

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 /
KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADIDENGAN
METODE BALL MILLING**

SKRIPSI



**Oleh:
RA'UF FAWWAZ RAKAN RAHMAN
NIM.19034078/2019**

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

2023

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 /
KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADIDENGAN
METODE BALL MILLING**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh:

RA'UF FAWWAZ RAKAN RAHMAN

NIM.19034078/2019

PROGAM STUDI FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

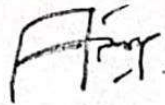
PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 /
KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADI DENGAN
METODE BALL MILLING**

Nama : Ra'uf Fawwaz Rakan Rahman
NIM : 19034078
Program Studi : Fisika NK
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 10 November 2023

Mengetahui :
Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Azrizal, M.Si
NIP. 19660603 199203 1 001

Disetujui Oleh :
Pembimbing



Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI


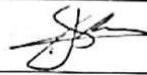

Nama : Ra'uf Fawwaz Rakan Rahman
NIM : 19034078
Program Studi : Fisika NK
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS STRUKTUR MIKRO NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 / KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADI DENGAN METODE BALL MILLING

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 10 November 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua Penguji	: Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si	
Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	
Anggota	: Rahmat Hidayat, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ra'uf Fawwaz Rakan Rahman

NIM : 19034078

Tempat/Tanggal Lahir: Jakarta/17 Agustus 2001

Program Studi : Fisika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Analisis Struktur Mikro Nanokomposit Fe_3O_4 / Karbon Aktif Dari Limbah Sekam Padi Dengan Metode Ball Milling

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, 08 November 2023

Yang Menyatakan



Ra'uf Fawwaz Rakan Rahman
NIM. 19034078

Analisis Struktur Mikro Nanokomposit Fe₃O₄ / Karbon Aktif Dari Limbah Sekam Padi Dengan Metode Ball Milling

Ra'uf Fawwaz Rakan Rahman

ABSTRAK

Pemanfaatan sekam padi masih tergolong rendah dan belum optimal yang disebabkan oleh karakteristik sekam padi yang kasar, nilai gizi rendah, densitas rendah dan kadar abu cukup tinggi. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah sekam padi dengan pemanfaatan energi terbarukan dari karbon sekam padi yang dapat diaplikasikan ke dalam baterai lithium ion untuk menggantikan elektrokimia yang terkandung dalam baterai. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis struktur mikro nanokomposit Fe₃O₄/karbon aktif sekam padi.

Jenis penelitian ini penelitian eksperimen laboratorium dengan variabel bebasnya adalah variasi Fe₃O₄ dengan karbon aktif sekam padi, variabel kontrolnya adalah massa karbon aktif, hydrogen fluoride, NaOH, Fe₃O₄, suhu oven, dan suhu furnace. Proses sintesis dilakukan dengan metode ball milling. Pada proses sintesis Fe₃O₄ dengan karbon aktif sekam padi, ukuran komposisi divariasikan yaitu 30%:70%, 50%:50%, dan 70%:30% menggunakan furnace. Alat uji karakterisasi yang digunakan adalah XRD, FTIR, dan SEM.

Hasil pengujian terdapat pengaruh variasi komposisi Fe₃O₄/karbon aktif terhadap struktur mikro nanokomposit. Hasil uji XRD memperlihatkan dari setiap variasi memiliki fasa Hematite dan bentuk kristal Rhombohedral dengan rata-rata setiap variasi sebesar 18,23 nm, 12,59 nm, dan 12,95 nm.

Hasil uji FTIR terhadap 3 variasi menunjukkan gugus fungsi C-H, C=C, dan C-O, sehingga gugus fungsi karbon (C) dengan oksigen (O) yang menandakan karbon sekam pada telah aktif.

Hasil uji SEM terhadap 3 variasi menghasilkan rata-rata partikel sebesar 79 nm, 57 nm, dan 61 nm. Sehingga membuktikan bahwa karbon aktif sekam padi sudah berbentuk nano yaitu berada pada ukuran 0-100 nm.

