

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR
BERBASIS KARBON AKTIF LIMBAH KULIT NANAS
(*Ananas comosus L.Merr*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh :
MIFTHAHUL CHAIRANI
NIM/TM. 20036056/2020**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

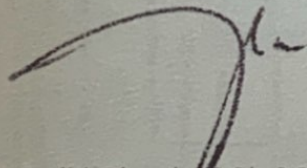
PERSETUJUAN SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR
BERBASIS KARBON AKTIF LIMBAH KULIT NANAS (*Ananas comosus*
L.Merr)**

Nama : Mifthahul Chairani
NIM : 20036056
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

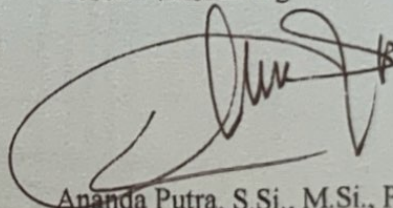
Padang, 12 Juni 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197201271997021002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

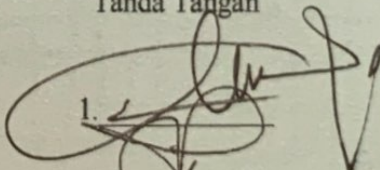
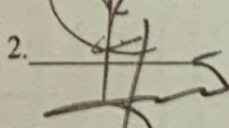
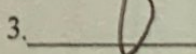
Nama : Mifthahul Chairani
TM/NIM : 2020/20036056
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR BERBASIS KARBON AKTIF LIMBAH KULIT NANAS (*Ananas comosus* *L.Merr*)

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 12 Juni 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D	
2	Anggota	Dr.Fajriah Azra, S.Pd., M.Si	
3	Anggota	Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D	

SURAT PERNYATAAN

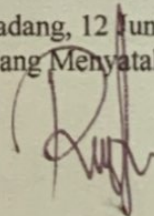
Saya yang bertandatangan dibawah ini
Nama : Mifthahul Chairani
NIM : 20036056
Tempat/Tanggal Lahir : Padang / 10 April 2002
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : SINTESIS DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA
SUPERKAPASITOR BERBASIS KARBON AKTIF
LIMBAH KULIT NANAS (*Ananas comosus* L.Merr).

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 12 Juni 2024
Yang Menyatakan



Mifthahul Chairani
NIM. 20036056

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA
SUPERKAPASITOR BERBASIS KARBON AKTIF LIMBAH KULIT
NANAS**
(*Ananas comosus L.Merr*)

Mifthahul Chairani

ABSTRAK

Meningkatnya aktivitas ekonomi di Indonesia dalam bidang industri, transportasi, komersial dan rumah tangga, menyebabkan permintaan energi yang terus bertambah. Salah satu penyimpanan energi yang menarik perhatian yaitu superkapasitor, karena superkapasitor ini memiliki masa pakainya yang lebih lama, konstruksi dan prinsipnya yang sederhana, waktu pengisian yang cepat, kepadatan daya yang tinggi, keamanan, dan waktu pengisian yang singkat. Elektroda merupakan komponen yang penting pada superkapasitor. Bahan baku elektroda yang bagus adalah karbon aktif. Karbon aktif dari kulit nanas telah dimanfaatkan sebagai bahan dasar elektroda superkapasitor. Pembuatan karbon aktif kulit nanas ini dikarbonisasi menggunakan furnace selama 1 jam pada suhu 350°C lalu diaktivasi dengan aktivator ZnCl₂ 2M dengan perendaman 48 jam. Pelet dicetak seperti koin lalu di aktivasi lagi menggunakan 3 elektrolit yaitu H₂SO₄, KOH dan Na₂SO₄ dengan masing-masing konsentrasi 1M. Kapasitansi spesifik menggunakan elektroda karbon aktif kulit nanas dengan metode *Cyclic Voltammetry* (CV) yaitu pada elektrolit H₂SO₄ dengan konsentrasi 1M diperoleh nilai kapasitansi tertinggi sebesar 66,25 F/g⁻¹. Pengujian menggunakan metode *Galvanostatic charge-discharge* (GCD) yaitu pada elektrolit H₂SO₄ dengan konsentrasi 1M diperoleh nilai kapasitansi sebesar 28,25 F/g⁻¹. Karakterisasi elektroda karbon aktif optimum menggunakan UV-DRS didapatkan nilai band gap dari elektroda superkapasitor optimum yaitu 3,08 eV. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa elektroda karbon terdapat beberapa gugus fungsi utama yaitu H-O, C=C, S=O, dan S-O. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa elektroda karbon aktif menunjukkan struktur amorf.

