



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS HUBUNGAN NILAI EKONOMI TERHADAP PRESTASI SEL SUPERKAPASITOR BERBAHAN LIMBAH PRODUKSI TEPUNG TAPIOKA

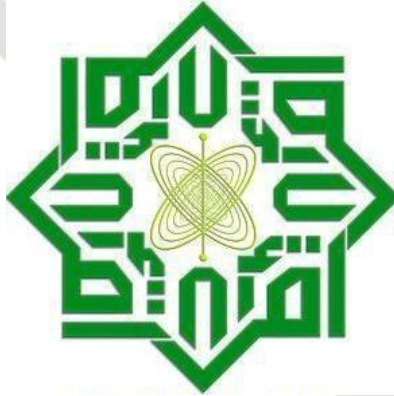
TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

oleh :

MUHAMMAD ABDUL RAZZAQ ZAIN

12050217443



FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU

2025



1. Dilarang menyalin atau sebagian atau seluruhnya tanpa izin dari pihak UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN JURUSAN

ANALISIS HUBUNGAN NILAI EKONOMI TERHADAP PRESTASI SEL SUPERKAPASITOR BERBAHAN LIMBAH PRODUKSI TEPUNG TAPIOKA

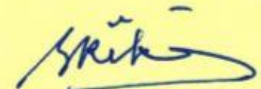
TUGAS AKHIR

Oleh:

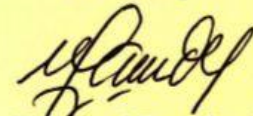
MUHAMMAD ABDUL RAZZAQ ZAIN
NIM. 12050217443

Telah Diperiksa dan Disetujui, sebagai Tugas Akhir
pada Tanggal 16 Juni 2025


Pembimbing I


Rika, S.Si., M.Sc., Ph.D.Eng.
NIP. 197904222025212005

Pembimbing II


Muhammad Ihsan Hamdy, S.T., M.T.
NIP. 198607302023211019

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau


Misra Hartati, S.T., M.T.
NIP. 198205272015032002



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS HUBUNGAN NILAI EKONOMI TERHADAP PRESTASI SEL SUPERKAPASITOR BERBAHAN LIMBAH PRODUKSI TEPUNG TAPIOKA

TUGAS AKHIR

Oleh:

MUHAMMAD ABDUL RAZZAQ ZAIN
NIM. 12050217443

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Dewan Penguji
sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di
Pekanbaru, pada Tanggal 16 Juni 2025

Pekanbaru, 16 Juni 2025
Mengesahkan



PLH. Dekan

[Signature]
Dr. Kunaifi, S.T., PgDipEnSt., M.Sc.
NIP. 196403011992031003

Ketua Program Studi

[Signature]
Misra Hartati, S.T., M.T.
NIP. 198205272015032002

DEWAN PENGUJI :

Ketua	: Dr. Muhammad Isnaini Hadiyul Umam, S.T., M.T.
Sekretaris I	: Rika, S.Si., M.Sc., Ph.D.Eng.
Sekretaris II	: Muhammad Ihsan Hamdy, S.T., M.T.
Anggota I	: Nofirza, S.T., M.Sc.
Anggota II	: Muhammad Nur, S.T., M.Si.

[Signatures of the Jury Members]



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

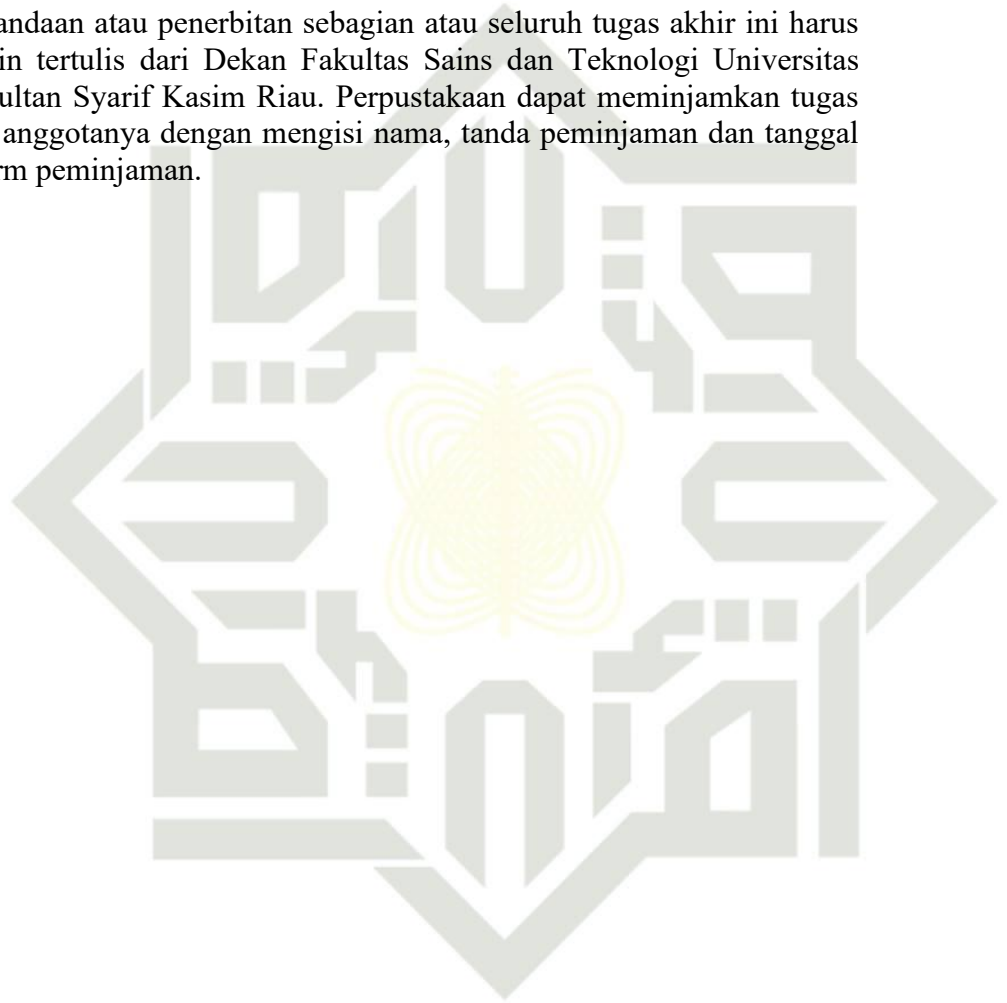
© Hak Cipta Ditanggung UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum, dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan atas izin penulis dan harus dilakukan mengikut kaedah dan kebiasaan ilmiah serta menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh tugas akhir ini harus memperoleh izin tertulis dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan dapat meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya dengan mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam pada form peminjaman.



UIN SUSKA RIAU



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran : 1
 Nomor : -
 Tanggal : 16/6/2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Abdul Razzaq Zain
 NIM : 12050217443
 Tempat/Tanggal Lahir : Duri, 29 Agustus 2000
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Program Studi : Teknik Industri
 Judul Skripsi : Analisis Hubungan Nilai Ekonomi Terhadap Prestasi Sel
 Superkapasitor Berbahan Limbah Produksi Tepung
 Tapioka

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian dan pemikiran saya sendiri.
2. Semua kutipan sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini, saya nyatakan bebas plagiat.
4. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat pada skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.
5. Dengan demikian surat ini ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru,
 Yang membuat Pernyataan,



Muhammad Abdul Razzaq Z
 NIM. 12050217443



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan Menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

"...Cukuplah Allah bagiku; kepada-Nyalah bertawakal orang-orang yang berserah diri."

(QS. Az-Zumar: 38)

*Dengan segenap rasa syukur dan kerendahan hati,
Kupersembahkan skripsi ini kepada:*

Ayah dan Ibu tercinta,

Sumber inspirasiku, pilar kekuatanku, dan cahaya dalam setiap langkah hidupku.

Terima kasih atas cinta yang tulus, doa yang tak pernah putus, serta pengorbanan yang tiada tara.

Kalian adalah alasan aku berdiri sampai titik ini.

Tanpa bimbingan, restu, dan keikhlasan kalian, aku bukanlah siapa-siapa.

Semoga setiap huruf dalam karya ini menjadi amal jariyah yang mengalir untuk kalian.

Karya sederhana ini adalah bukti kecil dari besarnya cinta dan bakti anakmu.

Pekanbaru,

Muhammad Abdul Razzaq Z



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS HUBUNGAN NILAI EKONOMI TERHADAP PRESTASI SEL SUPERKAPASITOR BERBAHAN LIMBAH PRODUKSI TEPUNG TAPIOKA

Muhammad Abdul Razzaq Z

NIM : 12050217443

Tanggal Sidang : 16 Juni 2025

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas Km. 15 No. 155, Pekanbaru

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara nilai ekonomi dan prestasi sel superkapasitor berbahan dasar limbah padat (onggok) dari proses produksi tepung tapioka pada UMKM Ajo Tani. Limbah onggok diolah menjadi karbon aktif melalui aktivasi fisik pada suhu 700°C, 750°C, 800°C, dan 850°C, kemudian diuji prestasinya dengan menggunakan metode Cyclic Voltammetry (CV) untuk menentukan nilai kapasitansi spesifik (CSP). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel TP-800 memberikan performa terbaik dengan nilai CSP sebesar 353,86 F/g, menjadikannya kandidat ideal sebagai bahan elektroda superkapasitor. Analisis ekonomi dilakukan menggunakan pendekatan full costing, yang mencakup perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP), Break Even Point (BEP), Payback Period, dan Net Present Value (NPV). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa HPP sebesar Rp36.891/unit, dengan harga jual ditetapkan Rp44.269/unit. Titik impas (BEP) tercapai pada 2.801 unit, dengan waktu pengembalian modal (payback period) selama 6,14 tahun, dan nilai NPV positif sebesar Rp89.689.927. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah onggok tidak hanya memberikan performa elektrokimia yang tinggi, namun juga layak secara finansial untuk diimplementasikan pada skala industri kecil dan menengah.

Kata Kunci: **Break Even Point, Harga Pokok Produksi, Karbon Aktif, Harga Superkapasitor**

UIN SUSKA RIAU



ANALYSIS OF THE ECONOMIC VALUE RELATIONSHIP ON THE PERFORMANCE OF SUPERCAPACITOR CELLS MADE FROM TAPIOCA FLOUR PRODUCTION WASTE

Muhammad Abdul Razzaq Z
NIM : 12050217443

Thesis Defense Date : June 16, 2025
Industrial Engineering Department
Fakulty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas Street No.155 Pekanbaru

ABSTRACT

This study aims to analyze the correlation between economic value and the performance of supercapacitor cells made from solid waste (onggok), a byproduct of tapioca flour production at the Ajo Tani MSME. The onggok waste was converted into activated carbon through physical activation at 700°C, 750°C, 800°C, and 850°C. The electrochemical performance was measured using the Cyclic Voltammetry (CV) method. Among the samples, TP-800 exhibited the highest specific capacitance (CSP) of 353.86 F/g, highlighting its potential as an effective electrode material. Economic analysis was performed using the full costing approach, including calculations of Cost of Goods Manufactured (COGM), Break Even Point (BEP), Payback Period, and Net Present Value (NPV). The results show a COGM of IDR 36,891/unit, with a selling price of IDR 44,269/unit. The BEP was reached at 2,801 units, the payback period was 6.14 years, and the NPV was positive at IDR 89,689,927. These findings demonstrate that the onggok-based supercapacitor is not only electrochemically efficient but also financially feasible for small and medium-scale implementation.

Keywords: *Activated Carbon, Break Even Point, Cost of Goods Manufactured, Supercapacitor*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala*, atas segala Rahmat, Karunia yang telah dilimpahkan-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisa Hubungan Nilai Ekonomi Terhadap Prestasi Sel Superkapasitor Berbahan Limbah Produksi Tepung Tapioka”** dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga Allah *Subhanahu Wata'ala* sampaikan kepada Baginda *Rasulullah* Muhammad *Shalallahu 'alaihi wa sallam*.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Dalam perjalanan menyusun Tugas Akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan materil dan non materil, untuk itu pada kesempatan ini ucapan terima kasih tak terhingga ditujukan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj.Leny Nofianti, MS., SE., AK, CA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Misra Hartati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Anwardi, S.T., M.T., selaku sekretaris Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Nazaruddin, S.ST., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

6. Ibu Rika, S.Si., M.Sc., Ph.D Eng selaku dosen Pembimbing I dan sekaligus Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu, mendidik, meluangkan waktu untuk berdiskusi, dan memberikan saran dan arahan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini dan juga selama proses perkuliahan di Prodi Teknik Industri.
7. Bapak Muhammad Ihsan Hamdy ST., M.T., selaku Pembimbing II yang juga selalu memberikan masukan dalam proses bimbingan Tugas Akhir ini.
8. Ibu Nofirza, S.T., M.Sc., dan Bapak Muhammad Nur, S.T., M.Si. selaku dewan penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini
9. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
10. Bapak Prof. Dr. Erman Taer, M.Si selaku kepala Laboratorium Material Fisika Universitas Riau yang telah memberikan izin dan diskusi membangun dalam proses penelitian di laboratorium tersebut hingga selesai.
11. Terkhusus kepada tim Laboratorium ERNC² yang telah memperkenankan penelitian ini dilakukan hingga selesai. Kepada Bang Apriwandi, M.Si., Nursyafni, M.Si., dan Kak Novi Yanti, M.Si., selaku jajaran asisten peneliti. Tanpa campur tangan mereka, Tugas Akhir ini mungkin tidak dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
12. Teristimewa kepada orang tua yang selalu memberikan semangat, dorongan, pengorbanan, do'a yang tiada henti selama ini dan terima kasih untuk semua yang telah diberikan dan semoga menjadi bekal berharga dalam perjalanan hidup ananda kedepan, *Insyaaallah*.
13. Winda Elvira dan Nurul Zahrotunnisa teman seperjuangan yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi untuk menjadi lebih baik terimakasih sudah menemani di masa susah dan senang selama menjadi anak rantau di perkuliahan.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

14. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Industri angkatan 2020 dan keluarga besar Teknik Industri yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberi pengaruh besar dalam proses perjalanan mencari ilmu di kampus UIN Sultan syarif Kasim Riau Tercinta ini.