Kata Kunci : Karbon Aktif, Sekam Padi, Komposit, Struktur Mikro.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT yang maha memiliki ilmu dan maha luas ilmu-Nya. Karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Struktur Mikro Nanokomposit Fe_3O_4 / Karbon Aktif Dari Limbah Sekam Padi Dengan Metode Ball Milling”. Selanjutnya salawat dan salam penulis persembahkan kepada Nabi Besar Muhammad S.A.W. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Selama proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak mendapatkan motivasi, dukungan serta masukan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si sebagai Koordinator Pendidikan Fisika (S2) sekaligus Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas membimbing dan mengarahkan penulis hingga berhasil menyelesaikan skripsi ini.
2. Alm. Bapak Dr. Ramli, S.Pd, M.Si selaku Pembimbing Skripsi
3. Ibu Dra. Yenni Darvina selaku Dosen Penguji I dan Bapak Rahmat Hidayat, S.Pd, M.Si sebagai Dosen Penguji II.
4. Bapak Prof. Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Ibu Syafriani S.Si, M.Si, Ph.D selaku Koordinator Fisika (S2), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Bapak dan ibu Dosen staff pengajar Departemen Fisika, Fakultas Matematika Ilmu dan Pengetahuan Alam yang telah memberikan banyak ilmu dan berbagi

pengalaman sehingga menjadi inspirasi penulis.

7. Staff Administrasi, karyawan, dan kepala laboran Departemen Fisika dan Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan kemudahan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Kak Detty Rahmadhani S.Si selaku Asisten Dosen Ibu Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si.
9. Orang tua yang telah memberikan dukungan beserta motivasi.
10. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikan skripsi ini.

Semoga semua bantuan, arahan, dan bimbingan yang telah diberikan bernilai ibadah di sisi Allah S.W.T. Penulis telah berupaya semaksimal mungkin dalam menyelesaikan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis membutuhkan kritik dan saran dari pembaca yang konstruktif guna perbaikan tulisan ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Padang, September 2023

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT dan atas dukungan dan do'a dari orang tecinta, akhirnya Skripsi ini dapat di selesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, karena hanya atas izin dan karunia-Nya maka skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu.
2. Ayahanda dan Ibunda yang telah memberikan dukungan moril maupun material serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lanjutan do'a dan tiada do'a yang paling khusyuk selain do'a yang tercapai dari orang tua.
3. Adik tercinta saya Aaliyah Rihadatul Aisy Azzahra yang selalu memberi bantuan dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Untuk orang-orang yang selalu bertanya kapan wisuda, saya ucapkan terimakasih atas motivasinya sehingga skripsi ini dapat selesai dengan tepat waktu.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II. KERANGKA TEORITIS.....	8
A. Struktur Mikro	8
B. Karbon Aktif.....	11
C. Nanokomposit.....	12
D. Sekam Padi.....	14
E. Metode Ball Milling	17
F. Fe ₃ O ₄ (Magnetite)	19
G. XRD (X-Ray Diffraction).....	22
H. FTIR (Fourier Transform Infrared)	25
I. SEM (Scanning Electron Microscope).....	27
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	31
A. Jenis penelitian	31
B. Waktu dan tempat penelitian	31
C. Variabel Penelitian	32
D. Instrumen Penelitian	33
E. Prosedur Penelitian	44
F. Teknik Pengumpulan Data	46