Kata kunci : karbon aktif, superkapasitor, elektrolit, nilai kapasitansi

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SUPERCAPACITOR ELECTRODES BASED ON PINEAPPLE PEEL WASTE ACTIVATED CARBON (*Ananas comosus L.Merr*)

Mifthahul Chairani

ABSTRACT

Increasing economic activity in Indonesia in the fields of industry, transportation, commercial and household, causes a growing demand for energy. One of the energy storage that attracts attention is supercapacitors, because these supercapacitors have a longer lifespan, simple construction and principles, fast charging time, high power density, safety, and short charging time. Electrodes are an important component in supercapacitors. A good raw material for electrodes is activated carbon. Activated carbon from pineapple skin has been utilized as a base material for supercapacitor electrodes. The manufacture of pineapple peel activated carbon is carbonized using a furnace for 1 hour at a temperature of 350°C and then activated with 2M ZnCl₂ activator with 48 hours immersion. The pellets were molded like coins and then activated again using 3 electrolytes, namely H₂SO₄, KOH and Na₂SO₄ with a concentration of 1M each. Specific capacitance using pineapple peel activated carbon electrode with *Cyclic Voltammetry* (CV) method is in H₂SO₄ electrolyte with 1M concentration obtained the highest capacitance value of 66.25 F/g⁻¹. Testing using *Galvanostatic charge-discharge* (GCD) method on H₂SO₄ electrolyte with 1M concentration obtained a capacitance value of 28.25 F/g⁻¹. Characterization of the optimum activated carbon electrode using UV-DRS obtained the band gap value of the optimum supercapacitor electrode is 3.08 eV. FTIR characterization results showed that the carbon electrode contained several main functional groups, namely H-O, C=C, S=O, and S-O. XRD characterization results show that the activated carbon electrode shows an amorphous structure.

Keyword : activated carbon, supercapacitor, electrolyte, capacitance value

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“Sintesis dan karakterisasi elektroda superkapasitor berbasis Karbon aktif Limbah Kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr)”**.

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kelancaran penulisan Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, petunjuk dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, yang telah memberikan nikmat menuntut ilmu sehingga penulis dapat menambah wawasan di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
2. Kedua Orang tua penulis Ns. Elvianis, S.Kep (Mama) dan Eddy (Papa) yang telah memberikan segalanya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini.
3. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D selaku penasehat akademik sekaligus pembimbing penelitian.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku ketua Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Buk Dr. Fajriah Azra, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembahas 1

6. Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembahas 2
7. Teman – teman satu bimbingan penelitian yang sama sama berjuang dan saling memberikan dukungan kepada penulis selama proses pembuatan Tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah memberikan masukan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas akhir ini, penulis berpedoman kepada buku Panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulis sadar bahwasanya Tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dengan kerendahan hati penulis berharap akan masukkan, kritikan serta saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukkan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Padang, Juni 2024

Mifthahul Chairani

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Kulit Nanas (<i>Ananas Comosus L.Merr</i>).....	7
B. Karbon Aktif	8
C. Superkapasitor.....	11
D. <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV).....	15
E. <i>Galvanostatic charge-discharge</i> (GCD)	17
F. <i>Diffuse reflectance-UV</i> (DR-UV)	18
G. <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	19
H. <i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Waktu Dan Tempat.....	23
B. Objek Penelitian.....	23
C. Variabel Penelitian	23
D. Alat dan Bahan.....	23
1. Alat	23
2. Bahan.....	24
E. Prosedur Penelitian.....	24
1. Preparasi Karbon Aktif dari Kulit Nanas (<i>Ananas comosus L. Merr</i>)	24
2. Karbonisasi dan Aktivasi Kulit Nanas (<i>Ananas comosus L. Merr</i>).....	24
3. Pengujian Karakterisasi Karbon Aktif.....	25

