

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI TINTA KERING (TONER) DARI  
BAHAN BAKU MINERAL MAGNETIK ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) PASIR BESI PANTAI  
PASIE NAN TIGO DAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADI**

**TESIS**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister  
Program Studi Fisika



Oleh:  
**HELMITA**  
NIM. 19229001

**PROGRAM MAGISTER FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

## PERSETUJUAN AKHIR TESIS


---

Nama Mahasiswa : **Helmita**  
NIM : 19229001

Nama

Tanda Tangan

Tanggal



Dr. Hamdi, M.Si  
Pembimbing

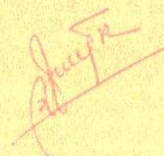
13 Februari 2023

Dekan FMIPA  
Universitas Negeri Padang

Koordinator Program Studi,




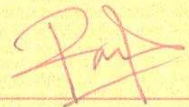

Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si  
NIP. 19730702 200312 1 002



Dr. Hamdi, M.Si  
NIP. 19651217 199203 1 003

**PERSETUJUAN KOMISI  
UJIAN TESIS MAGISTER FISIKA**

---

No	Nama	Tanda Tangan
1.	<u>Dr. Hamdi, M.Si</u> (Ketua)	 _____
2.	<u>Dr. Ramli, S.Pd, M.Si</u> (Sekretaris)	 _____
3.	<u>Dr. Yahdi Bin Rus, S.Pd. M.Si</u> (Anggota)	 _____

Mahasiswa :

Nama : **Helmita**

NIM : 19229001

Tanggal Ujian : 12 Februari 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul:

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI TINTA KERING (TONER) DARI  
BAHAN BAKU MINERAL MAGNETIK PASIR BESI PANTAI PASIE  
NAN TIGO DAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADI**

Tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi lain dan tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya. Apabila di kemudian hari saya terbukti melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, gelar dan ijazah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Padang, 13 Februari 2023

Yang memberi pernyataan,



*(Handwritten signature)*

HELMITA

## ABSTRAK

**Helmita,2023. “SINTESIS DAN KARAKTERISASI TINTA KERING (TONER) DARI BAHAN BAKU MINERAL MAGNETIK ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) PASIR BESI PANTAI PASIE NAN TIGO DAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADI”.**  
**Thesis. Program Studi Magister Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.**

Penelitian sintesis dan karakterisasi tinta kering (toner) telah banyak dilakukan. Namun hal tersebut tidaklah mudah dan memakan biaya besar dikarenakan bahan baku pembuatan tinta kering (toner) yang beragam dan cukup mahal, selain hal tersebut bahan baku yang digunakan umumnya menggunakan bahan kimia yang cukup berbahaya dan sensitive jika terkontaminasi oleh manusia. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan bahan alam sebagai inovasi dalam pembuatan tinta kering (toner) dengan tujuan membuat tinta kering (toner) yang bahan bakunya dari alam, tidak berbahaya dengan biaya produksi yang lebih murah. Bahan baku alam yang digunakan adalah limbah biomassa sekam padi, pasir besi pantai Pasie Nan Tigo Padang, dan polimer organik *Acacia senegal*.

Jenis enelitian ini adalah eksperimen. Penelitian yang dilakukan melalui metode karbonisasi pada suhu  $350^{\circ}\text{C}$  untuk membuat limbah biomassa sekam padi menjadi karbon aktif yang akan digunakan sebagai pigmen pada tinta kering (toner), melalui metode ekstraksi dan kopresipitasi membuat pasir besi pantai Pasie Nan Tigo menjadi serbuk *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang akan digunakan sebagai mineral tipis berwarna hitam berbahan besi oksida pembungkus polimer dan karbon pada pembuatan tinta kering (toner) sehingga dapat menghasilkan cetakan yang baik. Metode polimerisasi emulsi dengan polimer *Acacia senegal* digunakan agar bahan tercampur membentuk tinta kering (toner) yang berkualitas. Untuk mendapatkan kualitas yang baik karbon aktif di variasikan sebanyak 5gram, 10gram, 20gram, 30gram, 40gram, 50gram. Kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Bartington Magnetic Susceptibility Meter Sensor Type B* (MS2B), LCR Meter.

Hasil dari penelitian ini adalah tinta kering (toner) berhasil dibuat dari bahan alam dimana memiliki fasa *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) serta *graphite*. Variasi komposisi tidak mempengaruhi karakteristik fasa yang terbentuk setelah dilakukan sintesis tinta kering (toner) namun variasi komposisi mempengaruhi ukuran partikel dimana ukuran partikel optimum berada pada variasi 5gram dengan ukuran partikel  $5,458\mu\text{m}$  begitu juga mempengaruhi sifat magnetik dengan nilai optimumnya sebesar  $27916.97 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$  dan sifat listrik dari tinta kering (toner) dengan nilai  $2132,33\Omega\text{m}$  dan konstanta dielektrik sebesar 163475.06

**Kata Kunci :** Tinta kering (toner), Pasir besi pantai Pasie Nan Tigo, Karbon aktif, *Acacia senegal*, *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

## ABSTRACT

**Helmita,2023. “SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF DRY INK (TONER) FROM MAGNETIC MINERAL (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) IRON SAND OF PASIE NAN TIGO BEACH AND ACTIVATED CARBON FROM RICE HUSK WASTE”. Thesis. Magister of Physics Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang.**

Research on the synthesis and characterization of dry ink (toner) a lot has been done. However, this is not easy and costs a lot of money because the raw materials for making dry ink (toner) are diverse and quite expensive, In addition to this, the raw materials used generally use chemicals that are quite dangerous and sensitive if contaminated by humans. So this research was conducted by utilizing natural materials as an innovation in the manufacture of dry ink (toner) aimed at making dry ink (toner) whose raw materials are from nature, harmless with lower production costs. The natural raw materials used are rice husk biomass, iron sand from Pasie Nan Tigo Padang beach, and *Acacia Senegal* organic polymer.

This type of research is an experiment. The research was carried out using the carbonization method at 350<sup>0</sup>C to turn rice husk biomass into activated carbon which will be used as a pigment in dry ink (toner), through the extraction and coprecipitation method, the iron sand of Pasie Nan Tigo beach is converted into *magnetite* powder (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) which will be used as a thin black mineral made from iron oxide polymer wrapping and carbon in the manufacture of dry ink (toner) so that it can produce good prints. The emulsion polymerization method with *Acacia senegal* polymer is used so that the ingredients are mixed to form a quality dry ink (toner). To get good quality activated carbon varies as much as 5 grams, 10 grams, 20 grams, 30 grams, 40 grams, 50 grams. Then it was characterized using *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Bartington Magnetic Susceptibility* (MS2B), LCR Meter.

The result of this research is that dry ink (toner) has been successfully made from natural materials which have *magnetite* (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) and *graphite* phases. Variations in composition do not affect the characteristics of the phase formed after synthesizing dry ink (toner), but compositional variations affect particle size where the optimum particle size is at 5gram variation with a particle size of 5.458μm as well as affecting magnetic properties with an optimum value of  $27916.97 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$  and the electrical properties of dry ink (toner) with a value of 2132,33Ωm and a dielectric constant of 163475.06.

**Keywords:** Dry ink (toner), iron sand of Pasie Nan Tigo beach, Activated carbon, *Acacia senegal*, *magnetite* (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)

## Kata Pengantar

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang maha memiliki pengasih penyanyang dan maha luas ilmu-Nya. Berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul **“SINTESIS DAN KARAKTERISASI TINTA KERING (TONER) DARI BAHAN BAKU MINERAL MAGNETIK ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) PASIR BESI PANTAI PASIE NAN TIGO DAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH SEKAM PADI”**. Selanjutnya shalawat dan salam penulis persembahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan tesis ini, penulis banyak mendapatkan masukan berupa sumbang pikiran, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Hamdi, M.Si selaku pembimbing.
2. Bapak Dr. Ramli, M.Si selaku penguji.
3. Bapak Dr. Yahdi Bin Rus, M.Si selaku penguji.
4. Bapak Dr. Hamdi, M.Si selaku ketua Program Studi Magister Fisika.
5. Seluruh Staf pengajar Magister Fisika yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
6. Seluruh Staf administrasi Program Magister Fisika, Laboran Jurusan Fisika dan Laboran Jurusan Kimia.
7. Seluruh Staf administrasi dan analis laboratorium

LLDIKTI wilayah XSUMBAR.

8. Selanjutnya untuk terimakasih kepada Mama dan Ayah, Kakek, tante ku Eka Perawati serta kerluaga besarku yang telah memberikan dukungan
9. Selanjutnya untuk tim magnetic (Ardilla Nofri Yuanda, Anisa Rahmi, Dwi Annisa Visgun, Riza Rahmayuni, Fajar Akmal, Ihsan Junira, Ronal Febriansah, Sandiyano Putra) yang menemani mengambil sampel sampai penelitian ini selesai
10. Terimakasih juga untuk tim monospace S2 yang telah menemani keluh kesah ini (Lathifa Zonesya, Ella Destari Ningsih, Media Sentosa)
11. Terimakasih juga untuk Vinna Hatica, Ocha Samantha, Lily Handayani, Puja Kahar, Allya Nissa Daswar, Rolly Setria P dan semua pihak yang telah membantu hingga tesis ini selesai.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih banyak kekurangan di dalamnya, sehingga penulis membutuhkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan penulisan ini kedepannya.

Padang, 13 Februari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Perumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Urgensi Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
A. Besi Oksida ( <i>magnetite</i> ).....	7
1. Pantai Pasie Nan Tigo .....	7
2. Pasir Besi .....	8
3. Mineral Magnetik .....	10
4. Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) .....	12
5. Sifat Kemagnetan Bahan.....	13
6. Suseptibilitas Magnetik.....	17
B. Karbon Aktif .....	21
1. Sekam Padi.....	21
2. Karbon Aktif .....	22
3. Konstanta Dielektrik dan Resistivitas .....	26
C. Polimer ( <i>Acacia Senegal</i> /Gum Arab).....	28
D. Tinta Kering (Toner) .....	30
1. Tinta kering (toner) .....	30
2. Mesin Fotokopi/Printer Laser .....	32
E. Metode-Metode Yang Digunakan .....	34
1. Metode Ekstraksi .....	34

2. Metode Kopresipitasi .....	35
3. Metode Karbonasi .....	37
4. Metode Polimerisasi Emulsi .....	38
F. Alat-Alat yang Digunakan .....	40
1. X-Ray Diffraction (XRD) .....	40
2. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	43
3. LCR Meter .....	44
4. <i>Bartington Magnetic Susceptibility Meter Sensor Type B (MS2B)</i> .....	46
G. Penelitian Yang Relevan .....	47
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>50</b>
A. Jenis Penelitian .....	50
B. Diagram Alir Penelitian .....	51
C. Waktu dan Tempat Penelitian .....	52
D. Variabel Penelitian .....	52
E. Alat dan Bahan Penelitian .....	53
F. Pelaksanaan Penelitian .....	65
G. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	77
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>82</b>
A. Hasil Penelitian .....	82
1. Deskripsi Data .....	82
2. Analisis Data .....	88
B. Pembahasan .....	111
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>135</b>
A. KESIMPULAN .....	135
B. SARAN .....	136
DAFTAR PUSTAKA .....	135
LAMPIRAN .....	145

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Suseptibilitas Magnetik dari Berbagai Mineral .....	18
Tabel 2. Hubungan Nilai Suseptibilitas Magnetik dengan Sifat.....	19
Tabel 3. Interpretasi Nilai $\chi_{FD}$ .....	20
Tabel 4 Alat dan Bahan Saat Sintesis Pasir Besi Pantai Pasie Nan Tigo .....	53
Tabel 5. Alat dan Bahan Saat Karbonisasi Limbah Biomsasa Sekam Padi.....	57
Tabel 6. Alat Dan Bahan Saat Sintesis Tinta Kering (Toner) dengan .....	61
Tabel 7. Alat dan Bahan Saat Melakukan Karakterisasi Pada Tinta .....	64
Tabel 8. Analisis Data Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	77
Tabel 9. Analisis Data Menggunakan Image-J .....	78
Tabel 10. Analisis Data Menggunakan <i>Bartington Susceptibility</i> Meter .....	78
Tabel 11. Analnsis Data Menggunakan LCR Meter.....	78
Tabel 12. Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik pada Tinta Kering.....	87
Tabel 13. Hasil Pengukuran Resistansi pada Tinta Kering (Toner) .....	88
Tabel 14. Hasil Pengukuran Konstanta Dielektrik pada Tinta Kering .....	88
Tabel 15. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi pada .....	89
Tabel 16. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi pada .....	91
Tabel 17. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi.....	93
Tabel 18. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi.....	94
Tabel 19. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi.....	96
Tabel 20. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi.....	97
Tabel 21. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi.....	99
Tabel 22. Data Tiap Puncak Intensitas Signifikan Pola Difraksi.....	100
Tabel 23. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta .....	102
Tabel 24. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta .....	103
Tabel 25. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta .....	104
Tabel 26. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta .....	105
Tabel 27. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta .....	106
Tabel 28. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta Kering .....	107
Tabel 29. Data Luas Area dan Ukuran Partikel pada Tinta Kering .....	108
Tabel 30. Pengukuran Konstanta Dielektrik pada Frekuensi 100Hz .....	149
Tabel 31. Pengukuran Konstanta Dielektrik pada Frekuensi 1000Hz.....	149
Tabel 32. Pengukuran Resistivitas pada Frekuensi 100Hz.....	150
Tabel 33. Pengukuran Resistivitas pada Frekuensi 1000Hz.....	150

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Pasia Nan Tigo .....	7
Gambar 2. Proses Pembentukan Pasir Besi .....	9
Gambar 3. Diagram Fase Ternary $TiO_2-FeO-Fe_2O_3$ .....	11
Gambar 4. Struktur Kristal <i>Magnetite</i> .....	13
Gambar 5. Bentuk Magnetisasi Bahan Diamagnetik .....	14
Gambar 6. Bentuk Magnetisasi pada Bahan Paramagnetik .....	15
Gambar 7. Bentuk Magnetisasi pada Bahan Ferromagnetik .....	16
Gambar 8. Skema Scategram yang Menunjukkan Posisi Sampel .....	21
Gambar 9. Sekam Padi.....	22
Gambar 10. Karbon Aktif Bentuk Serbuk .....	23
Gambar 11. Struktur <i>Graphite</i> Karbon Aktif.....	23
Gambar 12. Grafik Karakterisasi Karbon Aktif dari Sekam Padi .....	24
Gambar 13. Kapasitor Plat Sejajar.....	27
Gambar 14. Struktur Kimia Gum Arab.....	29
Gambar 15. Anatomy Dari Tinta Kering (Toner).....	31
Gambar 16. Prinsip Kerja Mesin Fotokopi .....	32
Gambar 17. Proses Elektrostatis Pada Mesin Fotokopi .....	34
Gambar 18. <i>X-Ray Diffraction</i> .....	40
Gambar 19. Prinsip Kerja <i>X-Ray Diffraction</i> .....	41
Gambar 20. <i>Bartington Magnetic Susceptibility</i> Meter .....	47
Gambar 21. Diagram Alir Penelitian .....	51
Gambar 22. Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	66
Gambar 23. Pengukuran Titik Pengambilan Sampel.....	67
Gambar 24. Pengujian Nilai Suseptibilitas .....	67
Gambar 25. Proses Ekstraksi Pasir Besi .....	68
Gambar 26. <i>Ultrasonic Cleaner</i> .....	68
Gambar 27. Sintesis Pasir Besi .....	69
Gambar 28. Penyaringan Pasir Besi Saat di Sintesis .....	69
Gambar 29. Sintesis Pasir Besi .....	70
Gambar 30. Penyaringan ke Dua Saat Sintesis Pasir Besi .....	70
Gambar 31. Pasir Besi Pantai Setelah.....	71
Gambar 32. Sekam Padi di Oven .....	71
Gambar 33. Sekam Padi di Karbonasi .....	72
Gambar 34. Penghalusan Sampel Menggunakan Lumpang dan .....	72
Gambar 35. Proses Normalisasi NaOH .....	73
Gambar 36. Proses Aktifasi Karbon .....	73
Gambar 37. Proses Penyaringan Karbon Aktif.....	73
Gambar 38. Proses Melarutkan Polimer .....	74
Gambar 39. Proses Mencampurkan <i>Acacia</i> .....	75
Gambar 40. Mencampurkan $Fe_3O_4$ .....	75
Gambar 41. Penyaringan Sampel.....	76

Gambar 42. Tinta Kering (Toner).....	76
Gambar 43. Tinta Kering di HEM Selama 6 Jam.....	76
Gambar 44. Contoh Diagram Diagram XRD .....	77
Gambar 45. Plot Hubungan <i>Low Field Magnetic Frequency</i> ( $\chi_{lf}$ ).....	80
Gambar 46. Pola Difraksi Mineral Magnetik Pasir Besi .....	83
Gambar 47. Setelah di Oksidasi Pada Suhu 350 <sup>o</sup> C .....	84
Gambar 48. Pola Difraksi Tinta Kering (Toner).....	85
Gambar 49. Hasil Pencitraan Tinta Kering (Toner) dengan SEM.....	86
Gambar 50. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	89
Gambar 51. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	91
Gambar 52. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	92
Gambar 53. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	94
Gambar 54. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	95
Gambar 55. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	97
Gambar 56. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	98
Gambar 57. Analisis Hasil Pengukuran <i>X-Ray Diffraction</i> .....	100
Gambar 58. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) Buatan Industri .....	101
Gambar 59. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) .....	102
Gambar 60. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) .....	103
Gambar 61. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) .....	104
Gambar 62. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) .....	105
Gambar 63. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) .....	106
Gambar 64. Hasil Uji SEM Tinta Kering (Toner) i.....	107
Gambar 65. Plot Uji Suseptibilitas Tinta Kering (Toner).....	109
Gambar 66. Plot Pengaruh Variasi Komposisi Tinta.....	110
Gambar 67. Plot Pengaruh Variasi Komposisi Tinta Kering.....	111
Gambar 68. XRD Pasir Besi Alam yang Digunakan.....	114
Gambar 69. XRD <i>Magnetite</i> (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) dari Pasir Besi Alam Desa.....	114
Gambar 70. Grafik Karakterisasi Karbon Aktif Menggunakan.....	117
Gambar 71. Karbon Aktif Standar .....	117
Gambar 72. <i>X-Ray Diffraction</i> Tinta Kering (Toner) .....	120
Gambar 73. <i>X-Ray Diffraction</i> Tinta Kering (Toner) .....	122
Gambar 74. <i>X-Ray Diffraction</i> Tinta Kering (Toner) .....	122
Gambar 75. Hubungan Variasi Komposisi dengan Ukuran Partikel .....	124
Gambar 76. Hubungan Variasi Komposisi Karbon Aktif .....	128
Gambar 77. Hubungan Variasi Komposisi Karbon Aktif.....	132
Gambar 78. Hubungan Variasi Komposisi Karbon Aktif.....	133

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Analisis XRD untuk $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ( <i>magnetite</i> ) .....	145
Lampiran 2 Data Analisis XRD untuk Karbon Aktif .....	147
Lampiran 3 Pengukuran Konstanta Dielektrik .....	149
Lampiran 4 Pengukuran Resistivitas .....	150
Lampiran 5 Data Pengukuran Nilai Suseptibilitas.....	151

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi yang begitu dinamis di segala sisi, menjadi tantangan tersendiri bagi bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satunya bidang teknologi yang berkembang pesat saat ini adalah bidang rekayasa material untuk mendapatkan material efektif dan efisien (Amna S, 2020). Hal ini ditandai dengan munculnya berbagai macam teknologi canggih dalam industri percetakan dengan menggunakan printer laser. Untuk menghasilkan cetakan, printer laser menggunakan tinta yang kering disebut dengan tinta kering (toner). Setiap tahunnya selalu saja ada inovasi baru pada industri yang bergerak di bidang pembuatan tinta kering (toner) dengan tujuan menciptakan tinta kering (toner) yang berkualitas (Holland S, dkk, 2018). Hal itu dikarenakan penjualan tinta kering (toner) diprediksi nilainya mencapai 3 milyar dollar pertahunnya (Banerjee, S, dkk, 2006). Namun hal tersebut tidak mudah, dikarenakan bahan baku pembuatan tinta kering (toner) cukup mahal, ditambah dengan adanya kandungan bahan kimia yang cukup berbahaya dan sensitive jika terkontaminasi oleh manusia. Sehingga dibutuhkan sebuah inovasi untuk mengembangkan tinta kering (toner) yang tidak berbahaya dengan biaya produksi yang lebih murah serta kualitas cetak yang berkualitas (Undu, M. A. A, dkk, 2018).

Sebelum menciptakan inovasi baru dalam pembuatan tinta kering (toner) terlebih dahulu harus mengetahui bahan yang terkandung dalam pembuatan tinta kering (toner) ini. Biasanya ada tiga bahan utama dalam pembuatan tinta kering (toner), pertama pigmen sebagai zat warna, resin sebagai pengikat, dan pelarut. Bahan-bahan tersebut dipilih harus mengacu kepada karakteristik dari tinta kering

(toner), yaitu memiliki bahan pelarutnya relatif mudah menguap, agar pada saat pencetakan, pemanasan yang dilakukan oleh pelebur (*fuser*) akan menyebabkan pelarut menguap sehingga resin yang terkandung didalamnya akan mengatur pigmen-pigmennya pada substrat cetakan (Schein, 1998). Menurut hasil analisis XRD tinta kering (toner) memiliki kandungan mineral magnetik berupa *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (Irvan M, dkk, 2010).

*Magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) didalam tinta kering (toner) digunakan agar tinta kering (toner) bisa termagnetisasi dengan mudah saat terkena listrik statis dari printer laser sehingga kertas dapat menarik tinta kering (toner). Sewaktu kertas melewati fuser nantinya tinta kering (toner) yang mengandung polimer meleleh dan menempel kuat pada serat kertas (Irvan M, dkk, 2010). Selain *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), tinta kering (toner) juga mengandung karbon, tetapi karbon ini biasanya di campur dengan beberapa bahan adiktif seperti kopolimer stirena akrilat dan resin hidrokarbon atau juga *cerium oxide* sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas cetak dan daya rekat (Helmita, 2022) (Ataefard, M, dkk, 2014).

Bahan-bahan yang terkandung dalam tinta kering (toner) ini bisa diperoleh dari bahan alam, seperti *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) bisa diperoleh dari pasir besi pantai sedangkan karbon dapat diperoleh dari karbonasi dan aktivasi bahan alam seperti limbah sekam padi, yang lebih berpeluang menghasilkan karbon yang berkualitas, efektif, efisien dan yang terpenting adalah aman dalam penggunaannya (Khan M R, dkk, 2016). Kemudian didukung juga dengan kemudahan untuk memperoleh bahan baku tersebut di setiap tempat.

Salah satu tempat yang mengandung banyak pasir besi adalah di daerah sepanjang pesisir Pantai Selatan Jawa, Nusa Tenggara Barat dan Sumatera (Setiawati, L D, 2013). Sumatera Barat khususnya banyak terdapat pesisir pantai



yang memiliki pasir besi seperti daerah Pantai Pasia Nan Tigo. Menurut hasil eksplorasi, analisis *X-Ray Diffraction* dan *X-Ray Fluorecence* dan pengukuran nilai suseptibilitas, kandungan mineral magnetik yang terdapat pada pasir besi pantai Pasie Nan Tigo adalah *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) berstruktur *cubic*, *hematite* ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) berstruktur *hexagonal*, dan *ilmenite* ( $\text{FeTiO}_3$ ) dengan kadar ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sebanyak 20,608%,  $\text{SiO}_2$  sebanyak 50,08% sedangkan untuk nilai suseptibilitasnya  $12,445.533 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$  (Yuwanda, A. N, 2022, Rahmi, A, 2022, Visgun, D A, 2022, Rahmayuni, R, 2021). Berdasarkan hasil tersebut pasir besi pantai Pasie Nan Tigo memiliki karakteristik untuk dijadikan bahan dasar pembuatan tinta kering (toner) seperti pada penelitian pembuatan tinta kering sebelumnya dengan kandungan *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan juga pada identifikasi nilai suseptibilitas berbagai merek tinta kering (toner) buatan industri yang telah dilakukan sebelumnya dengan nilai suseptibilitas tinta kering (toner) buatan industri memiliki rentang dari  $11,80 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$  sampai  $21194,77 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{kg}$  dengan nilai suseptibilitas pasir besi pantai Pantai Pasie Nan Tigo berada di rentang tersebut (Helmita, 2022, Irvan M, 2005, Mufit, F, 2006).

Selain mineral magnetik pada pasir besi pantai, bahan lainnya adalah karbon yang digunakan sebagai pigmen pemberi warna hitam pada tinta kering (toner). Partikel karbon dalam ukuran tertentu diharapkan mampu menghasilkan pola distribusi dan dispersi yang merata sehingga dapat dengan tetap menjaga bahkan meningkatkan kualitas cetak yang dihasilkan (Yamamoto N, dkk, 2012). Karbon bisa didapatkan dari pembakaran limbah biomassa, salah satu limbah biomassa yang berpotensi adalah sekam padi. Hal tersebut didasarkan pada kandungan senyawa kimia didalamnya seperti selulosa (38%), lignin (22%), hemiselulosa (18%), silika anorganik (17-20%) yang bisa di konversi menjadi

karbon (Xu H, dkk, 2014). Hal ini juga didukung dengan banyaknya persediaan limbah biomassa sekam padi yang melimpah dibuktikan dengan data konsumsi beras Indonesia setiap tahunnya sebanyak lebih dari 54 juta ton, maka limbah yang akan tersedia sebanyak 10,8 juta ton (Sitohang, A. A. A., & Dian, S. P, 2009).

Bahan perekat yang berupa resin yang digunakan adalah polimer organik yaitu *acacia Senegal* atau disebut juga dengan gom arab yang merupakan resin alami dari getah pohon akasia dengan fungsi sebagai perekat serta meningkatkan gaya adhesi atau gaya tarik menarik dua partikel yang tidak sejenis, disini dua partikel yang tak sejenis tersebut adalah karbon aktif dan *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang akan menjadi tinta kering (toner) agar persebaran daya rekat partikel lebih merata (Rengganis, A. P, dkk, 2017).

Dengan menggabungkan tiga bahan alam untuk dijadikan tinta kering (toner) diperlukan metode yang tepat, pada penelitian sebelumnya dilakukan sintesis toner dengan dua metode yaitu metode penghancuran dan penggerusan bahan (*crushing*) juga polimerisasi kimia. Metode polimerisasi yang digunakan bisa metode polimerisasi emulsi, dengan keunggulan dalam mempersiapkan partikel toner dengan bentuk bulat sempurna dibandingkan dengan metode lainnya, sebelumnya Zulaikah S, dkk, (2015) telah melakukan penelitian dengan menggabungkan beberapa bahan untuk membuat tinta kering (toner), maka metode ini perlu dicoba dengan bahan-bahan baru lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan sintesis dan karakterisasi mineral magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dari pasir besi pantai Pasie Nan Tigo serta karbon aktif dari limbah sekam padi untuk membuktikan bahwa bahan alam yang mudah di dapatkan dan ramah lingkungan serta memiliki biaya yang rendah bisa

diaplikasikan sebagai bahan baku pembuatan tinta kering (toner) sesuai dengan dari karakteristiknya.

### **B. Batasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah maka perlu membatasi masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalahnya adalah ditekankan untuk melihat karakteristik seperti fasa mineral, nilai suseptibilitas, nilai resistivitas dan konstanta dielektrik, bentuk morfologi dan ukuran butir dari tinta kering (toner) yang dibuat dengan bahan baku pasir besi pantai Pasie Nan Tigo serta karbon aktif dari limbah sekam padi.

### **C. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik dari tinta kering (toner) yang terbuat dari bahan baku pasir besi pantai Pasie Nan Tigo serta karbon aktif dari sekam padi.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui karakteristik dari tinta kering (toner) yang dibuat dari bahan baku pasir besi pantai Pasie Nan Tigo serta karbon aktif dari sekam padi.

### **E. Urgensi Penelitian**

Pentingnya penelitian ini dilaksanakan adalah untuk mendapatkan karakteristik dari tinta kering (toner) yang dibuat dari bahan baku pasir besi Pantai Pasie Nan Tigo serta karbon aktif dari limbah sekam padi. Serta menjadikan pasir besi pantai Pasie Nan Tigo dan limbah sekam padi sebagai salah satu sumber material ekonomis yang dapat menambah pendapatan masyarakat.

## **F. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada:

1. Thesis ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang sintesis dan karakterisasi tinta kering (toner) berbahan baku pasir besi Pantai Pasie Nan Tigo dan karbon aktif dari sekam padi.
2. Sebagai data awal untuk penelitian lebih lanjut pada pembuatan tinta kering (toner) yang berbahan dasar pasir besi dan limbah biomassa sekam padi.
3. Aplikasi dalam ilmu fisika khususnya pada bidang kemagnetan batuan dan metode pembuatan tinta kering (toner) sehingga bisa menambah pengetahuan dan wawasan.
4. Merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata 2 Progam Studi Magister Fisika di Universitas Negeri Padang (UNP).