G.	Teknik Pengolahan	47
H.	Diagram Alir Penelitian.....	48
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		53
A.	Hasil Penelitian.....	53
B.	Analisis Data Hasil Penelitian	69
C.	Pembahasan	76
BAB V. PENUTUP.....		81
A.	Kesimpulan.....	81
B.	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN.....		94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Hubungan Struktur dan Performans Produk.....	8
Gambar 2. Struktur Pori Karbon Aktif.....	12
Gambar 3. Struktur Nanokomposit	13
Gambar 4. Sekam Padi (a) Hasil Karbonisasi, (b) Karbon Aktif.....	15
Gambar 5. Ilustrasi Skematis Tabrakan Bola Ke Partikel Serbuk Selama Penggilingan.	18
Gambar 6. Struktur Kristal Fe ₃ O ₄ : (a) Ball And Stick Model (b) Geometri Tetrahedral dan Oktahedral Untuk Struktur Invers Spinel.....	21
Gambar 7. Struktur Fe ₃ O ₄	21
Gambar 8. Difraksi Sinar X.....	23
Gambar 9. Prinsip Kerja Alat FTIR	26
Gambar 10. Skema Komponen Inti Mikroskop SEM	29
Gambar 11. Timbangan Analitik.....	34
Gambar 12. Oven	34
Gambar 13. Furnace	35
Gambar 14. Pipet Tetes	36
Gambar 15. Mortar dan Alu	36
Gambar 16. Hotplate Magnetic Stirrer	37
Gambar 17. Cawan 250 ml.....	37
Gambar 18. Mesh 200 µm.....	38
Gambar 19. Gelas Ukur.....	38
Gambar 20. Gelas Beaker.....	39
Gambar 21. Lemari Asam	40
Gambar 22. HEM	41
Gambar 23. XRD.....	42
Gambar 24. SEM.....	43
Gambar 25. FTIR	43
Gambar 26. Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 27. Diagram Alir Pemisahan Silika	50
Gambar 28. Diagram Alir Proses Aktivasi Bioarang	51
Gambar 29. Diagram Alir Proses Milling Dengan Larutan Fe ₃ O ₄	52
Gambar 30. Data Hasil Pengujian XRD Variasi 30% : 70%	54
Gambar 31. Data Hasil Pengujian XRD Variasi 50% : 50%	55
Gambar 32. Data Hasil Pengujian XRD Variasi 70% : 30%	56
Gambar 33. Grafik Hasil Pengujian FTIR Karbon Tidak Aktif.....	58
Gambar 34. Grafik Hasil Pengujian FTIR Karbon Aktif.....	60
Gambar 35. Grafik Hasil Pengujian FTIR Variasi 30% : 70%	62

Gambar 36. Grafik Hasil Pengujian FTIR Variasi 50%:50%	63
Gambar 37. Grafik Hasil Pengujian FTIR Variasi 70% : 30%	65
Gambar 38. Bentuk Struktur Permukaan Fe ₃ O ₄ / Karbon Aktif Variasi 30%:70%	67
Gambar 39. Bentuk Struktur Permukaan Fe ₃ O ₄ / Karbon Aktif Variasi 50% : 50% ..	68
Gambar 40. Bentuk Struktur Permukaan Fe ₃ O ₄ / Karbon Aktif Variasi 70%:30%	69
Gambar 41. Grafik Analisa Data XRD Sampel Fe ₃ O ₄ /Karbon Aktif (a) Variasi 30% : 70%, (b) Variasi 50% : 50%, (c) Variasi 70% : 30%.....	70
Gambar 42. Grafik Rata-Rata Ukuran Kristal dari Hasil Uji XRD	72
Gambar 43. Grafik Data Hasil Pengukuran FTIR Sampel Fe ₃ O ₄ /Karbon Aktif (a) Karbon Tidak Aktif, (b) Karbon Aktif, (c) Variasi 30%:70%, (d) Variasi 50%:50%, (e) Variasi 70%:30%.	73
Gambar 44. Bentuk Morfologi Hasil Pencitraan SEM Nanokomposit Fe ₃ O ₄ / Karbon Aktif Perbesaran 10.000× (a) 30%:70%, (b) 50%:50%, dan (c) 70%:30%	74
Gambar 45. Rata-Rata Ukuran Partikel Menggunakan Software Image-J	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Datar Bilangan Gelombang Dari Berbagai Jenis Ikatan	27
Tabel 2. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan pada Variasi 30% : 70%	54
Tabel 3. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan pada Variasi 50% : 50%	56
Tabel 4. Data Tiap Puncak Intensitas Gambar 32 memperlihatkan pola difraksi menyatakan hubungan antara intensitas dengan sudut difraksi (2θ) terdapat 2 puncak intensitas yang signifikan disudut tertentu. Data pengukuran pola difraksi dari Fe_3O_4 / Karbon Aktif dengan variasi 70% : 30% dapat dilihat pada Tabel 4.....	57
Tabel 5. Infrared Spectroscopy dari Hasil Uji FTIR Karbon Tidak Aktif.....	59
Tabel 6. Infrared Spectroscopy dari Hasil Uji FTIR Karbon Aktif	61
Tabel 7. Infrared Spectroscopy dari Hasil Uji FTIR Variasi 30% : 70%.....	62
Tabel 8. Infrared Spectroscopy dari Hasil Uji FTIR Variasi 50% :50%.....	64
Tabel 9. Infrared Spectroscopy dari Hasil Uji FTIR Variasi 70% : 30%.....	65
Tabel 13. Hasil Pengolahan Menggunakan Software Image-J	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sekam padi merupakan limbah yang dihasilkan selama penggilingan padi yang massanya 20-22% dari massa beras (Trivana, et al., 2015). Selama ini sekam padi yang dianggap sebagai limbah pencemar yang sebenarnya merupakan sumber energi biomassa yang dianggap penting untuk mengatasi krisis energi saat ini, terutama di pedesaan. Ketersediaan sekam padi di hampir 75 negara di dunia diperkirakan sekitar 100 juta ton, dan potensi energinya sekitar $1,2 \times 10^9$ GJ/tahun dan rata-rata nilai kalorinya 15 MJ/kg. Berbeda dengan bahan bakar fosil, ketersediaan energi dari sekam padi tidak hanya melimpah tetapi juga terbarukan.