4. Pembuatan Pelet Elektroda Superkapasitor.....	27
5. Pengukuran Sifat Elektrokimia dari Rangkaian Superkapasitor	27
6. Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Nanas (<i>Ananas Comosus L.Merr</i>)	28
F. Desain Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Nanas (<i>Ananas comosus L.Merr</i>)	30
B. Proses Pembuatan Pelet Elektroda Superkapasitor.....	32
C. Analisa Pengukuran Sifat Elektrokimia Superkapasitor.....	35
1. <i>Cyclic Voltammetry (CV)</i>	35
2. <i>Galvanostatic charge-discharge (GCD)</i>	40
D. Karakterisasi Pelet Elektroda Superkapasitor	43
1. <i>Diffuce Reflaction-Ultra Violet (DR-UV)</i>	43
2. <i>Spektroskopy Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	44
3. <i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	46
BAB V PENUTUP.....	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Persyaratan mutu karbon aktif menurut SNI No. 06.3720-1995 (Novia & Putra, 2022).....	11
Tabel 2. Perbandingan hasil uji pengujian karakteristik karbon aktif kulit nanas	31
Tabel 3. Nilai kapasitansi spesifik sel superkapasitor dengan elektrolit 1M H ₂ SO ₄ , 1M KOH, dan 1M Na ₂ SO ₄	38
Tabel 4. Nilai kapasitansi spesifik sel superkapasitor dengan elektrolit 1M H ₂ SO ₄ , 1M KOH, dan 1M Na ₂ SO ₄	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kulit nanas (Novia & Putra, 2022).	7
Gambar 2. (a) Karbon aktif dibangun oleh karbon grafit amorf (b) Struktur heksagonal layer dan grafit (c) Gugus fungsi permukaan karbon aktif (Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, 2006)	8
Gambar 3. Konstruksi Sel Superkapasitor (Zhou, 2012)	11
Gambar 4. Skema proses charging/discharging superkapasitor (Chen & Dai, 2013)	14
Gambar 5. Siklik voltammogram (Novitra <i>et al.</i> , 2022).	16
Gambar 6. Kurva galvanostatik charge-discharge (GCD) (Taer <i>et al.</i> , 2015).	17
Gambar 7. Rangkaian susunan sel superkapasitor elektroda karbon aktif.....	34
Gambar 8. Kurva CV Untuk 3 Jenis Elektrolit H ₂ SO ₄ 1 M, KOH 1 M, dan Na ₂ SO ₄ 1 M.	36
Gambar 9. Kurva GCD Untuk 3 Jenis Elektrolit H ₂ SO ₄ 1 M, KOH 1 M, dan Na ₂ SO ₄ 1 M.....	41
Gambar 10. Grafik Nilai Band Gap dari elektroda superkapasitor berbasis karbon aktif optimum.....	43
Gambar 11. FTIR Elektroda Karbon Aktif dan Elektroda Superkapasitor Optimum	44
Gambar 12. Pola Difraksi Elektroda Karbon Aktif Kulit Nanas Optimum Menggunakan H ₂ SO ₄ 1 M.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja	55
Lampiran 2. Perhitungan Pembuatan Reagen	59
Lampiran 3. Data Pengujian karakteristik karbon aktif menggunakan $ZnCl_2$	60
Lampiran 4. Perhitungan Kapasitansi Spesifik (C_{sp}) menggunakan metode CV dan GCD	63
Lampiran 5. Data Hasil Karakterisasi UV-DRS	65
Lampiran 6. Data Hasil Karakterisasi FTIR	71
Lampiran 7. Data Hasil Karakterisasi XRD.....	73
Lampiran 8. Dokumentasi Hasil Penelitian	75

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Energi listrik adalah kebutuhan yang paling penting bagi setiap orang di seluruh dunia dan telah berdampak besar pada semua aspek kehidupan, karena Indonesia masih bergantung pada sumber energi fosil seperti gas bumi, minyak bumi, dan batubara untuk menghasilkan energi listrik, ini telah berdampak pada polusi udara sehingga akan menimbulkan penurunan pada kualitas hidup dan kesehatan Masyarakat (Aziz *et al.*, 2017)(Dwika Hardi *et al.*, 2020).

