

**SINTESA KOMPOSIT NANOSELULOSA/ZIF-67/PEO SEBAGAI ELEKTROLIT
PADAT BERBASIS SELULOSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

PROPOSAL PENDANAAN PENELITIAN

**Diajukan Kepada PT Bumitama Gunajaya Agro Untuk Mendapatkan Pendanaan Guna
Penelitian**



Disusun oleh:

Yuniar Puspithasari (5011211005)

Azizah Meylianingrum (5011211009)

Aisya Tri Intan Luckyta Sari (5011211090)

Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Jawa Timur
Yuniarpuspithasari06@gmail.com / 089696052842
Diajukan kepada PT Bumitama Gunajaya Agro
2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	iii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II. METODOLOGI PENELITIAN	3
2.1 Diagram Alir.....	3
2.1.1 Diagram Alir Sintesis Mikroselulosa	3
2.1.2 Diagram Alir Sintesis Nanoselulosa	4
2.1.3 Diagram Alir Sintesis ZIF-67	5
2.1.4 Diagram Alir Komposit.....	6
2.1.5 Diagram Alir <i>Assembly</i> Baterai	7
2.1.6 Diagram Alir Pengujian.....	8
2.2 Alat dan Bahan	9
2.2.1 Alat-Alat	9
2.2.2 Bahan-Bahan	10
2.3 Prosedur Penelitian.....	10
2.3.1 Prosedur Penelitian Mikroselulosa	10
2.3.2 Prosedur Penelitian Nanoselulosa	11
2.3.3 Prosedur Penelitian ZIF-67	11
2.3.4 Prosedur Penelitian Komposit	11
2.4 Pengujian.....	12
2.4.1 Pengujian XRD	12
2.4.2 Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray</i>	12
2.4.3 Pengujian FTIR.....	12
2.4.4 Pengujian CV.....	13
2.4.5 Pengujian EIS	13
BAB III. RINCIAN KEBUTUHAN BIAYA	14
3.1 Rincian Kebutuhan Biaya.....	14
BAB IV. DETAIL KEGIATAN DAN TARGET OUTPUT	15
4.1 Ganchart Detail Kegiatan	15
4.2 Target Output.....	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram alir mikroselulosa	4
Gambar 2.2 Diagram alir nanoselulosa	5
Gambar 2.3 Diagram alir sintesis ZIF-6.....	6
Gambar 2.4 Diagram alir komposit	7
Gambar 2.5 Diagram alir assembly baterai	8
Gambar 2.6 Diagram Alir Pengujian Morfologi	9
Gambar 2.7 Diagram Alir Pengujian Komposit	9

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rincian kebutuhan biaya	18
Tabel 4.1 Ganchart detail kegiatan	20
Tabel 4.2 Target Output	20

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi dan industri, permintaan akan ketersediaan energi akan semakin meningkat. Ketersediaan energi yang paling banyak digunakan seperti bahan bakar fosil sebesar 80% dari total konsumsi energi. Selain itu, sumber energi lain yang biasa digunakan adalah energi nuklir sebesar 18% dan 2% digunakan untuk sumber energi bersih. Namun sayangnya sumber energi utama seperti bahan bakar fosil tersebut memiliki kekurangan yaitu keterbatasan ketersediaan energi dan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan seperti emisi gas rumah kaca. Kebutuhan energi yang meningkat ini mendorong berbagai penelitian untuk pengembangan sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan seperti baterai. Peningkatan kinerja dan efisiensi baterai dapat dilakukan dengan pengembangan elektrolit baterai tersebut. Hal ini dikarenakan elektrolit merupakan salah satu komponen penting dalam baterai yang menghantarkan ion antara elektroda positif dan negatif. Salah satu jenis elektrolit adalah elektrolit padat yang memiliki kelebihan seperti kestabilan termal lebih tinggi, peningkatan kapasitas dan proses charge-discharge baterai.

Elektrolit padat dapat menyimpan dan menghantarkan ion yang memiliki keterlibatan dalam suatu reaksi elektrokimia. Oleh karena itu dibutuhkan suatu struktur pada elektrolit padat untuk memfasilitasi pergerakan ion dan menjaga kestabilannya yang disebut matriks. Matriks yang dapat digunakan salah satunya ialah PEO (Polyethylene Oxide). PEO digunakan dalam elektrolit padat dengan tujuan untuk meningkatkan konduktivitas ionik karena kelarutannya yang baik dalam elektrolit. Selain itu PEO memiliki kelebihan seperti tidak mudah terbakar, stabilitas kimia yang baik sehingga memperpanjang umur baterai, serta kemampuan untuk melarutkan garam anorganik seperti LiClO_4 sehingga konduktivitas ionik meningkat. Namun untuk meningkatkan sifat mekanis dan konduktif dari elektrolit padat maka matriks dikompositkan dengan bahan lain berupa nanoselulosa.

Nanoselulosa merupakan partikel selulosa yang berukuran nano sekitar 1 hingga 100 nm. nanoselulosa di dalamnya mempunyai banyak gugus hidroksil sehingga dapat berinteraksi dengan berbagai bahan kimia dan polimer yang menjadikan nanoselulosa mudah untuk dimodifikasi. Pemilihan nanoselulosa sebagai bahan yang dikompositkan dengan matriks PEO karena nanoselulosa memiliki kelebihan seperti sifat biokompatibilitas dan keberlanjutan, kekuatan tarik yang tinggi sehingga memberikan stabilitas mekanis, kemampuan penyerapan ion, serta kemudahan modifikasi kimia. nanoselulosa dapat dihasilkan dari sumber daya alam terbarukan seperti tandon kosong kelapa sawit (TKKS). Limbah TKKS mengandung selulosa (45,95%), hemiselulosa (22,48%), lignin (16,49%), kadar air (3,74%), dan kadar abu (1,23%). Kandungan selulosa yang besar ini menjadikan TKKS dapat digunakan sebagai sumber nanoselulosa dalam elektrolit padat. Namun berdasarkan penelitian terdahulu mengenai komposit nanoselulosa /polimer sebagai elektrolit padat ternyata memiliki kekurangan dalam konduktivitas ioniknya sehingga dibutuhkan bahan lainnya untuk dikompositkan berupa MOF (Metal-Organic Framework) seperti ZIF.