Beberapa sumber energi biomassa dibatasi oleh biaya investasi yang tinggi untuk pengumpulan, transportasi, dan penyimpanan. Namun, dalam kasus energi sekam padi, biaya tersebut di atas relatif lebih sedikit karena tempatnya sudah terkonsentrasi di penggilingan padi. Jika teknologinya ada, bahan bakar sekam padi ini dapat diubah menjadi energi panas untuk kebutuhan listrik pedesaan.

Pemanfaatan energi terbarukan dari sekam padi sudah lama diupayakan bahkan telah disulap menjadi listrik di beberapa negara seperti China dan India. Salah satu penyebab bahan bakar sekam padi jarang digunakan sebagai sumber energi adalah kurangnya pengetahuan tentang sifat-sifatnya dan emisi yang ditimbulkannya (Pujotomo, 2017). Sampai saat ini sekam padi yang dianggap

sebagai limbah pencemar sebenarnya merupakan sumber energi biomassa yang dianggap penting untuk mengatasi krisis energi saat ini, seperti untuk baterai.

Sesuai dengan perkembangan teknologi modern, semua komponen elektronik membutuhkan sumber tegangan. Salah satu sumber tegangan adalah baterai. Baterai adalah komponen elektronik yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Salah satu baterai paling populer saat ini adalah baterai lithium ion. Baterai lithium ion memiliki banyak keunggulan, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Baterai lithium ion termasuk baterai untuk laptop, smartphone, dan kendaraan listrik (Y. Darvina, 2018).

Analisis struktur mikro adalah proses untuk mempelajari dan memahami karakteristik struktur mikroskopis suatu bahan material. Ini melibatkan penggunaan teknik dan metode seperti scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) dan X-ray diffraction (XRD) untuk mengamati dan menganalisis komposisi, morfologi, ukuran partikel dan distribusi pori pada skala mikroskopis (Maslahat, et al.,2022). Metode ini melibatkan penggunaan teknik dan instrumen seperti mikroskop elektron, mikroskop optik dan spektroskopi untuk memperoleh informasi tentang ukuran, bentuk, distribusi pori dan komposisi bagian kimia dari struktur mikro suatu bahan (Achmad, et al., 2020). Menurut Faryuni & Sampurno (2015), Analisis struktur mikro penting untuk memahami sifat dan kinerja material, serta untuk mengembangkan material baru dan meningkatkan kualitas produk