Dengan peningkatan aktivitas ekonomi di Indonesia dalam bidang industri, transportasi, komersial dan rumah tangga, permintaan energi yang terus bertambah sehingga mendorong banyaknya sumber energi alternatif yang berbeda untuk mengatasi permasalahan tersebut (Habibah *et al.*, 2016). Sumber energi terbarukan seperti matahari dan angin dapat menghasilkan energi listrik tetapi untuk menggunakannya dengan baik, sistem penyimpanan energi yang efisien diperlukan sumber energi (Farma & Hasibuan, 2017)(Dwika Hardi *et al.*, 2020).

Salah satu perangkat penyimpanan energi yang umum digunakan adalah baterai. Baterai memiliki kapasitas daya kecil dan proses pengisian yang relatif lama. Keterbatasan kapasitas mempengaruhi waktu penggunaan yang singkat sebelum diisi ulang. Selain itu baterai dinilai tidak ramah lingkungan karena limbahnya mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) (Ellabban *et al.*, 2014). Sistem penyimpanan energi listrik telah banyak diteliti diantaranya baterai, sel bahan bakar dan superkapasitor. Superkapasitor baru-baru ini menunjukkan kapasitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan energi, terutama untuk energi listrik

yang portabel (Taer *et al.*, 2015). Superkapasitor lebih unggul daripada baterai dan sel bahan bakar dalam beberapa hal dikarenakan masa pakainya yang lebih lama, konstruksi dan prinsipnya yang sederhana, waktu pengisian yang cepat, kepadatan daya yang tinggi, keamanan, dan waktu pengisian yang singkat

Superkapasitor atau dikenal *Electrochemically Double-Layer Capacitor* (EDLC) adalah perangkat penyimpanan energi elektrokimia lapisan rangkap listrik berupa elektroda yang didalamnya terjadi penyimpanan muatan dengan cepat melalui ion elektrolit yang dipisahkan oleh separator. Nilai kapasitansi sel superkapasitor di pengaruhi oleh bahan baku elektroda yang digunakan. Bahan dasar elektroda dapat terdiri dari material dengan tingkat porositas yang tinggi seperti polimer konduktif, karbon, dan logam oksida (Abioye & Ani, 2015). Dibandingkan dengan bahan elektroda lainnya, karbon aktif merupakan material elektroda superkapasitor yang menarik bagi para peneliti karena memiliki potensial kerapatan energi yang tinggi, luas permukaan besar, dan proses preparasi yang relatif mudah.

Karbon aktif adalah material berpori yang diperoleh melalui proses karbonisasi dan aktivasi yang mengandung 85-95% karbon (Gultom & Lubis, 2014). Karbon aktif dari bahan biomassa mengandung bahan lignoselulosa seperti lignin, selulosa, hemiselulosa yang berperan dalam membangun struktur karbon aktif.

Dalam beberapa tahun terakhir, superkapasitor dibuat menggunakan bahan yang terbuat dari biomassa seperti cangkang kelapa sawit, ampas teh, kulit nanas, daun ketaping, biji karet, tandan kosong kelapa sawit, yang menarik perhatian

karena biaya yang ekonomis, hasil yang melimpah, terbarukan dan membantu dalam mengurangi limbah organik (Zheng *et al.*, 2017).

Kulit nanas termasuk dalam jenis limbah organik yang banyak di pasar dan tidak memberikan nilai ekonomis. Menurut data Badan Pusat Statistik, Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*) adalah buah tropis yang tumbuh secara luas di Indonesia. Produksi buah nanas (*Ananas comosus L.Merr*) tahun 2018 sebanyak 1.805.449 ton, 27% dari total produksi. Selain itu, Kulit nanas memiliki kandungan lignin sebesar 4,03%, hemiselulosa 42,72% dan selulosa 23,39%. Kandungan tersebut menjadikan Kulit nanas sebagai sumber karbon yang sangat baik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan elektroda superkapasitor (Bayu *et al.*, 2020).