15. Dan tak lupa ucapan terimakasih kepada seluruh anggota keluarga besar yang selalu senantiasa memberi do'a, dukungan baik secara moral serta materil selama menjalani perkuliahan sehingga perkuliahan ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala keterbukaan, segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat diharapkan. Akhirnya, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Pekanbaru, 16 Juni 2025

Penulis

Muhammad Abdul Razzaq Zain
NIM.12050217443

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN JURUSAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
1.6 Posisi Penelitian.....	8
1.7 Sistematika Penulisan	12
BAB II LANDASAN TEORI	
2. Ekonomi Teknik	14
2. Biaya	14
2. Harga Pokok Produksi	18
2.3.1 Manfaat Harga Produksi.....	19
2.3.2 Metode Penentuan Harga Pokok Produksi.....	20
2. Strategi Penetapan Harga Jual	21



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5	Break Even Point (BEP)	22
2.6	Tepung Tapioka	25
2.	Limbah.....	26
2.7.1	Limbah Berdasarkan Senyawa	27
2.7.2	Limbah Berdasarkan Wujudnya.....	28
2.7.3	Limbah Berdasarkan Sumbernya	28
2.8	Limbah Tepung Tapioka.....	29
2.9	Superkapasitor	30
2.	Pengujian Prestasi Sel Superkapasitor.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.	Pendahuluan.....	33
3.2	Studi Literatur	33
3.3	Perumusan Masalah	33
3.4	Penetapan Tujuan.....	34
3.5	Batasan Masalah	34
3.6	Pengumpulan Data.....	34
3.7	Pengolahan Data	34
3.7.1	Pembuatan Superkapasitor	35
3.7.2	Klasifikasi Komponen Biaya	35
3.7.3	Perhitungan Harga Jual	35
3.7.4	Perhitungan <i>Break Even Point</i> (BEP)	35
3.8	Analisa	35
3.9	Penutup	36
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		
4.	Pengumpulan Data.....	37
4.1.1	Data Eksperimen	37
4.1.2	Data Komponen Biaya	38
4.1.3	Data Asumsi Penelitian	39
4.2	Pengolahan Data	39
4.2.1	Proses Pembuatan Superkapasitor.....	40
4.2.2	Peta Proses Operasi	41



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

4.2.3 Klasifikasi Komponen Biaya	43
4.2.4 Perhitungan Harga Jual	45
4.2.5 Perhitungan <i>Break Even Point</i> (BEP)	46
4.2.6 Perhitungan <i>Payback Period</i>	47
4.2.7 Perhitungan <i>Net Present Value</i>	53

BAB V ANALISA

5.1 Analisa proses dan prestasi sel superkapasitor	54
5.2 Analisa Struktur Biaya.....	54
5.3 Analisa Perhitungan Harga Jual.....	56
5.4 Analisa Perhitungan <i>Break Even Point</i> (BEP).....	56
5.5 Analisa Payback Period	57
5.6 Analisa Net Present Value (NPV)	57

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan	58
6.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

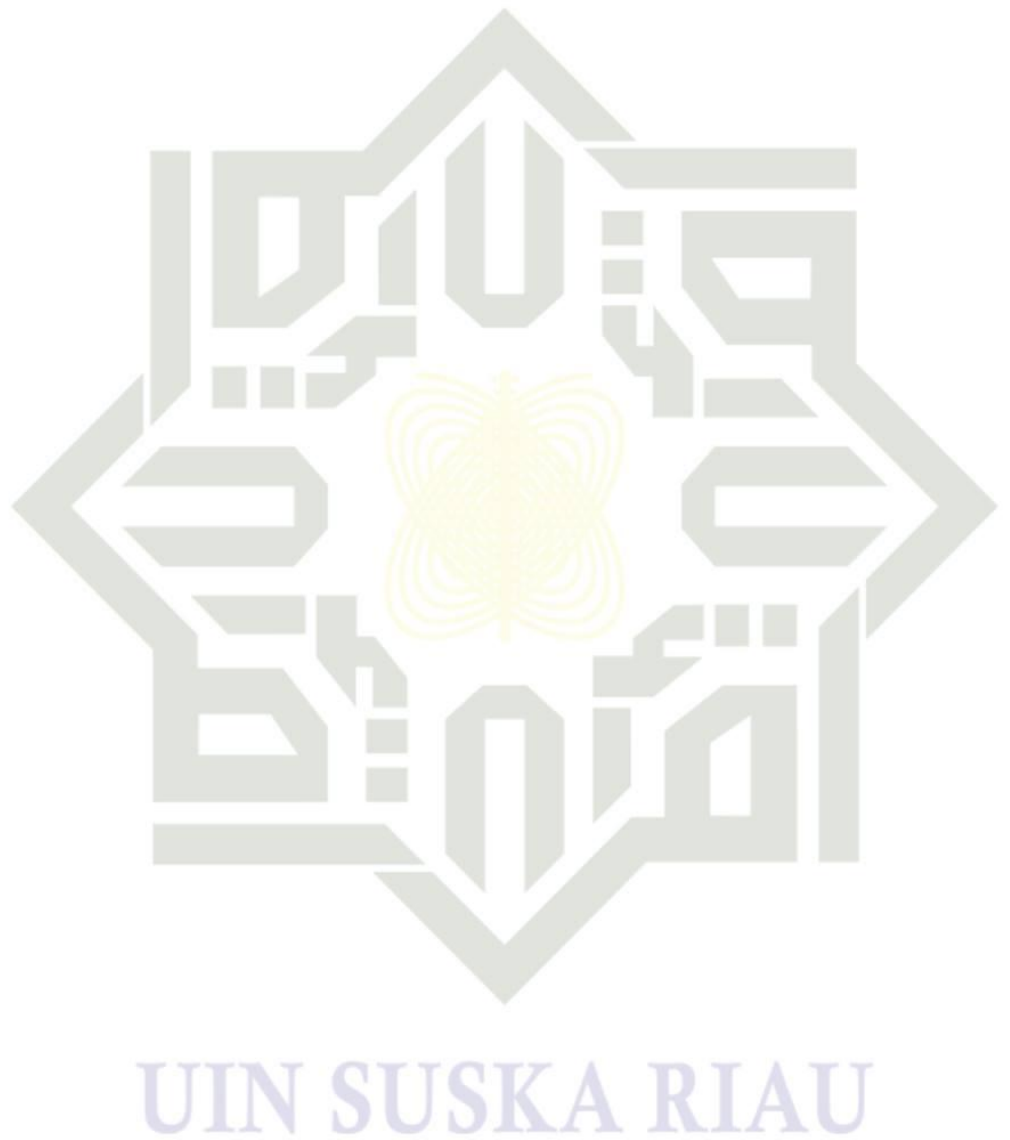


DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	32
Gambar 4 1 Peta Proses Operasi Superkapasitor Berbahan Dasar Onggok.....	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel	
1.1 Jenis Limbah dan Nilai CSP	3
1.2 Data Produksi UMKM Ajo Tani.....	5
1.3 Penelitian Superkapasitor Sebelumnya	6
4.1 Proses Pembuatan Superkapasitor dari Limbah Tepung Tapioka.....	37
4.2 Rekapitulasi Nilai Kapasitansi Berdasarkan Variasi Sampel.....	38
4.3 Rekapitulasi Komponen Biaya.....	38
4.4 Rekapitulasi Komponen Biaya.....	39
4.5 Asumsi Penelitian	39
4.6 Biaya Bahan Baku.....	43
4.7 Peralatan Produksi yang Mengalami Depresiasi.....	44
4.8 Biaya Overhead Pabrik	44
4.9 Biaya Investasi Awal.....	45
4.10 Biaya Operasional	46
4.11 Rekapitulasi Pendapatan per Tahun	48
4.12 Proyeksi Perhitungan Laba-Rugi	51
4.13 Perhitungan Payback Period	52
4.14 Cash Flow dan Present Value	53

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

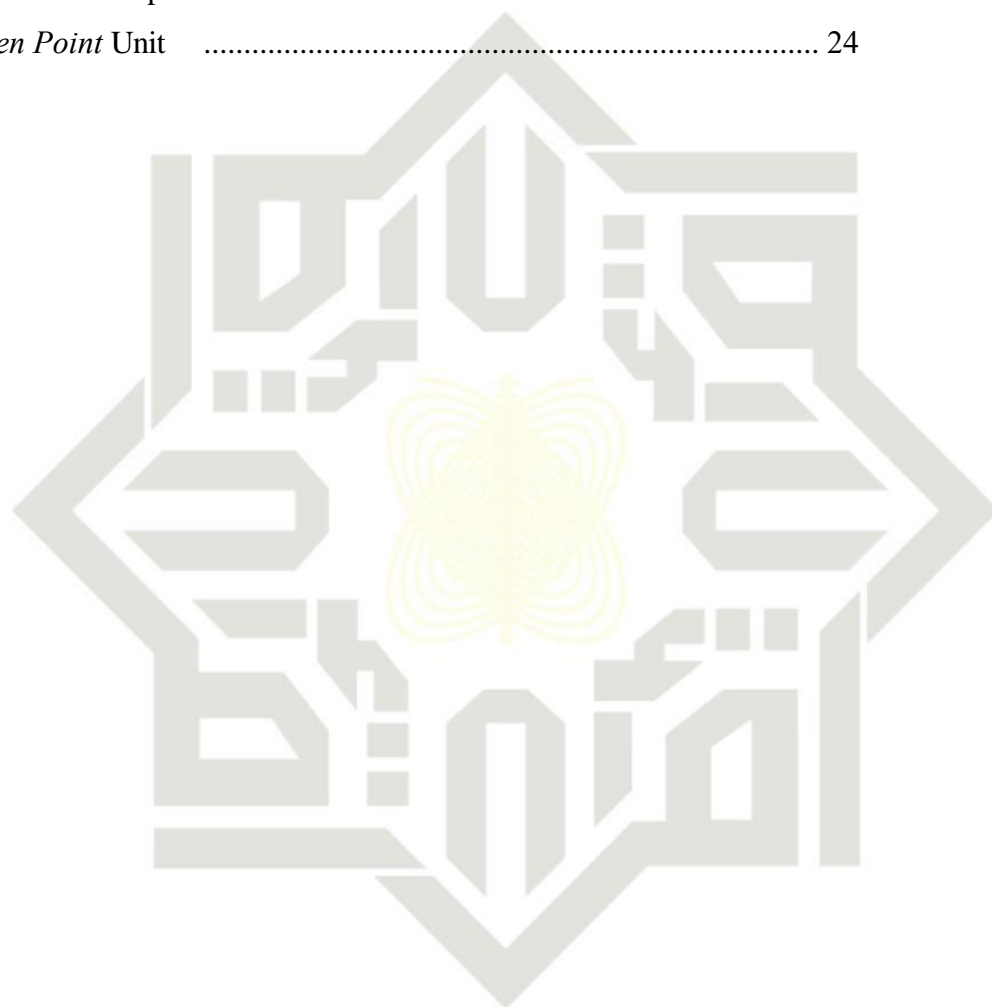


DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1. Penetapan Harga Biaya <i>Plus</i>	22
2.2. Penetapan Harga <i>Mark-u</i>	22
2.3. Penetapan Harga BEP	22
2.4. <i>Break Even Point</i> Rupiah	24
2.5. <i>Break Even Point</i> Unit	24

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

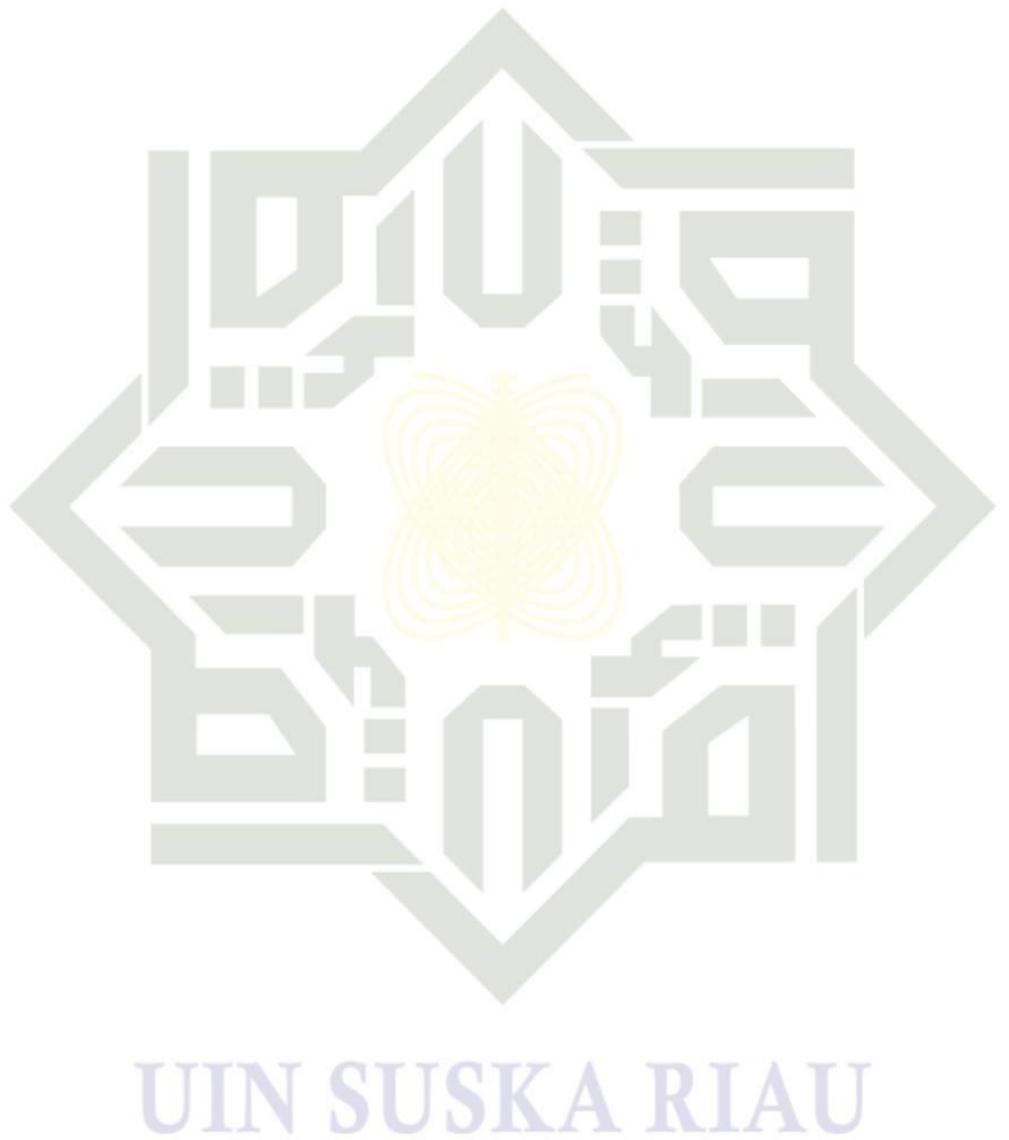
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

HALAMAN

A. Biografi Penulis.....	A-1
--------------------------	-----





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri mempunyai fungsi krusial untuk pembangunan ekonomi sebab mampu mendorong pertumbuhan ekonomi. Selain itu, sektor ini memberikan kontribusi signifikan dengan berfungsi sebagai komponen yang produktif bagi pertumbuhan (Azwina, dkk, 2023).

Selama dua dekade terakhir, industri manufaktur terutama dalam pembuatan karbon aktif yang berasal dari limbah biomassa menarik perhatian besar karena melimpahnya bahan baku, produksi yang ekonomis, dan sifatnya yang berpori, sehingga menambah nilai pada limbah-limbah hayati hasil pertanian. Penggantian bahan baku kimia menjadi pemakaian limbah merupakan alternatif yang sangat menarik, asalkan mempertimbangkan aspek ekonomi dan lingkungan. Strategi ini tidak hanya menyediakan alternatif pengolahan limbah biomassa yang melimpah, tetapi juga berpotensi untuk meningkatkan nilai ekonomi. karbon aktif yang berasal dari limbah hayati terkenal karena kemampuannya untuk mengubah biomassa menjadi produk bernilai tinggi, seiring dengan tren ekonomi pada masa sekarang ini (Luanwuthi, dkk., 2024).

