

**KARAKTERISASI MATERIAL NANOKOMPOSIT
 Fe_3O_4 -CNT SEBAGAI TRANSDUSER BIOSENSOR**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh
Romanudhin
13620025

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B- 1804/Un.02/DST/PP.05.3/05/2017

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Karakterisasi Material Nanokomposit Fe_3O_4 -CNT Sebagai Transduser Biosensor

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Romanudhin

NIM : 13620025

Telah dimunaqasyahkan pada : 17 Mei 2017

Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Retno Rahmawati, S.Si., M.Si.
NIP. 19821116 200901 006

Penguji I

Asih Melati, S.Si, M.Sc.
NIP.19841110 201101 2 017

Penguji II

Karmanto, M.Sc
NIP. 19820504 200912 1 005

Yogyakarta, 2 Juni 2017

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Muntono, M.Si
NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Romanudhin
NIM : 13620025
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul: Karakterisasi Material Nanokomposit Fe_3O_4 -CNT sebagai Transduser Biosensor adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata penulisan yang lazim.

Yogyakarta, 10 Mei 2017

Yang menyatakan



Romanudhin
NIM : 13620025

MOTTO

Dua pilihan setelah kamu bangun tidur: tidur lagi dengan mimpi-mimpi indah atau bangun untuk menggapai mimpi-mimpi itu

Jangan takut untuk melangkah, mesti hanya satu langkah, setidaknya kamu tidak akan ada dalam posisi yang sama (kerugian)

Jangan takut untuk mencoba, setidaknya kamu tidak akan dibuat penasaran

Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi sesamanya
(Hadist)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan salah satu karya terbesarku ini untuk:

- ❖ Kedua orang tua yang saya cintai Ibu Sudarni dan Bapak Dasiman
- ❖ Mas Samud Prasetyo beserta keluarga dan adik Tamzis Satria
 - ❖ Partner segala hal, Lailis Sa'adah
 - ❖ Study Club fisika material
 - ❖ Fisika Lumba-lumba
- ❖ Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- ❖ Kejayaan umat islam, bangsa dan negara Indonesia

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin, segala puji dan syukur selalu dipanjatkan kepada Allah SWT, karena atas karunia dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Karakterisasi Material Nanokomposit Fe_3O_4 -CNT Sebagai Transduser Biosensor*” ini dengan baik dan lancar. Tak lupa *Sholawat* serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman *jahiliyah*, zaman penuh kebodohan menuju ke zaman yang terang benderang, zaman yang penuh dengan ilmu.

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk komitmen dari penulis sebagai mahasiswa program studi fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta mendapatkan gelar sarjana. Penulis menyadari bahwa dalam melaksanakan dan menyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku rektor UIN Sunan Kalijaga,
2. Dr. Murtono, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga,
3. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga,
4. Seluruh dosen Fisika UIN Sunan Kalijaga, yang telah memberikan bimbingan serta ilmunya,
5. Retno Rahmawati M.Si. dan Asih Melati M.Sc., selaku pembimbing yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan banyak ilmunya, semoga bermanfaat serta telah memberikan motivasi kepada penulis,
6. Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi,
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Dasiman dan Ibu Sudarni, beserta keluarga mas Samud Prasetyo dan adik Tamzis Satria yang selalu memberikan semangat motivasi dan doa-doanya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tepat pada waktunya,

8. Bapak Karmanto, S.Si., M.Sc., selaku penguji,
9. Lailis Sa'adah yang selalu memberi semangat dan selalu menemani dalam menyelesaikan tugas akhir dan teman-teman kos dan teman-teman nongkrong,
10. Nurul, Maulina, Mas Alim, Agung, Sisimi, Vicga, Erwin, Addin, Niswah, Hendra, Sherly, Fia, Adimas dan teman-teman *Study Club* Fisika Material yang bersedia diajak berdiskusi.
11. Seluruh teman-teman fisika angkatan 2013 yang telah berjuang bersama dalam menempuh studi S-1 di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
12. Seluruh teman-teman lab di AFM ITB yang selalu menemani dalam penelitian
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu, aamiin.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses yang telah laporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, Mei 2017

Romanudhin
Penulis

KARAKTERISASI MATERIAL NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 -CNT SEBAGAI TRANSDUSER BIOSENSOR

Romanudhin
13620025

INTISARI

Deteksi dini pada kanker perlu dilakukan untuk meningkatkan harapan hidup penderita kanker. Nanokomposit Fe_3O_4 -CNT merupakan material yang mampu diaplikasikan sebagai transduser biosensor yang mampu untuk mendeteksi kanker. Performansi elektrokimia yang baik dari nanokomposit Fe_3O_4 -CNT membuat bioreseptor dapat terimobilisasi, dimana hal tersebut merupakan kunci sukses pembuatan biosensor. Penelitian ini bertujuan untuk sintesis nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dan karakterisasinya menggunakan XRD, FTIR, SEM, VSM, serta mengetahui performansi elektrokimianya menggunakan CV. Dari pasir besi dan MWCNT yang sudah difungsionalisasi sebagai prekursor, komposit Fe_3O_4 -CNT disintesis dengan metode sonokimia. Nanokomposit Fe_3O_4 -CNT juga disintesis dengan memvariasikan massa dari MWCNT, 0,1 gr, 0,25 gr dan 0,5 gr. Hasil XRD menunjukkan puncak difraksi yang muncul merupakan karakteristik dari CNT dan Fe_3O_4 yang memiliki struktur kristal *Face Center Cubic* (FCC). Hasil SEM menunjukkan nanokomposit dengan penambahan massa CNT 0,1; 0,25 dan 0,25 gram, MWCNT memiliki ukuran 34,35 nm, 32,53 nm dan 36,26 nm dan Fe_3O_4 secara berturut-turut juga memiliki ukuran 16,72 nm, 15,98 nm dan 18,05 nm. Dari spektra inframerah dimungkinkan nanokomposit Fe_3O_4 -CNT berikatan pada C-O-Fe. Hasil karakterisasi sifat magnet, nanokomposit Fe_3O_4 -CNT hasil sintesis memiliki sifat superparamagnetik dengan nilai magnetisasinya menurun seiring dengan penambahan jumlah komposisi CNT yaitu 11,33; 6,98 dan 5,6 emu/gr. Dari hasil CV semakin ditambah massa dari CNT luas permukaan yang berinteraksi dengan elektrolit juga semakin luas yang mengakibatkan puncak respons arus oksidasi juga meningkat yaitu 24,88 μA , 36,00 μA , 45,94 μA . Dengan respons arus yang tinggi, harapannya biosensor akan dapat diaplikasikan sebagai deteksi dini kanker meskipun dengan jumlah penanda kanker yang sangat sedikit konsentrasinya.