Pembuatan karbon aktif dari kulit nanas sudah dilakukan penelitian terlebih dahulu oleh Lina Novia tahun 2022. Dari hasil penelitian didapatkan karbon aktif optimum sesuai dengan SNI No.06-3730-1995 dengan menggunakan aktivator $ZnCl_2$ 25% dengan perendaman selama 7 jam dan suhu karbonisasi $350^\circ C$ selama 1 jam. Kadar air, uap, abu serta karbon terikat yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah 0,10%, 12,53%, 7,59% dan 78,89%. Pada penelitian ini Lina Novia sudah melakukan penerapan karbon aktif sebagai material termoelektrik tetapi belum melakukan sebagai elektroda superkapasitor (Novia & Putra, 2022).

Berdasarkan penelitian tersebut, peneliti tertarik untuk melanjutkan penelitian sebelumnya berupa **“Sintesis dan Karakterisasi Elektroda Superkapasitor Berbasis Karbon Aktif Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus L.Merr*)”**. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode aktivasi kimia dan

karakterisasi elektroda superkapasitor karbon aktif Kulit nanas menggunakan *Diffuse Reflectance – Ultra Violet* (DR-UV) untuk pengamatan energi (*band gap*) yang dihasilkan, *Spectroscopy Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengidentifikasi struktur kimia berupa jenis ikatan dan gugus fungsi yang dihasilkan dan *X-ray Diffraction* (XRD) untuk menentukan fasa kristalin yang terbentuk dari elektroda, serta pengukuran sifat-sifat elektrokimia pada elektroda dengan *cyclic voltammetry* (CV), dan *Galvanostatic charge- discharge* (GCD). Harapannya penelitian ini dapat menjadi salah satu elektroda superkapasitor dengan kualitas terbaik dan menghasilkan nilai kapasitansi spesifik yang tinggi, ekonomis serta ramah lingkungan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan dan penggunaan energi listrik yang semakin meningkat sehingga dibutuhkan inovasi baru untuk penyimpanan energi.
2. Salah satu perangkat penyimpanan energi masih didominasi dengan penggunaan kapasitor konvensional seperti baterai yang memiliki kapasitas daya rendah sehingga diperlukan perangkat penyimpanan baru dengan kapasitas daya yang tinggi.
3. Kurangnya pemanfaatan hasil samping atau limbah pertanian yang umumnya dibuang dan dibiarkan membusuk seperti kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*).
4. Penelitian tentang karbon aktif kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*) baru dilakukan pada material termoelektrik.

C. Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian ini diperlukan beberapa Batasan masalah sebagai berikut :

1. Pemanfaatan limbah Kulit nanas (*Ananas cosomus L. Merr*) sebagai bahan dasar karbon aktif untuk elektroda superkapasitor.
2. Larutan elektrolit yang digunakan dalam proses perendaman elektroda adalah H_2SO_4 , KOH, dan Na_2SO_4 .
3. Pengujian yang dilakukan terhadap elektroda superkapasitor berupa kapasitansi spesifik menggunakan *cyclic voltammetri* (CV) dan *galvanostatic charge-discharge* (GCD).
4. Karakterisasi elektroda superkapasitor menggunakan *Diffuse Refletance-UV* (DR-UV), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan *X-ray Diffraction* (XRD).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan diatas maka dapat dituliskan rumusan masalah berupa :

1. Bagaimana membuat elektroda superkapasitor karbon aktif dari Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*) sebagai elektroda superkapasitor?
2. Bagaimana hasil pengujian elektroda superkapasitor dari karbon aktif Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*)?
3. Bagaimana pengaruh jenis elektrolit terhadap nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan?
4. Bagaimana hasil karakteristik karbon aktif Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*) sebagai elektroda superkapasitor?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu membuat elektroda superkapasitor dari karbon aktif Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*) .
2. Melakukan pengujian pada elektroda superkapasitor dari karbon aktif Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*).
3. Menentukan jenis elektrolit yang terbaik berdasarkan nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan.
4. Melakukan karakterisasi elektroda superkapasitor optimum yang dihasilkan dari karbon aktif Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*).

F. Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan dan informasi mengenai elektroda superkapasitor Kulit nanas (*Ananas comosus L.Merr*).
2. Menambah wawasan tentang alternatif penyimpanan energi terbarukan yaitu superkapasitor.
3. Dapat dijadikan sebagai ide dan sumber referensi untuk penelitian selanjutnya.