Karbon aktif merupakan adsorben umum untuk menghilangkan berbagai polutan baik dalam polusi udara maupun air. Karbon aktif efektif karena porositasnya yang tinggi, luas permukaan yang besar, karakteristik kimia permukaan yang bervariasi, dan tingkat reaktivitas permukaan yang tinggi (Yoong, dkk., 2022). Aplikasi karbon aktif dalam proses adsorpsi terbukti berhasil menghilangkan berbagai macam polutan dan senyawa karsinogenik dari air, seperti polutan organik dan non-organik, pewarna dan limbah farmasi (Yoong, dkk., 2022). Diteliti pada tahun 2014, tingginya permintaan karbon aktif dalam pasar global mencapai US\$2,1 miliar. Karena luasnya aplikasi karbon aktif, angka ini diperkirakan akan meningkat setiap tahunnya (Yoong, dkk., 2022). Penggunaan Karbon aktif diberbagai industri ditujukan lebih kepada keunikan sifat zatnya yang berpori yang selalu dipakai sebagai adsorben (Jayachandran, dkk., 2021).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Proses sintesis karbon aktif umumnya melibatkan dua fase. Pada tahap pertama, prekursor dikarbonisasi pada suhu yang relatif rendah untuk mensintesis arang, dan pada langkah berikutnya, arang berwarna hitam diaktifkan pada suhu tinggi. Aktivasi dapat dilakukan dengan metode fisik atau kimia. Aktivasi fisik mencakup prekursor yang akan diaktifkan dalam kejadian uap atau CO₂ pada suhu tinggi. Aktivasi kimia meliputi impregnasi prekursor dengan berbagai bahan, misalnya NaOH, KOH, ZnCl₂, dan H₃PO₄ dalam atmosfer inert (Baig & Gul, 2021).

Karbon aktif yang dihasilkan dari berbagai prekursor telah banyak digunakan untuk elektroda superkapasitor karena luas permukaannya yang besar, porositas yang dapat diatur, konduktivitas listrik yang tinggi, dan stabilitas kimia dan fisik yang tinggi. Optimalisasi karakteristik pori dan luas permukaan dilakukan dengan berbagai aktivasi seperti kimia, fisik atau kombinasinya untuk meningkatkan kinerja elektroda. Luas permukaan spesifik dan volume mikropori yang tinggi diperlukan untuk penyimpanan energi dalam superkapasitor, terutama ketika karbon aktif memiliki distribusi mikropori sempit yang sesuai dengan ukuran ion elektrolit, karena penyimpanan muatan biasanya terjadi di mikropori karbon aktif (Eleri, dkk., 2020).

Superkapasitor adalah perangkat penyimpanan energi yang menguntungkan untuk tujuan pemulihan daya yang cepat karena fitur yang menguntungkan seperti karakteristik pengisian / pengosongan yang cepat, kepadatan daya yang unggul, masa pakai siklus semipermanen, biaya maintenance yang rendah, karakteristik respons yang cepat, dan stabilitas yang tinggi (Lim, dkk., 2023). Superkapasitor dapat diaplikasikan dalam perlengkapan portabel, sistem cadangan memori, kendaraan listrik, dan daya cadangan darurat karena masa pakai baterainya yang lama, kepadatan daya tinggi, dan volume yang lebih minim (Yang, dkk., 2023).

Pengelolaan limbah industri berdampak pada kualitas udara-air, kesehatan masyarakat, dan lingkungan. Karena begitu banyak air limbah yang digunakan untuk pertanian, tenaga kerja, dan listrik yang hilang dalam industri dan bahkan berkontribusi terhadap penggundulan hutan mengingat semua nilai sebenarnya untuk uang per tahun. Hal ini telah mendorong para peneliti, akademisi, praktisi,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dan pemerintah dunia untuk bekerja sama dengan memberikan pemikiran mereka tentang upaya untuk mengurangi akumulasi limbah dengan menggunakan metode tanpa dampak negatif. Studi ilmu material menyarankan pendekatan zero-waste melalui penggunaan kembali dan modifikasi bahan dasar dari limbah (Taslim, dkk., 2023)

Biomassa yang berasal dari sumber pertanian telah ditemukan sebagai sumber energi, dan banyak penelitian telah dilakukan untuk memperoleh karbon dari bahan limbah pertanian baru-baru ini. Banyak usaha sudah dilangsungkan dalam mendapatkan karbon aktif dari biomassa seperti kulit biji bunga matahari, ampas tebu, jerami/kulit gandum, dan kulit kacang tanah. Karbon aktif yang berasal dari limbah hayati memiliki potensi untuk menyimpan muatan, dan kulit kacang tanah dapat digunakan untuk memperoleh karbon aktif untuk digunakan sebagai bahan elektroda. Selain itu, telah dilaporkan bahwa kulit kacang tanah memiliki komposisi kimia, morfologi material, fungsi permukaan, dan sifat karbon yang berbeda, yang menarik perhatian besar untuk memanfaatkannya sebagai prekursor untuk menghasilkan karbon aktif. Karena berbagai fitur karakteristik karbon aktif seperti biaya rendah, luas permukaan tinggi, dan porositas, banyak upaya telah dilakukan oleh komunitas penelitian untuk menggunakan bahan ini sebagai elektroda untuk superkapasitor (Pandey, dkk., 2021).

Berikut informasi mengenai jenis-jenis limbah yang digunakan sebagai material karbon aktif dan nilai kapasitansi spesifik (CSP) yang dihasilkan masing-masing jenis limbah.

Tabel 1. 1 Jenis Limbah dan Nilai CSP

Jenis Limbah	Nilai Kapasitansi Spesifik (F/g)	Nama Peneliti
bunga matahari	403	dkk., 2023
as Tebu	314	dkk., 2021
i/Kulit Gandum	312	g, dkk., 2023
Kacang Tanah	575,7	, dkk., 2023

Tabel 1.1 menyajikan data penelitian tentang jenis-jenis limbah pertanian yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif untuk elektroda superkapasitor. Hal ini mengindikasikan potensi pemanfaatan limbah pertanian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sebagai alternatif material elektroda yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk superkapasitor. Pemilihan limbah dengan CSP tinggi, seperti kulit kacang tanah, dapat mendukung peningkatan efisiensi dan daya penyimpanan energi dalam perangkat superkapasitor. Sejalan dengan potensi tersebut, penelitian lain mengeksplorasi penggunaan limbah kulit kentang menjadi bahan karbon aktif dalam superkapasitor. Elektroda berbahan karbon aktif dari kulit kentang menunjukkan kapasitansi spesifik yang tinggi (323 F/g) (Khalafallah, dkk., 2021).

Industri yang mengolah singkong menjadi tepung tapioka menghasilkan limbah padat dan cair sebagai produk sampingannya. Onggok merupakan produk sampingan padat dari proses produksi tepung tapioka. Onggok terutama terdiri dari serat selulosa dan pati sisa dari proses pamarutan dan pengepresan singkong. Menurut Abdulrahman dkk. (2022), fermentasi merupakan metode utama penggunaan onggok dalam pakan ternak dan ikan. Karena tapioka sebagian besar terbuat dari singkong, maka onggok menjadi berlebih. Onggok yang sebesar 11,4% atau sekitar 114 kg dapat diproduksi untuk setiap ton singkong yang ditepungkan menjadi tapioka. Onggok kering terdiri dari dua puluh persen air dan tujuh puluh enam persen karbohidrat (Fadhallah, dkk., 2022).

Lingkungan yang bersih, aman, dan sehat hanya dapat terwujud melalui upaya bersama untuk membatasi dan mengelola limbah. Berbagai inisiatif yang sah untuk mengurangi limbah padat, termasuk daur ulang dan penggunaan kembali, telah dilaksanakan seiring dengan pertumbuhan kuantitas dan kualitas limbah. Onggok (limbah padat) dan kulit singkong, dua produk sampingan industri tepung tapioka, berpotensi untuk diubah menjadi energi atau digunakan sebagai media penyimpanan (Heriyanti, dkk., 2020). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa karbohidrat yang ditemukan dalam onggok singkong berfungsi sebagai elektrolit untuk penyimpanan energi. Hal lain tentang onggok singkong adalah mengandung bahan kimia elektrolit termasuk asam sianida (HCN) dan asam asetat, yang dapat menghasilkan listrik (Fadhallah, dkk., 2022).

Salah satu industri tepung tapioka yang ada di Riau adalah UMKM Ajo Tani. Sebagai salah satu produsen tepung tapioka, usaha ini menghasilkan limbah yang cukup besar setiap tahunnya. Jika limbah tepung tapioka dibiarkan tanpa



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penanganan yang tepat, dapat menyebabkan pencemaran udara akibat baunya, kemudian akan menambah biaya pengelolaan tempat karena membutuhkan ruang penyimpanan yang lebih banyak dibandingkan penanganan rutin yang terencana. Berikut adalah data produksi tahun 2023 pada UMKM Ajo Tani.

Tabel 1. 2 Data Produksi UMKM Ajo Tani

Bulan	Singkong (Ton)	Limbah Padat (Ton)	Limbah Cair (m ³)	Tepung Tapioka (Ton)
Januari	28,00	16,80	7	4,2
Februari	26,00	15,60	6,5	3,9
Maret	30,00	18,00	7,5	4,5
April	25,00	15,00	6,25	3,75
Mei	27,00	16,20	6,75	4,05
Juni	30,00	18,00	7,5	4,5
Juli	24,00	14,40	6	3,6
Agustus	29,00	17,40	7,25	4,35
September	30,00	18,00	7,5	4,5
Oktober	22,00	13,20	5,5	3,3
November	30,00	18,00	7,5	4,5
Desember	23,00	13,80	5,75	3,45
Total	324,00	194,40	81,00	48,60

(Sumber : UMKM Ajo Tani, 2024)

Berdasarkan Tabel 1.2, persentase singkong di UMKM Ajo Tani berkisar antara enam puluh lima hingga enam puluh tujuh persen. Hal ini menimbulkan ancaman yang signifikan terhadap pencemaran lingkungan jika tidak ditangani dengan hati-hati. Sebagian besar fasilitas pengolahan tapioka terletak di dekat pusat kota. Akan ada dampak yang menghancurkan pada ekosistem lokal dan satwa liar dari limbah lokasi industri dan dari bantaran sungai secara keseluruhan (Soeprijanto, dkk., 2022). Pakan ternak yang terbuat dari limbah padat menjadi salah satu pilihan. Pencemaran sungai dan bau yang tidak sedap merupakan dua cara limbah padat merusak lingkungan. Untuk mencoba memanfaatkan dan mengubah limbah menjadi zat yang bernilai, kuantitas limbah yang dihasilkan dipandang penting (Rosaliana & Ayuniyyah, 2022).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Studi Analisis teknoekonomi telah banyak dilakukan terhadap beberapa produksi karbon aktif untuk berbagai fungsi, seperti pembangkitan dan penyimpanan listrik sebagai penangkap karbon (Carbon captured), dan pabrik bioenergi. Dalam kasus lain, analisis teknoekonomi juga digunakan pada beberapa produksi untuk konversi energi, seperti pirolisis gas alam, dan untuk menghasilkan metanol serta piranti penyimpan energi superkapasitor (Taslim, dkk., 2023).

Berikut ini penelusuran analisa ekonomis terhadap superkapasitor yang telah dilakukan sebelumnya, dan diperoleh perhitungan dan analisis data proses produksi sehingga menghasilkan data HPP dan BEP dari limbah biomassa yang diteliti berhasil dibuat menjadi superkapasitor yang memiliki kinerja yang sangat baik.

Tabel 1. 3 Penelitian Superkapasitor Sebelumnya

Peneliti	Limbah Biomassa	Prestasi (CSP) F/g	HPP/ Unit	Referensi
Maya Novita Sari, 2018	Pelepah Kelapa Sawit	52 F/g	Rp. 4.803	(R.Taslim & Sari, 2017)
Suwandana, 2020	Sampah Daun Angsana	202 F/g	Rp. 8.307	(R.Taslim & Suwanda, 2020)
Suedi, 2020	Rumput Ilalang	141 F/g	Rp. 10.998	(R.Taslim & Suedi, 2020)
Farhandio Pahlevi, 2022	Rumput Gajah	208 F/g	Rp. 37.000	(R. Taslim, Pahlevi, et al., 2023)
Refky Refanza, 2023	Limbah Produksi Roti kadaluarsa	202 F/g	Rp. 17.050	(R. Taslim & Refanza, 2023)

Tabel 1.3 menunjukkan hasil analisa ekonomi dari beberapa penelitian sebelumnya mengenai pembuatan superkapasitor dengan bahan dasar limbah biomassa. Perbedaan HPP ini disebabkan oleh karakteristik bahan baku, proses produksi, dan biaya operasional yang bervariasi. Analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah biomassa sebagai bahan dasar superkapasitor dapat menghasilkan biaya produksi yang berbeda-beda, tergantung jenis limbah bahan asal biomassa yang digunakan dan juga prestasi sel superkapasitor yang dihasilkan.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta dilindungi UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Pemilihan limbah tepung tapioka menjadi bahan asal pembuatan karbon aktif untuk elektroda superkapasitor diharapkan salah satu alternatif dalam siklus pemanfaatan dan pengelolaan limbah produksi menjadi produk yang memiliki peningkatan ekonomi melalui pengolahan limbah dengan teknologi yang tepat menjadi pendukung pemenuhan kebutuhan penyimpanan energi listrik dalam upaya keberlangsungan energi baru dan terbarukan. Superkapasitor yang terbuat dari onggok ditenagai oleh fluktuasi suhu pada keadaan aktivasi fisik, yaitu suhu pembakaran 700oC, 750oC, 800oC, dan 850oC. Secara teoritis, penelitian dapat dirancang untuk mengumpulkan data sebanyak mungkin dengan sesedikit mungkin membuang waktu, tenaga, dan uang (Hasdar, dkk., 2021).

Studi ini dilaksanakan melalui dengan eksperimen dan uji prestasi superkapasitor dengan teknik CV (Cyclic Voltanometri) dan kemudian dilakukan analisa ekonomis dengan menghitung HPP beserta BEP dari pembuatan superkapasitor tersebut

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang sudah dijabarkan sebelumnya, rumusan masalah yang yang bisa diajukan pada studi ini yaitu “Bagaimana teknologi proses pemanfaatan limbah tepung tapioka menjadi elektroda sel penyimpan energi dan bagaimana hubungan prestasi sel dengan harga pokok produksi untuk menghasilkan produk yang bernilai ekonomi tinggi?”