Kata kunci : Elektrokimia, Komposit Fe_3O_4 -CNT, MWCNT, Pasir besi, transduser biosensor.

MATERIAL CHARACTERIZATION OF Fe₃O₄-CNT NANOCOMPOSITE AS BIOSENSOR TRANSDUCER

Romanudhin

13620025

ABSTRACT

Early detection of cancer needs to be carried out to improve the life expectancy of cancer patients. Fe₃O₄-CNT Nanocomposite is a material that is able to be applied as a biosensor for cancer detection. Fe₃O₄-CNT Nanocomposite has a good electrochemical performance, so it causes immobilization of bioreceptor, which is one of the requirements of producing a biosensor. The focal goal of this study is to synthesize Fe₃O₄-CNT nanocomposite and characterize it using XRD, FTIR, SEM, VSM and to know the electrochemical performance of Fe₃O₄-CNT nanocomposite that was characterized using CV. From XRD, diffraction peak represented characteristic of CNT and Fe₃O₄ with crystal structure Face Center Cubic (FCC). From SEM, it was known that the size of MWCNT respectively were 34,35; 32,53; and 36,26 nm, while Fe₃O₄ respectively were 16,72; 15,98; and 18,05 nm. From infrared spectrum, it was possible that Fe₃O₄-CNT nanocomposite were bonded at C-O-Fe. From magnetic property characterization, known that synthesized Fe₃O₄-CNT nanocomposite was a superparamagnetic with decreasing magnetization value as long as adding CNT composition, respectively were 11,33; 6,98 and 5,6 emu/grams. From CV, interacting area with electrolyte was larger as long as adding mass of CNT that causes higher oxidation current response peak, i.e. 24,88 μ A, 36,00 μ A, 45,94 μ A. Therefore, biosensor will be applied as early cancer detection in spite of few cancer biomarkers.

Keywords : Electrochemical, Fe₃O₄-CNT composite, Iron sand, MWCNT, biosensor transducer

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR TABEL LAMPIRAN	xvi
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Batasan Masalah.....	7
1.5. Manfaat Peneltian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Studi Pustaka	9
2.2. Landasan Teori	12
2.2.1. Fe_3O_4	12
2.2.2. Carbon Nanotube (CNT).....	13
2.2.3. Kanker/Tumor.....	15
2.2.4. Biomarker	17
2.2.5. Biosensor.....	18
2.2.6. Superparamagnetik	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2. Alat dan Bahan	27
3.3. Prosedur Kerja.....	28
3.3.1. Persiapan alat dan bahan	28
3.3.2. Pembuatan FeCl	29
3.3.3. Fungsionalisasi CNT.....	30
3.3.4. Proses sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-CNT}$	31
3.4. Metode Analisa Data	32
3.4.1. Karakterisasi struktur	32
3.4.2. Karakterisasi Morfologi	32
3.4.3. Karakterisasi gugus fungsi.....	33
3.4.4. Karakterisasi sifat kemagnetan	33
3.4.5. Karakterisasi sifat elektrokimia	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36

4.1. Hasil Penelitian	36
4.1.1. Hasil Pembuatan Nanokomposit Fe ₃ O ₄ -CNT	36
4.1.2. Hasil Uji XRD	37
4.1.3. Hasil Uji FTIR	37
4.1.4. Morfologi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ -CNT	38
4.1.5. Hasil Uji VSM	39
4.1.6. Hasil Uji CV	40
4.2. Pembahasan	43
BAB V PENUTUP	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59
CURICULUM VITAE	65



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat-alat penelitian.....	27
Tabel 3.2 Bahan-bahan Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Interpretasi grafik histerisis uji VSM dari nanokomposit Fe ₃ O ₄ -CNT hasil sintesis	39
Tabel 4.2 Interpretasi puncak grafik voltamogram	40
Tabel 4.3 Luas permukaan efektif.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dari Magnetit. a) model polihedral dengan lapisan oktahedral dan tetrahedral altemating. b) model bola dan stik dengan Garis unit sel. c) Model bal dan stik dari susunan oktahedral dan tetahedral (Cornel dan Schwertmann, 2003)	13
Gambar 2.2 a. Arah ikatan heksagonal pada CNT sebagai tipe dari SWCNT yang berbeda, b. Struktur MWCNT tiga lapis dengan kombinasi arah ikatan yang berbeda (Lawal, 2016).....	14
Gambar 2.3 Ciri khas komponen biosensor	19
Gambar 2.4 Perbedaan dipol-dipol magnet pada material diamagnetik, paramagnetik, feromagnetik, ferimagnetik dan anti feromagnetik ketika tidak ada dan ada gaya magnet dari luar	22
Gambar 2.5 Karakteristik kurva histerisis (Magnetisasi yang terukur terhadap perubahan medan magnet) dari nanopartikel feromagnetik, paramagnetik, diamagnetik dan superparamagnetik beserta indikasi nilai H_c (koersifitas), M_r (magnetisasi remanen), dan M_{sat} (magnetisasi saturasi). (Arruebo dkk, 2007)	26
Gambar 3.1 Skema Prosedur Kerja.....	28
Gambar 3.2 Skema Pembuatan FeCl	29
Gambar 3.3 Skema fungsionalisasi CNT	30
Gambar 3.4 Skema proses sintesis Fe_3O_4 – CNT.....	31
Gambar 3.5 Skema EPK a. Tabung kaca b. Kawat tembaga c. Pasta karbon d. dispersi sampel e. Sampel	34
Gambar 4.1 Hasil sintesis (a) sebelum dan (b) sesudah diberi magnet pada sampel (1) CNT dan nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dengan (2) 0,1 gr CNT (3) 0,25 gr CNT (4) 0,5 gr CNT	36
Gambar 4.2 Grafik XRD nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dengan komposisi a) 0,1 gram CNT b) 0,25 gram CNT c) 0,5 gram CNT.....	37
Gambar 4.3 Grafik FTIR nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dengan komposisi a) 0,1 gram CNT b) 0,25 gram CNT c) 0,5 gram CNT	37
Gambar 4.4 Hasil Karakterisasi SEM Fe_3O_4 -0,1CNT a) Gambar SEM b) Grafik distribusi ukuran diameter CNT (rata-rata: 34,35nm) c) Grafik distribusi ukuran diameter Fe_3O_4 (rata-rata: 16,72 nm)	38
Gambar 4.5 Hasil Karakterisasi SEM Fe_3O_4 -0,25CNT a) Gambar SEM b) Grafik distribusi ukuran diameter CNT (rata-rata: 32,53 nm) c) Grafik distribusi ukuran diameter Fe_3O_4 (rata-rata: 15,98 nm)	38
Gambar 4.6 Hasil Karakterisasi SEM Fe_3O_4 -0,5CNT a) Gambar SEM b) Grafik distribusi ukuran diameter CNT (rata-rata: 36,26 nm) c) Grafik distribusi ukuran diameter Fe_3O_4 (rata-rata: 18,05 nm).....	38
Gambar 4.7 Grafik histerisis uji VSM dari nanokomposit Fe_3O_4 -CNT hasil sintesis	39
Gambar 4.8 Grafik voltamogram nanokomposit Fe_3O_4 -CNT hasil sintesis.....	40
Gambar 4.9 Grafik hubungan akar kuadrat rasio scan dengan puncak arus oksidasi pada nanokomposit Fe_3O_4 – 0,1 CNT	41