ZIF (Zeolitic Imidazolate Framework) digunakan untuk komposit nanoselulosa /PEO karena memiliki keunggulan seperti struktur yang stabil, konduktivitas ionic yang tinggi, dan kestabilan termal yang baik. ZIF yang digunakan dalam komposit elektrolit padat nanoselulosa /PEO yaitu ZIF-67. ZIF-67 memiliki keunggulan dalam hal konduktivitas ioniknya yang tinggi namun kapasitas ioniknya rendah. Selain itu ZIF-67 mempunyai kelemahan seperti stabilitas yang rendah dalam lingkungan berair. Hal ini menjadi tantangan dalam penggunaannya sebagai bahan komposit elektrolit padat yang harus diatasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki metode sintesis elektrolit padat dari komposit PEO/NANOSELULOSA/ZIF-67 berbasis selulosa tandan kosong kelapa sawit. Hasil komposit elektrolit padat yang berhasil disintesa dilakukan karakterisasi material termasuk analisis struktur, morfologi, sifat termal, dan konduktivitas ioniknya. Selain itu dilakukan pengujian terkait kinerja elektrolit padat dari komposit PEO/NANOSELULOSA/ZIF-67. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan inovasi baru dalam pengembangan elektrolit padat berbasis selulosa tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Komposit PEO/NANOSELULOSA/ZIF-67 sebagai elektrolit padat ini dapat digunakan dalam aplikasi penyimpanan energi seperti baterai.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Bagaimana pengaruh fraksi komposisi PEO/SELULOSA/ZIF-67 terhadap struktur dan morfologi komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67?
2. Bagaimana pengaruh fraksi komposisi PEO/SELULOSA/ZIF-67 terhadap performa elektrokimia komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67 sebagai elektrolit padat?

1.3 Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diambil adalah

1. Bagaimana pengaruh fraksi komposisi PEO/SELULOSA/ZIF-67 terhadap struktur dan morfologi komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67?
2. Bagaimana pengaruh fraksi komposisi PEO/SELULOSA/ZIF-67 terhadap performa elektrokimia komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67 sebagai elektrolit padat?

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan beberapa manfaat, yaitu :

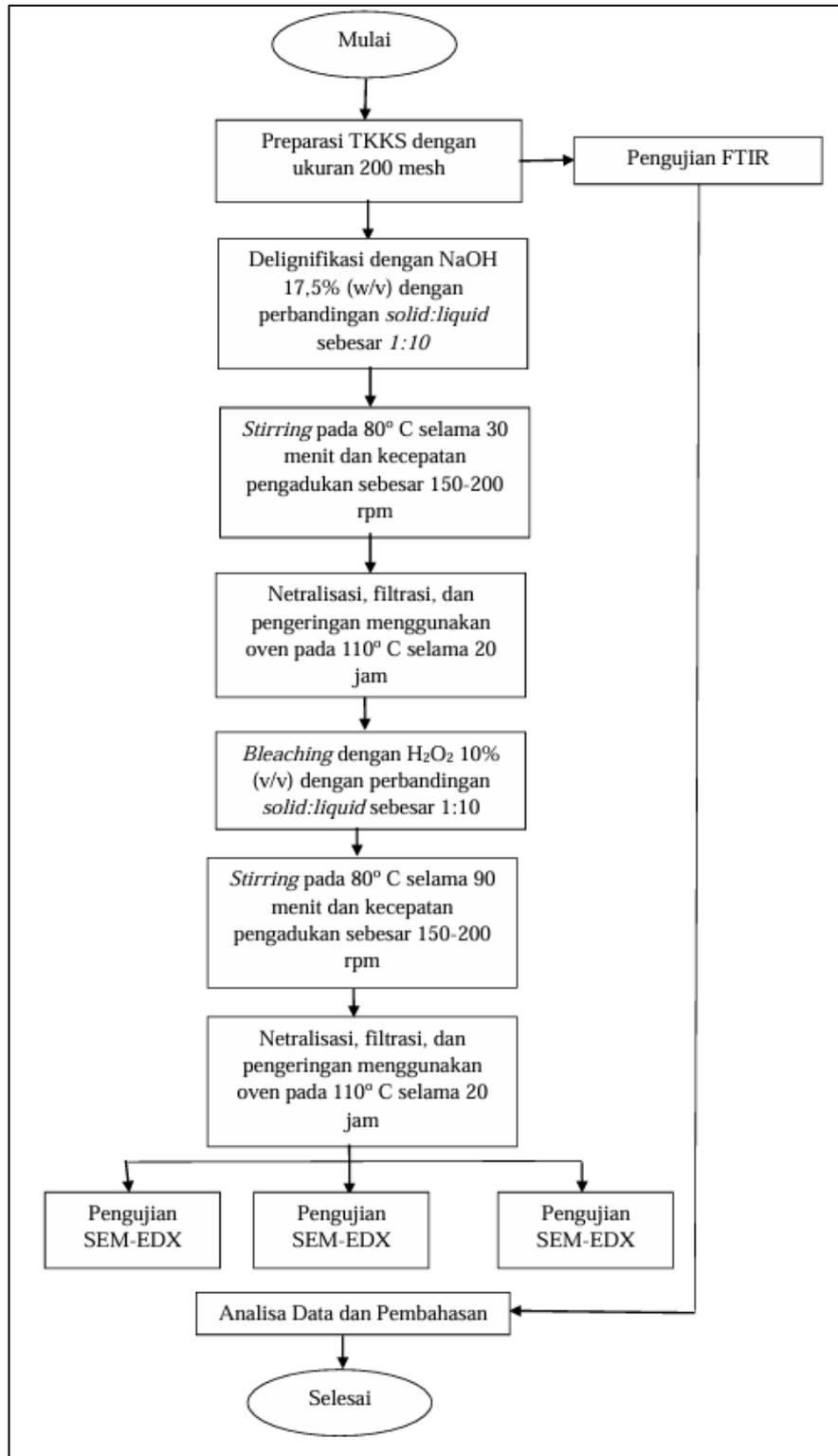
1. Berkontribusi dalam pengembangan aplikasi baterai lithium terkait elektrolit padat berbasis selulosa tandan kosong kelapa sawit (TKKS).
2. Berkontribusi dalam pengembangan kualitas dan keamanan dari elektrolit padat.
3. Berupaya dalam pengolahan limbah dengan mengoptimalkan pemanfaatan salah satu limbah dari kelapa sawit yang melimpah sebagai salah satu bahan alternatif dalam bidang teknologi baterai.