1.3 Tujuan Penelitian

Merujuk pada latar belakang serta rumusan permasalahan yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka tujuan penelitian yaitu :

1. Untuk menemukan proses pembuatan elektroda karbon aktif untuk superkapasitor berbahan dasar limbah dari produksi tepung tapioka.
2. Untuk mengetahui potensi nilai ekonomis pada pemanfaatan limbah dari pemrosesan tepung tapioca dan menganalisa hubungan prestasi sel superkapasitor tersebut dengan harga pokok produksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Kegunaan yang diproyeksikan dari penelitian ini yaitu :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.6 Posisi Penelitian

No	Judul dan Penulis	Permasalahan	Metode	Hasil
1.	“Analisa Potensi Pemanfaatan Limbah Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Elektroda Superkapasitor Pada Industri Menengah Masyarakat” (Sari, 2018)	Besarnya kebutuhan energi menjadi salah satu permasalahan karena persediaannya semakin terbatas dan tidak dapat diperbarui.	Eksperimen, Harga Pokok Produksi, Net Present Value, Intern Rate of Return, Payback Periode	Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai CSP superkapastior berbahan dasar limbah pelepah kelapa sawit sebesar 52,8F/g, dengan HPP sebesar Rp. 4.803 dan harga jual sebesar Rp. 7.402/unit, NPV sebesar Rp.84.090.426, IRR dalam periode 4 tahun sebesar 34,6%, dan payback periode selama 2 tahun 10,5 bulan

1. Mendapatkan informasi mengenai peningkatan nilai guna dan nilai ekonomis dari pemanfaatan limbah onggok tapioka sebagai bahan dasar karbon aktif untuk elektroda seuperkapasitor
2. Mendapatkan informasi mengenai potensi limbah onggok tapioka sebagai bahan karbon aktif berdasarkan karakteristik fisika dan elektrokimia serta analisis ekonomi produk yang dihasilkan

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada studi ini yaitu :

1. Limbah produksi yang digunakan adalah limbah padat (onggok)
2. Data yang diterapkan ialah data produksi limbah pabrik tepung tapioka yakni data produksi tahun 2023.
3. Perhitungan nilai ekonomis yang dilangsungkan ialah perhitungan HPP melalui penerapan metode full costing dan BEP.

- a. Penelitian hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Penelitian tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. © Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

2.	<p>“Synthesis of High Porous Activated Carbon Nanofibers using the Single-Step Pyrolysis of Reeds Waste and Its Applications in Supercapacitor Electrodes” (Taslim, dkk., 2020)</p>	<p>Indonesia menghadapi tantangan dalam keberlanjutan energi akibat dominasi sumber energi tak terbarukan, terutama bahan bakar fosil serta mencari alternatif penyimpanan energi yang efektif melalui superkapasitor dengan memanfaatkan limbah biomassa murah, seperti alang-alang, yang selama ini kurang dimanfaatkan dan sering dianggap sebagai tanaman pengganggu.</p>	<p>Eksperimen</p>	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa elektroda dari rumput ilalang menghasilkan nilai CSP sebesar 141F/g</p>
3.	<p>Analisis Tekno-Ekonomi dari Produksi Ampas Tahu yang Difermentasi untuk Piranti Penyimpan Energi Superkapasitor” (Nurhanifa, 2023)</p>	<p>Penelitian ini mengatasi pengelolaan limbah ampas tahu yang belum optimal, di mana sebagian besar industri membuangnya dan mencemari lingkungan</p>	<p>Break Even Point (BEP), Net Present Value (NPV), Payback Period (PP),</p>	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa ampas tahu fermentasi dapat digunakan sebagai elektroda superkapasitor dengan kapasitansi 132 F/g.</p>

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

		Revenue/Cost (R/C) Ratio	
	Studi ini memanfaatkan ampas tahu fermentasi sebagai bahan elektroda untuk superkapasitor, guna meningkatkan nilai ekonomi limbah dan mendukung energi terbarukan. Analisis teknoekonomi melalui BEP, NPV, dan PP juga dilakukan untuk menilai kelayakan produksi superkapasitor dari limbah ini, yang belum diterapkan sebelumnya pada industri tahu.		Bisnis superkapasitor menguntungkan dengan harga jual Rp40.000/unit, mencapai impas setelah 3.374 unit terjual. Investasi Rp102.644.000 menghasilkan NPV positif Rp11.517.652 dan kembali modal dalam 4 tahun 9,8 bulan. Dalam 6 tahun, diperkirakan akan menghasilkan laba bersih Rp140.821.800, lebih menguntungkan dibandingkan menjual ampas tahu fermentasi biasa.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

4.	“Analisis Peramalan Dan Perhitungan Nilai Ekonomi Pada Pemanfaatan Limbah Roti Sekarsari Untuk Perakitan Piranti Superkapasitor” (Refanza, 2023)	Penelitian ini mengidentifikasi permasalahan tumpukan limbah roti yang tidak terjual di UMKM Sekarsari Bakery, menyebabkan kerugian finansial dan pemborosan akibat produksi yang tidak sesuai permintaan pasar. Limbah roti hanya dijual sebagai pakan ternak, padahal berpotensi dimanfaatkan untuk pembuatan elektroda superkapasitor.	Variable Costing	Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah roti dapat dioptimalkan untuk pembuatan superkapasitor, dengan peramalan yang akurat dan biaya produksi yang efisien. Hasilnya mengungkap potensi keuntungan dari pemanfaatan limbah roti, dengan titik impas yang dapat dicapai melalui penjualan
5.	A Techno-Economic Analysis of Utilization and Development Activated Carbon as Biomass-based Electrodes for Supercapacitor Device” (Taslim, Pahlevi, et al., 2023)	Kurangnya penelitian yang membahas potensi penggunaan biomassa khususnya pada rumput sebagai bahan untuk menghasilkan karbon aktif untuk elektroda superkapasitor dari sudut	Analisis Tekno Ekonomi	1. Pengembangan karbon aktif dari biomassa rumput misi untuk superkapasitor memiliki potensi produksi dalam industri kecil dan menengah. 2. Analisis ekonomi menunjukkan titik impas pada 3.538 unit dengan harga

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

		pandang ekonomi.	
			<p>jual USD 2.37/unit.</p> <p>3. Meskipun harga jual menurun, proyek ini tetap menghasilkan keuntungan yang signifikan, dengan nilai NPV positif dan periode pengembalian investasi 5 tahun.</p>

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang diterapkan pada studi ini yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian mengenai potensi pemanfaatan limbah tepung tapioka sebagai bahan karbon aktif untuk elektroda superkapasitor. Bab ini juga mengidentifikasi permasalahan yang menjadi dasar penelitian, yaitu bagaimana limbah tersebut dapat diolah untuk meningkatkan nilai ekonomis dan ramah lingkungan. Juga mencakup “rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, posisi penelitian dalam konteks penelitian sebelumnya, dan sistematika penulisan keseluruhan.”

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini mengulas berbagai teori dan konsep yang relevan dengan penelitian, seperti teori karbon aktif, proses adsorpsi, karakteristik superkapasitor, dan metode perhitungan ekonomi. Selain itu, bab ini



BAB III

mencakup studi pustaka yang mendukung kajian tentang potensi limbah biomassa sebagai bahan baku karbon aktif dan aplikasinya dalam perangkat penyimpanan energi.

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjabarkan metode penelitian yang diterapkan, dari pemilihan bahan, prosedur pembuatan karbon aktif dari limbah tepung tapioka, hingga uji kapasitansi pada superkapasitor. Bab ini juga menguraikan pendekatan teknis yang diterapkan, seperti metode aktivasi fisik pada berbagai suhu dan perhitungan analisis ekonomi, termasuk HPP dan BEP dengan metode full costing. Metode pengumpulan, pengolahan, dan analisis data juga dijelaskan secara rinci.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan data-data hasil eksperimen yang diambil dari proses pembuatan dan pengujian karbon aktif. Data yang diperoleh dari uji kapasitansi bahan elektroda serta pengukuran nilai ekonomisnya diolah untuk dianalisis lebih lanjut. Pengolahan data dilakukan dengan metode yang sesuai untuk menjawab pertanyaan penelitian.

BAB V

ANALISA

Bab ini mencakup analisis mendalam dari hasil penelitian, termasuk interpretasi data kapasitansi spesifik dan kinerja elektroda karbon aktif. Analisis nilai ekonomis juga dibahas untuk mengevaluasi kelayakan finansial pemanfaatan limbah tepung tapioka sebagai bahan superkapasitor, dan dikorelasikan terhadap teori yang relevan.

BAB VI

PENUTUP

Bab terakhir ini menjabarkan kesimpulan penelitian berdasarkan hasil yang diperoleh dan menjawab tujuan yang sudah diajukan. Selain itu, saran bagi pengembangan penelitian di masa depan dan rekomendasi bagi industri terkait juga diberikan, terutama dalam hal pemanfaatan limbah yang lebih ekonomis dan berkelanjutan.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Ekonomi Teknik

Bidang ekonomi teknik adalah kompilasi metodologi pengambilan keputusan yang memperhitungkan waktu, uang, dan suku bunga sebagai variabel utama. Pertama, untuk mencapai tujuan tertentu, pertama-tama kita harus merumuskan, memperkirakan, dan menilai alternatif potensial berdasarkan implikasi ekonomi yang diprediksi. Proyek-proyek besar yang melibatkan investasi atau pengeluaran terbatas menyoroti pentingnya ekonomi teknik. Setelah mempertimbangkan semua opsi, seseorang harus memutuskan bagaimana dan di mana menggunakan uang tunai mereka yang terbatas untuk mencapai pendapatan di masa depan. Setelah alternatif ditemukan, ekonomi teknik dimulai, bukan sebelumnya. Baik perusahaan swasta maupun lembaga publik dapat memperoleh manfaat dari metode dan perhitungan ekonomi teknik. Pengambilan keputusan pribadi, termasuk pembelian mobil, tanah, dan lainnya, juga dapat memperoleh manfaat dari teknik analisis ekonomi teknik, selain proyek (Nurhayati et al., 2018).

2.2 Biaya

Hansen dan Mowen (2019), sebagaimana dikutip oleh Fadli dan Ramayanti (2020), mendefinisikan biaya sebagai kas atau setara kas yang dilepaskan untuk memperoleh barang dan jasa yang diantisipasi akan memberikan keuntungan bagi perusahaan di masa sekarang atau masa mendatang. Definisi yang komprehensif menyatakan bahwa biaya merupakan hilangnya sumber daya ekonomi, yang diukur dalam istilah moneter, yang telah terjadi atau mungkin terjadi untuk tujuan tertentu. Definisi biaya terdiri dari empat komponen mendasar: biaya adalah pengorbanan sumber daya ekonomi, yang diukur dalam istilah moneter, berlaku untuk biaya yang dikeluarkan dan potensial, dan pengorbanan ini dilakukan dengan mempertimbangkan tujuan tertentu yang telah ditentukan sebelumnya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Ada dua kategori utama biaya: produksi dan nonproduksi. Semua biaya yang dikeluarkan saat membuat produk atau memberikan layanan dikenal sebagai biaya produksi. Biaya yang tidak terkait langsung dengan pembuatan barang atau penyediaan layanan dikenal sebagai biaya nonproduksi (Fadli dan Ramayanti, 2020).

Merujuk pada penjabaran dari Mulyadi (2016) dalam Fadli dan Ramayanti (2020), biaya diklasifikasikan ke dalam 5 golongan, yaitu:

1. Menurut Objek Pengeluaran

Nama objek pengeluaran menentukan dasar klasifikasi biaya. Semua biaya yang berkaitan dengan bahan baku disebut sebagai "biaya bahan baku" untuk tujuan contoh ini. Biaya yang terkait dengan bahan fleksibel, tenaga kerja, penyusutan, tinta, pelarut, dan internet adalah beberapa contoh objek pengeluaran dalam jenis industri percetakan.

2. Menurut Fungsi Pokok dalam Perusahaan

Pemasaran, produksi, manajemen umum, dan administrasi merupakan tiga pilar yang menopang perusahaan manufaktur. Untuk menjual barang-barang manufaktur, biaya-biaya tertentu harus dikeluarkan. Biaya-biaya ini dikenal sebagai biaya pemasaran. Biaya-biaya yang dikeluarkan dalam mengubah bahan baku menjadi barang jadi untuk dijual dikenal sebagai biaya produksi. Sementara pemasaran dan produksi diatur melalui biaya umum dan administrasi..

3. Menurut Hubungan Biaya dengan Sesuatu yang dibiayai

Entitas yang didanai dapat berbentuk divisi atau barang jadi. Dalam konteks usaha yang didanai, ada dua jenis biaya: tidak langsung dan langsung. Ketika sesuatu membutuhkan pendanaan, hal pertama yang terlintas dalam pikiran adalah biaya langsung. Misalnya, biaya langsung tidak terwujud jika tidak ada pendanaan. Di sisi lain, biaya overhead pabrik adalah contoh biaya tidak langsung.

4. Menurut Perilakunya Biaya dalam Hubungannya dengan Perubahan Volume Aktivitas

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Biaya variabel, semi-variabel, semi-tetap, dan tetap adalah empat kategori utama yang menjadi dasar pengeluaran. Jika status aktivitas berubah, biaya terkait, yang dikenal sebagai biaya variabel, juga akan berubah. Biaya yang tidak berfluktuasi secara langsung sebagai respons terhadap perubahan aktivitas produksi dikenal sebagai biaya semi-variabel. Beberapa biaya, yang dikenal sebagai biaya semi-tetap, bersifat konstan di semua operasi, sementara yang lain berfluktuasi sebagai respons terhadap tindakan yang diambil di berbagai titik dalam siklus produksi. Biaya dianggap tetap jika, pada saat perhitungan, biaya tersebut tidak berubah.

5. Menurut Jangka Waktunya

Pengeluaran Pendapatan dan Pengeluaran Modal adalah dua jenis biaya yang terkait dengan penggunaannya. Pengeluaran yang berdampak lebih dari satu periode akuntansi (yaitu, satu tahun kalender) dianggap sebagai pengeluaran modal, sedangkan pengeluaran yang berdampak pada seluruh periode akuntansi dianggap sebagai pengeluaran pendapatan.

Untuk memeriksa biaya produksi, istilah berikut digunakan dalam biaya (Ramdhani, dkk., 2020):

1. Biaya total (total cost), menjumlahkan semua biaya yang muncul saat membuat sesuatu.
2. Biaya tetap total (total fixed cost), adalah jumlah yang dibayarkan untuk elemen-elemen produksi yang jumlahnya tidak dapat diubah. Pembelian mesin oleh fasilitas produksi adalah salah satu contohnya.
3. Biaya variabel total (total variabel cost), adalah jumlah semua biaya yang dibayarkan untuk memperoleh faktor produksi dalam jumlah yang bervariasi. Biaya yang terkait dengan tenaga kerja adalah salah satu contohnya.
4. Biaya rata-rata (average cost), jumlah biaya yang dibutuhkan untuk setiap produk yang dibuat. Membagi seluruh biaya produksi dengan jumlah barang yang diproduksi menghasilkan biaya rata-rata.
5. Biaya tetap rata-rata (average fixed cost), dihitung sebagai hasil perkalian jumlah barang yang diproduksi dibagi dengan jumlah semua biaya tetap untuk volume produksi penuh.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Biaya variabel rata-rata (average variabel cost), adalah biaya yang dihasilkan dari pembagian jumlah semua biaya produksi variabel dengan jumlah total barang yang diproduksi.

7. Biaya Marjinal, adalah pengeluaran sumber daya yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk tambahan.

Biaya bisa diklasifikasikan dari volume produksinya, seperti dijabarkan oleh Ramdhani,dkk (2020):

1. Biaya tetap (fixed cost), adalah biaya yang tetap konstan terlepas dari tingkat aktivitas perusahaan. Namun, variasi volume produksi dapat menyebabkan total biaya tetap berfluktuasi dari satu periode ke periode berikutnya..
2. Biaya variabel (variable cost) adalah biaya yang berubah sebagai respons terhadap perubahan tingkat aktivitas. Namun, biaya per unit tidak terpengaruh oleh fluktuasi aktivitas. Biaya variabel lebih tinggi untuk volume aktivitas yang lebih tinggi.
3. Biaya semi permeable, biaya-biaya ini, yang harus dipecah menjadi biaya tetap dan biaya variabel, diperlukan untuk tujuan tertentu. Perubahan volume produksi memengaruhi biaya-biaya ini, tetapi perubahannya tidak proporsional.