Gambar 4.10 Grafik hubungan akar kuadrat rasio scan dengan puncak arus oksidasi pada nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4 - 0,25 \text{ CNT}$	41
Gambar 4.11 Grafik hubungan akar kuadrat rasio scan dengan puncak arus oksidasi pada nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4 - 0,5 \text{ CNT}$	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses Sintesis	59
Lampiran 2 : Grafik voltamogram dengan rasio scan berbeda	60
Lampiran 3 : Puncak reduksi-oksidasi pada pengujian CV	62
Lampiran 4 : Perhitungan luas permukaan efektif sampel.....	64



DAFTAR TABEL LAMPIRAN

Tabel 1 Puncak arus redoks pada nanokomposit Fe_3O_4 - 0,1CNT	62
Tabel 2 Puncak arus redoks pada nanokomposit Fe_3O_4 - 0,25 CNT	62
Tabel 3 Puncak arus redoks pada nanokomposit Fe_3O_4 - 0,5 CNT	63



DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

Gambar 1 Grafik voltamogram nanokomposit Fe_3O_4 - 0,1 CNT dengan rasio scan berbeda	60
Gambar 2 Grafik voltamogram nanokomposit Fe_3O_4 - 0,25 CNT dengan rasio scan berbeda	60
Gambar 3 Grafik voltamogram nanokomposit Fe_3O_4 - 0,5 CNT dengan rasio scan berbeda	61



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini, penyakit kanker masih menjadi penyakit yang paling ditakuti oleh masyarakat. Menurut *World Health Organization* (WHO) kanker merupakan suatu penyakit yang disebabkan karena sel-sel yang tumbuh secara tidak normal atau tidak teratur, yang kemudian dapat menyerang bagian tubuh dan menyebar ke organ lain (WHO, 2016). Dari data WHO terdapat kasus kanker baru yang mencapai 14.067.894 di tahun 2012 dan sebanyak 8.201.575 kasus kematian diakibatkan oleh kanker. Paru-paru, prostat, kolorektal, lambung, dan kanker hati adalah jenis yang paling umum dari kanker pada pria. Sementara payudara, kolorektal, paru-paru, leher rahim, dan kanker perut adalah yang paling umum di kalangan wanita.

Dengan menghindari faktor risiko utama, lebih dari 30% kematian akibat kanker dapat dicegah. Deteksi dini, diagnosis yang akurat, dan pengobatan yang efektif, diyakini mampu mengurangi penderitaan dan dapat meningkatkan ketahanan hidup (WHO, 2016). Namun Saat ini, kanker mengancam kesehatan manusia dan tidak ada terapi yang efisien untuk mengatasi kanker pada tahap akhir. Hal ini mengindikasikan bahwa deteksi dini dan pencegahan kanker menunjukkan respons yang positif (Wang dkk, 2015). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat deteksi dini pada kanker. Ada beberapa alat deteksi kanker, di antaranya yaitu *Flourescence, surface-enhanced Raman scattering spectroscopy, enzyme-*

linked immunosorbent assay (ELISA), *electrochemiluminescence* dan *chemiluminescence* (Zhang dkk, 2016). ELISA merupakan metode *immunoassay* yang dilakukan di laboratorium dan paling banyak digunakan untuk saat ini. Pada tahap awal kanker, konsentrasi protein-tumor sangatlah rendah sedangkan hal ini berada di luar batas deteksi ELISA. Selain itu ELISA juga membutuhkan analisis yang panjang sehingga membutuhkan waktu yang lama, tenaga kerja terampil dan laboratorium yang lengkap serta membutuhkan bahan reaksi yang mahal. Dengan demikian dibutuhkan metode baru yang cepat dan mudah untuk deteksi dini kanker (Gan dkk, 2011).

Untuk mewujudkan deteksi dini kanker yang cepat dan mudah, penentuan penanda yang sensitif terhadap tumor menjadi sangat penting. Salah satu metode deteksi dini yang memanfaatkan pengenalan penanda adalah *immunoassay*. *Immunoassay* merupakan metode deteksi kanker yang didasarkan pada ikatan spesifik antara antigen dan antibodi (Liu dkk, 2016). *Immunoassay* tersebut bisa diwujudkan dalam suatu perangkat yang disebut biosensor. Dibanding dengan alat deteksi yang lain (*Flouorescence*, *surface-enhanced Raman scattering spectroscopy*, *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA), dan *chemiluminescence*) biosensor ini memiliki instrumen yang murah dan sederhana, sensitivitas tinggi, waktu respons cepat, dan biaya rendah (Jeong dkk, 2013), serta memiliki batas deteksi yang rendah dan juga prosedur perawatan yang sederhana (Li dkk, 2016).

Sensor merupakan suatu perangkat yang dapat merasakan fenomena fisik (seperti temperatur, tekanan, kelembaban, dll) untuk menghasilkan sinyal keluaran yang sesuai (listrik, mekanik, magnetik, dll) (Anjanapa dkk, 2002). Sementara

biosensor adalah alat deteksi yang menggabungkan antara komponen biologis, yang berupa variabel suatu konsentrasi dari analit tertentu (dalam bentuk senyawa biokimia sederhana (sebagai contoh, glukosa), rangkaian asam nukleat (DNA atau RNA), protein spesifik, partikel virus, bakteri, dan sebagainya) dengan komponen elektronis untuk menghasilkan sinyal yang dapat terukur (Ekosari, 2010). Dalam proses pengukuran, analit tersebut tidak dapat dikenali secara langsung, oleh karena itu dibutuhkan analit lain yang dikenal sebagai bioreseptor. Bioreseptor ini merupakan bahan biologis atau biomimetik, yang meliputi antibodi, enzim, asam nukleat, virus, bakteri, jaringan, dll (Yoon, 2013). Bioreseptor secara khusus akan mengikat ke analit target. Proses mengikat antara bioreseptor dan biomolekul target sangatlah spesifik. Sebagai contoh, penggunaan antibodi untuk kanker sebagai bioreseptor akan menghasilkan sinyal listrik hanya ketika kanker ada dalam sampel, tetapi bakteri lain atau virus yang hadir dalam sampel tidak akan mempengaruhinya.