BAB II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

2.1.1 Diagram Alir Sintesis Mikroselulosa

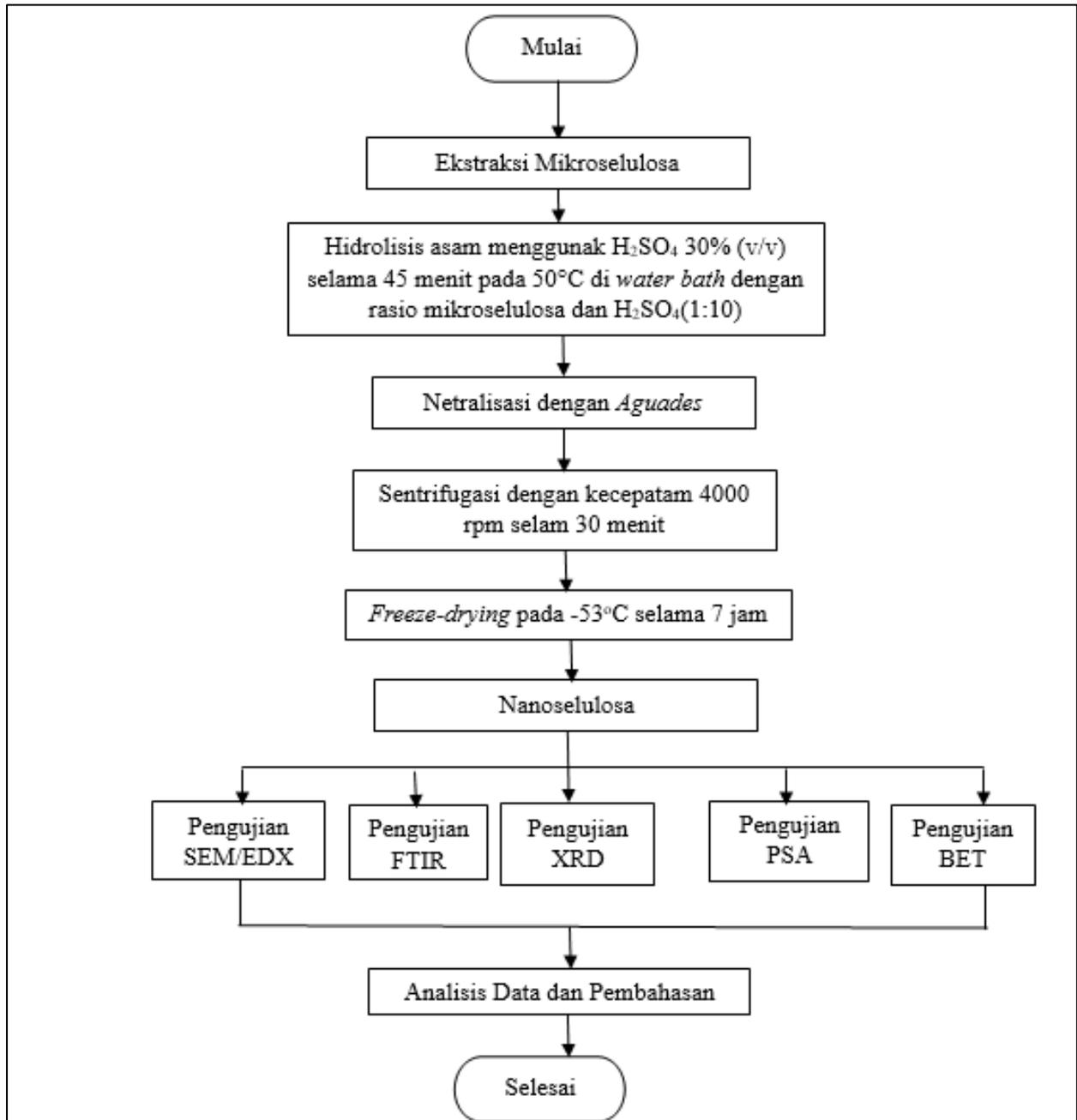
Berikut diagram alir untuk sintesis mikroselulosa tandan kosong kelapa sawit, yaitu :