Klasifikasi biaya diklasifikasikan dari lama penggunaannya yaitu (Ramdhani, dkk.,c2020):

1. Biaya investasi (*instrument cost*), menimbulkan biaya dengan hasil yang dibagi dalam jangka waktu yang cukup lama. Biaya seperti ini biasanya terkait dengan pembangunan atau peningkatan infrastruktur fisik dan kapasitas produksi. Biaya untuk real estat, bangunan, mesin, dan peralatan perizinan lainnya merupakan contoh pengeluaran investasi.
2. Biaya operasional (*operational cost*), biaya yang harus ditanggung agar proses industri tetap berjalan dalam waktu dekat. Agar roda perdagangan terus berputar dan mesin kasir terus bekerja, biaya operasional merupakan hal yang tidak dapat dihindari bagi setiap bisnis. Biaya konsumsi, upah, utilitas, dan listrik merupakan contoh biaya operasional.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Biaya pemeliharaan (*maintenance cost*), digunakan untuk menjaga aset atau produk dalam kondisi prima sehingga dapat bertahan selama mungkin. Biaya ini terkait dengan operasi bisnis dan terjadi sebagai akibat dari perbaikan atau penggantian peralatan produksi. Kendaraan, bangunan, dan aset lainnya menimbulkan biaya pemeliharaan.

2.3 Harga Pokok Produksi

Manajemen dan pemangku kepentingan luar sangat bergantung pada biaya produksi. Akibatnya, tujuan akuntansi biaya adalah untuk mendokumentasikan, mengkategorikan, dan mensintesis biaya produksi. Untuk mendapatkan total biaya barang yang diproduksi dalam periode akuntansi saat ini, seseorang harus menggunakan rumus biaya produksi. Jumlah total semua biaya yang terlibat dalam mengubah bahan baku menjadi produk akhir yang dapat dijual dikenal sebagai biaya produksi. Menurut pandangan ini, proses manufaktur menimbulkan sejumlah biaya, termasuk yang terkait dengan bahan baku dan tenaga kerja yang diperlukan untuk mengubahnya menjadi produk jadi, serta yang tidak terkait langsung dengan kedua faktor ini tetapi secara kolektif dikenal sebagai biaya overhead. Menurut Fadli dan Ramayanti (2020), bisnis mengeluarkan dua jenis biaya overhead: variabel dan tetap.

Dalam hal biaya produksi, ada tiga komponen utama yang perlu dipertimbangkan. Pertama-tama, ada bahan baku langsung, yaitu bahan yang secara fisik ada dalam barang dan jasa yang sedang diproduksi. Komponen kedua adalah tenaga kerja langsung, yang mengacu pada pekerjaan yang secara langsung terlibat dalam transformasi bahan baku menjadi barang atau jasa jadi. Terakhir, ada biaya overhead, yang mencakup semua biaya produksi tidak termasuk bahan baku langsung dan tenaga kerja (Fadli dan Ramayanti, 2020).

Komponen yang membentuk biaya produksi meliputi biaya yang terkait dengan bahan baku, tenaga kerja, dan overhead. Ada sejumlah cara untuk mendapatkan bahan baku, yang merupakan blok penyusun produk apa pun. Kita dapat mengolahnya sendiri, membelinya di pasar, atau bahkan mengimpornya dari negara lain. Biaya gudang (jika bahan baku perlu disimpan di sana) dan biaya akuisisi lainnya juga merupakan bagian dari total. Pekerja, yang sering dikenal



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sebagai biaya tenaga kerja atau karyawan, bertanggung jawab untuk mengubah bahan baku menjadi barang jadi. Biaya produksi dalam perhitungan perusahaan harus mencakup biaya karyawan. Biaya produksi yang tidak secara langsung berhubungan dengan tenaga kerja atau bahan baku dikenal sebagai biaya overhead pabrik. Biaya overhead di pabrik mungkin mencakup berbagai macam item, seperti bahan pembantu produk, perawatan mesin, biaya personel tidak langsung, penyusutan, asuransi, listrik, dan sebagainya (Fadli dan Ramayanti, 2020).

2.3.1 Manfaat Harga Produksi

Manfaat harga pokok produksi yakni seperti berikut (Fadli dan Ramayanti, 2020):

1. Menetapkan harga jual produk, melacak pemulihan biaya produksi, menghitung laba atau rugi kotor untuk jangka waktu tertentu, dan memastikan biaya persediaan barang jadi dan barang dalam proses seperti yang ditunjukkan pada neraca.
2. Kemampuan untuk memastikan harga jual suatu produk atau layanan mengikuti perolehan biaya produksi. Dengan memperhitungkan biaya produksi, seseorang dapat menetapkan harga jual untuk barang atau layanan yang dapat diterima tetapi tidak berlebihan. Dengan tujuan mempertahankan daya saing harga sambil tetap menghasilkan laba yang ditargetkan.
3. Proses produksi suatu barang direncanakan terlebih dahulu untuk memperhitungkan biaya produksi sebelumnya. Manajemen memerlukan data ini untuk menghitung biaya produksi. Dengan menggunakan akuntansi biaya, Kita dapat memverifikasi apakah seluruh biaya produksi produk sesuai dengan rencana dan mendapatkan gambaran terpadu dari semua biaya yang dikeluarkan untuk membuat produk tersebut.
4. Mampu menentukan laba atau rugi dalam jangka waktu tertentu; pada tahap ini, biaya produksi dapat digunakan untuk menentukan apakah operasi produksi dan penjualan produk perusahaan dalam jangka waktu tersebut dapat menyebabkan kerugian atau keuntungan. Untuk menentukan apakah suatu bisnis menghasilkan laba atau rugi, penting untuk mengetahui seberapa besar kontribusi suatu produk atau layanan untuk menutupi pengeluaran nonproduksi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
5. Neraca menunjukkan biaya barang jadi dan persediaan dalam proses, yang dapat dihitung menggunakan biaya produksi. Dalam jangka waktu tertentu, manajemen bertanggung jawab untuk menyiapkan laporan keuangan, termasuk neraca, laporan laba rugi, dan lainnya

2.3.2 Metode Penentuan Harga Pokok Produksi

Ketika membuat suatu produk, perhitungan biaya penuh atau full costing adalah cara yang tepat karena perhitungan ini memperhitungkan setiap biaya, mulai dari bahan baku hingga tenaga kerja langsung hingga biaya overhead pabrik tetap dan variabel, dalam proses produksi. Akibatnya, komponen-komponen berikut membentuk biaya produksi sebagaimana ditentukan oleh metode perhitungan full costing:

Biaya bahan baku	Rp. AAA
Biaya tenaga kerja langsung	Rp. AAA
Biaya Overhead Pabrik Tetap	Rp. AAA
Biaya Overhead Pabrik Variabel	Rp. AAA +
Biaya Produksi	Rp. AAA

Biaya bahan baku, atau harga barang yang akan digunakan untuk membuat suatu barang, dan biaya tenaga kerja, atau harga yang dibayarkan kepada orang-orang yang benar-benar melakukan pekerjaan sebenarnya untuk membuat suatu barang, adalah dua komponen utama dari total biaya suatu produk sebagaimana ditentukan oleh teknik penghitungan full costing. Terakhir namun tidak kalah pentingnya adalah biaya overhead, yang mencakup segala sesuatu yang tidak terkait langsung dengan tenaga kerja atau bahan baku. Biaya overhead tetap adalah biaya yang tetap konstan terlepas dari perubahan jumlah pekerjaan yang dilakukan; biaya overhead variabel, di sisi lain, berfluktuasi seiring dengan perubahan volume produksi.

Metode Penghitungan Variable Costing, V. Wiratna Sujarweni (2019) menyatakan dalam Fadli dan Ramayanti (2020) bahwa penghitungan biaya variabel adalah cara untuk menghitung biaya produksi yang hanya mencakup biaya produksi variabel. "Penghitungan biaya variabel adalah metode penentuan biaya produksi yang hanya memperhitungkan biaya produksi variabel untuk biaya produksi," kata



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Mulyadi (2016), sebagaimana dikutip oleh Fadli dan Ramayanti (2020). Metode ini dapat diturunkan dari biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead pabrik variabel. Akibatnya, komponen-komponen berikut membentuk biaya produksi sebagaimana ditentukan oleh metode biaya variabel:

Biaya bahan baku	Rp. AAA
Biaya tenaga kerja langsung	Rp. AAA
Biaya Overhead Pabrik Variabel	Rp. AAA +
Biaya Produksi	Rp. AAA

Tiga komponen utama biaya variabel, bahan baku, tenaga kerja/karyawan, dan overhead, membentuk harga akhir suatu produk. Menurut Fadli dan Ramayanti (2020), satu perbedaan utama antara variable costing dan full costing adalah bahwa biaya variabel hanya memperhitungkan biaya overhead variabel, sedangkan biaya lengkap tidak memperhitungkan biaya overhead tetap.

2.4 Strategi Penetapan Harga Jual

Laba bersih perusahaan secara langsung dipengaruhi oleh harga, dan dari sudut pandang konsumen, harga biasanya merupakan elemen terpenting saat memutuskan apa yang akan dibeli. Dengan demikian, diharapkan harga suatu produk dapat menutupi biaya produksi dan menghasilkan laba maksimum, jadi penting untuk menetapkan harga yang sesuai (Ramdhani, dkk., 2021).

Tujuan dari penetapan harga yaitu (Ramdhani, dkk., 2021):

1. Memaksimalkan laba
2. Meraih pangsa pasar
3. Return on investment (ROI)
4. Mempertahankan pangsa pasar
5. Stabilisasi harga
6. Menjaga kelangsungan hidup perusahaan

Pada konteks yang general, metode yang diterapkan dalam penetapan harga yakni (Ramdhani, dkk., 2021):

1. Penetapan harga berdasarkan biaya
 - a. Penetapan harga biaya plus, yaitu harga jual per unit ditentukan dengan menghitung jumlah seluruh biaya per unit ditambah jumlah tertentu



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

$$\text{Harga Jual} = \text{Biaya total} + \text{Margin} \quad \dots(2.1)$$

- b. Penetapan harga mark-up, yaitu harga jual per unit ditentukan dengan menghitung harga pokok pembelian per unit ditambah mark-up dalam jumlah tertentu.

$$\text{Harga Jual} = \text{Harga beli} + \text{Mark-up} \quad \dots(2.2)$$

- c. Penetapan harga BEP, yaitu metode penetapan harga berdasarkan keseimbangan antara total biaya keseluruhan dengan jumlah penerimaan keseluruhan.

$$\text{BEP} = \text{Total Biaya} = \text{Total Penerimaan} \quad \dots(2.3)$$

2. Penetapan harga berdasarkan harga pesaing
3. Penetapan harga berdasarkan permintaan

2. Break Even Point (BEP)

BEP mengacu pada situasi di mana bisnis tidak menghasilkan pendapatan tetapi juga tidak mengalami kerugian. Manajemen sangat bergantung pada titik impas (BEP) saat memutuskan apakah akan menghentikan produksi barang, meluncurkan barang baru, atau menghentikan operasi yang berkinerja buruk. Ketika pendapatan perusahaan sama dengan pengeluarannya, atau ketika laba kontribusinya cukup untuk menutupi pengeluaran tetap, kita katakan bahwa bisnis tersebut telah mencapai titik impas (Kharismawati, dkk, 2021).

Titik impas (BEP) terjadi ketika, setelah menyiapkan laporan laba rugi untuk periode tertentu, bisnis tidak menghasilkan laba apa pun dan tidak mengalami kerugian apa pun. Oleh karena itu, BEP adalah titik di mana biaya input sama dengan pendapatan output. Ada hubungan antara batas aman dan titik impas. Varians antara titik impas penjualan dan strategi penjualan, dinyatakan dalam unit atau unit moneter, dikenal sebagai Margin of Safety. Margin of Safety mengungkapkan deviasi maksimum yang diizinkan antara rencana penjualan dan penjualan aktual yang masih dapat mencegah kerugian bagi bisnis. Untuk menghindari kerugian uang, kesenjangan antara penjualan aktual dan rencana penjualan maksimum harus setidaknya sebesar Margin of Safety (Kharismawati, dkk, 2021).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Di sisi lain, analisis titik impas atau BEP dapat membantu mengetahui berapa banyak penjualan yang Kita butuhkan untuk mencegah kerugian, tetapi juga tanpa menghasilkan laba sama sekali. Data penjualan dan pengeluaran diperlukan untuk menghitung titik impas. Ketika penjualan lebih tinggi dari pengeluaran yang diperlukan, laba bersih dihasilkan. Sebaliknya, ketika penjualan tidak menutupi semua pengeluaran, perusahaan dikatakan merugi. Selain mengungkapkan apakah bisnis berada dalam titik impas atau tidak, analisis Titik Impas adalah alat yang hebat untuk perencanaan dan proses pengambilan keputusan manajemen. Menemukan titik di mana pendapatan penjualan sama dengan total biaya variabel ditambah biaya tetap adalah inti dari analisis titik impas. Alat analisis untuk mempelajari korelasi antara volume penjualan dan profitabilitas adalah metode titik impas. Jika ingin menentukan berapa banyak uang yang akan dihasilkan atau hilang dari bisnis tergantung pada apakah penjualan lebih tinggi atau lebih rendah dari ambang batas tertentu, Kita dapat menggunakan teknik ini, yang juga disebut studi titik impas (Kharismawati, dkk, 2021).

Tidak masalah apakah kita memulai bisnis jasa atau manufaktur; BEP sangat penting untuk menghindari kerugian. Berikut kegunaan dari BEP (Kharismawati, dkk, 2021).:

1. Instrumen perencanaan yang dapat menghasilkan uang.
2. Memberikan perincian tentang berbagai tingkat penjualan dan bagaimana hal itu selaras dengan kemungkinan menghasilkan laba pada tingkat tersebut.
3. Untuk menentukan hubungan antara volume penjualan, harga jual, dan biaya guna mengetahui laba rugi bagi bisnis.
4. Menentukan jumlah minimum penjualan (baik dalam unit produk maupun unit moneter) yang akan membuat bisnis tetap bertahan.
5. Melihat berapa banyak uang yang diperoleh bisnis secara keseluruhan.
6. Mengganti sistem pelaporan yang rumit dengan grafik yang tidak dapat dipahami.
7. Memutuskan harga jual.
8. Untuk memberikan informasi yang relevan atau dasar pengambilan keputusan terkait isu-isu berikut:



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

- Jumlah penjualan minimum yang harus dipertahankan agar bisnis terhindar dari kerugian
- Jumlah penjualan minimum yang dibutuhkan untuk mencapai target laba tertentu
- Seberapa besar penurunan penjualan yang dibutuhkan sebelum bisnis mulai merugi
- Tentukan bagaimana perubahan campuran harga jual, biaya, dan volume memengaruhi laba bersih.