Agar dapat menghasilkan sinyal listrik maka dibutuhkan suatu alat yang disebut transduser. Transduser merupakan komponen detektor yang bekerja secara fisikokimia, piezoelektronik, optik, elektrokimia, dan sebagainya yang dapat mengubah sinyal yang dihasilkan dari interaksi antara bioreseptor dan analit target menjadi sinyal lain sehingga dapat lebih mudah diukur atau dihitung (Ekosari, 2010). Supaya transduser dapat bekerja dengan baik maka dibutuhkan suatu material yang dapat menangkap bioreseptor. Ada beberapa contoh transduser yaitu nanopartikel, *nanowire array*, elektroda dan lain lain. Beberapa nanopartikel yang biasa digunakan adalah SnO_2 (Li dkk, 2016), Au@BSA (Zhang dkk, 2016),

Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs) (Liu dkk, 2016), *Mesoporous Silica Nanoparticle* (MSN) (Fan dkk, 2016), dan Fe_3O_4 (Yang, 2014). Dari sekian banyak nanopartikel yang diaplikasikan dalam perangkat biosensor, Fe_3O_4 merupakan nanopartikel unik dan sering diaplikasikan dalam aplikasi biosensor (Zhao dkk, 2016). Hal ini karena Nanopartikel karena Fe_3O_4 memiliki sifat magnet dengan respons yang cepat dan berkelanjutan, efisiensi elektron yang tinggi, tidak beracun (Zhang, 2016), pembuatan dan fungsionalisasi yang mudah dan sederhana (Wang, 2016).

Dalam pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 ada beberapa bahan dasar yaitu bahan alam (Rahmawati, 2013) dan bahan sintetis (Khalil, 2015). Bahan sintetis dapat diperoleh dari bahan dasar seperti $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Suppiah dkk, 2016), $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Kulkarni dik, 2014) dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Yazdani, 2016) yang kemudian diperoleh nanopartikel Fe_3O_4 . Sedangkan dari bahan alam Fe_3O_4 dapat diperoleh dengan mensintesis pasir alam. Pasir ini biasa disebut dengan pasir besi atau pasir hitam yaitu karena pasir ini berwarna hitam. Pasir besi merupakan sumber daya alam yang sangat melimpah di Indonesia. Selama ini pasir besi ditambang hanya sebagai bahan mentah untuk kemudian dijual langsung sebagai material mentah tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Allah berfirman dalam Al Quran Surat Al Haddid ayat 25 sebagai berikut :

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

(25)

“Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan kami telah turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. dan kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa.”

Dari ayat di atas disebutkan bahwa besi memiliki kekuatan hebat dan banyak manfaat. Oleh karena itu, pengolahan pasir besi perlu dilakukan mengingat terdapat kekuatan yang hebat dan dapat memberi berbagai manfaat bagi manusia. Salah satunya yaitu memanfaatkan Fe_3O_4 yang ada dalam kandungan pasir besi.

Sebagai aplikasi biosensor Fe_3O_4 dituntut untuk memiliki konduktivitas yang baik. Untuk meningkatkan konduktivitasnya maka Fe_3O_4 perlu dimodifikasi dengan menambahkan Carbon Nanotube (CNT). Dengan sifat kimia, elektronik dan mekanik yang unik yang dimilikinya, CNT telah banyak diterapkan untuk memodifikasi permukaan elektrode. Karena konduktivitas elektronik yang tinggi, CNT memiliki kemampuan luar biasa untuk memfasilitasi transfer elektron antara spesies elektroaktif dan elektroda. Selain itu, CNT hadir dengan luas permukaan yang besar untuk adsorpsi biomolekul baik untuk pengembangan normal dan / atau miniatur biosensor. Oleh karena itu, Nanomaterial ini memiliki potensi yang baik untuk diterapkan untuk merancang imunosensor elektrokimia (Zarei dkk, 2012).

Dalam memaksimalkan kontribusi dari sifat CNT pada nanokomposit Fe_3O_4 -CNT, maka diperlukan metode yang cocok untuk mensintesis nanokomposit Fe_3O_4 -CNT. Ada beberapa metode sintesis di antaranya adalah kopresipitasi, sol gel, hidrotermal, solfotermal, sonokimia dan lain-lain (Supiah, 2016). Dari sekian banyak metode, metode sonokimia metode sudah terbukti dalam mensintesis

nanopartikel anorganik. Radiasi ultrasonik mengakibatkan temperatur dan tekanan yang lebih teratur. Hal ini mengakibatkan pembentukan partikel dengan ukuran yang lebih kecil. Dengan ukuran Fe_3O_4 yang lebih kecil, diharapkan CNT akan mengikat Fe_3O_4 akan lebih seragam, sehingga nanokomposit ini memiliki performa elektrokimia yang lebih baik (Deosarkar dkk, 2014).

Elektrokimia merupakan ilmu yang mempelajari tentang reaksi kimia dan perpindahan elektron (listrik). Perpindahan elektron dari elemen satu dengan yang lain dalam reaksi dikenal sebagai reaksi reduksi-oksidasi (redoks) (Bui dkk, 2016). Analisis elektrokimia dilakukan dengan mengukur arus yang terbaca sebagai fungsi potensial yang diberikan (Jadon dkk, 2016). Analisis elektrokimia ini memiliki beberapa keuntungan yaitu sensitivitas tinggi, respons cepat, selektivitas yang baik, operasi yang mudah dan instrumen murah (Yang dkk, 2016). Selain itu mampu dimasukkan ke dalam perangkat yang kuat, portabel, atau miniatur untuk aplikasi yang ditargetkan dalam bidang klinis dan diagnostik sebagai biomarker beberapa penyakit, seperti penyakit Alzheimer dan penyakit Parkinson (Ribeiro dkk, 2016)

Dari pemikiran diatas maka perlu dilakukan kajian tentang karakterisasi material nanokomposit Fe_3O_4 -CNT sebagai transduser biosensor. Sintesis nanokomposit dilakukan dengan menggunakan metode sonokimia. Kemudian dari hasil yang didapat diuji performansi elektrokimia dengan menggunakan siklik voltametri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dibuatlah rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses sintesis nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dengan menggunakan metode sonokimia dan karakterisasinya menggunakan XRD, FTIR, SEM, dan VSM?
2. Bagaimana performansi elektrokimia dari pengaruh penambahan massa CNT pada nanokomposit Fe_3O_4 -CNT?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui proses sintesis nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dengan menggunakan metode sonokimia dan karakterisasinya menggunakan XRD, FTIR, SEM, dan VSM.
2. Mengetahui performansi elektrokimia dari pengaruh penambahan massa CNT pada nanokomposit Fe_3O_4 -CNT.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya objek kajian dalam penelitian ini, maka diberikan batasan penelitian sebagai berikut :

1. Sampel penelitian ini menggunakan bahan pasir alam besi Tulungagung Jawa Timur,
2. Menggunakan metode sonokimia pada suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit,

3. Sonikasi dilakukan dengan panjang gelombang 20 Khz dengan pulse 01 01 dan amplitudo 75%,
4. Fungsionalisasi CNT menggunakan metode *reflux* pada suhu 197 °C selama 12 jam,
5. CNT yang digunakan adalah MWCNT dengan massa 0,1; 0,25 dan 0,5 gram.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan pemanfaatan pasir besi untuk keperluan di bidang industri dan kesehatan khususnya deteksi dini kanker,
2. Memberikan informasi dalam mensintesis nanokomposit Fe₃O₄-CNT untuk berbagai aplikasi,
3. Memberikan informasi nanokomposit Fe₃O₄-CNT yang ideal sebagai material imobilisasi bioreseptor,
4. Menambah informasi bahwa pasir besi dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi,
5. Sebagai wacana penelitian lebih lanjut dalam rangka meningkatkan kualitas pasir besi.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan karakterisasi dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dilakukan sintesis nanokomposit Fe_3O_4 -CNT dengan metode sonokimia. Pola difraksi XRD muncul puncak yang merupakan karakteristik dari CNT dan Fe_3O_4 yang mana sesuai JCPDS Fe_3O_4 ini memiliki struktur kristal FCC. Dari hasil spektra inframerah menunjukkan adanya gugus karboksil dan hidroksil di permukaan CNT yang menunjukkan hasil dari fungsionalisasi serta masih terdapat pengotor yang mengindikasikan proses fungsionalisasi yang kurang maksimal dan dimungkinkan ikatan antara CNT dan Fe_3O_4 terdapat pada C-O-Fe. Hasil SEM secara berturut-turut MWCNT memiliki ukuran 34,35 nm, 32,53 nm dan 36,26 nm dan Fe_3O_4 memiliki ukuran 16,72 nm, 15,98 nm dan 18,05 nm. Dengan adanya penambahan komposisi CNT yang semakin banyak mengakibatkan nilai magnetisasi menurun, yaitu 11,33; 6,98 dan 5,6 emu/g dengan magnetisasi remanen 2,45; 2,17 dan 1,53 emu/g dan koersivitasnya 24,99; 6,57 dan 6,86 mT.
2. Dari hasil karakterisasi CV, nanokomposit Fe_3O_4 -CNT memiliki arus oksidasi yang semakin naik ketika massa dari CNT ditambah. Secara berturut-turut besar oksidasi pada nano komposit Fe_3O_4 -CNT dengan 0,1 gram, 0,25 gram dan 0,5 gram adalah 24,875 μA , 35,998 μA dan 45,94 μA dengan luas permukaan interaksinya 4,05; 4,09; 6,15 mm^2 .

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki atau pun dikembangkan diantaranya yaitu :

1. Dalam proses fungsionalisasi CNT perlu dilakukan dengan waktu yang lebih lama agar tidak terdapat pengotor dalam CNT.
2. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan HRTEM atau TEM untuk memperoleh ukuran partikel secara melintang pada partikel.
3. Dalam pengujian CV perlu dicoba memakai elektrode kerja yang lain seperti GCE untuk mendapatkan respons arus yang mudah untuk diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Syed Mustansar dkk. 2014. Superior electrochemical performance of mesoporous Fe₃O₄/CNT nanocomposites as anode material for lithium ion batteries. *Jurnal of Alloys and Compounds* **611 (2014) 260–266**
- Anjanapa, M dkk. 2002. Sensors and Actuators. <http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/mur/IntroductionToSensorsAndActuators.pdf>
- Anonim. 2014. Types of Cancer. Online: diakses tanggal 6 November 2016 <http://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/what-is-cancer/how-cancer-starts/types-of-cancer>
- Arruebo, Manuel dkk. 2007. Magnetic Nanoparticles for Drug Delivery. *Nanotoday* **Volume 2, Issue 3, June 2007, Pages 22–32**
- Arvand, Majid dan Morassa Hassannezhad. 2014. Magnetic core–shell Fe₃O₄-SiO₂/MWCNT nanocomposite modified carbon paste electrode for amplified electrochemical sensing of uric acid. *Materials Science and Engineering C* **36 (2014) 160–167**
- Benz, Manuel. 2012. *Superparamagnetism : Theory and Applications*. E-book
- Bui, Matthew dkk. 2016. Electrochemistry basics. Online: diakses tanggal 30 Maret 2017 pukul 11.00 wib https://chem.libretexts.org/Core/Analytical_Chemistry/Electrochemistry/Basics_of_Electrochemistry
- Cornell, R M dan U. Schwertmann. 2003. *The Iron Oxide : Structure, Properties, Reactions, Occurences and Uses*. Ebook : WILEY-VCH Verlag GmbH & KgaA, Weinheim
- Crosta, Peter. 2015. Cancer: Facts, Causes, Symptoms and Research. Diakses tanggal 6 November 2016 dari <http://www.medicalnewstoday.com/info/cancer-oncology>
- Datsyuk, V dkk. Chemical oxidation of multiwalled carbon nanotubes. *Carbon* **46 (2008) 833–840**
- Deosarkar, M.P. dkk, 2014. In situ sonochemical synthesis of Fe₃O₄–graphene nanocomposite for lithium rechargeable batteries. *Chemical Engineering and Processing* **83 (2014) 49–55**
- Ekosari R. 2010. Biosensor u Biotek. [http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/BIOSENSOR%20u%20BIOTEK%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/BIOSENSOR%20u%20BIOTEK%20[Compatibility%20Mode].pdf)
- Fan, Dawei dkk. 2016 . Electrochemical immunosensor for detection of prostate specific antigen based on an acid cleavable linker into MSN-based controlled release system. *Biosensors and Bioelectronics* **85(2016)580–586**

- Gan, Ning dkk. 2011. Fe₃O₄/Au magnetic nanoparticle amplification strategies for ultrasensitive electrochemical immunoassay of alfa-fetoprotein. *International Journal of Nanomedicine* **2011;6** 3259–3269
- Jadon, Nimisha dkk. 2016. Recent trends in electrochemical sensors for multianalyte detection – A review. *Talanta* **161** (2016) 894–916
- Jeong, Bongjin dkk. 2013. Increased Electrocatalyzed Performance through Dendrimer-Encapsulated Gold Nanoparticles and Carbon Nanotube-Assisted Multiple Bienzymatic Labels: Highly Sensitive Electrochemical Immunosensor for Protein Detection. *American Chemical Society Anal. Chem.* **2013, 85**, 1784–1791
- Karley, Dugeshwar, dkk. 2011. Biomarkers : The Future of Medical Science to Detect Cancer. *J Mol Biomark Diagn* **2:118**. doi:10.4172/2155-9929.1000118
- Khalil, Mutasim I, 2015. Co-precipitation in aqueous solution synthesis of magnetite nanoparticles using iron(III) salts as precursors. *Arabian Journal of Chemistry* (2015) **8**, 279–284
- Kolhatkar, Arati G, dkk. 2013. Tuning the Magnetic Propertis of Nanoparticles. *International Jurnal of Molecular Sciences* **2013, 14**, 15977-16009
- Kulkarni, Sachnin A, dik. 2014. Effect of synthesis route on the structural, optical and magnetic properties of Fe₃O₄ nanoparticles. *Ceramics International* **40** (2014) 1945–1949
- Lawal, Abdulazeez T. 2016. Synthesis and utilization of carbon nanotubes for fabrication of electrochemical biosensors. *Materials Research Bulletin* **73** (2016) 308–350
- Li, Faying. 2016. An ultrasensitive label-free electrochemical immunosensor based on signal amplification strategy of multifunctional magnetic graphene loaded with cadmium ions. *Scientific Reports* **6:21281 DOI: 10.1038/srep21281**
- Liu, Li dkk. 2016. Ultrasensitive sandwich-type prostate specific antigen immunosensor based on Ag overgrowth in Pd nano-octahedrons heterodimers decorated on amino functionalized multiwalled carbon nanotubes, *Sensors and Actuators B: Chemical* <http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2016.06.160>
- Madrakian, Tayyebbeh dkk, 2016. An electrochemical sensor for rizatriptan benzoate determination using Fe₃O₄ nanoparticle/multiwall carbon nanotube-modified glassy carbon electrode in real samples. *Materials Science and Engineering C* **63** (2016) 637–643
- Mashuri dik. 2011. Synthesis of Fe₃O₄ Nanoparticles from Iron Sands and Effects of Ni and Zn Substitution on Structures and Magnetic Properties. *Journal of Materials Science and Engineering A* **1** (2011) 182-189

- Ni'mah, Malikhatun. 2015. *Review artikel: Biomarker sebagai Molekul diagnostik penyakit kanker*. Prosiding seminar nasional dan workshop “Perkembangan Terkini Sains Farmasi & Klinik 5”| Padang, 6 -7 November 2015
- Park, In Ho dkk. 2014. Enhanced Electrical Contact of Microbes Using Fe_3O_4 -CNT Nanocomposite Anode in Mediator-less Microbial Fuel Cell. *Biosensors and Bioelectronics* **58** (2014) 75-80
- Rahmawati, Retno dan Nita Handayani. 2013. Fabrikasi Ferrogel Nernaham Dasar Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4 dari Hasil Sintesis Pasir Besi Pantai Utara Jawa dan Sifat Magneto-elastisitasnya. *Jurnal Neutrino* **Vol.5, No.2 April 2013**
- Ribeiro, José A dkk. 2016. Electrochemical sensors and biosensors for determination of catecholamine neurotransmitters- A review. *Talanta* **160** (2016) 653–679
- Safari, Javad dik. 2014. Synthesis of amidoalkyl naphthols by nano- Fe_3O_4 modified carbon nanotubes via a multicomponent strategy in the presence of microwaves. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* **20** (2014) 2292–2297
- Subagio, Agus dkk. 2013. Pemurnian Carbon Nanotubes menggunakan Larutan HNO_3 dengan metode Pencucian Biasa dan Reflux. *Jurnal Fisika Indonesia* **No: 49, Vol XVII, Edisi April 2013**
- Sumarlin. 2011. *Material Magnetik Dasar : Superparamagnetik*. (Makalah) Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Hauluoleo Kendari
- Suppiah. 2016. One Step Facile Synthesis of Ferromagnetik Magnetite nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **414** (2016) 204–208
- Tiwari, Jitendra N dkk. 2016. Engineered Carbon-Nanomaterial-Based Electrochemical Sensors for Biomolecules. *ACS Nano* **2016, 10, 46–80**
- Wang, Jing-Xi dkk. 2015. Electrochemiluminescence immunosensor based on multifunctional luminol-capped AuNPs@ Fe_3O_4 nanocomposite for the detection of mucin-1. *Biosensors and Bioelectronics* **71** (2015) 407–413
- Wang, Yilin dkk. 2016. A colorimetric biosensor using Fe_3O_4 nanoparticles for highly sensitive and selective detection of tetracyclines. *Sensors and Actuators B* **236** (2016) 621–626
- Wilson, Jon. 2005. *Sensor Technology handbook*. Oxford: elsevier
- WHO. 2016. *Cancer*. Online diakses 21 Oktober 2016 dari <http://www.who.int/cancer/en/>
- Yang, Yayun dkk. 2016. MWCNTs-PEI composites-based electrochemical sensor for sensitive detection of bisphenol A. *Sensors and Actuators B* **235** (2016) 408–413

- Yang, Zhehan dkk. 2014. Hollow platinum decorated Fe₃O₄ nanoparticles as peroxidasemimetic couple with glucose oxidase for pseudobienzyme electrochemical immunosensor. *Sensors and Actuators B* **193 (2014) 461–466**
- Yazdani, Farshad dan Mahdiah Seddigh. 2016. Magnetite nanoparticles synthesized by co-precipitation method: The effects of various iron anions on specifications aterials. *Materials Chemistry and Physics* **184 (2016) 318e323**
- Yoon, Jeong-Yeol dkk. 2013. *Introduction to Biosensors :From Electric Circuits to Immunosensors*. Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- Yulianto, Brian. 2005. *Carbon Nanotube, Material Ajaib Primadona Teknologi Nano*. Online: diakses tanggal 2 Mei 2017 dari <http://www.nano.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1073086044>
- Zarei, Hajar dkk. 2012. Magnetic Nanocomposite of anti-human IgG/COOH-Multiwaled Carbon Nanotube/ Fe₃O₄ as a platform for electrochemical immunoassay. *Analytical Biochemistry* **421 (2012) 446–453**
- Zhang, Amin. 2016. Electrochemiluminescence immunosensor for sensitive determination of tumor biomarker CEA based on multifunctionalized Flower-like Au@BSA nanoparticles. *Sensors and Actuators B: Chemical* **<http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2016.07.009>**
- Zhang, Hongfang dkk. 2016. A novel electrochemical immunosensor based on nonenzymatic Ag@ Au-Fe₃O₄ nanoelectrocatalyst for protein biomarker detection. *Biosensors and Bioelectronics* **85 (2016) 343–350**
- Zhang, Qing dkk. 2013. Single-crystalline Fe₃O₄ nanosheets: Facile sonochemical synthesis, evaluation and magnetic properties. *Journal of Alloys and Compounds* **577 (2013) 528–532**
- Zhao, Thingkai dkk. 2016. Preparation and Electrochemical Property of Fe₃O₄/MWCNT Nanocomposite. *Chemical Physics Letters* **653 (2016) 202–206**
- Zhao, Fan dkk. 2012. Synthesis and characterization of magnetic Fe/CNTs composites with controllable Fe nanoparticle concentration. *Physica B* **407 (2012) 2495–2499**
- Zhou, Xing dkk. 2016. Preparation and characterization of Fe₃O₄-CNTs magnetic nanocomposites for potential application in functional magnetic printing ink. *Composites Part B* **89 (2016) 295e302**

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses Sintesis



Pembuatan FeCl



Penyaringan FeCl



Proses *reflux*



Penyaringan CNT



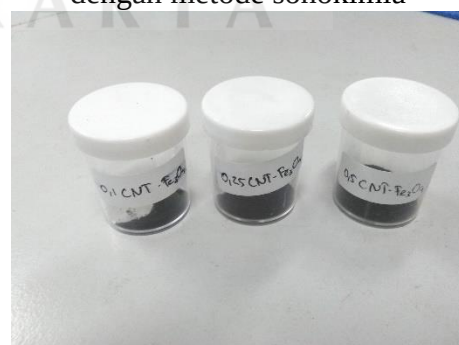
Proses pengeringan dengan oven



Pembuatan nanokomposit Fe₃O₄-CNT dengan metode sonokimia

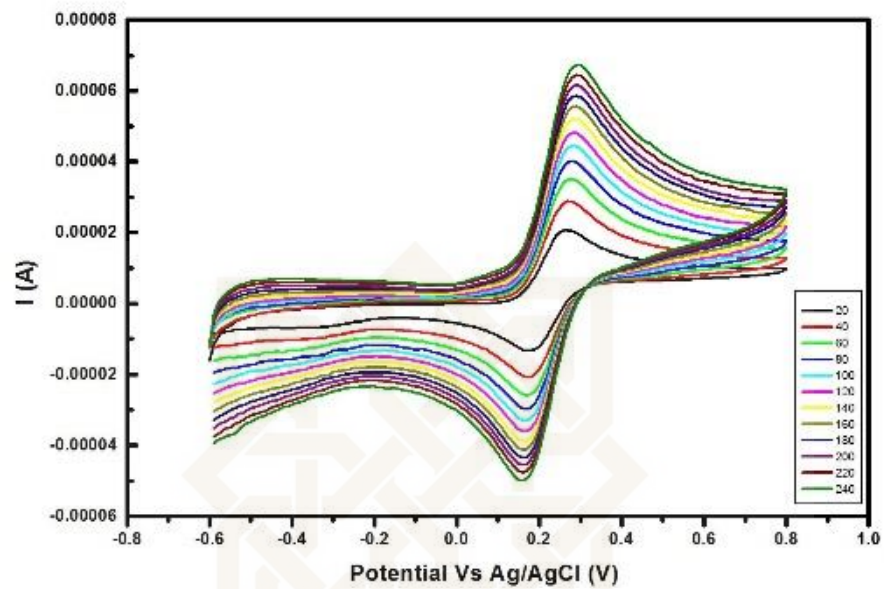


Proses pencucian sampel dengan diendapkan pada magnet permanen

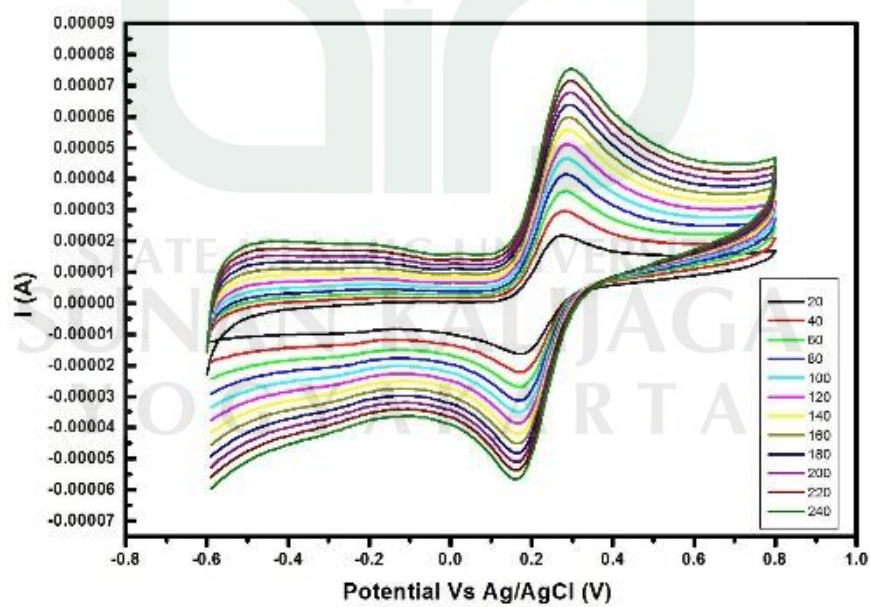


Hasil sintesis nanokomposit Fe₃O₄-CNT

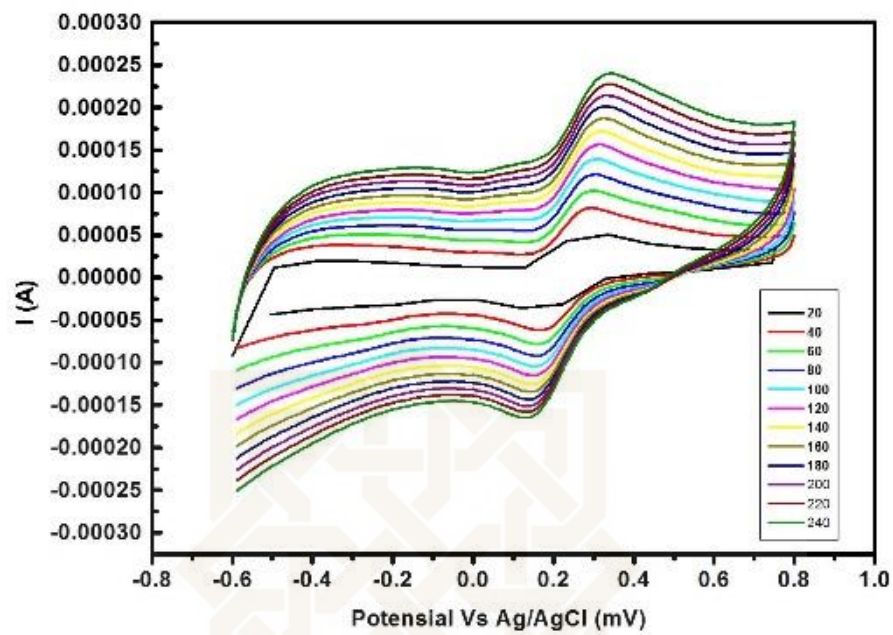
Lampiran 2 : Grafik voltamogram dengan rasio scan berbeda



Gambar 1 Grafik voltamogram nanokomposit Fe_3O_4 - 0,1 CNT dengan rasio scan berbeda



Gambar 2 Grafik voltamogram nanokomposit Fe_3O_4 - 0,25 CNT dengan rasio scan berbeda



Gambar 3 Grafik voltamogram nanokomposit Fe₃O₄ - 0,5 CNT dengan rasio scan berbeda

Lampiran 3 : Puncak reduksi-oksidasi pada pengujian CV

Tabel 1 Puncak arus redoks pada nanokomposit Fe_3O_4 - 0,1CNT

Rasio scan	EPA (V)	IPA (μA)	EPC (V)	IPC (μA)
20	0,26	18,04	0,184	-16,83
40	0,276	24,554	0,174	-22,639
60	0,276	29,414	0,174	-27,43
80	0,28	33,381	0,172	-30,77
100	0,28	36,7	0,17	-33,941
120	0,286	39,228	0,17	-36,749
140	0,28	41,85	0,174	-39,428
160	0,28	44,328	0,168	-41,59
180	0,28	46,327	0,164	-43,69
200	0,286	48,503	0,164	-45,42
220	0,292	49,7	0,164	-47,236
240	0,292	51,532	0,164	-49,155

Tabel 2 Puncak arus redoks pada nanokomposit Fe_3O_4 - 0,25 CNT

Rasio scan	EPA (V)	IPA (μA)	EPC (V)	IPC (μA)
20	0,27	17,024	0,178	16,759
40	0,276	22,705	0,178	22,178
60	0,28	26,882	0,168	26,035
80	0,28	30,776	0,184	29,703
100	0,28	34,127	0,174	32,861
120	0,28	37,057	0,174	35,489
140	0,28	39,606	0,174	38,025
160	0,286	41,913	0,168	40,028
180	0,28	44,438	0,168	43,142
200	0,286	46,588	0,174	45,239
220	0,192	48,203	0,168	46,895
240	0,196	50,405	0,164	48,727

Tabel 3 Puncak arus redoks pada nanokomposit Fe_3O_4 - 0,5 CNT

Rasio scan	EPA (V)	IPA (μA)	EPC (V)	IPC (μA)
20	0,28	39,032	0,184	-31,82
40	0,296	49,102	0,174	-43,551
60	0,296	55,433	0,174	51,178
80	0,296	60,844	0,164	-57,206
100	0,302	65,616	0,168	-62,007
120	0,306	70,404	0,164	-66,727
140	0,346	74,007	0,154	-70,456
160	0,322	77,66	0,154	-73,92
180	0,326	81,309	0,154	-77,228
200	0,326	83,983	0,154	80,954
220	0,336	87,036	0,154	83,733
240	0,336	90,017	0,144	86,837

Lampiran 4 : Perhitungan luas permukaan efektif sampel

$$I_p = (2,69 \times 10^5) n^{3/2} D^{1/2} v^{1/2} AC^*$$

$$I_p = (2,69 \times 10^5) n^{3/2} D^{1/2} AC^* v^{1/2} \rightarrow y = m x$$

$$m = (2,69 \times 10^5) n^{3/2} D^{1/2} AC^*$$

$$A = \frac{m}{(2,69 \times 10^5) n^{3/2} D^{1/2} C^*}$$

1. Fe₃O₄ – 0,1 gram CNT

$$A = \frac{3,0014}{(2,69 \times 10^5)(1)^{3/2}(7,6 \times 10^{-6})^{1/2}(0,1)}$$

$$A = 4,05$$

2. Fe₃O₄ – 0,25 gram CNT

$$A = \frac{3,0033}{(2,69 \times 10^5)(1)^{3/2}(7,6 \times 10^{-6})^{1/2}(0,1)}$$

$$A = 4,09$$

3. Fe₃O₄ – 0,5 gram CNT

$$A = \frac{4,5641}{(2,69 \times 10^5)(1)^{3/2}(7,6 \times 10^{-6})^{1/2}(0,1)}$$

$$A = 6,15$$

Curriculum Vitae

PROFIL

Saya *fresh graduate* UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA jurusan Fisika, sedang meniti karir untuk mengembangkan ilmu dan pengalaman kerja

PENDIDIKAN FORMAL

2013 -	UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA	2010 -	SMA N 1 PENGASIH jurusan IPA	2007 -	SMP N 2 LEDAH	2001 -	SD N KASIHAN	1999 -	TK ABA KASIHAN BARAT
2017	Sarjana fisika	2013		2010		2007		2001	

PENDIDIKAN NONFORMAL

TKA-TQA AL-FATH
MASJID BAITUL ABROR

1999
-
2001



ROMANUDHIN

Kulonprogo, 28 Februari 1995

085703303406

vanroman27@gmail.com

Kasihan I, RT/RW 18/06

Ngentakrejo, Lendah, Kulonprogo,
D.I. Yogyakarta

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Warga Negara : Indonesia

Status : Belum Menikah

Hobby



Badminton



Desain grafis

PRESTASI

- * Asisten praktikum fisika dasar (2016)
- * Publikasi Jurnal Internasional (2016)

PENGALAMAN ORGANISASI

- * Ketua Panitia Ramadhan (2013)
- * Sie Perlengkapan, Panitia Malam Keakraban Jurusan Fisika (2014)
- * Sie Acara, Panitia Seminar Nasional (2015)
- * Ketua Bidang Minat Fisika Material (2015-2016)

KEPRIBADIAN

- * Kreatif
- * Bertanggung jawab
- * Jujur
- * Pekerja keras

KEMAMPUAN BAHASA

Bahasa Indonesia

Bahasa Inggris

KEMAMPUAN PROGRAM

Microsoft word

Microsoft excel

Microsoft powerpoint

Coreldraw

Adobe photoshop