Gambar 2.1 Diagram alir mikroselulosa

2.1.2 Diagram Alir Sintesis Nanoselulosa

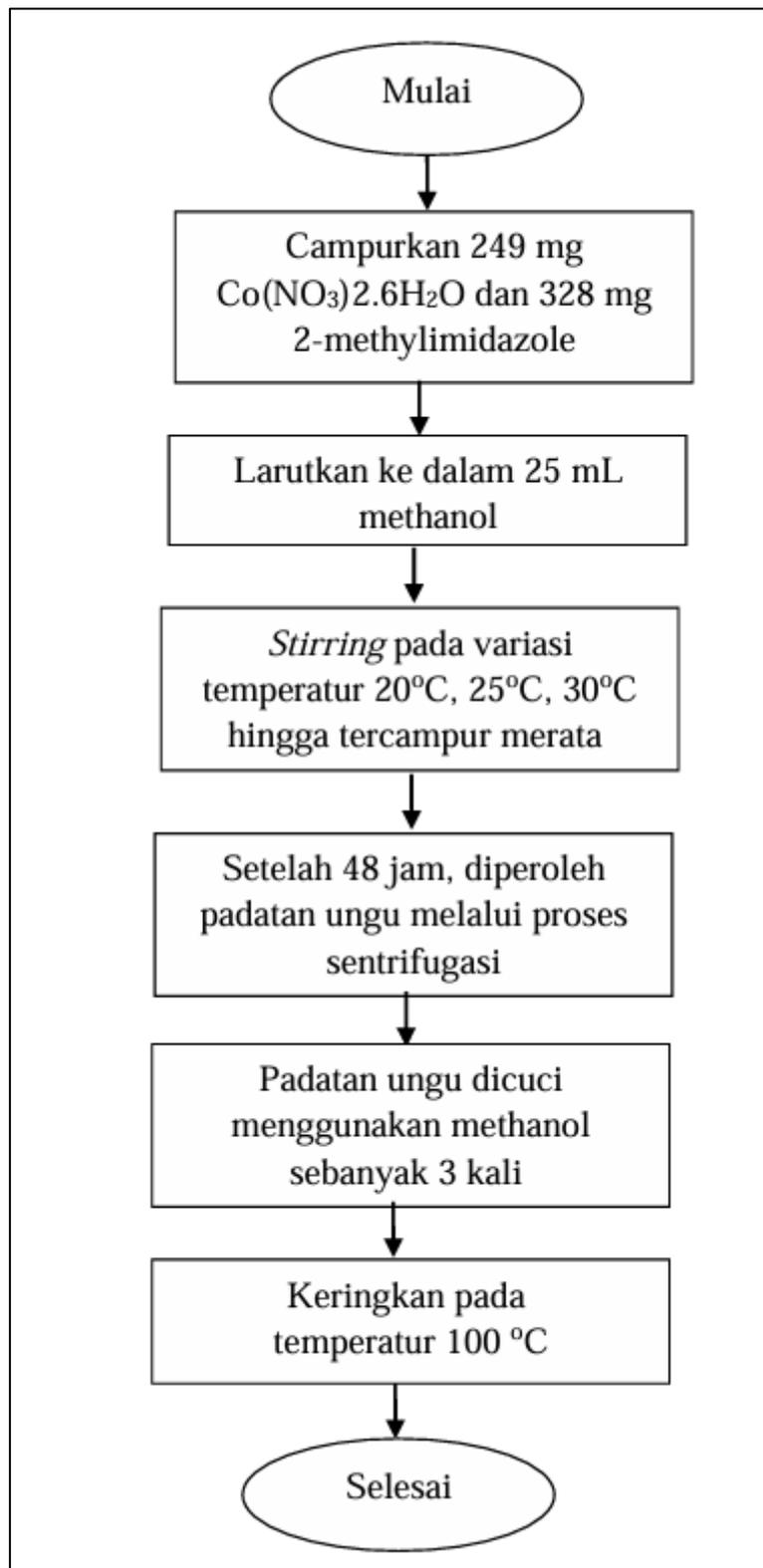
Berikut diagram alir untuk sintesis nanoselulosa tandan kosong kelapa sawit, yaitu :



Gambar 2.2 Diagram alir nanoselulosa

2.1.3 Diagram Alir Sintesis ZIF-67

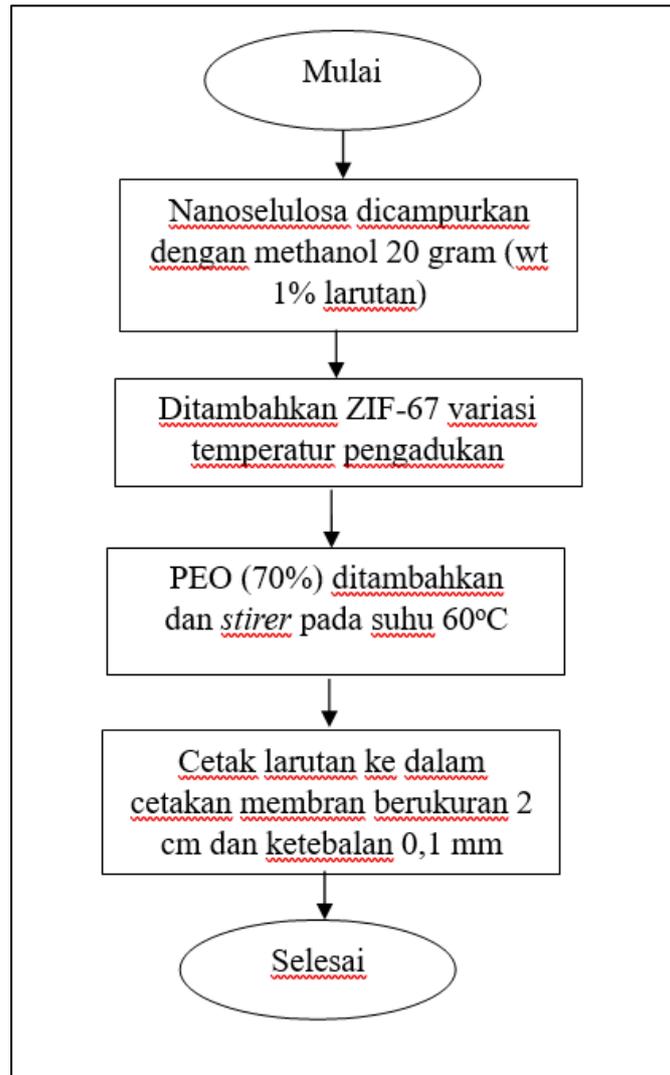
Berikut diagram alir untuk sintesis ZIF-67, yaitu :