Indikator struktur mikro karbon aktif meliputi beberapa parameter seperti ukuran partikel, kadar abu, kadar air, luas permukaan, volume pori dan kapasitas

penyerapan beberapa zat tertentu (Solihudin, et al., 2016). Analisis karakteristik karbon aktif penting dilakukan untuk mengetahui sifat dan kinerja karbon aktif pada aplikasi tertentu. Teknik yang digunakan untuk mengkarakterisasi karbon aktif antara lain SEM, XRD, dan BET. Menurut Sari (2020) Kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi senyawa kimia merupakan indikasi adanya struktur mikro pada arang. Artinya jika karbon aktif mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi maka menunjukkan arang mempunyai luas permukaan yang lebih besar dengan mikropori. Mikropori ini bertanggung jawab untuk menyerap berbagai senyawa dan molekul.

Saat ini terdapat peluang yang sangat menjanjikan dalam pengembangan material berstruktur nano, mulai dari nanopartikel, nanowire, nanotube hingga nanokomposit (Wang, 2003). Nanopartikel adalah partikel berukuran antara 1-100 nanometer, dan sebagian besar metode merekomendasikan diameter partikel 200-400 nm (Singh & Deepa, 2011). Perkembangan nanopartikel memiliki keunggulan pada sistem penghantaran zat aktif, sehingga menghasilkan partikel atau bola berskala nanometer dengan sifat fisik yang unik dibandingkan partikel yang lebih besar, terutama dalam meningkatkan kualitas penghantaran zat aktif (Martien, et al., 2012).

Nanokomposit dapat dianggap sebagai struktur padat yang dimensinya diulang pada skala nanometer dan bentuk penyusun struktur tersebut diberi jarak yang berbeda. Material-material jenis ini terdiri dari padatan anorganik dengan komponen organik. Selain itu, material nanokomposit bisa terdiri dari dua atau lebih molekul anorganik/organik dalam berbagai kombinasi dengan setidaknya

satu molekul di antaranya, atau memiliki sifat skala nano (Rijal, et al., 2008). Menurut Camargo (2009), komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih bahan yang berbeda, salah satunya adalah komponen matriks dan yang lainnya adalah komponen pengisi. Meskipun nanokomposit itu sendiri merupakan struktur padat dengan dimensi nanometer, tersusun berulang kali dengan celah dengan bentuk penyusun yang berbeda. Nanokomposit dibuat dengan menambahkan nanopartikel (nanofiller) ke bahan makroskopis (matriks). Pencampuran nanopartikel ke dalam matriks material merupakan bagian dari perkembangan dunia nanoteknologi. Setelah ditambahkan sejumlah nanopartikel pada material matriks, nanokomposit yang dihasilkan memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan material sebelumnya. Sementara itu, matriks yang umum digunakan adalah matriks polimer, logam, dan keramik (Lakshmidēvi, et al., 2012)

Alat HEM-E3D merupakan alat pembentuk nanopartikel yang memiliki keunggulan berupa kemampuan pembentukan material yang relatif cepat dari ukuran makro hingga nano. High Energy Milling (HEM) merupakan metode yang lebih praktis untuk menghasilkan material berukuran nano yang dapat dikembangkan dalam skala besar. Dengan cara ini, nanopartikel mencapai di bawah 10 nm (Ratnawulan, Ahmad Fauzi, 2022).

Metode ball milling yaitu proses penghancuran bubuk karbon menggunakan mekanisme tumbukan antara sampel dan bola baja berukuran heterogen. Proses ini seharusnya dapat memperkecil ukuran pori, karena struktur pori saat serbuk karbon ditekan lebih rapat mengikuti morfologi partikel karbon yang dihasilkan pada saat proses ball milling (F,P, Sari, 2014).