Adapun rumus menghitung BEP yakni seperti berikut (Kharismawati, dkk, 2021):

Penghasilan total = Biaya total

Penghasilan total = Biaya variabel + Biaya tetap

Persamaan ini bisa dijabarkan pada rumus berikut:

$$px = a + bx$$

Ket:

p = Harga jual per unit produk

x = Unit produk yang dijual/yang diproduksi

a = Total Biaya Tetap

b = Biaya variabel setiap unit produk

merujuk pada persamaan tersebut, bisa dijabarkan menjadi rumus BEP seperti berikut:

a. BEP dalam satuan uang penjualan

$$BEP \text{ (Rupiah)} = \frac{a}{1 - \left[\frac{bx}{px} \right]}$$

...(2. 4)

b. BEP dalam unit produk

$$BEP \text{ (Unit)} = \frac{a}{p-b} \quad \dots(2. 5)$$

Untuk mencapai titik impas ditambah biaya tetap, kuantitas produk yang terjual harus sama dengan titik impas ditambah laba operasi, yaitu nol.



2.6 Tepung Tapioka

Ekstraksi pati singkong, yang meliputi tepung tapioka, memerlukan proses pencucian yang cermat diikuti dengan pengeringan. Pati merupakan hampir semua bahan dalam tepung tapioka. Penggunaan tepung tapioka Karena berasal dari singkong, sebagian besar komposisinya adalah karbohidrat. Orang sering kali menyamakan tepung tapioka dengan tepung sagu karena warnanya yang putih dan kualitas lainnya. Tekstur tepung tapioka biasanya lebih lembut dan halus. Pengental yang umum dalam banyak hidangan, termasuk sup dan roti (Lobo, dkk, 2023)

Stabilitas suatu produk ditingkatkan selama produksi dengan bantuan tepung tapioka. Tapioka juga memiliki kemampuan untuk meningkatkan berat produk, mengurangi penyusutan, dan mengikat air. Konsentrasi amilopektin yang tinggi pada tapioka meningkatkan kemampuan mengikat air dan berpotensi memengaruhi tekstur produk. Tepung tapioka granular merupakan pati alami.

Penggilingan, penuangan, pemisahan, sedimentasi, dan pengeringan merupakan proses yang menghasilkan pati dalam singkong. Jika dibandingkan dengan tepung pati lainnya, tepung tapioka memiliki daya serap air yang lebih unggul (Primadini, dkk, 2021).

Setelah beras dan jagung, singkong (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan sumber kalori terpenting ketiga di wilayah tropis. Tanaman yang paling penting untuk kalori bahkan di Afrika adalah singkong. Sebagai hasil dari adaptasinya yang luas biasa terhadap kondisi pertumbuhannya, tanaman ini sering digunakan sebagai sarana untuk memastikan ketahanan pangan bagi rumah tangga, bahkan di lahan marginal. Enam negara, Nigeria, Republik Demokratik Kongo, Ghana, Brasil, Thailand, dan Indonesia, menanam sekitar 60% singkong dunia. Keenam negara ini menghasilkan 163.355.000 metrik ton dari total produksi singkong dunia sebesar 276.510.000 metrik ton pada tahun 2016. Dengan 57.855.000 ton, Nigeria berada di puncak daftar produsen. Thailand menghasilkan 31.161.000 ton, Brasil 21.080.000 ton, Indonesia 20.261.000 ton, Ghana 17.798.000 ton, dan Kongo 15.200.000 ton. Papua dan Papua Barat hanyalah dua dari sekian banyak daerah yang menanam singkong, dan produksi tahunannya terus meningkat. Para pengolah yang dapat meningkatkan variasi dan nilai produk singkong sangat penting untuk

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

perluasan produksi singkong. Sejumlah barang dapat dibuat dari umbi singkong, termasuk kue, keripik, dan pati, yang terkadang dikenal sebagai tepung tapioka (Darma, dkk., 2020).

Karena bahan baku yang tersedia cukup banyak, industri tepung tapioka menjadi salah satu subsektor agroindustri pedesaan di Indonesia yang memiliki prospek masa depan yang menjanjikan, khususnya di Provinsi Papua dan Papua Barat. Peluang pertumbuhan dan kemampuan memenuhi permintaan konsumen pada bisnis tepung tapioka cukup menjanjikan. Pengolahan bahan baku singkong menjadi tepung tapioka dilakukan oleh industri tepung tapioka yang merupakan sektor hilir. Di Indonesia, permintaan tapioka terus meningkat. Meningkatnya jumlah industri yang memanfaatkan tepung tapioka sebagai bahan baku disebabkan oleh meluasnya pemanfaatan tepung tapioka di beberapa sektor, antara lain pangan dan nonpangan, tekstil, kertas, sorbitol, dan sebagainya (Darma, dkk., 2020).

Pati dalam singkong pada dasarnya adalah inti dari metode pengolahan tapioka. Mengupas, mencuci, memarut, mengekstraksi, pengendapan pati, mencuci (memutihkan), dan mengeringkan adalah langkah-langkah mendasar dalam mengekstraksi pati dari singkong. Keberhasilan seluruh proses bergantung pada penyelesaian tahap-tahap individualnya, yang pada gilirannya saling bergantung satu sama lain. Semua langkah dalam proses produksi tapioka harus dipantau dengan cermat untuk memastikannya memenuhi standar yang disyaratkan agar operasi dianggap berhasil. Operasi pamarutan merupakan bagian penting dari pengolahan tapioka karena secara mekanis memecah umbi baru untuk memisahkan butiran pati dari komponen ekstraksi lainnya. Bergantung pada hasil yang diinginkan, pamarutan dapat dilakukan dengan tangan atau dengan mesin. Meskipun memarut umbi baru merobek dinding sel dan mengubah seluruh bahan menjadi bubur, tidak semua butiran pati terbebas. Menurut Darma et al. (2020), jumlah pati bebas dapat berkisar antara 70% hingga 90% ketika umbi diparut hingga kehalusan tertentu.

2.7 Limbah

Yang kita sebut "limbah" sebenarnya hanyalah produk sampingan dari kegiatan komersial yang berakhir di tempat limbah dan membahayakan satwa liar



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

maupun lingkungan. Zat yang tersisa setelah suatu kegiatan atau proses produksi selesai disebut limbah, dan dapat dikategorikan menjadi tiga jenis menurut bentuknya: limbah padat, cair, dan gas (PP No. 12 Tahun 1995). Secara umum, terdapat dua jenis limbah padat, yaitu limbah menular dan limbah tidak menular (Saputro dan Dwiprigitaningtias, 2022).

Sifat limbah yang berukuran mikro, selalu berubah, tersebar luas, dan berubah secara permanen hanyalah beberapa dari sekian banyak ciri khasnya. limbah perlu diolah agar tidak menimbulkan ancaman. Penguraian alami merupakan pilihan untuk limbah organik, sedangkan daur ulang merupakan pilihan yang tepat untuk limbah anorganik. Lebih jauh, pihak berwenang yang berwenang harus menangani limbah B3 yang berbahaya dan beracun dengan keseriusan yang layak. Biasanya, proses industrilah yang menghasilkan limbah berbahaya ini. Oleh karena itu, pemerintah perlu menetapkan aturan untuk pengolahan dan penanganan limbah industri yang benar. (Martiyah, dkk, 2020).

2.7.1 Limbah Berdasarkan Senyawa

Ada dua kategori utama limbah berdasarkan zat yang dikandungnya: limbah organik dan limbah anorganik. Berikut ini adalah rincian berbagai kategori limbah menurut zat yang dikandungnya (Martiyah, dkk, 2020):

1. Limbah Organik

Baik dari tumbuhan maupun hewan, limbah organik merupakan produk sampingan kehidupan. Karena kaya akan molekul organik dan komponen hidrokarbon, mikroba lebih mudah mengurai limbah organik. Wortel, seledri, sisa daging, kertas, tanah, kayu, dedaunan, dll. merupakan komponen limbah organik.

2. Limbah Anorganik

Keberadaan zat anorganik dalam limbah menjadikannya limbah anorganik. Karena tidak mengandung hidrokarbon dan unsur-unsur lain, limbah anorganik terkenal sulit diurai oleh mikroba. Pengurangan jumlah limbah anorganik dapat dilakukan dengan cara daur ulang. Bahan-bahan seperti plastik, kaca, logam, karet, besi, dan sejenisnya merupakan contoh limbah anorganik.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2.7.2 Limbah Berdasarkan Wujudnya

limbah padat, limbah gas, dan limbah cair merupakan tiga kategori utama limbah berdasarkan komposisi fisiknya. Berikut ini adalah berbagai jenis limbah dan cara diklasifikasikan berdasarkan bentuknya (Martiyah, dkk, 2020).:

1. limbah yang berwujud cair dianggap sebagai limbah cair. Pembuangan limbah yang tercampur dengan air atau terlarut di dalamnya disebut limbah cair. Air sabun, residu deterjen, cairan rembesan, cairan limbah industri, dan zat serupa lainnya adalah contoh limbah cair.
2. Sampah limbah yang berwujud gas disebut sebagai limbah gas. Ada praktik umum pembuangan limbah gas ini ke udara terbuka untuk menurunkan kualitas udara. Karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan gas serupa lainnya adalah contoh limbah gas.
3. Semua limbah yang berwujud padat dianggap sebagai limbah padat. Umumnya dikenal sebagai limbah, limbah padat sejauh ini merupakan bentuk limbah yang paling umum.

2.7.3 Limbah Berdasarkan Sumbernya

Penjabaran terkait jenis limbah apabila dibedakan dari sumbernya yakni seperti berikut (Martiyah, dkk, 2020).:

1. Kategori pertama, "limbah rumah tangga," mencakup limbah dari tempat tinggal pribadi dan tempat usaha komersial termasuk toko kelontong, tempat kerja, dan restoran. Sisa makanan, kertas, plastik, air dengan sabun, kaleng, dan barang-barang serupa lainnya adalah contoh limbah rumah tangga.
2. Produk limbah dari pabrik dan tempat usaha komersial lainnya dikenal sebagai limbah industri. Berbagai macam proses industri saat ini dapat menyebabkan limbah ini. Logam, plastik, pewarna tekstil, cairan industri, asap pabrik, dan zat serupa lainnya adalah contoh limbah industri.
3. Kategori limbah ketiga dikenal sebagai limbah pertanian. Bahan kimia yang digunakan dalam pertanian sering kali menghasilkan senyawa anorganik, yang merupakan bagian terbesar dari limbah pertanian. Banyak jenis limbah pertanian lainnya yang dihasilkan, seperti pupuk, insektisida, jerami padi, sisa tanaman, bangkai serangga, dan masih banyak lagi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Salah satu bentuk limbah yang dihasilkan oleh kegiatan pertambangan adalah limbah pertambangan. Mineral umum ditemukan di lokasi pertambangan dan biasanya merupakan limbah pertambangan. Logam, mineral, senyawa sulfat, karbon monoksida, dan zat serupa lainnya merupakan contoh limbah pertambangan

2.8 Limbah Tepung Tapioka

Dengan singkong sebagai bahan utamanya, sektor tapioka memiliki posisi yang baik untuk merambah pasar lokal dan global. Menurut Sarajar, Ramadhania, dan Purwanto (2018), dibutuhkan 6-9 m³ air untuk mengubah 1 ton singkong menjadi tepung tapioka. Limbah padat dan cair dihasilkan dari proses ini. Limbah padat dapat didaur ulang menjadi pakan ternak, sedangkan limbah cair biasanya dibuang ke sungai tanpa diolah (Damayanti, dkk., 2021).

Menurut Andareswari, Hariyadi, & Yulianto (2019), limbah cair tapioka memiliki ciri-ciri sebagai berikut: pH rendah, kebutuhan oksigen biokimia dan kebutuhan oksigen kimia tinggi, warna putih kekuningan, dan kadar sianida rendah. Ciri-ciri ini jauh melampaui apa yang sebelumnya dianggap bermutu tinggi. Selain berwarna putih, limbah cair tapioka memiliki aroma seperti singkong yang lama-kelamaan akan berubah menjadi menyengat. pH limbah cair dapat berkisar antara 4,5 hingga 5,5, dan kisaran partikel tersuspensi adalah 1.500 hingga 5.000 mg/l. pH limbah cair segar adalah antara 6 dan 6,5. COD dan BOD masing-masing berada dalam kisaran 4.000-30.000 mg/l dan 3.000-6.000 mg/l.

Limbah cair tapioka umumnya mengandung zat kimia berbahaya sianida. Menurut Sarajar dkk. (2018), hidrosianida (HCN), racun yang terdapat dalam limbah cair tapioka, berasal dari umbi singkong dan kulit arinya. Glukosa, aseton, dan HCN membentuk rantai glikosida sianogenik yang mengikat toksin ini.

Limbah cair industri tapioka memiliki konsentrasi COD (6.000–10.200 mg/l) dan sianida (0,67 mg/l) yang relatif tinggi, menurut Sarajar dkk. (2018). Konsentrasi chemical oxygen demand (COD) dan sianida dalam limbah cair tapioka lebih tinggi dari yang dianggap aman untuk limbah cair industri (KLH, 1991). Paramita, Yulianto, dan Hartati (2006) menemukan bahwa COD terdapat dalam limbah cair tapioka sebesar 5.100–10.000 mg/l. Bahaya lingkungan yang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

serius akan timbul akibat pembuangan limbah cair yang belum diolah ke lingkungan.

2.9 Superkapasitor

Peralatan dengan kemampuan penyimpanan energi yang lebih besar daripada superkapasitor dikenal sebagai superkapasitor. Superkapasitor menawarkan manfaat penyimpanan energi yang cepat dan jangka panjang dibandingkan dengan baterai. Kepadatan energi yang tinggi, kapasitas penyerapan energi yang besar, dan jumlah siklus yang relatif panjang (> 100.000 siklus) adalah beberapa manfaat lain dari superkapasitor ini. Ia juga memiliki prinsip kerja yang sederhana. Bahan elektroda untuk superkapasitor adalah yang memiliki luas permukaan aktif yang tinggi. Banyak energi dapat disimpan olehnya karena luas permukaan aktifnya yang besar. Elektroda untuk kapasitor sering kali terbuat dari bahan berbasis karbon, termasuk grafena dan karbon nanotube (CNT) (Vietanti, dkk., 2021).

Kendaraan listrik hibrida, sistem telekomunikasi digital, komputer, sistem laser pulsa, dan masih banyak lagi gadget elektronik mengandalkan superkapasitor sebagai teknologi penyimpanan energi. Di sisi lain, superkapasitor lebih mudah digunakan dan lebih aman daripada baterai tradisional karena tidak mengandung zat berbahaya dan bahan kimia korosif (Kurniawati dan Surawan, 2020).

Secara keseluruhan, superkapasitor terdiri dari elektroda, elektrolit, dan separator. Superkapasitor dapat dikategorikan menjadi beberapa bagian menurut mekanisme yang digunakan untuk menyimpan energi, seperti (Diantoro, dkk., 2020):

Electric Double Layer Capacitor (EDLC) memiliki stabilitas siklus yang unggul di antara semua superkapasitor. Hal ini dikarenakan EDLC menyimpan muatan secara elektrostatik, bukan melalui transfer muatan antara elektrolit dan elektroda. Kapasitor lapisan ganda elektrokimia (EDLC) terdiri dari elektrolit, pemisah, dan elektroda. Kapasitor lapisan ganda elektrokimia (EDLC) bekerja dengan menyimpan elektron bebas yang dihasilkan oleh penyerapan ion secara elektrostatik pada elektroda pelat paralel yang memiliki elektrolit yang diapit di antara dua bahan penghantar pada luas permukaan tertentu (Huda, dkk., 2022).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Pseudokapasitor, kapasitor ini mampu menyimpan muatan melalui reaksi redoks pada permukaan elektroda dan menggunakan material elektroaktif berdasarkan oksida logam; kapasitor ini memiliki kepadatan energi dan kapasitas spesifik yang tinggi. Mengingat kelebihan dan kekurangan EDLC dan pseudokapasitor, banyak upaya telah dilakukan untuk membuat superkapasitor hibrida dengan menggabungkan keduanya (Haq, dkk., 2022).