Gambar 2.3 Diagram alir sintesis ZIF-67

2.1.4 Diagram Alir Komposit

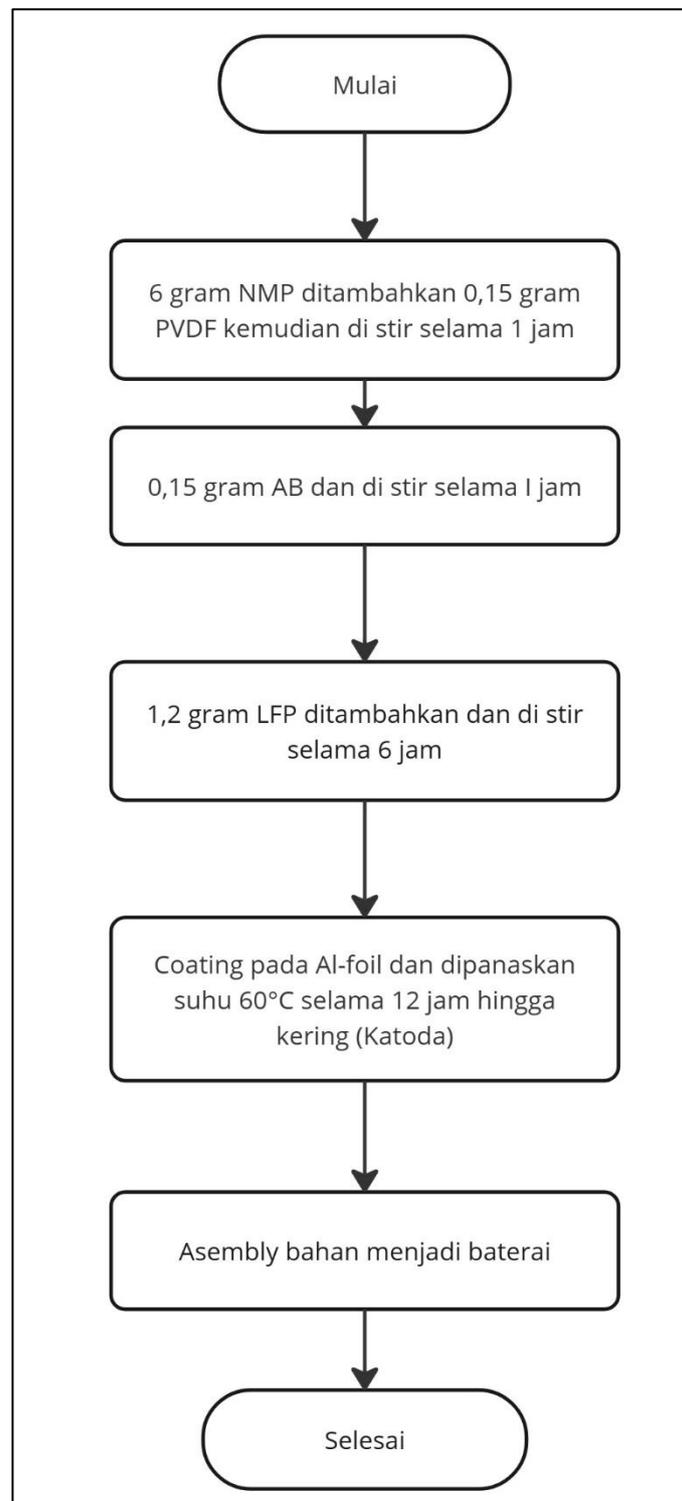
Berikut diagram alir untuk komposit, yaitu :



Gambar 2.4 Diagram alir komposit

2.1.5 Diagram Alir *Assembly* Baterai

Berikut diagram alir untuk *assembly* baterai, yaitu :

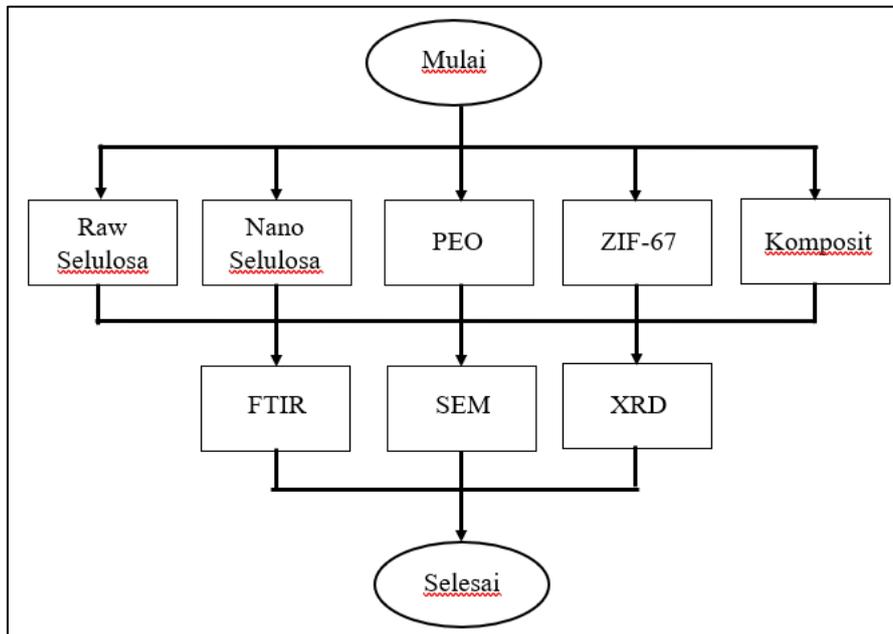


Gambar 2.5 Diagram alir *assembly* baterai

2.1.6 Diagram Alir Pengujian

2.1.6.1 Diagram Alir Pengujian Morfologi

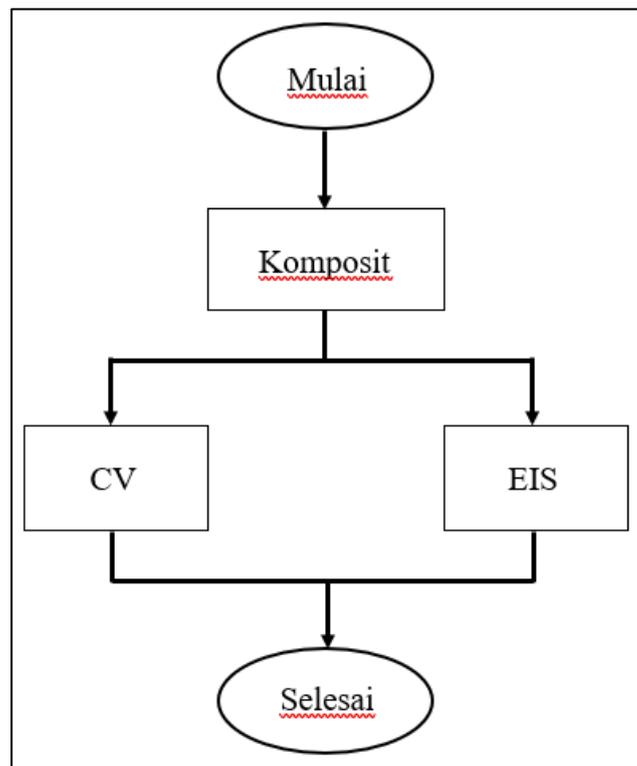
Berikut diagram alir untuk pengujian morfologi, yaitu :



Gambar 2.6 Diagram Alir Pengujian Morfologi

2.1.6.2 Diagram Alir Pengujian Elektrokimia Komposit

Berikut diagram alir untuk pengujian performa elektrokimia komposit, yaitu :



Gambar 2.7 Diagram Alir Pengujian Komposit

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat-Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. Neraca Digital
Neraca digital berfungsi untuk menimbang massa dari bahan-bahan yang digunakan dengan ketelitian tinggi.
2. Sieve
Sieve digunakan untuk mengayak serbuk raw material atau tandan kosong kelapa sawit (TKKS) pasca grinder. Ayakan yang digunakan memiliki ukuran 112 μm .
3. Grinder
Grinder digunakan untuk menghaluskan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi serbuk-serbuk halus.
4. Magnetic Stirrer
Magnetic Stirrer berfungsi untuk mengaduk dan memanaskan dalam proses sintesis dan komposit.
5. pH Indikator
pH indikator berfungsi untuk mengetahui pH sampel.
6. Filter Paper
Filter paper berfungsi untuk menyaring residu dari larutan sampel.
7. *Water Bath*
Water bath digunakan dalam proses hidrolisis asam untuk memanaskan larutan pada suhu tertentu secara stabil.
8. *Freeze-Dryer*
Freeze-Dryer digunakan dalam pengeringan sampel dengan menggunakan suhu rendah.
9. Oven
Oven digunakan dalam pengeringan sampel.
10. *Centrifuge*
Centrifuge digunakan untuk mengekstraksi larutan dari sampel menjadi presipitat, di mana sampel perlu dimasukkan ke dalam tabung centrifuge terlebih dahulu sebelum dimasukkan dalam *centrifuge*.
11. *Coating*
Coating berfungsi untuk mengeringkan pasca penuangan slurry pada lapisan aluminium foil supaya dapat digunakan sebagai katoda.
12. *Glove Box*
Glove box digunakan untuk mengompositkan PEO, nanoselulosa, dan ZIF-67 menjadi coin cell yang dilakukan pada sebuah kotak untuk mencegah adanya korosi di anoda dan impurities masuk.
13. Mesin Press
Mesin press digunakan sebagai penekan bagian pembungkus baterai coin cell untuk mencegah masuknya oksigen ke dalam baterai dan menjadi lebih rapat.
14. Cetakan Membran
Cetakan membrane digunakan sebagai pencetak elektrolit padat menjadi membrane berdiameter 2 cm.

2.2.2 Bahan-Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)
Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah limbah padat dari pengolahan kelapa sawit yang memiliki banyak kandungan selulosa. TKKS ini bahan yang disintesis dan dijadikan nanoselulosa. TKKS.
2. NaOH
NaOH digunakan untuk menghilangkan lignin dari tandan kosong kelapa sawit pada proses delignifikasi.
3. H₂O₂
H₂O₂ digunakan pada proses *bleaching* untuk mendapatkan selulosa dengan kemurnian yang tinggi dan perubah warna selulosa.
4. H₂SO₄
H₂SO₄ digunakan pada proses hidrolisis asam untuk membentuk nanoselulosa.
5. Aquades
Aquades digunakan untuk menetralkan sampel pasca proses reaksi kimia.
6. CoCl₂
CoCl₂ digunakan dalam pembuatan ZIF-67.
7. 2-methylimidazol
2-methylimidazol digunakan dalam pembuatan ZIF-67.
8. PEO
PEO digunakan sebagai matriks pada komposit PEO/Nanoselulosa/ZIF-67.
9. Metanol
Metanol digunakan sebagai pelarut dalam sintesis ZIF-67 dan pembuatan komposit PEO/NANOSELULOSA/ZIF-67.
10. Aluminium Foil
Aluminium foil digunakan untuk mencetak lembaran katoda baterai.
11. Bottle Closed
Bottle closed digunakan dalam sintesis ZIF-67.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Prosedur Penelitian Mikroselulosa

Prosedur dalam melakukan sintesis mikroselulosa pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dilakukan preparasi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menggunakan grinder dan diayak menggunakan *sieve* dengan ukuran 112 µm seperti **Gambar 3.1**
2. Serat TKKS yang telah dipreparasi dilakukan pengujian FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dan kandungan dari selulosa pada TKKS.
3. Dilakukan proses delignifikasi TKKS yang telah dipreparasi tersebut dengan cara dilarutkan menggunakan NaOH 17,5% (w/v) dengan perbandingan *solid:liquid* (1:10).
4. Larutan diaduk secara manual kemudian *distirring* selama 30 menit pada temperatur 80°C dan kecepatan pengadukan sebesar 150-200 rpm.
5. Larutan didiamkan pada suhu ruang hingga dingin lalu dilakukan netralisasi menggunakan aquades.

6. Kemudian larutan disaring untuk didapatkan residunya lalu dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan temperatur 110°C selama 20 jam seperti **Gambar 3.x**.
7. Dilakukan proses *bleaching* pada sampel yang telah dikeringkan menggunakan H₂O₂ 10% (v/v) dengan perbandingan *solid:liquid* (1:10) lalu diaduk secara manual.
8. Selanjutnya dilakukan pengadukan larutan menggunakan *magnetic stirrer* pada temperatur 80°C selama 90 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 150-200 rpm.
9. Larutan didiamkan pada suhu ruang hingga dingin dan dilakukan netralisasi menggunakan aquades.
10. Setelah netralisasi, larutan disaring sehingga menghasilkan residu lalu dilakukan pengeringan dengan oven selama 20 jam pada temperatur 110°C seperti **Gambar 3.x**.
11. Setelah didapatkan mikroselulosa hasil pengeringan kemudian dilakukan pengujian SEM/EDX, FTIR, dan XRD untuk mengetahui mikroselulosa yang dihasilkan.

2.3.2 Prosedur Penelitian Nanoselulosa

Prosedur dalam melakukan proses sintesis nanoselulosa TKKS pada penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**

1. Hasil sintesis mikroselulosa yang telah didapatkan kemudian dihidrolisis asam menggunakan H₂SO₄ 45% (v/v) dengan perbandingan *solid:liquid* (1:10).
2. Kemudian larutan diaduk secara manual hingga homogen lalu dimasukkan ke dalam *water bath* dengan temperatur 50°C selama 45 menit.
3. Dilakukan netralisasi larutan menggunakan aquades.
4. Kemudian larutan disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 4000 rpm.
5. Presipitat yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan menggunakan metode *freeze-drying* dengan temperatur -53°C selama 24 jam.
6. Nanoselulosa yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian SEM/EDX, FTIR, XRD, BET dan PSA untuk dilihat karakterisasi dari nanoselulosa tersebut.

2.3.3 Prosedur Penelitian ZIF-67

Prosedur dalam proses sintesa ZIF-67 pada penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. 11,50 g Co(NO₃)₂.6H₂O dilarutkan ke dalam 200 mL metanol dan 25,92 g 2-methylimidazole dilarutkan ke dalam 200 mL metanol.
2. Kemudian larutan 2-methylimidazole ditambahkan ke larutan Co(NO₃)₂.6H₂O dan diaduk selama 30 menit agar tercampur merata.
3. Setelah itu campuran dipindahkan ke dalam botol tertutup dan dimasukkan ke dalam oven pada variasi temperatur 60°C selama 4 jam.
4. Kemudian hasil presipitat ungu dilakukan proses sentrifugasi dan padatan ungu yang terbentuk dicuci menggunakan metanol sebanyak 3 kali. Setelah itu dikeringkan pada temperataur 40°C.

2.3.4 Prosedur Penelitian Komposit

Adapun pembuatan komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67, dilakukan sintesa berupa variasi selulosa secara berurutan (30%, 25%, 15%, 5% 0%) yang dilarutkan dalam 21 gram metanol dan di stir hingga homogen. Kemudian variasi ZIF-67 secara berurutan (0%, 5%, 15%, 25%, 30%) ditambahkan kedalam larutan selulosa dan di stir hingga homogen. Setelah

itu, ditambahkan PEO (70%) dengan perbandingan hasil total larutan wt 1% dari metanol, lalu diteteskan sedikit LiPF₆ 1M di stir dan di panaskan suhu 60°C agar homogen. Setelah itu, dituang kedalam cetakan berukuran diameter 2 cm untuk di cetak sebagai membran dengan ketebalan ukuran 0,1 mm agar dapat menjadi elektrolit padat untuk menggantikan separator.

2.4 Pengujian

2.4.1 Pengujian XRD

Sebagaimana nama pengujiannya, pengujian XRD ini menggunakan difraksi sinar-X (XRD) pada alat Pan Analytical XRD. Alat Pan Analytical XRD ini terletak di Laboratorium Karakterisasi, Departemen Teknik Material ITS. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur kristal dari unsur penyusun dan fasa apa saja yang terbentuk secara kualitatif maupun kuantitatif. Pengujian dilakukan dengan menguji sampel pada instrumen Pan Analytical dengan range sudut 10°–90° dan menggunakan gelombang CuK α sebesar 1.54056 Å.

2.4.2 Pengujian *Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray (SEM/EDX)*

Pengujian SEM ini dilaksanakan di Divisi Karakterisasi Material, Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS. Pengujian SEM ini digunakan untuk mengetahui morfologi dari nano selulosa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67. Mesin SEM yang digunakan yaitu SEM Inspect S50 dengan menggunakan standar ASTM E986 dan perbesaran 50-100 kali. Sementara itu, EDX adalah detektor pada SEM yang digunakan untuk menangkap informasi terkait komposisi sampel dalam skala mikro. SEM bekerja dengan menembakkan elektron dari electron gun hingga melewati condensing lenses, di mana pancaran elektron tersebut diperkuat dengan sebuah kumparan. Lalu elektron tersebut difokuskan ke sampel oleh lensa objektif pada bagian bawah dan pantulan elektron pada permukaan sampel ditangkap oleh backscattered electron detector serta secondary electron detector. Elektron yang saling bertumbukan ini akan menghasilkan sinar-X yang khas sesuai dengan masing-masing unsur, setiap unsur memiliki sinar-X yang berbeda-beda sehingga unsur-unsur tersebut akan teridentifikasi. Pantulan elektron tersebut akan diterjemahkan menjadi bentuk gambar pada display computer.

2.4.3 Pengujian FTIR

Karakterisasi material dilakukan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, FTIRS ITS Surabaya, menggunakan instrumen Thermo Scientific Nicolet IS10 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.38, dengan rentang panjang gelombang 400–4000 cm⁻¹. Pengujian ini mengikuti standar ASTM E1252. Untuk menentukan senyawa dalam selulosa pada komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67, dilakukan analisis FTIR guna mengidentifikasi kandungan dan jenis ikatan kimia pada produk tersebut. Pengujian FTIR dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Material dan Metalurgi dengan bahan yang diuji meliputi eceng gondok, selulosa, dan komposit PEO/SELULOSA/ZIF-67. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengonfirmasi jenis ikatan kimia yang terbentuk, yang ditandai oleh puncak (peak) spektrum berbeda.

Mesin FTIR bekerja dengan memancarkan sinar inframerah, yang menyebabkan atom-atom dalam sampel bergetar akibat energi sinar inframerah yang tidak cukup kuat untuk

menyebabkan atomisasi atau eksitasi elektron. Tingkat vibrasi setiap molekul bergantung pada kekuatan ikatan dalam molekul tersebut. Pada ikatan kovalen, dua atom berbagi pasangan elektron dan dapat bergetar mendekati atau menjauhi satu sama lain, atau mengalami perubahan sudut akibat pembengkokan ikatan, yang dikenal sebagai stretching dan bending.

2.4.4 Pengujian CV

Pengujian CV (Cyclic Voltametry) merupakan salah satu metode pengujian performa elektrokimia pada baterai. Pengujian CV menggunakan instrumen CV (Automatic Battery Cycler) untuk mengetahui pola reaksi reduksi (discharging) dan oksidasi (charging) yang terjadi pada baterai serta mengetahui nilai arus dan tegangan saat proses reduksi dan oksidasi terjadi pada suatu baterai litium ion. Prinsip dasar pengujian CV yaitu mengukur nilai arus sebagai suatu fungsi dari potensial yang terjadi ketika adanya polarisasi elektroda sehingga mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi-reduksi. Hasil pengujian CV berupa kurva *voltammogram* yang menunjukkan hubungan antara tegangan (v) dan arus listrik yang terukur. Puncak-puncak redoks pada kurva tersebut menunjukkan hubungan dengan proses interkalasi dan deinterkalasi dari ion lithium. Puncak reduksi berhubungan dengan proses penyisipan ion litium ke dalam elektroda atau interkalasi (Saputry, 2019).

2.4.5 Pengujian EIS

Pengujian *Electrochemical Impedance Spectrometry* (EIS) merupakan salah satu metode uji yang berkaitan dengan performa elektrokimia suatu baterai. Pengujian EIS bertujuan untuk mengetahui sifat elektrik (konduktif) dari sistem elektroda-elektrolit pada baterai (Saputry, 2019). Hasil pengujian EIS direpresentasikan ke dalam plot nyquist yang menerangkan hubungan antara impedansi real (Z_{real}) dan impedansi imajiner (Z_{im}). Pada plot nyquist hambatan elektrolit (R_e) direpresentasikan oleh pola setengah lingkaran (*semi circle*). Hambatan ini terjadi karena reaksi elektrokimia pada elektrolit akan membentuk double-layer pada keadaan tertentu antara elektrolit dan permukaan material aktif. Sedangkan proses difusi ion litium ke dalam bulk material elektroda direpresentasikan dengan pola garis lurus (*straight line*). Pola tersebut menunjukkan kemampuan elektroda dalam menyimpan ion litium pada baterai litium ion. Hambatan elektrolit (R_e) berada pada titik awal dari pola *semi circle*. Sedangkan hambatan *charge-transfer* (R_{ct}) merupakan jarak dari titik R_e ke titik akhir pola *semi circle*. Nilai konduktivitas listrik ditunjukkan dari ukuran lebar R_{ct} . Sehingga semakin kecil polanya maka nilai konduktivitasnya semakin tinggi karena total hambatan semakin kecil pada pola *semi circle* yang semakin kecil.

BAB III. RINCIAN KEBUTUHAN BIAYA

3.1 Rincian Kebutuhan Biaya

Berikut merupakan rincian kebutuhan biaya yang diperlukan untuk penelitian :

Tabel 3.1 Rincian kebutuhan biaya

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Total (Rp)
1	Bahan		
	TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit)	½ Kg	Rp 400.000,00
	NaOH	1 Kg	Rp 540.000,00
	H ₂ O ₂	100 ml	Rp 168.000,00
	H ₂ SO ₄	500 ml	Rp 300.000,00
	NaClO ₂ 99%	20 ml	Rp 190.000,00
	Methanol 98%	1 Liter	Rp 500.000,00
	CoCl ₂	50 gr	Rp 300.000,00
	Aquadest	5 Liter	Rp.20.000,00
	2-Methylimidazole	100 gr	Rp 1.000.000,00
	PEO	100 gr	Rp 160.000,00
	Aluminium Foil	1 roll	Rp 20.000,00
	Closed bottle	2 (500 ml)	Rp 150.000,00
SUB TOTAL		Rp. 3.784.000,00	
2	Belanja Sewa		
	Pengujian XRD	3 sample/ uji	Rp 1.000.000,00
	Pengujian FTIR	3 Sample/ uji	Rp 900.000,00
	Pengujian SEM/EDX	3 sample/ uji	Rp 1.200.000,00
	Pengujian CV	3 sample/ uji	Rp 45.000,00
	Pengujian EIS	3 sample/ uji	Rp 1.200.000,00
	Peminjaman Alat Laboratorium (<i>freeze-drying, furnace, oven, centrifuge</i>)	all	Rp 1.000.000,00
SUB TOTAL		Rp. 4.425.000,00	
GRAND TOTAL		Rp. 8.173.000,00	
GRAND TOTAL (Delapan Juta Seratus Tujuh Tiga)			

3	Prosiding konferensi	1 prosiding nasional	Tahun ke 1	Presentasi hasil karakterisasi pada stuktur, morfologi, dan performa elektrokimia dari komposit PEO/Nanoselulosa/ZIF-67 sebagai elektrolit padat pada aplikasi baterai Li-ion
4	Prosiding konferensi	1 prosiding internasional	Tahun ke 2	Presentasi hasil karakterisasi pada stuktur, morfologi, dan performa elektrokimia dari komposit PEO/Nanoselulosa/ZIF-67 sebagai elektrolit padat pada aplikasi baterai Li-ion
5	Paten atau hak cipta	1 paten sederhana	Tahun ke 3	Metode sintesa dan hasil karakterisasi struktur, morfologi, dan performa elektrokimia dari komposit PEO/Nanoselulosa/ZIF-67 sebagai elektrolit padat pada aplikasi baterai Li-ion
6	Prototype	Baterai litium yang berbasis elektrolit padat dari komposit PEO/Nanoselulosa/ZIF-67	Tahun ke 1	Digunakan dalam aplikasi baterai solid state
7	Buku atau modul atau diktat	1 buku referensi	Tahun ke 3	Buku mengenai berbagai material yang digunakan, metode sintesis yang dipakai, macam-macam pengujian serta hasil dari setiap pengujian
8	Pengabdian masyarakat	Workshop bagi akademisi maupun industri khususnya yang berhubungan dengan baterai	Tahun ke 1	Pelatihan terkait pengolahan tandan kosong kelapa sawit untuk dijadikan bahan filler pada komposit PEO/Nanoselulosa/ZIF-67 sebagai elektrolit padat pada aplikasi baterai litium