dan bau tidak sedap. Kulit pisang yang sering dianggap limbah sebenarnya memiliki potensi untuk dimanfaatkan, misalnya sebagai bahan pakan ternak, pupuk kompos, atau bahan dalam industri tertentu, walaupun di Indonesia masih banyak yang membuangnya begitu saja. Salah satu bentuk pemanfaatan limbah kulit pisang yang bisa dilakukan adalah menjadikannya sebagai bahan baku dalam pembuatan biobaterai. Penggunaan limbah organik ini sebagai sumber energi alternatif diharapkan tidak hanya mengatasi permasalahan limbah, tetapi juga mendukung pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan terjangkau. Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai biobaterai tidak hanya membantu mengurangi limbah organik yang menjadi masalah lingkungan, tetapi juga membuka peluang pengembangan energi alternatif yang murah dan berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku biobaterai dengan pendekatan *Value Engineering* guna menghasilkan energi alternatif yang ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah yang menjadi fokus pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana komposisi yang terkandung dalam limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai sumber elektrolit dalam biobaterai ?
2. Bagaimana menentukan alternatif biobaterai yang dapat memberikan nilai paling optimal dengan biaya paling efisien berdasarkan *value engineering* ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dalam skripsi dan penelitian ini maka dibuat batasan pada pengerjaannya, diantaranya :

1. Evaluasi performa biobaterai terbatas hanya pada pengujian output listrik dasar.
2. Penelitian tidak mencakup studi dampak lingkungan dan uji coba penggunaan biobaterai pada skala industri ataupun aplikasi komersial.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mencapai hal – hal berikut :

1. Untuk mengidentifikasi komposisi yang terkandung dalam kulit pisang serta untuk mengetahui bagaimana kandungan tersebut dapat dimanfaatkan menjadi sumber elektrolit dalam pembuatan biobaterai
2. Untuk menentukan alternatif biobaterai yang memberikan nilai paling optimal dengan biaya paling efisien melalui penerapan *value engineering*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan alternatif solusi energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan
2. Mengurangi jumlah limbah kulit pisang yang tidak dimanfaatkan dengan baik
3. Menghasilkan produk biobaterai dengan nilai fungsi dan ekonomi yang optimal melalui pendekatan *Value Engineering*

4. Menjadi dasar pengembangan lebih lanjut di bidang energi terbarukan dan teknologi biobaterai.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian ini, penulis menyajikan ringkasan isi dari penulisan skripsi ini yang digolongkan menjadi beberapa bagian seperti berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini mencakup tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori – teori yang akan digunakan menjadi landasan dan panduan untuk memecahkan permasalahan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memberikan gambaran umum tentang jenis penelitian, waktu serta tempat penelitian, pengambilan sampel, sumber data, variabel penelitian, dan teknik pemecahan permasalahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini mengidentifikasi data penelitian secara keseluruhan, kemudian mengumpulkan data, menganalisis hasil data, perhitungan sesuai pengolahan data serta pemecahan permasalahan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

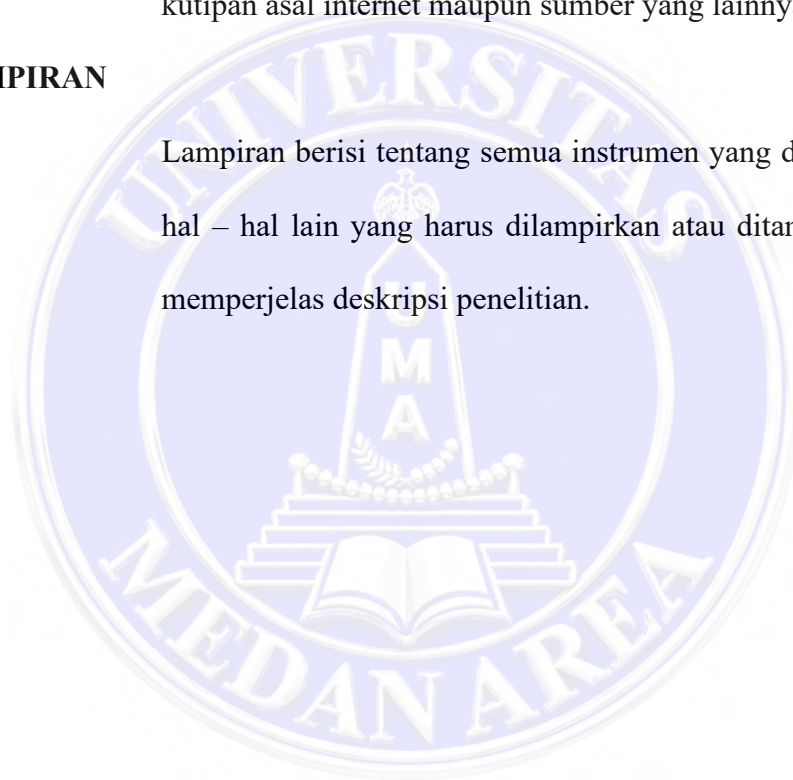
Pada bab ini diuraikan perihal konklusi dan saran atas semua yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi tentang sumber dan asal literatur yang digunakan pada penelitian ini, meliputi jurnal, buku, kutipan kutipan asal internet maupun sumber yang lainnya.

LAMPIRAN

Lampiran berisi tentang semua instrumen yang diperlukan dan hal – hal lain yang harus dilampirkan atau ditampilkan untuk memperjelas deskripsi penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Ada beberapa peneliti yang telah membahas pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi berbagai produk yang memiliki nilai tambah. Pada penelitian ini limbah kulit pisang dimanfaatkan menjadi bahan baku biobaterai sebagai alternatif energi ramah lingkungan. Berikut beberapa penelitian tentang pemanfaatan limbah kuling pisang yang dapat dilihat dalam Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian	Hasil
Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biobaterai Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Warga Sidotopo Wetan, Surabaya Oleh : Rizal Koen Asharo, Firas Khaleyla, Choirina Tamimi Rahmadi, Anggi Koenjaini Putri	Limbah kulit pisang memiliki potensi untuk mengantarkan arus listrik, sehingga dapat digunakan untuk menggantikan elektrolit pada baterai komersil. Potensi ini yang selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai pasta organik pengisi baterai yang selanjutnya dikenal sebagai biobaterai.
Alternatif Energi Listrik Dari Kulit Pisang (Alifah, 2022) Oleh : Aqilah Putri Alifah, Tiffani Diva Auliya, Enggar Abimanyu, Rizky Fenaldo Maulana, S.Kom., M.Kom	Limbah kulit pisang terbukti dapat menghantarkan arus listrik yang mampu menggantikan elektrolit pada baterai. Kulit pisang memiliki kandungan potassium (K ⁺) dan garam natrium (Cl ⁻) akan membentuk KCl, elektrolit kuat yang mampu terionisasi dan menghantarkan arus listrik. Listrik yang mengalir disebabkan karena perpindahan perbedaan muatan pada kutub positif dan negatif.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Judul Penelitian	Hasil
Pembuatan BioBaterai sebagai Energi Alternatif dari Bahan Limbah Organik (Fatikhah, 2025) Oleh : Tri Aprilia Fatikhah, Kemala Sari Wabula, Andi Ayu Febriani, Jamilatul Munawaroh	Pembuatan biobaterai menunjukkan potensi besar dalam memanfaatkan bahan limbah organik untuk menghasilkan energi Listrik yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, limbah organik seperti kulit pisang, ampas tebu, dan daun-daunan terbukti dapat diolah menjadi elektrolit yang dapat digunakan dalam pembuatan biobaterai. Bioaterai yang dihasilkan memiliki kinerja yang cukup baik dalam menghasilkan energi listrik, meskipun masih memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi dan daya tahan baterai. Kulit pisang jika di campurkan dengan elektrolit bekas dapat menambahkan nilai tegangan. Nilai tegangan yang efektif digunakan sebagai alternatif sumber arus searah adalah kapasitas 2 baterai yang disusun seri menggunakan massa 15 gram kulit pisang dan 15 gram elektrolit bekas atau dengan perbandingan 1 : 1. Pada percobaan eksperimen ini, massa tersebut yang memiliki tegangan yang lebih besar dan dapat menyalakan 1 beban lampu yang berkapasitas 6 volt 0,5 ampere dalam 84 jam yang disusun secara seri.
Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang Sebagai Alternatif Sumber Arus Searah Pengganti Pasta Batu Baterai (Ashari, 2022) Oleh : Hilda Ashari ¹ , Dyah Vitalocca ² , Nurul Ilmia ³	Pembahasan dalam penelitian ini pada dasarnya sama yaitu pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi sumber energi pada baterai. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian – penelitian terdahulu terletak pada lokasi penelitian, penggunaan bahan tambahan untuk melihat perbedaan tegangan yang dihasilkan, dimana pada penelitian ini menggunakan 2 alternatif bahan tambahan yaitu : Cuka dan garam dan penggunaan metode <i>Value Engineering</i> untuk menganalisis alternatif mana yang paling efisien untuk dilanjutkan sebagai pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi biobaterai yang ramah lingkungan.

Pembahasan dalam penelitian ini pada dasarnya sama yaitu pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi sumber energi pada baterai. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian – penelitian terdahulu terletak pada lokasi penelitian, penggunaan bahan tambahan untuk melihat perbedaan tegangan yang dihasilkan, dimana pada penelitian ini menggunakan 2 alternatif bahan tambahan yaitu : Cuka dan garam dan penggunaan metode *Value Engineering* untuk menganalisis alternatif mana yang paling efisien untuk dilanjutkan sebagai pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi biobaterai yang ramah lingkungan.

2.2 Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri adalah kerangka kerja yang menganalisis hubungan antara industri dan lingkungan untuk mencapai keberlanjutan, serta mengelola dampak lingkungan dari kegiatan industri. Ini mencakup pendekatan seperti pengelolaan limbah, efisiensi sumber daya, *green manufacturing*, dan penerapan sistem manajemen lingkungan untuk meminimalkan polusi, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memenuhi tujuan lingkungan secara keseluruhan. Menurut (Nurhayati Sembiring) dalam “Buku Ajar Memahami Sistem Lingkungan Industri” Sistem lingkungan industri adalah pendekatan holistic yang memadukan prinsip ekologi dengan proses industri untuk meminimalkan dampak negative kegiatan industri terhadap lingkungan.

Permasalahan lingkungan tidak hanya berdampak pada bidang ekonomi tetapi juga sosial. Perubahan lingkungan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan setempat dan kesehatan manusia. Memasukkan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup melalui kegiatan manusia yang melampaui standar lingkungan yang telah ditetapkan disebut pencemaran lingkungan. Manajemen lingkungan diperlukan untuk mencegah kerusakan atau degradasi lingkungan, menunjang kehidupan, dan menjamin pembangunan berkelanjutan. Tujuan dari manajemen lingkungan adalah untuk meningkatkan pengelolaan lingkungan dengan mengintegrasikannya

2.3 Limbah dan Klasifikasinya

Limbah merupakan zat atau bahan buangan yang dihasilkan dari proses produksi baik industri ataupun rumah tangga, yang kehadirannya tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah merupakan suatu

buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dimana Masyarakat bermukim, disanalah berbagai jenis limbah akan dihasilkan.(Azteria, 2021).

Pengertian limbah industri menurut UU No 23 Tahun 1997 adalah sisa suatu kegiatan atau proses produksi industri. Limbah dapat dihasilkan dari tiga jenis sumber yaitu dari limbah organik, limbah anorganik, dan limbah B3. Limbah industri pada umumnya dihasilkan dari sebuah proses produksi yang menghasilkan bahan baku/produk yang dapat dimanfaatkan langsung oleh konsumen.

Berdasarkan wujudnya limbah dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. Limbah padat (limbah padat lebih dikenal sebagai sampah)

Limbah padat jenis limbah yang memiliki bentuk fisik padat, bersifat kering, dan tidak dapat bergerak sendiri kecuali jika dipindahkan. Limbah padat umumnya terdiri dari sisa makanan, limbah tumbuhan, potongan kayu, limbah industri seperti ampas, dan lainnya

2. Limbah cair

Limbah cair jenis limbah yang memiliki wujud cair. Limbah ini memiliki sifat yang larut dalam air dan selalu bergerak atau mengalir (kecuali jika ditempatkan dalam wadah atau bak). Contoh limbah cair meliputi air bekas cucian pakaian dan piring, limbah cair dari industri, dan lainnya.

3. Limbah gas

Limbah gas jenis limbah yang berwujud dalam bentuk gas. Limbah ini dapat terlihat dalam bentuk asap dan memiliki sifat yang selalu bergerak, sehingga dapat menyebar dengan luas. Contoh limbah gas mencakup gas buang dari kendaraan bermotor dan gas buang dari proses industri.

Berdasarkan sumbernya limbah dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

1. Limbah Domestik (Rumah Tangga)

Limbah domestik adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan sehari – hari rumah tangga. Limbah ini terdiri dari limbah padat dan cair yang berasal dari aktivitas memasak, mandi, mencuci, hingga sampah rumah tangga lainnya. Limbah domestik umumnya tidak berbahaya secara langsung namun membutuhkan pengelolaan yang tepat agar tidak mencemari lingkungan dan menjadi sumber penyakit. Contoh limbah domestik :

- a. Sisa makanan, sayuran, dan buah-buahan (limbah organik)
- b. Plastik, kaca, kertas, dan kaleng bekas (limbah anorganik)
- c. Air bekas cucian, mandi, dan limbah cair dari toilet.

2. Limbah Industri

Limbah industri merupakan limbah yang dihasilkan dari aktivitas produksi di pabrik dan industri. Limbah ini cenderung memiliki sifat yang kompleks dan sering mengandung bahan kimia berbahaya, toksik, dan sulit terurai. Oleh karena itu, limbah industri perlu penanganan khusus sesuai regulasi untuk mencegah pencemaran lingkungan. Karakter limbah industri membuatnya menjadi sumber utama polusi udara, air, dan tanah jika tidak dikelola dengan baik. Contoh limbah industri:

- a. Limbah cair berisi bahan kimia dari proses produksi seperti pelarut dan logam berat.
- b. Limbah padat seperti serpihan logam, abu, residu kimia.
- c. Gas buang berupa asap dan uap berbahaya dari cerobong pabrik.

3. Limbah Pertanian dan Peternakan

Limbah pertanian dan peternakan sebagian besar bersifat organik dan mudah terurai secara alami. Limbah ini berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan bagian tanaman yang tidak terpakai. Namun, limbah jenis ini juga dapat mengandung bahan anorganik berbahaya seperti pestisida dan herbisida yang digunakan dalam proses pertanian. Contoh limbah pertanian dan peternakan:

- a. Jerami, daun, batang tanaman, dan sisa panen (organik)
- b. Kotoran ternak seperti sapi, ayam, dan babi
- c. Sisa pestisida dan herbisida yang menempel pada tanah atau tanaman (anorganik berbahaya)

4. Limbah Medis

Limbah medis adalah limbah yang berasal dari fasilitas kesehatan seperti rumah sakit, klinik, dan laboratorium. Limbah ini berpotensi sangat berbahaya karena mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun, dan benda tajam yang dapat menyebabkan infeksi dan kerusakan lingkungan. Karena sifatnya yang berbahaya, limbah medis harus diolah dengan metode khusus seperti insinerasi atau sterilisasi agar aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia Contoh limbah medis:

- a. Jarum suntik bekas, perban, dan alat steril bekas pakai.
- b. Limbah cair laboratorium mengandung bahan kimia beracun.
- c. Obat kadaluwarsa dan bahan farmasi sisa.

Berdasarkan karakteristiknya limbah dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis

yaitu :

1. Limbah Organik

Limbah organik berasal dari bahan-bahan yang berasal dari makhluk hidup dan dapat terurai secara alami melalui proses biologis. Biasanya limbah ini berasal dari sisa-sisa makanan, limbah pertanian, dan limbah dari peternakan. Limbah organik memiliki sifat mudah membusuk dan bisa diolah menjadi kompos atau pakan ternak, sehingga dapat mengurangi volume limbah dan menghasilkan bahan yang berguna. Contoh limbah organik meliputi: Sisa makanan (sayur, buah, sisa nasi, dan daging), limbah dari pertanian (batang padi, daun, dan jerami), kotoran hewan (kotoran sapi, ayam, dan lainnya).

2. Limbah Anorganik

Limbah anorganik berasal dari bahan-bahan kimia dan material tidak mudah terurai secara biologis, biasanya berasal dari industri, rumah tangga, maupun kegiatan ekonomi lainnya. Limbah anorganik membutuhkan proses daur ulang agar tidak mencemari lingkungan, karena tidak mudah terurai dan bisa menyebabkan pencemaran tanah dan air jika dibuang sembarangan. Contohnya meliputi: Plastik, kaleng, kaca, sisa sabun dan deterjen.

3. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Limbah B3 merupakan limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang memiliki sifat khusus, seperti mudah terbakar, mudah meledak, bersifat korosif, atau toksik. Limbah B3 harus ditangani dengan prosedur khusus sesuai peraturan, seperti disimpan terpisah dan melalui proses pemusnahan yang aman agar tidak mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Contoh limbah B3 meliputi: Sisa bahan

kimia industri (pestisida, bahan kimia dari pabrik, dan sisa bahan farmasi), obat kedaluwarsa dan bahan kimia rumah tangga berbahaya (limbah dari bahan pembersih) aki bekas dan baterai yang mengandung logam berat beracun.

2.4 Limbah Organik

Berdasarkan sifatnya, limbah dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu limbah organik, limbah anorganik dan limbah B3. Limbah organik mudah diuraikan dalam proses alami. Limbah organik biasanya berupa sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran, kulit buah, dan daun (Yulistia & Chimayati, 2021). Limbah anorganik berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti mineral dan minyak bumi, plastik dan aluminium. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedang sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama, seperti wadah – wadah dari plastik, tas plastik/kantong kresek, dan kaleng. Limbah B3 merupakan limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang memiliki sifat khusus, seperti mudah terbakar, mudah meledak, bersifat korosif, atau toksik. Limbah B3 harus ditangani dengan prosedur khusus sesuai peraturan, seperti disimpan terpisah dan melalui proses pemusnahan yang aman agar tidak mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia.

Limbah organik merupakan sisa bahan yang berasal dari makhluk hidup seperti sisa makanan, daun, dan kotoran hewan yang mudah terurai secara alami. Pengolahan limbah ini penting karena jika tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan bau tak sedap, penyakit, dan mencemari lingkungan. Pada umumnya, limbah kota didominasi oleh sampah organik sekitar 70%, hal ini merupakan

konsekuensi logis dari aktivitas dan kebutuhan penduduk kota. Sumber limbah organik kota umumnya berasal dari pasar, rumah potong hewan, restoran, dan rumah tangga. Limbah organik bisa diolah menjadi berbagai produk bernilai seperti kompos, biogas bahkan menjadi bioenergi.

Bahan organik yang dihasilkan dari limbah pertanian dan non-pertanian (limbah kota dan limbah industri) dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk. Berikut beberapa contoh limbah organik yang bisa dimanfaatkan menjadi produk yang lebih bernilai, antara lain :

1. Kulit Pisang

Kulit pisang termasuk limbah organik yang kaya senyawa lignoselulosa, pektin, kalium (K), dan memiliki kadar air tinggi. Kandungan mineral dan elektrolitnya membuat kulit pisang mudah terdekomposisi dan potensial sebagai bahan energi alternatif. Berikut contoh pemanfaatan kulit pisang :

- a. Biobaterai : Senyawa elektrolit dalam kulit pisang (seperti ion K^+ dan Na^+) mampu menghantarkan arus listrik melalui proses reaksi elektrokimia
- b. Kompos : Kandungan karbon (C), nitrogen (N), serta kalium mendukung proses dekomposisi oleh mikroorganisme
- c. Pakan ternak : Serat dan karbohidrat memberikan nilai nutrisi tambahan setelah proses pengeringan.

2. Sisa Sayuran

Sisa sayuran mengandung karbohidrat kompleks, vitamin, mineral, dan kadar air tinggi, sehingga sangat mudah terurai oleh mikroorganisme.

Degradasi aerobik menghasilkan humus yang bernutrisi. Sisa sayuran dapat dimanfaatkan menjadi :

- a. Kompos : Proses biodegradasi oleh bakteri aerob menghasilkan zat organik stabil (humus)
- b. Eco-enzyme : Fermentasi 3 bulan menggunakan gula menghasilkan larutan asam organik yang berfungsi sebagai pembersih alami
- c. Pakan ternak : Kandungan selulosa dan nutrisi sayur mentah dapat dimanfaatkan untuk pakan kambing, kelinci, atau ayam.

3. Buah Busuk

Buah busuk mengalami fermentasi alami karena aktivitas bakteri dan ragi. Kandungan glukosa dan fruktosa yang tinggi menjadikannya bahan ideal untuk proses fermentasi lanjutan. Buah busuk dapat dijadikan sebagai :

- a. Bioetanol : Melalui proses fermentasi oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae*, glukosa diubah menjadi etanol
- b. Kompos cair : Kandungan gula mempercepat pertumbuhan bakteri pengurai sehingga memperkaya nutrisi kompos
- c. Eco-enzyme : Menghasilkan asam organik volatil yang berguna untuk pewangi dan pembersih alami.

4. Kulit Telur

Kulit telur terdiri dari 94% kalsium karbonat (CaCO_3), struktur mineral yang sama seperti batu kapur. Senyawa ini penting untuk pertumbuhan tanaman dan pembentukan tulang pada hewan. Contoh pemanfaatan kulit telur :

- a. Pupuk tanaman : Kalsium meningkatkan pH tanah asam dan memperkuat struktur sel tanaman
- b. Pakan unggas : CaCO_3 membantu pembentukan cangkang telur baru dan kesehatan tulang
- c. *Abrasive agent* : Partikel kasar CaCO_3 dapat menghilangkan kerak secara mekanis.

5. Ampas Kopi

Ampas kopi mengandung lignin, selulosa, nitrogen, dan sisa kafein, serta memiliki kemampuan mengikat bau. Struktur materialnya membantu meningkatkan porositas tanah. Contoh pemanfaatan ampas kopi :

- a. Pupuk/*soil booster* : Kandungan nitrogen dan mineral membantu kesuburan tanah
- b. Pengharum ruangan : Ampas kopi menyerap bau karena struktur pori mikro pada partikulanya
- c. Scrub kulit : Teksturnya yang kasar digunakan sebagai eksfoliator alami.

6. Kotoran Ternak

Kotoran ternak kaya bahan organik, nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Dalam kondisi anaerob, bahan organik dapat diubah menjadi gas metana (CH_4) melalui proses biokonversi. Contoh pemanfaatan kotoran ternak :

- a. Biogas : Proses anaerobik oleh bakteri metanogen menghasilkan CH_4 sebagai bahan bakar alternatif

- b. Pupuk organik : Meningkatkan kandungan hara tanah dan memperbaiki struktur tanah
- c. Vermikompos : Media ideal bagi cacing tanah untuk menghasilkan kompos berkualitas tinggi.

7. Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah lignoselulosa yang tinggi selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Bahan ini mudah dikompresi karena sifatnya yang ringan dan menyerap panas. Contoh pemanfaatan serbuk kayu :

- a. Briket : Lignin berperan sebagai perekat alami saat proses pemadatan briket
- b. Media tanam jamur : Struktur pori dan sifat menyerap air mendukung pertumbuhan miselium jamur tiram
- c. Campuran kompos : Menambah karbon (C) sehingga membantu menjaga rasio C/N dalam kompos.

8. Sekam / Dedak Padi

Sekam padi mengandung silika (SiO_2) tinggi sehingga tahan panas. Dedak padi mengandung lemak dan protein sisa dari penggilingan padi. Contoh pemanfaatan sekam / dedak padi

- a. Arang sekam : Diproses melalui pirolisis untuk media tanam yang porous dan antiseptik
- b. Pakan ternak : Dedak menjadi bahan pakan kaya energi
- c. Briket biomassa : Silika dan lignin membantu pembentukan briket yang stabil.

2.5 Penanganan Limbah

Penanganan limbah merupakan rangkaian kegiatan untuk mengelola limbah mulai dari tahap awal hingga pembuangan akhir dengan tujuan mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan dan Kesehatan (Risa, 2024). Metode penanganannya mencakup penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), pemisahan limbah sesuai jenisnya, pengolahan khusus untuk limbah B3 dan limbah cair, serta pemanfaatan limbah untuk menekan jumlah sampah, misalnya melalui pembuatan pupuk kompos atau *ecobrick*.

Metode penanganan limbah yang bisa dilakukan sebelum membuangnya untuk membantu mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan :

1. Pemilahan

Memisahkan sampah berdasarkan jenisnya (organik dan anorganik) agar lebih mudah diolah.

2. Pengolahan limbah kompos

Mengubah limbah organik menjadi pupuk untuk menyuburkan tanah.

3. Membuat *Ecobrick*

Mengisi botol plastik bekas dengan sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang, sehingga menciptakan blok bangunan yang kokoh.

4. Pengolahan limbah cair

Memisahkan polutan dalam air limbah melalui proses fisika (sedimentasi, flotasi, filtrasi), kimia (koagulasi, ozonisasi), atau biologi (menggunakan mikroorganisme).

5. Pengolahan limbah medis dan B3

Limbah berbahaya dan beracun (B3) memerlukan penanganan khusus dengan metode fisik, kimia, atau biologis agar tidak berbahaya sebelum dibuang.

Prinsip utama dalam penanganan limbah dengan menggunakan konsep 3R :

1. *Reduce* (Mengurangi)

Mengurangi produksi limbah sejak awal, contohnya dengan mengganti bahan kimia berbahaya dengan yang tidak beracun, mengurangi penggunaan kantong plastik/kresek dengan menggunakan tas belanja sendiri, membawa botol minum dan kotak makanan sendiri dari rumah untuk mengurangi penggunaan barang sekali pakai.

2. *Reuse* (Menggunakan kembali)

Menggunakan kembali barang yang sudah ada. Jika barang masih dalam kondisi layak pakai, alangkah lebih baik tidak langsung dibuang. Misalnya, kardus, bubble wrap, atau plastik yang masih bisa digunakan kembali untuk keperluan lain. Gunakan juga produk yang dapat digunakan berkali-kali, seperti wadah semprot produk pembersih.

3. *Recycle* (Mendaur ulang)

Memproses sampah menjadi produk baru, seperti mendaur ulang limbah organik kering menjadi produk yang dapat digunakan kembali. Misalnya, kain perca atau kain bekas dapat dijahit menjadi gorden. Plastik bekas dapat dikumpulkan dan diolah menjadi berbagai produk. Dengan mendaur ulang limbah, kita dapat mengurangi limbah dan menciptakan barang yang lebih bermanfaat.

2.6 Limbah Kulit Pisang

Produksi pisang di Indonesia mencapai lebih dari 7 ton pada tahun 2016. Tingginya angka konsumsi tersebut mengindikasikan bahwa kebutuhan masyarakat Indonesia akan buah pisang sangat tinggi. Dengan kata lain, hal ini menimbulkan dampak baru, yaitu limbah kulit pisang yang juga tinggi. Limbah kulit pisang biasanya hanya dibuang, hal itu tentu saja berdampak pada permasalahan lingkungan (Herliata, Safeniyah, 2020). Kulit pisang dapat mencemari permukaan tanah karena dapat meningkatkan keasaman tanah. Kulit pisang termasuk limbah organik yang kaya akan kandungan mineral dan elektrolitnya yang membuat kulit pisang mudah terdekomposisi dan potensial sebagai bahan energi alternatif. Limbah kulit pisang umumnya mengandung senyawa seperti lignoselulosa, karbohidrat, protein, kalsium, fosfor dan lain – lain (Hanan, 2024).

Tabel 2. 3 Kandungan Zat Gizi Kulit Pisang /100 gr

Zat Gizi	Kadar
Air (g)	68,90
Karbohidrat (g)	18,50
Lemak (g)	2,11
Protein (g)	0,32
Kalsium (mg)	7,15
Fosfor (mg)	1,17
Zat Besi (mg)	1,60
Vitamin B (mg)	0,12
Vitamin C (mg)	17,50
Tannin (mg)	4,79

Limbah pisang ini secara organik memiliki potensi dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair, kompos, pakan ternak, atau bahan baku bioenergi (biogas, bioethanol biobaterai). Pengelolaan limbah pisang yang tepat bisa mengurangi dampak pencemaran dan memberikan manfaat ekonomi serta lingkungan.

2.7 Baterai

Baterai merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menyimpan energi Listrik serta dapat merubah energi kimia menjadi energi listrik dengan bantuan katoda dan anoda. Pada baterai yang disimpan merupakan tenaga kimia dan membuat reaksi antar bahan kimia yang kemudian akan menimbulkan aliran elektron sehingga menghasilkan energi listrik (Wibowo, 2025).

Baterai adalah alat yang berisi sel – sel kimia yang biasa disebut dengan elektrolit, elektrolit yang bereaksi dengan konduktor – konduktor satu anoda bermuatan positif (+) dan satu bermuatan negatif (-) akan menghasilkan listrik. Baterai adalah alat listrik kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Setiap baterai memiliki kapasitas yang berbeda – beda, kapasitas baterai adalah muatan yang tersimpan di dalam baterai yang ditentukan oleh waktu masa aktif material didalamnya. Kapasitas baterai bergantung pada banyaknya bahan aktif pada plat positif dan plat negative. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu :

1. Batang karbon sebagai anode (kutub positif baterai)
2. Seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif baterai)
3. Pasta sebagai elektrolit (penghantar).



Gambar 2. 1 Baterai dan Komponen – Komponennya

Kandungan kimia pada baterai :

Anoda : logam seng (Zn)

Katoda : batang karbon/gafit (C)

Elektrolit : MnO_2 , NH_4Cl dan serbuk karbon (C)

2.7.1 Klasifikasi Baterai

Baterai dapat dikelompokkan berdasarkan cara penggunaannya maupun sifat kimianya.

1. Baterai Primer (Tidak dapat diisi ulang)

Baterai primer adalah baterai yang hanya bisa digunakan sekali. Begitu energi kimianya habis baterai ini tidak dapat dipulihkan lagi, karena reaksi kimianya bersifat tidak dapat dibalik. Contoh baterai primer sering dijumpai pada perangkat sehari – hari seperti baterai alkaline yang banyak digunakan pada remote, jam dinding, atau mainan.

2. Baterai Sekunder

baterai sekunder adalah baterai yang bisa diisi ulang. Pada jenis ini reaksi kimianya bersifat bisa dibalik (*reversible*) sehingga setelah digunakan kondisi kimianya dapat dikembalikan seperti semula melalui proses pengisian ulang. Contohnya adalah baterai lithium-ion yang umum digunakan pada ponsel dan laptop, serta aki pada kendaraan.

2.8 Biobaterai

Biobaterai merupakan jenis pengembangan baterai yang menggunakan bahan organik seperti glukosa, enzim, atau limbah organik (misalnya kulit pisang, ampas tebu) untuk menghasilkan energi listrik. Teknologi ini ramah lingkungan dan tidak beracun, serta berpotensi mengurangi limbah organik. Biobaterai berasal dari

bahan alam yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya sehingga aman untuk dikembangkan pada baterai. Sumber utama energi biobaterai yaitu glukosa, karbohidrat, asam amino dan enzim (Andinata, 2020). Kulit pisang mengandung karbohidrat dan mineral lain. Karbohidrat mengandung glukosa yang apabila dicampur air dan didiamkan pada ruang kedap udara selama beberapa hari, maka akan terjadi fermentasi yang menghasilkan etanol. Etanol ini lama kelamaan akan teroksidasi menjadi asam etanoat atau asam asetat yang termasuk dalam zat elektrolit. Zat elektrolit yang terkandung dalam kulit pisang dapat terionisasi dan menghantarkan listrik sehingga tepat dijadikan sebagai pasta elektrolit yang memiliki daya tahan optimum pada baterai (Nurannisa, 2020).

Energi listrik pada baterai melibatkan transfer elektron melalui suatu media yang bersifat konduktif dari dua elektroda (anoda dan katoda) sehingga menghasilkan arus listrik dan beda potensial. Komponen utama pada baterai terdiri dari elektroda dan elektrolit. Dalam pemanfaatan kulit pisang menjadi biobaterai ini kulit pisang akan diolah menjadi pasta atau sebagai bahan elektrolit dalam biobaterai.

Perancangan alat untuk membuat sebuah baterai yang memanfaatkan kulit pisang baterai yang digunakan merupakan baterai yang sudah tidak terpakai atau yang kandungannya elektrolitnya sudah lemah. Kandungan elektrolit diganti dengan kulit pisang agar dapat digunakan kembali. Perancangan baterai kulit pisang dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut :

1. Pemilihan Baterai

Baterai yang digunakan yaitu jenis baterai yang sekali pakai (*Single Use*) dengan berukuran yang sedang serta memiliki tegangan 1,5 V.



Gambar 2. 2 Baterai Bekas

2. Pengelupasan Kulit Baterai

Pengelupasan kulit baterai bertujuan untuk memisahkan antara kulit baterai bagian luar dan bagian dalam, pengelupasan kulit baterai dilakukan dengan memanfaatkan pisau dimulai dari ujung atas hingga bawah.



Gambar 2. 3 Proses Pengelupasan Kulit Baterai

3. Mengeluarkan Batang Elektroda dan Karbon

Mengeluarkan batang elektroda pada baterai bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengeluaran karbon yang ada didalam baterai dengan cara memotong bagian atas baterai hingga terpisah dari batang baterai dan menarik elektroda keluar. Mengeluarkan karbon pada baterai bertujuan untuk membersihkan baterai dan baterai dapat diisi dengan kulit

pisang, sebelum diisi baterai dibersihkan dan dijemur hingga bagian dalam baterai kering.



Gambar 2. 4 Mengeluarkan Batang Elektroda dan Karbon

4. Pembuatan Pasta Kulit Pisang

Pembuatan pasta kulit pisang bertujuan untuk membuat isian baterai sebagai pengganti karbon. Kulit pisang di tumbuk hingga halus sampai menjadi pasta.



Gambar 2. 5 Proses Pembuatan Pasta Kulit Pisang

5. Mengisi Baterai dengan Kulit Pisang

Kulit pisang yang telah dihaluskan sampai menjadi pasta kemudian dimasukkan kedalam baterai sebagai pengganti karbon dan batang elektroda dimasukkan kembali dan baterai ditutup.

2.9 Value Engineering

Dalam buku “*standart SAVE International*” terdapat penjelasan singkat mengenai perkembangan *Value Engineering* yang mengungkapkan filosofi *Value Engineering* (VE). Filosofi *Value Engineering* ini berfokus pada pengelolaan nilai (*value*) dan upaya peningkatan inovasi secara sistematis untuk memberikan keunggulan daya saing bagi produk yang akan dirakit. Produk – produk ini dibeli karena fungsi yang mereka berikan, baik melalui pekerjaan yang dapat mereka lakukan atau kualitas estetika yang mereka tawarkan.

Value engineering adalah pendekatan sistematis yang berorientasi terorganisir dan terarah untuk menganalisis fungsi-fungsi dari produk, sistem atau proses penyediaan untuk tujuan meningkatkan nilainya (*value*) dengan mengidentifikasi dan menghilangkan biaya – biaya yang tidak diperlukan dan mencapai kinerja yang dibutuhkan pada biaya siklus hidup proyek paling rendah (Amri, 2021). *Value engineering* adalah sebuah prosedur ketat yang diarahkan pada pencapaian fungsi yang dibutuhkan dengan biaya minimum tanpa mengurangi mutu, tingkat kepercayaan, kinerja dan waktu penyerahan.

Dalam penerapan *value engineering* ada empat tahapan yang harus dilakukan, yaitu :

1. Tahap Informasi

Tahap informasi dalam proses *Value Engineering* mencakup kegiatan merumuskan masalah, mengumpulkan data faktual, memahami objek melalui analisis fungsi, serta mencatat komponen biaya. Tujuan dari tahap ini adalah:

- a. Mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem, struktur, atau elemen – elemen yang dianalisis.
- b. Mengidentifikasi permasalahan nilai melalui penjabaran fungsi dan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi utama.

Output dari tahap informasi berupa estimasi biaya untuk melaksanakan fungsi dasar. Perkiraan biaya fungsi dasar tersebut kemudian dibandingkan dengan estimasi biaya masing-masing komponen secara keseluruhan. Apabila biaya total jauh lebih besar daripada biaya fungsi dasar, maka terdapat kemungkinan adanya peluang untuk meningkatkan nilai.

2. Tahap Kreatif

Pada tahap ini, berbagai gagasan dikembangkan dan dilakukan pencarian terhadap pilihan – pilihan lain yang mampu memberikan fungsi atau kegunaan yang setara. Ketidakmampuan dalam menciptakan ide – ide baru sering menjadi faktor utama munculnya biaya yang tidak diperlukan. Alternatif yang diusulkan dapat muncul melalui pengurangan elemen, penyederhanaan, atau melakukan modifikasi tanpa menghilangkan fungsi inti dari objek tersebut. Pada tahap kreatif ini, imajinasi berperan penting dan ide – ide baru dapat muncul tanpa harus mempertimbangkan aspek kepraktisan atau tingkat kesulitan pelaksanaannya.

3. Tahap Analisis

Proses menentukan alternatif biasanya melibatkan penilaian terhadap kelayakan masing – masing opsi serta pemilihan alternatif yang paling unggul di antara pilihan yang tersedia. Tujuan dari tahap ini adalah memperoleh hasil yang paling optimal, sehingga kriteria pemilihannya

sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan kondisi setiap alternatif yang dievaluasi.

4. Tahap Rekomendasi

Tahap ini merupakan fase terakhir dalam proses *Value Engineering*, di mana dilakukan penyusunan serta penyampaian hasil dan kesimpulan kepada pihak – pihak terkait. Laporan tersebut berfungsi untuk menyajikan data dan informasi yang mendukung argumentasi yang diajukan. Seluruh aspek teknis dan biaya dari desain awal dibandingkan dengan hasil *Value Engineering*, dan seluruh perbandingan tersebut dijabarkan secara rinci dalam laporan akhir. Dengan demikian, laporan akhir akan mencakup :

- a. Identitas objek atau proyek
- b. Uraian fungsi setiap komponen dan keseluruhan sistem, baik sebelum maupun setelah penerapan *Value Engineering*
- c. Total perkiraan penghematan biaya yang dapat dicapai.

Dalam metode *Value Engineering* untuk menentukan seberapa efisien suatu alternatif dilakukan tahap pengukuran nilai. Pada tahap ini setiap alternatif dianalisis dengan menggunakan rasio nilai (*value ratio*) yaitu perbandingan antara fungsi yang diperoleh dengan biaya yang dibutuhkan. Dalam buku “konsep *Value Engineering*” (Rani, 2022) rumus yang digunakan adalah :

$$Value = \frac{Function}{Cost}$$

Dari perhitungan rumus tersebut, semakin besar nilai (*value*) berarti alternatif tersebut lebih efisien, karena menghasilkan fungsi yang lebih baik dengan biaya yang relatif rendah. Begitu juga sebaliknya apabila nilai yang diperoleh kecil, berarti biaya yang dikeluarkan tidak sebanding dengan fungsi yang dihasilkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini masuk kedalam kategori penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengembangkan dan memanfaatkan limbah kulit pisang menjadi biobaterai sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa angka – angka yang akan diukur dan dianalisis. Melalui analisis data tersebut, diharapkan dapat diperoleh kesimpulan yang dapat mendukung tujuan penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan November 2025 sampai selesai. Penelitian ini dilakukan di Pisang Pasir Mandheling di Jl. Perjuangan, No.134, sidorejo, Kec. Medan Perjuangan, Kota Medan, Sumatera Utara

3.3 Objek Penelitian

Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah limbah kulit pisang dari sisa produksi pembuatan pisang pasir di Pisang Pasir Mandheling.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah atribut atau objek yang memiliki variasi antara satu sama lain (Prasetia, 2022). Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang menjadi fokus dalam penelitian yang mempunyai variasi yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel independent (variabel bebas) dan variabel dependent (variabel terikat).

1. Variabel independent (variabel bebas)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Ulfa, 2021). Variabel independen sering disebut juga variabel stimulus, *predictor*, *antecedent*. Adapun variabel independent pada penelitian ini ialah jumlah limbah kulit pisang dengan rincian 325,8 sisir/Hari dan komposisi limbah kulit pisang sebagai sumber elektrolit biobaterai.

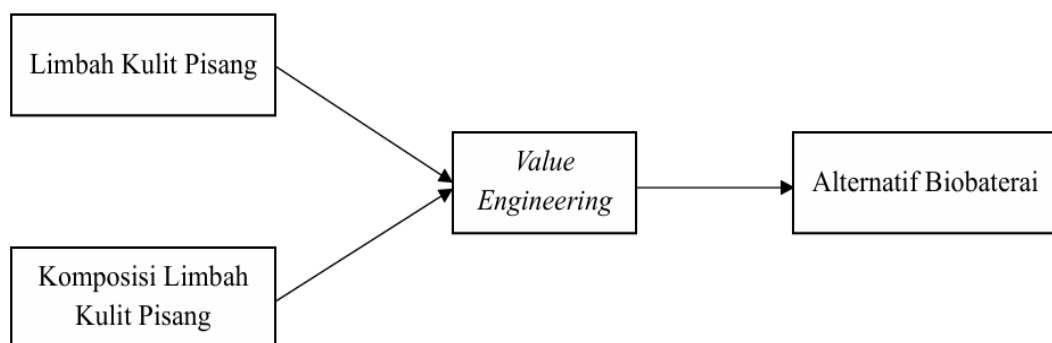
2. Variabel dependent (variabel terikat)

Variabel dependen merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel independent (bebas). Variabel dependent sering juga disebut sebagai variabel *output*, kriteria, konsekuen (Prasetya, 2022). Adapun variabel dependen pada penelitian ini adalah biobaterai yang dihasilkan dengan menggunakan metode *value engineering*.

3.5 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan sebuah metode konseptual yang menggambarkan tentang bagaimana teori, konsep, dan variabel saling berhubungan untuk menjelaskan suatu fenomena yang sudah diidentifikasi sebagai suatu masalah.

Kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir

3.6 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan yang ada digunakan metode *Value Engineering* yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Informasi

Tahap informasi dalam proses *Value Engineering* mencakup kegiatan merumuskan masalah, mengumpulkan data faktual, memahami objek melalui analisis fungsi, serta mencatat komponen biaya. Hal ini penting untuk memahami dan mengidentifikasi permasalahan yang ada.

2. Tahap Kreatif

Pada tahap ini, berbagai gagasan dikembangkan dan dilakukan pencarian terhadap pilihan – pilihan lain yang mampu memberikan fungsi atau kegunaan yang setara. Alternatif yang diusulkan dapat muncul melalui pengurangan elemen, penyederhanaan, atau melakukan modifikasi tanpa menghilangkan fungsi inti dari objek tersebut. Pada penelitian ini yang membahas tentang limbah kulit pisang alternatif yang mungkin dicoba adalah pemanfaatan kulit pisang menjadi biobaterai, bioethanol dan biogas. Dari ketiga alternatif ini akan dipilih satu yang sesuai dengan tujuan penelitian ini.

3. Tahap Analisis

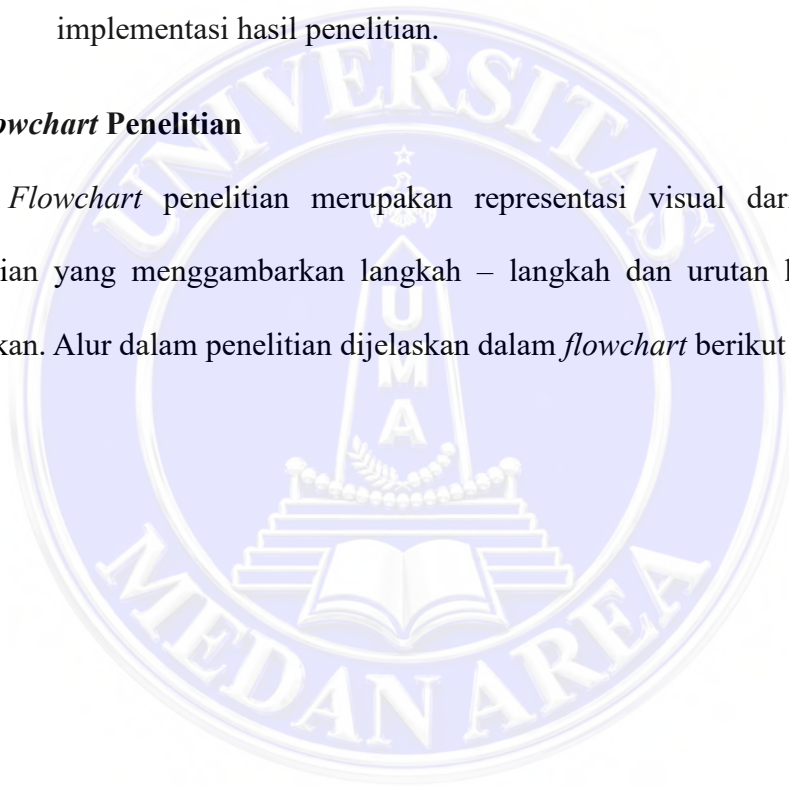
Pada tahap analisis, akan dilakukan evaluasi terhadap setiap alternatif yang telah dihasilkan. Analisis dilakukan untuk membandingkan keunggulan, kelemahan, serta konsekuensi dari masing-masing alternatif. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan alternatif yang paling optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian.

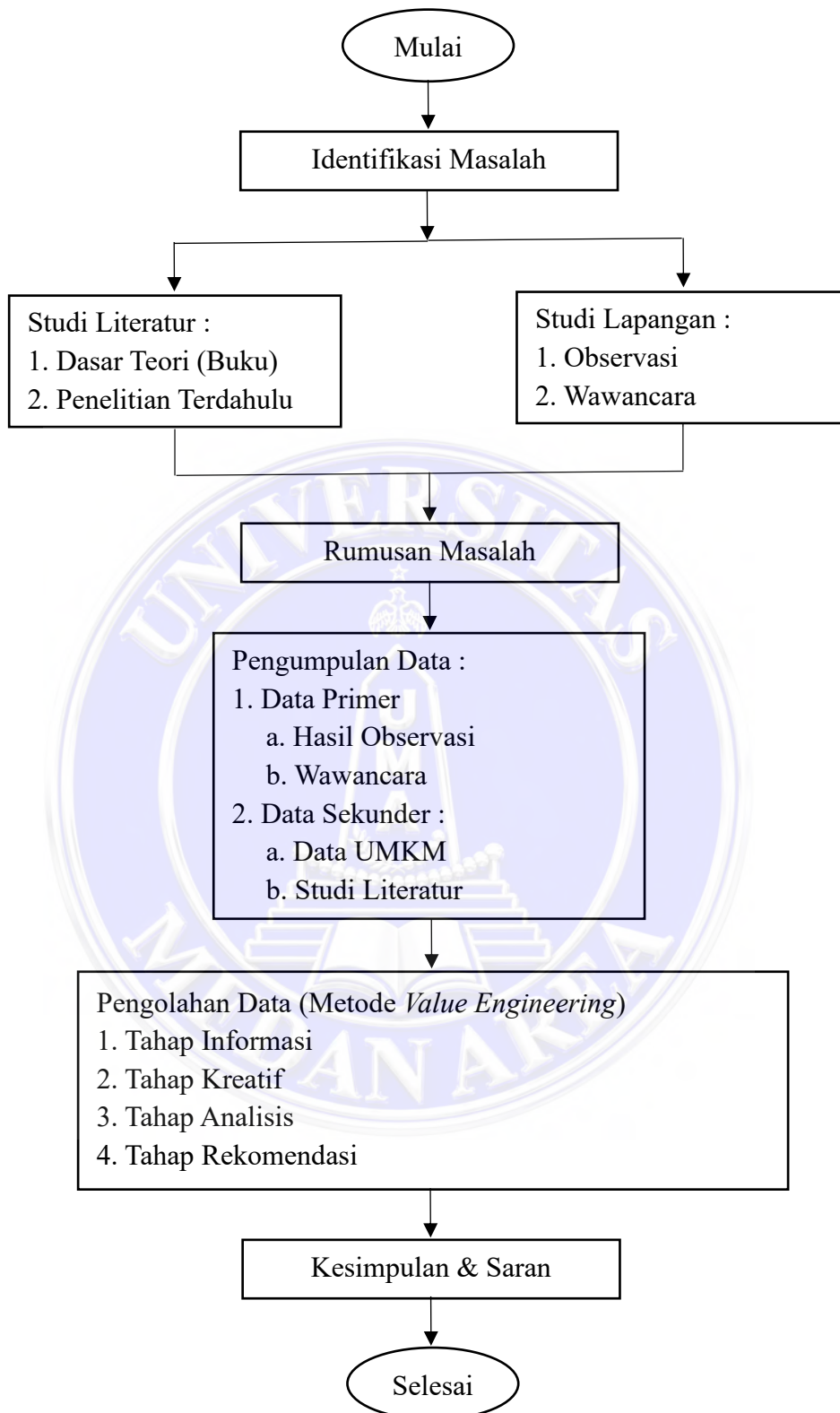
4. Tahap Rekomendasi

Tahap ini merupakan fase terakhir dalam proses *Value Engineering*, di mana dilakukan penyusunan serta penyampaian hasil dan kesimpulan kepada pihak – pihak terkait. Dalam tahap ini, disiapkan laporan yang berisi kesimpulan dari proses *Value Engineering*, termasuk rekomendasi mengenai alternatif yang paling direkomendasikan. Laporan ini akan digunakan sebagai panduan untuk pengambilan keputusan terkait implementasi hasil penelitian.

3.7 Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian merupakan representasi visual dari alur proses penelitian yang menggambarkan langkah – langkah dan urutan kegiatan yang dilakukan. Alur dalam penelitian dijelaskan dalam *flowchart* berikut ini :





Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi biobaterai dengan pendekatan *Value Engineering* yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah kulit pisang yang hanya dibuang begitu saja memiliki potensi sebagai penghantar arus listrik, dimana kandungan kalsium (7,8%), fosfor (2,06%), magnesium (0,17 – 0,54%), kalium (42%), klorida serta karbohidrat (11,8 – 18,5%) yang dapat difermentasi. Dapat berperan sebagai ion penghantar listrik, sementara karbohidrat seperti glukosa dapat difermentasi menjadi etanol dan asam yang dapat berfungsi sebagai elektrolit sehingga ada kemungkinan untuk dijadikan pengganti elektrolit baterai konvensional.
2. Dengan pendekatan *Value Engineering* didapat beberapa alternatif pemanfaatan limbah kulit pisang :
 - a. Alternatif 1 : Kulit pisang 100% dengan biaya Rp 1.200 menghasilkan baterai bertegangan 1,08 V
 - b. Alternatif 2 : Kulit pisang dan campuran cuka dengan biaya Rp 2.200 menghasilkan baterai bertegangan 1,20 V
 - c. Alternatif 3 : Kulit pisang dan campuran garam dengan biaya Rp 1.600 menghasilkan baterai bertegangan 0,87 V

Berdasarkan perhitungan nilai metode *Value Engineering* alternatif terbaik pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi biobaterai adalah alternatif 1 yaitu

dengan menggunakan 100% limbah kulit pisang dengan tegangan yang dihasilkan 1,08 V dan biaya yang dibutuhkan hanya Rp 1.200 membuat alternatif ini memiliki nilai efisiensi yang paling optimal.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan kajian dan penilitan dengan buah lain yang memiliki potensi menjadi biobaterai. Sehingga biobaterai yang ramah lingkungan semakin bervariasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan kajian dan penilitan dengan menggunakan jenis baterai lain. Seperti baterai basah.
3. Diharapkan hasil penelitian ini dapat diterapkan oleh UMKM Pisang Pasir Mandheling ataupun usaha yang bergerak dibidang yang sama untuk memanfaatkan limbah kulit pisang agar tidak terbuang begitu saja

DAFTAR PUSTAKA

- Alifah, A. P., Auliya, T. D., Abimanyu, E., & Fenaldo, R. (2022). Alternatif energi listrik dari kulit pisang. 221–230.
- Amri, F. & K. I. (2021). Rancangan Kemasan Camilan Akar Kelapa Pada Ud. Angsa Dua Dengan Menggunakan Metode Value Engineering. 10(2).
- Andinata, Y. (2020). Kajian Limbah Buah Dan Sayur Dengan Ilmu Agroteknologi Sebagai Energi Alternatif Bio Baterai. *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)*, 143–150.
- Ashari, H., Vitalocca, D., Ilmia, N., Elektro, P. T., Makassar, U. N., Makassar, U. N., Elektro, P. T., & Makassar, U. N. (2022). Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang Sebagai Alternatif Sumber Arus Searah Pengganti Pasta Batu Baterai. 19(3), 144–148.
- Azteria, V., Kusumaningtiar, D. A., Irfandi, A., Veronika, E., & Nitami, M. (2021). Aktualisasi Diet Limbah (sampah) Padat. 2(4), 783–789.
- Ernawati, S., Muhammad, K., & Asyari, H. (2024). Redesain Kemasan Keripik Tempe Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* dan *Value Engineering*. 5(2), 74–87.
- Fatikhah, T. A., Wabula, K. S., Febriani, A. A., & Munawaroh, J. (2025). Proyek STEM : Pembuatan Bio Baterai sebagai Energi Alternatif dari Bahan Limbah Organik. 1(1), 33–40.
- Hanan, S. (2024). Limbah Bonggol Pisang Sebagai Elektrolit Padat Untuk Bio Baterai Ramah Lingkungan. 4, 11518–11527.
- Herliata, Safeniyah, A. I. (2020). Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai Bahan Baku pembuatan Bioetanol. 0266, 1–10.

- Nurannisa, A., Muhammad, A., Taufan, I., Muhamad, A., & Akbar, I. (2020).
Diseminasi Olah Praktis pada Ibu PKK Dusun Kallimpo dalam Pengolahan
Limbah Kulit Pisang menjadi Bio-Baterai. 103–110.
- Prasetia, I., & others. (2022). Metodologi penelitian pendekatan teori dan praktik.
umsu press.
- Rani, H. A. (2022). Konsep Value Engineering (Issue May).
- Risa, M., Reduce, D. K., & Bomerto, D. I. D. (2024). Penyuluhan Masyarakat
Mandiri Sampah (Mama Risa) Dengan Konsep 3r (*Reduce, Reuse, Recycle*)
Di Dusun Bomerto. 1(3), 141–147.
- Sembiring, N. (n.d.). Buku Ajar Sistem Lingkungan Industri.
- Ulfa, R. (2021). Variabel penelitian dalam penelitian pendidikan. *Al-Fathonah*,
1(1), 342–351.
- Wibowo, B., Putri, N. U., Dalimunthe, E. R., & Riyanto, D. A. (2025). Analisa
Limbah Kulit Pisang Ambon dengan Campuran Air Laut Sebagai Energi
Alternatif Bio Baterai. 19(2).
- Yulistia, E., & Chimayati, R. L. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik menjadi
Ekoenzim *Utilization Organic Waste Into Ecoenzyme*. 02(01).



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/7/26

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

Access From (repository.uma.ac.id)8/7/26

1. Alat & Bahan



Limbah Kulit Pisang



Alat & Bahan Tambahan

2. Pengambilan Limbah Kulit Pisang di UMKM Pisang Pasir Mandheling



3. Pengukuran Tegangan Biobaterai dari Kulit Pisang



100% Kulit Pisang



Kulit Pisang + Garam













Kulit Pisang + Cuka



Biobaterai Yang Dihasilkan

4. Flow Process Chart

Flow Process Chart												
Ringkasan												
Kegiatan	Sekarang		Usulan		Beda		Pekerjaan : Pembuatan biobaterai dari limbah kulit pisang No Peta : 01 Orang <input type="checkbox"/> Bahan <input type="checkbox"/> Sekarang <input type="checkbox"/> Usulan <input type="checkbox"/> Dipetakan Oleh : Anggina Aditia Tanggal Dipetakan: 24 Desember 2025					
	jml	wkt	jml	wkt	jml	wkt						
Operasi 	5	702										
Inspeksi 	1	120										
Transportasi 		-										
Delay 		-										
Penyimpanan 	1	-										
Total	7	822										
Uraian Kegiatan	Lambang					Jarak (m)	Jumlah (g)	Waktu (s)	Catatan			
												
Mempersiapkan baterai bekas, kulit pisang dan alat - alat lainnya						-	37	120				
Membuka lapisan terluar baterai menggunakan pisau						-	22	97				
Mengeluarkan batang elektroda dan karbon pengisi baterai						-	18	250				
Membuat pasta kulit pisang						-	15	210				
Mengisi baterai yang sudah kering dengan pasta kulit pisang						-	19	80				
Memasukkan kembali batang elektroda dan menutup rapat baterai						-	20	25				
Biobaterai disimpan						-	20	-				