Hybrid kapasitor, menggabungkan elemen dari lapisan lipid yang terdisipasi secara elektrokimia (EDLC) dan kapasitor redoks ke dalam satu superkapasitor. Karena kepadatan energinya yang tinggi, kapasitor hibrida mengungguli dua superkapasitor lainnya dalam hal kemungkinan mencapai nilai kapasitansi spesifik maksimum.

2.10 Pengujian Prestasi Sel Superkapasitor

Merujuk pada penjabaran dari Taslim, et al (2023) uji prestasi sel yakni seperti berikut:

a. *Cyclic Voltammetry* (CV)

Voltametri siklik (CV) digunakan untuk menguji karakteristik elektrokimia superkapasitor karbon aktif. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menemukan nilai kapasitas yang tepat dari beberapa jenis elektroda karbon. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah CV UR Rad-ER 6481 Fisika. Seperti yang umum terjadi pada superkapasitor tipe EDLC (Electric Double-Layer Capacitor) berbasis biomassa, hasilnya berbentuk kurva dengan bentuk persegi panjang yang agak terdistorsi.

b. Galvanostatic Charge Discharge (GCD)

Menggunakan perangkat CD UR Red-ER 2018 dengan arus tetap 1 A, metode Galvanostatic Charge Discharge (GCD) digunakan untuk memperkuat penilaian sifat elektrokimia. Menggunakan elektrolit cair yang sama, 1 M H₂SO₄, evaluasi dilakukan pada sistem dua elektroda. Kurva berbentuk segitiga sama kaki yang sedikit miring menggambarkan hubungan antara tegangan dan waktu selama pengisian dan pengosongan, menurut hasil pengujian.

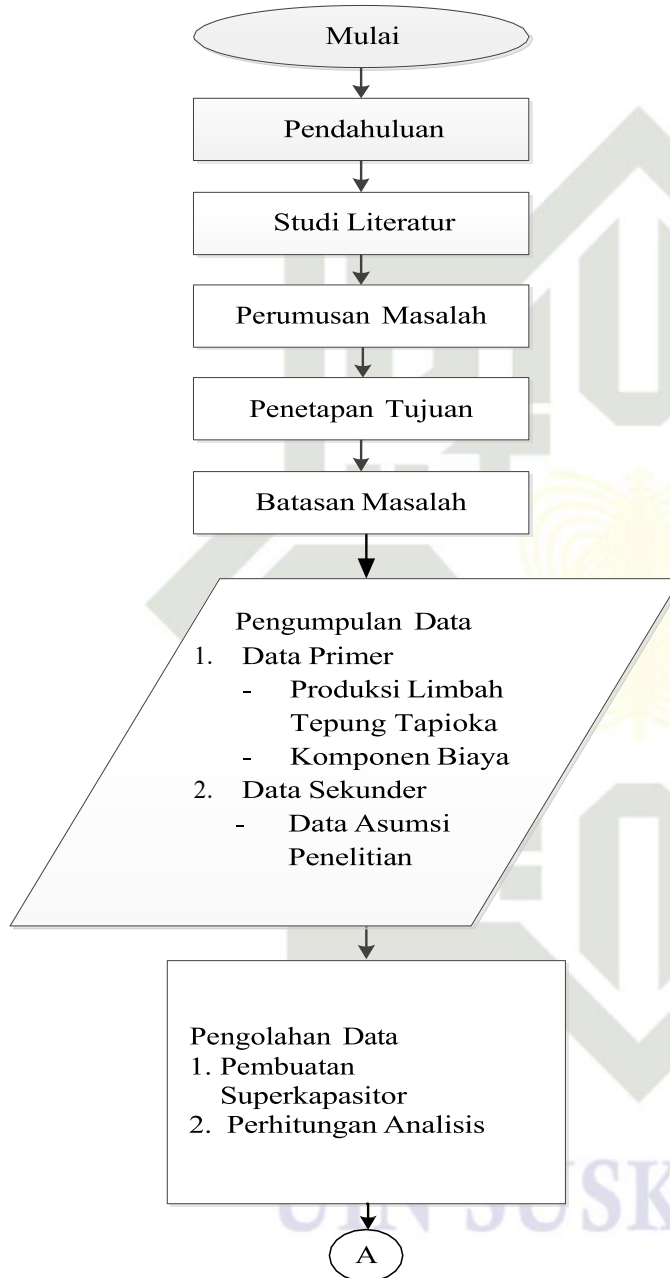
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

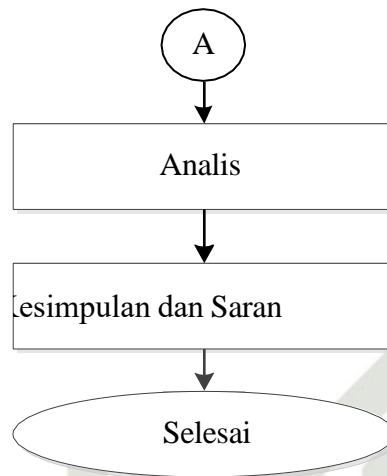
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan mengenai langkah-langkah yang diambil dalam penelitian terdapat pada bagian metodologi penelitian. Tahapan-tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Pendahuluan

Tahap ini dimaksudkan dalam memperoleh data awal mengenai objek penelitian, yaitu limbah padat industri tepung tapioka (onggok) yang dihasilkan oleh UMKM Ajo Tani. Informasi yang dikumpulkan diharapkan dapat membantu dalam merumuskan solusi terhadap masalah pengelolaan limbah tersebut, khususnya dalam kaitannya dengan nilai ekonomis dan potensi pengolahan lebih lanjut menjadi superkapasitor.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dalam studi ini bertujuan untuk mempelajari teori-teori dan konsep-konsep yang menunjang topik pada studi, yaitu pemanfaatan limbah tepung tapioka (onggok) menjadi superkapasitor. Kajian ini dilakukan melalui tinjauan terhadap teori-teori mengenai tepung tapioka, limbah industri, superkapasitor, serta metode analisis ekonomi.

3.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah berfungsi sebagai panduan pada studi ini supaya tetap berada pada jalur permasalahan yang telah ditetapkan. Dengan begitu, penelitian menjadi lebih terarah, penyelesaiannya dapat dicapai dengan optimal, dan solusi yang relevan dapat ditemukan. Masalah yang dirumuskan pada studi ini yaitu tentang bagaimana proses pengolahan limbah tepung tapioka menjadi suatu produk yang bernilai guna, yaitu dengan memanfaatkan limbah padat tepung tapioka



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(onggok) sebagai bahan untuk superkapasitor, serta menganalisis potensi perkembangan superkapasitor di masa depan melalui pendekatan analisis ekonomi.

3.4 Penetapan Tujuan

Untuk memastikan penelitian terfokus dan sesuai rencana, penetapan tujuan sangatlah penting. Keberhasilan atau kegagalan suatu penelitian bergantung pada kemampuannya untuk mencapai tujuan atau sasaran penelitian yang ditetapkan. Berdasarkan konsep yang disajikan dalam bab 1, sasaran penelitian disusun.

3.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian, batasan masalah mengendalikan seberapa luas masalah tersebut. Dengan menetapkan batasan ini, kita dapat melakukan penelitian dengan cara yang lebih terkonsentrasi dan terarah, memastikan bahwa pembahasan kita tetap berada dalam area masalah yang telah ditetapkan.

3.6 Pengumpulan Data

Untuk memproses dan memengaruhi hasil akhir penelitian secara keseluruhan, pengumpulan data dilakukan. Ada dua jenis data utama yang dikumpulkan: data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil observasi lapangan di fasilitas UMKM Ajo Tani yang terkait dengan produksi tepung tapioka dan limbah terkait. Hasil percobaan yang dilakukan selama penelitian dievaluasi menggunakan data ini. Penelitian analisis ekonomi juga akan menggunakan data komponen biaya yang dikeluarkan.

2. Data Sekunder

Literatur yang dikutip dalam penelitian sebelumnya berfungsi sebagai data sekunder untuk penelitian ini. Lebih jauh, analisis ekonomi memerlukan data asumsi, seperti target produksi, upah tenaga kerja, dan variabel lainnya.

3.7 Pengolahan Data

Prosedur pengolahan data analisis ekonomi dalam penelitian ini meliputi penentuan harga jual dan Break Even Point. Data diolah secara manual dengan menghitungnya menggunakan persamaan atau algoritma yang sudah ada. Berikut ini adalah informasi mengenai pengolahan data yang akan dilakukan:



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

3.7.1 Pembuatan Superkapasitor

Pada tahap ini, akan dijelaskan mengenai alur pembuatan superkapasitor dari proses preparasi sampel hingga proses pengujian nilai csp menggunakan CV dan GCD.

3.7.2 Klasifikasi Komponen Biaya

Di sini, kita bisa membagi berbagai biaya menjadi dua kelompok: biaya yang terkait dengan produksi (yang mencakup hal-hal seperti harga bahan baku, tenaga kerja langsung, dan biaya overhead produksi) dan biaya yang terkait dengan nonproduksi. Dengan menggunakan metode penghitungan biaya secara keseluruhan, yang melibatkan penghitungan semua elemen biaya untuk menetapkan seluruh biaya produksi, biaya-biaya ini diperiksa.

3.7.3 Perhitungan Harga Jual

Harga eceran suatu produk didefinisikan sebagai total biaya produksi ditambah margin keuntungan yang ditetapkan. Dengan menggunakan markup tertentu di atas biaya produksi, harga jual ditentukan menggunakan pendekatan harga biaya-plus.

3.7.4 Perhitungan *Break Even Point* (BEP)

Untuk menghindari kerugian finansial, bisnis menggunakan perhitungan BEP untuk menetapkan volume produksi minimum yang harus dipenuhi. Untuk mengetahui seberapa banyak produksi yang perlu dilakukan agar perusahaan tetap bertahan dan seberapa besar penurunan penjualan yang mungkin terjadi sebelum kerugian terjadi, penelitian ini sangat penting.

3.8 Analisa

Analisis merupakan proses di mana pemrosesan data yang lebih mendalam menghasilkan hasil yang dapat mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh rumusan masalah. Studi kelayakan ekonomi akan dilakukan untuk memastikan kelayakan finansial penggunaan limbah singkong sebagai bahan pembuat superkapasitor. Dengan menggunakan pendekatan perhitungan biaya keseluruhan dan analisis *Break Even Point* (BEP), kita dapat menghitung harga pokok penjualan (HPP) dan mengetahui kapan kita dapat mulai menghasilkan laba dari produksi superkapasitor dari limbah tepung tapioka.

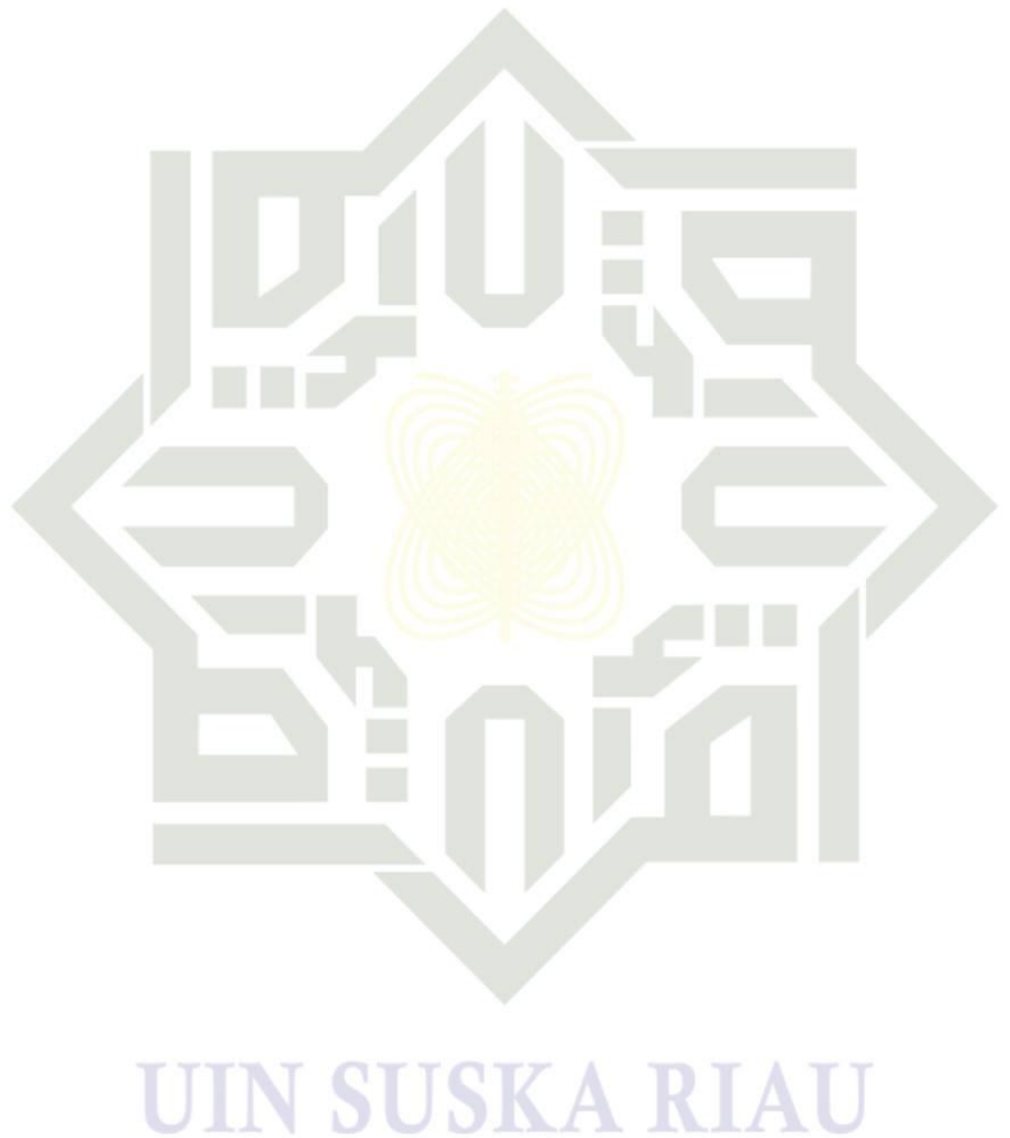


3.9 Penutup

Bagian ini berisi rekomendasi dan temuan. Jawaban atas pertanyaan penelitian yang diajukan oleh hipotesis dan temuan penelitian disajikan dalam kesimpulan. Sebaliknya, rekomendasi memberikan komentar dan poin-poin untuk perbaikan bagi penelitian di masa mendatang. Para peneliti dan pemangku kepentingan lain yang terlibat telah memberikan usulan positif untuk masa mendatang.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB VI PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa pada studi ini yakni seperti berikut:

1. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan merumuskan tahapan pembuatan elektroda karbon aktif berbahan dasar limbah tepung tapioka. Proses tersebut melibatkan beberapa langkah utama, seperti pengeringan bahan baku, pra-karbonisasi, penghalusan menggunakan ball-milling, karbonisasi pada suhu tinggi, dan aktivasi fisik dengan mesin furnace. Hasil uji kapasitansi spesifik menunjukkan bahwa sampel TP-800 menghasilkan nilai tertinggi sebesar 353,86 F/g, menunjukkan potensi bahan ini untuk diaplikasikan pada superkapasitor
2. Penelitian ini mengungkapkan bahwa limbah dari produksi tepung tapioka memiliki potensi ekonomis tinggi karena bahan baku utamanya dapat diperoleh secara gratis. Perhitungan harga pokok produksi menunjukkan efisiensi biaya yang signifikan dengan harga pokok sebesar Rp38.008/unit. Dengan margin keuntungan 20%, harga jual per unit adalah Rp45.610. Analisis ekonomi lebih lanjut mengindikasikan proyek ini layak secara finansial berdasarkan kriteria *Break Even Point* (BEP) yang tercapai pada tahun pertama, Payback Period sebesar 6,14 tahun, dan Net Present Value (NPV) positif yakni sejumlah Rp94.824.086. Hal tersebut menjabarkan bahwa bahwa investasi ini bisa menghasilkan keuntungan yang kompetitif serta efisiensi biaya produksi yang tinggi.