Menurut Choi (2012), ball milling telah terbukti meningkatkan kapasitansi spesifik super kapasitor. Elektroda ball milling memiliki kapasitansi spesifik yang lebih tinggi dari pada elektroda karbon asli tanpa ball milling. Keuntungan dari ball milling secara mekanis adalah metode yang sederhana dan efektif untuk menumbuhkan kristal padat (seukuran butiran kristal kecil) tanpa reaksi kimia yang membutuhkan waktu lama dalam proses sintesis partikel nano (Indonesia, 2014)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Nanda, 2022) dengan judul “Analisi Struktur Mikro Oksida Graphene dari Limbah Tempurung Kelapa Tua” mendapatkan sampel dengan ukuran terbaik pada suhu 250°C dengan ukuran partikel 65,70 nm. Selanjutnya penelitian dari (Meiria, 2022) dengan judul “Analisis Struktur Mikro Oksida Graphene Dari Limbah Sekam Padi” mendapatkan ukuran partikel pada sampel dengan variasi suhu pembakaran 250°C, 300°C, 350°C secara berurut 44,68 nm, 48.253 nm, 44.98 nm. Pada penelitian (NST, G. F., 2023) dengan judul “Analisis Struktur Mikro Oksida Graphene dari Limbah Penggajian yang Disintesis dengan Metode Hummer Modifikasi” mendapatkan ukuran partikel pada sampel dengan variasi suhu pembakaran 300°C, 350°C, 400°C, 450°C secara berurut 122 nm, 103 nm, 52,1 nm, 97 nm

Pada penelitian ini akan berfokus pada struktur mikro nanokomposit Fe₃O₄ / karbon aktif sekam padi dan sebagai mana bertujuan untuk mengurangi limbah sekam padi yang setiap tahunnya meningkat dan masih sulit untuk dimanfaatkan kembali. Nanokomposit Magnetit (Fe₃O₄) yang dicampurkan dengan karbon aktif sekam padi diharapkan dapat menggantikan elektrokimia pada baterai lithium ion

bagian anoda baterai yaitu Grafit (*Grafite*) yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia serta memiliki kelemahan dimana kepadatan energi yang tidak efisien dan tingkat performa grafit yang tidak efisien sehingga tebatasnya daya penyimpanan energi (Yu-Jin, 2015). Sehingga dengan digunakannya nanokomposit Fe_3O_4 dapat meningkatkan konduktivitas listrik, dapat menyimpan energi yang lebih banyak, stabilitas siklus yang baik, meningkatkan kemampuan dalam mengurangi efek haus pada baterai sehingga dapat memperpanjang umur baterai, serta lebih aman untuk lingkungan.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka peneliti ingin mengatasi permasalahan limbah sekam padi dan mendaur ulang menjadi karbon aktif. Untuk ulasan diatas peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Struktur Mikro Nanokomposit Fe_3O_4 / Karbon Aktif Dari Limbah Sekam Padi Dengan Metode Ball Milling”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan suatu permasalahan dalam penelitian ini, yaitu: Bagaimana pengaruh komposisi Fe_3O_4 / karbon aktif sekam padi terhadap struktur mikro nanokomposit yang dipreparasi menggunakan metode ball milling.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan untuk menghindari adanya pembahasan diluar materi dalam mengerjakan penelitian ini pada struktur mikro nanokomposit Fe_3O_4 / karbon aktif sekam padi, maka peneliti memfokuskan permasalahan yaitu:

Menganalisis struktur mikro nanokomposit Fe_3O_4 / karbon aktif sekam padi menggunakan alat karakterisasi scanning electron microscope (SEM) .

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk menjelaskan pengaruh komposisi Fe_3O_4 / karbon aktif sekam padi terhadap struktur mikro nanokomposit yang dipreparasi dengan metode Ball Milling.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan Fe_3O_4 terhadap struktur mikro nanokomposit Fe_3O_4 / karbon aktif sekam padi.
2. Bagi peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S1 fisika dan pengembangan diri dalam kajian fisika.
3. Dalam kelompok kajian material dan biofisika, dapat memberikan ilmu pengetahuan dalam pengembangan pembuatan material berbasis nanopartikel.
4. Peneliti lain, sebagai referensi dalam pengembangan penelitian tentang material dalam nanopartikel dan dapat menjadi sumber ide bagi peneliti lainnya.
5. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian material serta dalam pengembangan aplikasinya dalam berbagai bidang.