Saran

Saran yang bisa disampaikan dari adanya studi ini yakni seperti berikut:

1. Studi ini dapat diperluas melalui tahap mengeksplorasi potensi bahan baku limbah organik lainnya untuk pembuatan elektroda karbon aktif. Hal ini bertujuan untuk menemukan alternatif bahan baku yang lebih melimpah atau memberikan nilai tambah serupa.
2. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut dalam fabrikasi superkapasitor berbahan limbah tepung tapioka pada

skala industri. Dengan demikian, limbah ini dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku yang bernilai ekonomi tinggi, sehingga turut berkontribusi pada pengurangan limbah dan keberlanjutan lingkungan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, R., Saputra, F., Mahendra, A., Alaminanda, F., Syarifah, K., Maulana, R. R., dan Atika, A. N. (2022). Pengembangan dan Inovasi Pemasaran Potensi Lokal dengan Mengelola Ikan Menjadi Keribo “Keripik Bakso” guna Meningkatkan Ekonomi Masyarakat di Desa Teluk Papal Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(5), 1579-1584.
- Azwina, R., Wardani, P., Sitanggang, F., dan Silalahi, P. R. (2023). Strategi industri manufaktur dalam meningkatkan percepatan pertumbuhan ekonomi di indonesia. *Profit: Jurnal Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 2(1), 44-55.
- Bagg, M. M., dan Gul, I. H. (2021). Conversion of wheat husk to high surface area activated carbon for energy storage in high-performance supercapacitors. *Biomass and Bioenergy*, 144, 105909.
- Controlled pyrolysis of sugarcane bagasse enhanced mesoporous carbon for improving capacitance of supercapacitor electrode. *Biomass and Bioenergy*, 146, 105996
- Damayanti, H. O., Husna, M., dan Harwanto, D. (2021). Limbah Cair Tapioka, Pencemaran, dan Teknik Pengolahannya. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 17(1), 73-84.
- Darma, D., Faisol, A., dan Dahlia, A. S. (2020). Rancang bangun dan uji kinerja mesin pamarut singkong tipe silinder untuk produksi tepung tapioka. *Rekayasa*, 13(3), 254-262.
- Diantoro, M., Ittikhad, A. A., Suprayogi, T., Nasikhudin, N., dan Utomo, J. (2020). Performance of B-doped SrTiO₃/Ni sheet for supercapacitor material application. *Key Engineering Materials*, 851, 25-31.
- Elgri, O. E., Azuatalam, K. U., Minde, M. W., Trindade, A. M., Muthuswamy, N., Lou, F., dan Yu, Z. (2020). Towards high-energy-density supercapacitors via less-defects activated carbon from sawdust. *Electrochimica Acta*, 362, 137152.
- Fahallah, E. G., Nurhidayati, N., Hidayati, R., Hanifah, H., dan Prakasa, D. A. (2022). Studi Literatur: Potensi Onggok Singkong dan Kulit Pisang sebagai

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Alternatif Elektrolit Baterai Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4(1), 12-17.

Fadli, I. N., dan Ramayanti, R. (2020). Analisis Perhitungan Harga Pokok Produksi Berdasarkan Metode Full Costing (Studi Kasus Pada UKM Digital Printing Prabu). *Jurnal Akuntansi*, 7(2), 148-161.

Haq, S. F., Khanifah, N., Fitrilawati., Joni, M. I., Syakir, N. (2022). Perbandingan Karakteristik Sel Supercapacitor Berbahan Komposit Go/Tio2 Yang Dibuat Melalui Proses Termal Dengan Dan Tanpa Autoclave, 6 (2), 158- 165

Hasdar, M., Wadli, W., dan Meilani, D. (2021). Rancangan Acak Lengkap dan Rancangan Acak Kelompok pada pH Gelatin Kulit Domba Dengan Pretreatment Larutan NaOH. *Journal of technology and Food Processing (JTFP)*, 1(01), 17-23.

Heriyanti, A. P., Fibriana, F., dan Tirtasari, N. L. (2020, June). Bioethanol production from cassava-based industrial wastes using acid hydrolysis and simple fermentation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, No. 2, p. 022024). IOP Publishing.

Huda, A. N., Lestari, I., dan Hidayat, S. (2022). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Sekam Padi Sebagai Elektroda Supercapacitor. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 6(02), 102-113.

Jayachandran, M., Babu, S. K., Maiyalagan, T., Rajadurai, N., dan Vijayakumar, T. (2021). Activated carbon derived from bamboo-leaf with effect of various aqueous electrolytes as electrode material for supercapacitor applications. *Materials letters*, 301, 130335.

Khalafallah, D., Quan, X., Ouyang, C., Zhi, M., dan Hong, Z. (2021). Heteroatoms doped porous carbon derived from waste potato peel for supercapacitors. *Renewable energy*, 170, 60-71.

Kharismawati, Z., dan Dewi, I. (2021, March). Analisis *Break Even Point* (BEP) Sebagai Alat Perencanaan Laba Bagi Manajemen. In *Conference on Economic and Business Innovation (CEBI)* (pp. 34-45).

Kurniawati, N., dan Surawan, T. (2020). Supercapacitor Dari Karbon Aktif Limbah Daun Teh Sebagai Bahan Elektroda. *Jurnal Teknologi*, 8(1), 76-83.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Liang, K., Chen, Y., Wang, S., Wang, D., Wang, W., Jia, S., dan Chen, Z. (2023). Peanut shell waste derived porous carbon for high-performance supercapacitors. *Journal of Energy Storage*, 70, 107947.
- Lim, J. M., Jang, Y. S., Nguyen, H. V. T., Kim, J. S., Yoon, Y., Park, B. J., dan Doo, S. G. (2023). Advances in high-voltage supercapacitors for energy storage systems: materials and electrolyte tailoring to implementation. *Nanoscale Advances*, 5(3), 615-626.
- Lobo, A. D., Bakoil, J., dan Do Carmo, C. J. (2023). Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Kerupuk dari Kulit Kakao (*Theobroma L.*). *Partner*, 28(1), 73-82.
- Luanwuthi, S., Iamprasertkun, P., Akkharaamnuay, T., Kunyawut, C., Phukhrongthung, A., dan Puchongkawarin, C. (2024). Techno-economic and Environmental Assessment of Activated Carbon Electrodes for Supercapacitors from Oil Palm Leaves. *ACS Sustainable Chemistry dan Engineering*, 12(39), 14446-14458.
- Martiyah., Roziqin., dan Rosdiana. (2020). Penegakan Hukum Terhadap Pencemaran Imbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Kabupaten Penajam Paser Utara Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2(1), 147-167.
- Nurhanifa, M. (2023). *Analisis Tekno-Ekonomi Dari Ampas Tahu Yang Difermentasi Untuk Piranti Penyimpan Energi Superkapasitor* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Nurhayati, A. dan Dewi, R. K. S. (2018). *Ekonomi Teknik*. Yogyakarta : ANDI.
- Okonkwo, C. A., Menkiti, M. C., Obiora-Okafo, I. A., dan Ezenwa, O. N. (2021).
- Padhey, L., Sarkar, S., Arya, A., Sharma, A. L., Panwar, A., Kotnala, R. K., dan Gaur, A. (2021). Fabrication of activated carbon electrodes derived from peanut shell for high-performance supercapacitors. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-10.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Primadini, V., Vatria, B., dan Novalina, K. (2021). Pengaruh Jenis Olahan Bahan Baku dan Penambahan Tepung Tapioka yang Berbeda terhadap Karakteristik Bakso Ikan Nila. *Manfish Journal*, 2(2), 8-15.
- Ramdhani, D., dan Hendrani, A. (2020). *Akuntansi Biaya: (Konsep dan Implementasi di Industri Manufaktur)*. CV Markumi.
- Rosaliana, D., dan Ayunniyah, Q. (2022). Improving The Economy Of The Community Of Kadumanggu Village By Utilizing Cassava Waste In The Processing Of Tapioca Flour. *Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(2), 568-575.
- Saputro, H. D., dan Dwiprigitaningtias, I. (2022). Penanganan pada Limbah Infeksius (Sampah Medis) Akibat Covid 19 untuk Kelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Dialektika Hukum*, 4(1), 1-18.
- Safar, A. E. E., Ramadhania, R. P., dan Purwanto, P. (2018). Organic pollutant degradation of tapioca flour industrial waste with photo-fenton reaction. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 156, p. 03048). EDP Sciences.
- Sari, M. N. (2018). Analisa Potensi Pemanfaatan Limbah Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Elektroda Superkapasitor Pada Industri Menengah Masyarakat (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Soeprijanto, S., Wulandari, S., dan Alfaridzi, M. D. (2022). Bioethanol Production from Tapioca Solid Waste (Onggok) in a Batch Reactor. *IPTEK The Journal of Engineering*, 8(1), 1-5
- Suadi. (2019). Studi Kajian Ekonomi Industri Dari Pemanfaatan Rumput Ilalang Sebagai Elektroda Penyimpan Energi (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau)
- Suwandana. (2019). Kelayakan Industri Pada Pemanfaatan Tumbuhan Angsana Sebagai Elektroda Superkapasitor (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Taer, E., Rifani, Z., & Taslim, R. (2018). *Pengaruh Temperatur Aktivasi Fisika Terhadap Kinerja Superkapasitor Berbasis Elektroda Karbon Dari Ampas Sagu*. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 15(2), 126-130



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- Taer, E., Yanti, N., Apriwandi, Ismardi, A., & Taslim, R. (2023). Novel O, P, S self-doped with 3D hierarchy porous carbon from aromatic agricultural waste via H₃PO₄ activation for supercapacitor electrodes. *Diamond and Related Materials*, 140.
- Tan, Y., Ren, Y., Xu, Z., Zhu, Y., dan Li, H. (2023). Highly graphitized porous carbon prepared from biomass waste sunflower shells for supercapacitors. *Journal of Electronic Materials*, 52(4), 2603-2613.
- Taslim, R., Pahlevi, F. D., Suedi, Apriwandi, A., Harpito, Hamdy, M. I., Kusumanto, I., Siska, M., dan Taer, E. (2023). A Techno-Economic Analysis of Utilization and Development Activated Carbon as Biomass-based Electrodes for Supercapacitor Device. *Trends in Sciences*, 20(5).
- Taslim, R., Pasaribu, I. B., Yanti, N., Apriwandi, A., & Taer, E. (2023). Utilization of lamtoro fruit peel waste to improve the performance of supercapacitor electrodes in energy storage. *Materials Today: Proceedings*, 87, 18-24.
- Taslim, R., Refanza, R., Hamdy, M. I., Apriwandi, A., dan Taer, E. (2023). One-step strategy of 3D hierarchical porous carbon with self-heteroatom-doped derived bread waste for high-performance supercapacitor. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 171, 105956.
- Taslim, R., Refanza, R., Hamdy, M., Apriwandi, & Taer, E. (2023). One-step strategy of 3D hierarchical porous carbon with. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2023.105956>.
- Taslim, R., Taer, E., Suedi., Siska, M., Suwandana., Agustino., dan Apriandi. (2020). Synthesis of high porous activated carbon nanofibers using the single- step pyrolysis of reeds waste and its applications in supercapacitor electrodes. *Technology Reports of Kansai University*, 62(9).
- Vicanti, F., Saidatin, N., Arinda, S., dan Riyadi, K. (2021, March). Pengaruh Doping Nitrogen pada Matriks Reduced Graphene Oxide terhadap Sifat Kapasitif Superkapasitor. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 1, No. 1, pp. 378-385).
- Wang, Q., Liu, X., Du, T., Guo, J., Zhang, S., & Lu, Y. (2023). Preparation of carbon-based monolith with macroporous-mesoporous structure derived



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

from PVDF hollow fiber membranes for supercapacitors. *Diamond & Related Materials*, 140.

Wannasen, L., Chanlek, N., Mongkolthananuruk, W., & Daengsakul, S. (2024). Enhancing electrochemical properties of bacterial cellulose-derived carbon. *Materials Science for Energy Technologies*, 8, 13-23

Yang, Y., Han, Y., Jiang, W., Zhang, Y., Xu, Y., dan Ahmed, A. M. (2021). Application of the supercapacitor for energy storage in China: role and strategy. *Applied Sciences*, 12(1), 354.

Yong, J. B., Tan, L. S., dan Tan, J. (2022). Comparative life cycle assessment of biomass-based and coal-based activated carbon production. *Progress in Energy and Environment*, 1-15.

Zhang, S., Ma, X., Du, Y., Li, Y., Lin, J., dan Chen, S. (2023). Wheat-bran-based hierarchically porous biochar as electrode materials for supercapacitors. *Advanced Powder Technology*, 34(11), 104221.



BIOGRAFI PENULIS



Muhammad Abdul Razzaq Zain, penulis lahir di Duri, Kec.Mandau pada tanggal 29 Agustus 2000 anak dari pasangan Zainal Wathni dan Meuthia Ramses. Penulis merupakan anak ke dua (2) dari 2 bersaudara. Adapun perjalanan penulis dalam jenjang menuntut Ilmu Pengetahuan, penulis telah mengikuti pendidikan formal sebagai berikut :

Tahun 2008	Memasuki Sekolah Dasar di SDS IT MUTIARA, dan menyelesaikan pendidikan SD pada tahun 2013
Tahun 2013	Memasuki Sekolah Menengah Pertama di SMPN 8 Mandau menyelesaikan Pendidikan SMP pada tahun 2017
Tahun 2017	Memasuki Sekolah Menengah Atas di SMAS Karya Bakti Bukittinggi dan menyelesaikan Pendidikan SMA pada tahun 2020
Tahun 2020	Terdaftar sebagai Mahasiswa Universitas Islam Negeri (UIN) Sulthan Syarif Kasim Program Studi Teknik Industri
Nomor Handphone	0852-7801-9595
E-Mail	ajakzain@gmail.com

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© H

sk Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU