

Skripsi

**SINTESIS NANOPARTIKEL MAGNETIT (Fe_3O_4) DENGAN METODE
REAKSI OKSIDASI-REDUKSI HIDROTERMAL**

YUNITA PARE ROMBE

H311 12 012



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2016**

**SINTESIS NANOPARTIKEL MAGNETIT (Fe_3O_4) DENGAN METODE
REAKSI OKSIDASI-REDUKSI HIDROTERMAL**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana sains*

Oleh :

YUNITA PARE ROMBE

H 311 12 012



MAKASSAR

2016

Halaman Pertama SKRIPSI

SINTESIS NANOPARTIKEL MAGNETIT (Fe₃O₄) DENGAN METODE REAKSI OKSIDASI-REDUKSI HIDROTHERMAL

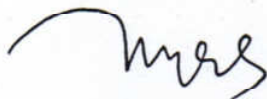
Disusun dan diajukan oleh

YUNITA PARE ROMBE

H 311 12 012

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Dr. Maming, M.Si
NIP. 19631231 198903 1 031

Pembimbing Pertama



Dr. Paulina Taba, M. Phil
NIP. 19571115 1988102 001

Halaman Persembahan

”Amsal 23:18

Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu takkan hilang”

Matius 21:22

Dan apa saja yang kamu minta dalam doa dengan penuh kepercayaan, kamu akan menerimanya,”

Matius 7:7-8

Mintalah maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapatkan; ketoklah maka pintu akan dibukakan bagimu. Karena setiap orang yang meminta, menerima dan setiap orang yang mencari mendapat dan setiap orang yang mengetok, baginya pintu dibukakan.

Matius 6:25-34 ”jaganlah kuatir akan hidupmu, akan apa yang hendak kamu makan atau minum

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3.1 Maksud Penelitian.....	2
1.3.2 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Magnetit Fe ₃ O ₄	5
2.2 Nanopartikel Fe ₃ O ₄	6
2.3 Sintesis Nanopartikel Fe ₃ O ₄	7
2.4 Stabilisasi pada Partikel Magnetit	9

2.5 Metode dalam Sintesis Nanopartikel Magnetit	12
2.6 Karakterisasi Nanopartikel Magnetit.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Bahan Penelitian	17
3.2 Alat Penelitian	17
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.4 Prosedur Kerja	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sintesis Nanopartikel Magnetit dari $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22
4.1.1 Penentuan Massa Optimum PEG 6000	22
4.1.2 Penentuan Suhu Optimum	26
4.1.3 Penentuan Waktu Optimum.....	27
4.2 Analisis FTIR	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN- LAMPIRAN	

KATA PENGANTAR

Sgala puji dan syukur hanya kepada Tuhan Yesus Kristus oleh karena berkatNya, kasih dan setiaNya selalu nyata akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Sintesis Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄) Dengan Metode Reaksi Oksidasi-Reduksi Hidrotermal.**”

Skripsi merupakan salah satu syarat dasar untuk menempuh ujian sidang sarjana di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanudin.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dengan berbagai kekurangan dan keterbatasan yang ada, oleh karena itu untuk kesempurnaan skripsi ini penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun dari pembaca.

Skripsi ini penulis persembahkan khusus untuk kedua orang tua (**Markus Deri dan Bernadeth Samma**) yang dengan penuh cinta dan kasih sayang, keikhlasan, dan kesabarn membimbing, mendidik, dan mengarahkan penulis baik secara moril maupun material di sertai dengan doa yang tulus yang mengantarkan penulis mencapai cita-cita. Buat saudaraku **Devita, Jendri, dan Yeni** yang selalu memberi inspirasi, doa dan dukungan untuk tetap bertahan menghadapi setiap tantangan yang ada, thank you my beloved brother and sister keep fighting, GBU.

Selama menyusun skripsi ini maupun dalam mengikuti kegiatan akademik lainnya, banyak pihak-pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan,

doa serta semangat yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih dengan tulus penulis sampaikan kepada yang terkasih dan terhormat:

1. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin** selaku Dekan Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
2. **Ibu Dr. Indah Raya, M.Si** sebagai Ketua Jurusan Kimia Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
3. **Dr. Maming, M.Si** selaku pembimbing Utama dan **Dr. Paulina Taba, M. Phil** selaku pembimbing pertama dan **Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc** selaku pembimbing akademik, terima kasih atas bimbingan dan waktu luang dari bapak dan ibu sejak rencana pengajuan judul sampai selesai.
4. **Prof. Dr. Ahyar, Dr. Firdaus Zenta, MS** dan **Dra. Asmawati, MS** selaku penguji. Terima kasih atas saran dan kritikan yang membangun.
5. Kak **Linda** selaku analis Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Terima kasih waktu, bimbingan ilmu baru, pengetahuan baru yang di dapat pada saat penelitian.
6. Kak **Tanto** yang mengarahkan, membantu serta menganalisis sampel dengan instrument XRD, terima kasih bantuannya
7. Teman- teman **Mesomeri (Gisel, Enda, Niang, Fadlia, Manti, Widia, Fian, Rahmad, Pram, Usman, Audri, Edar, Renhard, Wiwi, Fani, Egi, Asta, Patta, Ilham, Mirna, Arin)** yang selalu setia dan memberikan dukungan terima kasih atas kebersamaannya yang sangat luar biasa mulai dari pengumpulan hingga jadi pengurus himpunan suka duka kita lewati bersama, keep fighting GBU all.
8. Teman-teman sepergerakan **Gerakan Mahasiswa Kristen Indonesia (GMKI) Komisariat FMIPA UNHAS**. Terima kasih atas pengkaderannya, terima kasih

untuk cinta dan kasih sayang dari kakak-kakak, teman-teman, adik-adik yang senantiasa selalu penulis rasakan. Untuk pengurus yang pernah ada terima kasih atas doa-doanya, keep pray, keep spirit and Ut Omnes Unum Sint. Tuhan Yesus Memberkati

9. Teman-teman angkatan 2012 Kimia, terima kasih untuk perkenalannya selama beberapa tahun, terima kasih sudah mau menjadi teman yang baik.
10. Untuk my best friend and my best partner **Enda Ponglabba**, thank you for all time we have done. Terima kasih untuk waktu, bantuan, baik dalam suka maupun duka dalam menjalani penelitian. GBU.
11. Untuk segenap keluarga dari pondok Gode (**Om, Tante, Daeng Mona, Daeng Risman, Tengke, Obed, Lobo, Anto, Yanto, Jufri, Jessika, Risno, Indra, Wendri, Andi, Kak Selfi, Kak Soni, Verin (Kurin), Murni, Evan, Alex, Murni**) Terima kasih untuk doa dan dukungannya. Tetap semangat menjalani hari-harimu.
12. Untuk **Acice** dan **Handayani** terima kasih untuk waktu kalian selalu menemani cerita dalam lab. Terima kasih untuk doa dan dukungannya ya guys. GBU.
13. Untuk adik-adik **PA Indrawati Patabang**, dan **Helen Saludung**, terima kasih telah menjadi penyemangat, doa dan dukungannya selama ini sangat berarti. Keep Fighting.
14. Big thank to Jesus Christ, sumber segala kekuatan, penghiburan, damai sejahtera, sumber pengetahuan dan sumber segala rahmat, Kemuliaan Hanya bagi Nama-Nya.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat menjadi berkat dan bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, September 2016

Penulis

ABSTRAK

Nanopartikel magnetit dengan berukuran 16,10 nm telah berhasil disintesis melalui metode oksidasi-reduksi hidrotermal dalam larutan natrium asetat, etilen glikol dan polietilen glikol. Suhu optimum sintesis diperoleh pada suhu 190 °C dan waktu selama 5 jam sangat efektif karena menghasilkan ukuran kristal yang paling kecil yaitu 16,10 nm. Karakterisasi gugus-gugus magnetit melalui analisis data serapan FTIR, sementara ukuran partikel dan karakterisasi magnetit dianalisis menggunakan XRD. Kedua analisis tersebut membuktikan bahwa sampel hasil sintesis mengandung fasa magnetit.

Kata kunci: Poliethilen glikol, hidrotermal, nanopartikel magnetit, karakterisasi.

ABSTRACT

Magnetite nanoparticles with a size of 16.10 nm have been successfully synthesized through hydrothermal oxidation-reduction method in a solution of sodium acetate, ethylene glycol and polyethylene glycol. The optimum temperature synthesis was obtained at a temperature of 190 ° C and a time of 5 hours is very effective because it produces the smallest crystal size is 16.10 nm. Characterization of magnetite clusters through data analysis FTIR absorption, while the particle size and characterization of magnetite were analyzed using XRD. The second analysis proves that the sample contains magnetite phase.

Keywords: Poliethilen glycol, hydrothermal, magnetite nanoparticles, characterization.

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Ukuran kristal dari hasil data XRD (<i>X-ray</i> diffraction) dan nilai paramete kisi.....	25
2. Data hasil perbandingan ukuran nanopartikel berdasarkan Suhu	27
3. Data hasil perbandingan ukuran nanopartikel berdasarkan Waktu.....	28
4. Gugus Fungsi dalam magnetit hasil sintesis	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Sintesis nanopartikel magnetit yang dilapisi PEG.....	11
2. Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) yang berikatan dengan PEG.....	12
3. Struktur kompleks Fe dengan etilen glikol.....	15
4. Bentuk fisik magnetit pada penambahan 1,2,3 dan 4 gram poliethilen glikol.....	22
5. Pola XRD standar Fe_3O_4 (JCPDS Card No. 19-629).....	23
6. Pola difraksi sinar-X sampel Fe_3O_4	23
7. Pola difraksi sinar-X sampel Fe_3O_4 pada suhu 180 °C, 190 °C dan 200 °C.....	26
8. Pola difraksi sinar-X sampel Fe_3O_4 pada waktu 5 jam, 10 jam dan 12 jam.....	27
9. Spektra FTIR dari (a) PEG murni, (b) nanopartikel magnetit.....	29

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

FTIR = *Fourier transform infrared*

FWHM = *Full width at half maximum*

ICSD = *Inorganic Crystal Structure Database*

JCPDS = *Joint Committee on Powder Diffraction Standards*

μm = Mikrometer

nm = Nanometer

pH = Derajat keasaman

ppm = *Part per million*

2θ = Sudut difraksi

SEM-EDX = *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray*

XRD = *X-Ray Diffraction*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Bagan Kerja Sintesis Nanopartikel.....	35
2. Kemungkinan Reaksi Yang Terjadi.....	38
3. Perhitungan Ukuran Nanopartikel Berdasarkan Persamaan Rumus <i>Scherrer</i>	39
4. Foto alat yang digunakan.....	40
5. Data Hasil XRD.....	41
6. Data Hasil FTIR.....	64
7.	
8. Data base JCPDS Fe ₃ O ₄	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanoteknologi sangat pesat karena memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan. Dalam pengembangan nanoteknologi, metode sintesis perlu dilakukan untuk menghasilkan produk berskala nano yang *monodisperse* dan tidak teraglomerasi. Sifat *monodisperse* dibutuhkan untuk kemudahan aplikasinya.

Nanomaterial dapat diketahui sifat-sifatnya melalui tahapan yang disebut karakterisasi. Sifat-sifat itu diantaranya adalah ukuran (dimensi) butir atau kristalnya, kelistrikan, kemagnetan dan kelarutannya yang dapat diungkap melalui pengukuran atau pengamatan menggunakan alat yang sesuai.

Nanopartikel memiliki banyak kegunaan sebagai detektor, katalis, antibakteri dan antikanker. Nanopartikel adalah partikel yang berukuran nanometer dengan sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dibandingkan partikel yang berukuran besar. Salah satu nanopartikel yang sangat menarik untuk dikembangkan saat ini adalah nanopartikel magnetit.

Salah satu zat yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran serta struktur pori adalah polietilen glikol (PEG). Dalam hal ini PEG dapat berfungsi sebagai templet dan juga pembungkus partikel besi sehingga tidak terbentuk agregat, PEG terjebak pada permukaan partikel dan menutupi ion positif besi, dan pada akhirnya akan diperoleh partikel dengan bentuk bulatan yang seragam.

Ukuran nanopartikel dapat dikontrol dengan penambahan polimer dan surfaktan. Salah satu polimer yang dapat digunakan untuk mengontrol ukuran dan struktur tersebut adalah polietilen glikol (PEG) (Perdana, dkk, 2010). PEG yang

digunakan adalah PEG 6000 yang memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen lain, tidak beracun dan tidak iritatif (Firnando dan Astuti, 2015).

Cara pembentukan Fe_3O_4 dapat dilakukan dengan pengontrolan reaksi oksidasi-reduksi Fe(II) secara langsung oleh udara. Oksidasi PEG dapat dipertimbangkan berdasarkan evolusi asam nitrat selama sintesis. Oksidasi PEG dan mekanisme yang mungkin untuk oksidasi dari setiap glikol terjadi pada pemanasan. Pada pemanasan, gugus hidroksil terminal dari PEG diubah menjadi gugus aldehid. Sebagai hasil dari pengkhelatan kation oleh dua atom oksigen dari aldehid dan atom oksigen eter yang membentuk kompleks intermediet. Oksidasi lebih lanjut dari gugus aldehid menjadi gugus asam karboksilat dengan adanya asam nitrat yang terbentuk (Yang, dkk., 2014).

Salah satu metode untuk sintesis nanopartikel magnetit adalah metode hidrotermal. Hidrotermal terbentuk dari kata hidro yang berarti air dan termal yang berarti panas, sehingga dengan metode hidrotermal menggunakan panas dan air. Metode ini melibatkan pemanasan reaktan dalam wadah tertutup (autoclave) menggunakan air. Metode hidrotermal mampu menghasilkan magnetit dengan derajat kristalinitas yang tinggi, serta ukuran partikel yang halus dengan menggunakan suhu antara titik didih dan titik kristal air (100-350 °C) serta tekanan yang tinggi hingga 15 atm. Metode ini terbukti ampuh dalam pembuatan oksida logam dengan kristalinitas yang tinggi dalam skala nanometer. Penggunaan metode reaksi oksidasi reduksi hidrotermal adalah terjadinya peningkatan bilangan oksidasi dan penurunan bilangan oksidasi dengan pemanasan. Secara umum dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan atau tanpa surfaktan. Dengan bantuan surfaktan, metode ini akan baik karena surfaktan akan mengontrol ukuran partikel dalam

pembentukan nanopartikel. Selain untuk mengontrol ukuran partikel, surfaktan dalam metode hidrotermal dapat membantu perancangan arsitektur morfologi suatu material. Penggunaan surfaktan non ionik akan mempunyai karakteristik yang lebih baik dari pada surfaktan ionik, hal ini disebabkan surfaktan non ionik tidak memiliki ion-ion yang mungkin akan mengganggu proses sintesis magnetit.

Pada penelitian ini, pembuatan magnetit dilakukan dengan pengontrolan reaksi oksidasi-reduksi besi dengan PEG, pengontrolan ukuran dan surfaktan untuk menghasilkan magnetit dengan kristalinitas yang baik serta ukuran partikel halus serta sifat magnet yang kuat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan masalah yaitu:

1. bagaimana pengaruh suhu autoklaf terhadap karakteristik magnetit yang dihasilkan dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal?
2. bagaimana pengaruh PEG terhadap karakteristik magnetit yang dihasilkan dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal?
3. bagaimana pengaruh waktu dalam autoklaf terhadap karakteristik magnetit yang dihasilkan dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh suhu autoklaf terhadap ukuran partikel Fe_3O_4 dan pengaruh PEG yang dihasilkan dalam sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. menentukan pengaruh suhu autoklaf terhadap karakteristik magnetit yang dihasilkan dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal.
2. menentukan pengaruh PEG terhadap karakteristik magnetit yang dihasilkan dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal.
3. mengetahui pengaruh waktu dalam autoklaf terhadap karakteristik magnetit yang dihasilkan dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dengan metode reaksi oksidasi-reduksi hidrotermal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Magnetit Fe₃O₄

Atom besi memiliki momen magnet yang kuat karena empat elektron yang tidak berpasangan terdapat pada orbital 3d-nya. Ketika kristal terbentuk dari atom besi, magnet yang berbeda dapat timbul. Dalam keadaan paramagnetik, momen magnetik atom dan kristal memiliki momen magnetik nol. Jika kristal dikenakan medan magnet luar beberapa saat, kristal akan mencapai momen magnetik kecil. Sebuah kristal ferrimagnetik, di sisi lain memiliki dua jenis momen magnetik atom dengan kekuatan berbeda yang disusun dengan cara antiparalel. Jika momen magnetik antiparalel besarnya sama, maka kristal adalah antiferromagnetik tidak memiliki sifat magnetik (Teja dan Koh, 2009).

Magnetit (Fe₃O₄) merupakan salah satu oksida besi selain maghemit (γ -Fe₃O₄) dan hematit (α -Fe₂O₃) yang menunjukkan kemagnetan paling kuat di antara oksida-oksida besi yang lain sehingga banyak dimanfaatkan di berbagai bidang (Teja & Koh, 2009). Magnetit menunjukkan manfaat yang semakin luas dengan sifat kemagnetan yang kuat dan dalam skala nanometer, salah satunya adalah sebagai pengikat logam berat yang terkandung dalam air limbah. Daya serapnya yang besar terhadap logam didukung oleh luas permukaannya yang besar serta kemampuan merespons medan magnet sehingga memudahkan proses pemisahan adsorben dari larutan (Fajaroh, dkk., 2009).

Seperti oksida besi pada umumnya, magnetit memiliki kelarutan dalam air rendah (K_{sp} antara 10^{-44} sampai 10^{-34}). Tetapi dalam asam, magnetit lebih mudah larut dibanding oksida besi lainnya, walaupun proses pelarutannya tidak spontan. Magnetit

larut secara perlahan dalam berbagai konsentrasi larutan HCl. Kelarutan magnetit semakin besar dalam larutan HCl yang semakin pekat. Magnetit juga dikenal sebagai oksida besi hitam, besi magnet bijih, ferit besi, atau batu *Hercules* (Teja dan Koh, 2009).

Maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) memiliki struktur yang mirip dengan magnetit. Berbeda dari magnetit, semua Fe berada dalam keadaan trivalen (Cornel dan Schwertmann, 2003). Maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) adalah oksida feromagnetik yang telah banyak digunakan sebagai bahan rekaman magnetik untuk *tape drive*. Selain itu, nanopartikel maghemit telah digunakan sebagai *ferrofluids hypertermia* (MFM) dalam pengobatan tumor karena stabilitas kimia yang baik dan biokompatibilitas dengan kapasitas pemanasan yang tinggi pada medan magnet (Park dkk, 2006). Maghemit terjadi di tanah sebagai produk pelapukan dari magnetit, atau sebagai produk dari pemanasan oksida besi lainnya (Teja dan Koh, 2009).

Hematit adalah oksida besi yang tersebar luas di bebatuan dan tanah. Ini juga dikenal sebagai oksida besi, besi seskuioksida, oker merah, *specularite*, bijih besi spektular, ginjal bijih, atau martit. Hematit berwarna merah darah jika halus, dan hitam atau abu-abu jika kasar. Oksida ini sangat stabil pada kondisi kamar (Teja dan Koh, 2009).

2.2 Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4)

Nanopartikel magnetit memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan pada bidang biosensor yang berperan sebagai bahan aktif yang dapat mengimmobilisasi analit pada permukaan *sensing* sehingga dapat meningkatkan kinerja biosensor tersebut. Dalam aplikasi biosensor, sifat magnetik dan ukuran butir serta tingkat dispersibilitas dan kereaktifan pada analit (biomolekul) merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan, sehingga nanopartikel magnetit dapat dimanfaatkan

dalam aplikasi biosensor yang membutuhkan analisis yang cukup mengenai nanopartikel magnetit (Riyanto, dkk, 2012).

Nanopartikel magnetik telah digunakan *in-vivo* sebagai *magnetic resonansi imaging* (MRI) kontras agen untuk pencitraan molekuler dan sel. Superparamagnetik magnetit digunakan sebagai inti dalam agen yang digunakan untuk membedakan antara sel jaringan yang sehat dan jaringan yang sakit. Partikel superparamagnetik umumnya dilapisi dengan lapisan untuk stabilitas koloid. Pelacakan sel secara *In vivo* telah berhasil dilakukan (Song, dkk., 2013). Partikel magnetik dengan lapisan polimer telah digunakan dalam pemisahan sel, pemurnian protein, lingkungan dan analisis makanan organik dan sintesis biokimia, pengolahan air industri dan biosains. Enkapsulasi nanopartikel magnetik dengan polimer organik digunakan untuk meningkatkan stabilitas kimia (Teja dan Koh, 2009).

2.3 Sintesis Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4)

Sintesis nanopartikel magnetit telah dikembangkan dengan berbagai metode, baik konvensional seperti kopresipitasi, maupun inovatif (misalnya sol-gel, *spray drying*, hidrotermal, sonokimia, dan elektrokimia) dengan tujuan untuk mendapatkan metode sintesis yang efektif dan efisien. Salah satu metode sederhana yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan yang telah dikembangkan adalah metode elektrokimia yang berbasis elektro-oksidasi besi dalam air demineralisasi (Fajaroh dkk, 2009a).

Pembentukan oksida besi nanopartikel sintesis didasarkan pada hidrolisis dan dekomposisi termal besi nitrat nonahidrat, dihasilkan H_2O sebagai produk sampingan yang diharapkan sebagai pertumbuhan besi nanopartikel oksida. Untuk mengetahui pengaruh H_2O yang dihasilkan dalam reaksi, sintesis nanopartikel besi oksida dilakukan pada tekanan normal (Yang, dkk., 2014)

Sintesis nanopartikel magnetik yang bersalut silika dalam penelitian ini menggunakan larutan (*Water Glass*) yang merupakan bahan yang murah dan ramah lingkungan sebagai sumber silika. Larutan sekaligus bertindak sebagai elektrolit pendukung untuk meningkatkan konduktivitas larutan serta sebagai agen pendispersi untuk mendistribusikan partikel sedemikian sehingga dapat mencegah terjadinya aglomerasi dan diperoleh partikel yang *monodisperse* (Deng, dkk., 2005)

Sintesis besi oksida dalam kisaran nano dalam berbagai aplikasi telah menjadi area aktif dan menantang peneliti selama dua dekade terakhir. Proses ini meliputi pengaruh pH, konsentrasi reaktan, suhu, metode pencampuran, dan laju oksidasi pada sintesis oksida besi. Morfologi partikel besi oksida bergantung pada persaingan antara beberapa proses seperti nukleasi, pertumbuhan, agregasi dan adsorpsi kotoran (Cornell dan Schwertmann, 1996).

Sintesis nanopartikel besi oksida, khususnya magnetit (Fe_3O_4) telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir ini. Hal ini disebabkan adanya sifat supermagnetis yang dimiliki sehingga menyebabkan nanopartikel magnetit dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi di beberapa bidang. Di bidang medis, nanopartikel magnetit yang bersifat biokompatibel dapat digunakan sebagai agen dalam *bioimaging* yaitu *Magnetic Resonance Imaging (MRI) contrast agent*, agen dalam *drug delivery* baik dengan cara konjugasi maupun agen enkapsulasi dalam hipertermia, misalnya untuk membunuh sel tumor secara termogenesis dan agen dalam pelabelan sel (Ernawati, dkk., 2011).

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pembentukan nanopartikel. Ukurannya yang kecil menyebabkan material tersebut sangat reaktif (Pauzan, dkk., 2013). Nanopartikel dengan ukuran butir yang lebih kecil memiliki respon magnetik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel nanopartikel dengan

ukuran butir yang lebih besar. Hal tersebut disebabkan semakin kecil ukuran butir partikel magnetit maka momen magnetik pada nanopartikel magnetit cenderung lebih tidak stabil. Ketidakstabilan momen magnetik pada partikel dengan ukuran butir yang lebih kecil disebabkan oleh energi anisotropi yang dimiliki oleh partikel tersebut jauh lebih kecil dibandingkan dengan nanopartikel dengan ukuran butir yang lebih besar akibatnya bila terdapat medan magnet eksternal yang mempengaruhi maka momen magnetik pada nanopartikel dengan ukuran butir yang lebih kecil akan memberikan respon yang lebih cepat (Riyanto dkk., 2012).

2.4 Stabilisasi pada Partikel Magnetik

Beberapa pendekatan telah dikembangkan untuk melapisi nanopartikel besi oksida, termasuk dalam lapisan *in-situ* dan pasca-sintesis pelapis. Dalam pendekatan pertama, nanopartikel dilapisi selama sintesis. Metode pelapisan pasca-sintesis terdiri atas okulasi yang polimer pada partikel magnetik (surfaktan polimer). Dalam literatur, pelapis yang paling umum yaitu, dekstran karboksilan, karboksidekstran, pati, arabinogalaktan, glikosaminoglikan, styrene divinilbenzen tersulfonasi, polietilen glikol (PEG), polivinil alkohol (PVA), kitosan (Laurent, dkk, 2008). Jadi pelapisan nanopartikel magnetit dengan (PVA), kitosan, dekstran, dan PEG akan dibahas lebih lanjut.

PVA adalah polimer biokompatibel hidrofilik. PVA sebagai pelapis pada permukaan partikel untuk mencegah terjadinya aglomerasi, sehingga dapat menimbulkan partikel monodispersi. Menurut Lee dkk., (2005) telah memodifikasi permukaan nanopartikel dengan PVA melalui pengendapan garam besi di dalam larutan PVA untuk membentuk dispersi stabil.

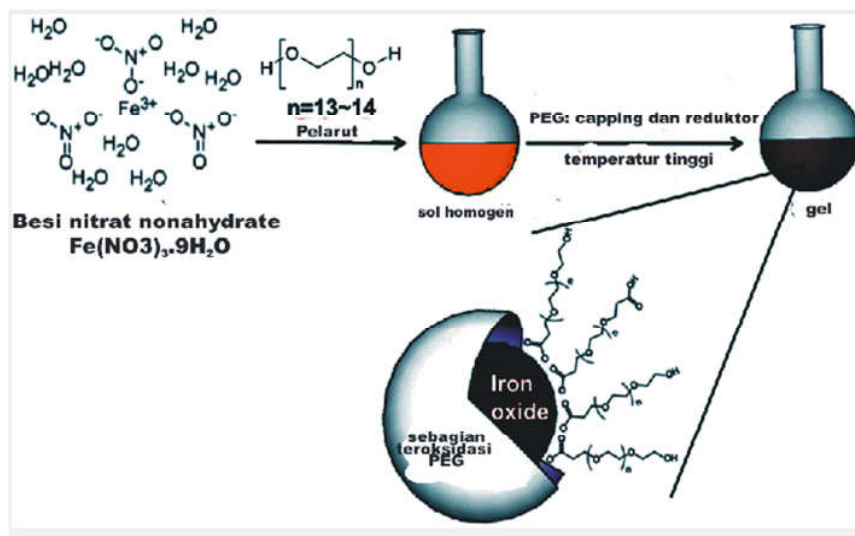
Kitosan merupakan basa, tidak beracun, hidrofilik, biokompatibel, dan polimer biodegradabel. Nanopartikel magnetik dikemas dalam kitosan yang di sintesis dengan metode sonokimia. Dari partikel-partikel tersebut, nanopartikel

magnetit disintesis dari *ferrofluids* yang digunakan sebagai agen kontras MRI dengan melapisi asam oleat sebagai surfaktan dan kemudian dilapisi dengan kitosan (Kim, dkk., 2005).

Dekstran adalah polimer polisakarida terdiri atas unit *R-D-glucoopyranosyl* dengan berbagai tingkat rantai panjang dan bercabang. Dekstran telah sering digunakan sebagai lapisan polimer karena sebagian besar biokompatibel. Dekstran difungsikan untuk stabilitas oksida besi oleh oksidasi dengan periodat yang akan menghasilkan lebih banyak gugus hidroksil, sehingga memungkinkan pengikatan gugus amino protein (Laurent, dkk, 2008).

PEG larut dalam air, polimer hidrofilik, biokompatibel. Beberapa penelitian telah melaporkan penggunaan PEG untuk meningkatkan dispersi biokompatibilitas besi oksida. Baru-baru ini, nanopartikel besi oksida superparamagnetik dilapisi dengan bilayer polietilen terpolimerisasi *glycolylated bilayers*. Berbagai metode pelapisan dikembangkan untuk membuat partikel kecil (60-100 nm) dan sangat kecil (20-35 nm) tanpa proses pemisahan ukuran. Nanopartikel besi oksida dilapisi PEG melalui hidrolisis $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam air dan selanjutnya ditambahkan dengan kopolimer blok poli (etilena glikol)-poli (asam aspartat). Nanopartikel yang dilapisi kopolimer blok memperlihatkan kelarutan dan stabilitas yang sangat baik di air maupun di dalam larutan fisiologis. Hasil eksperimen membuktikan bahwa molekul PEG-PASP terikat secara multikovalen pada permukaan nanopartikel besi oksida melalui koordinasi antara asam karboksilat dengan PASP (*poly aspartic acid*) dari kopolimer blok dan Fe pada permukaan nanopartikel besi oksida (Laurent dkk, 2008).

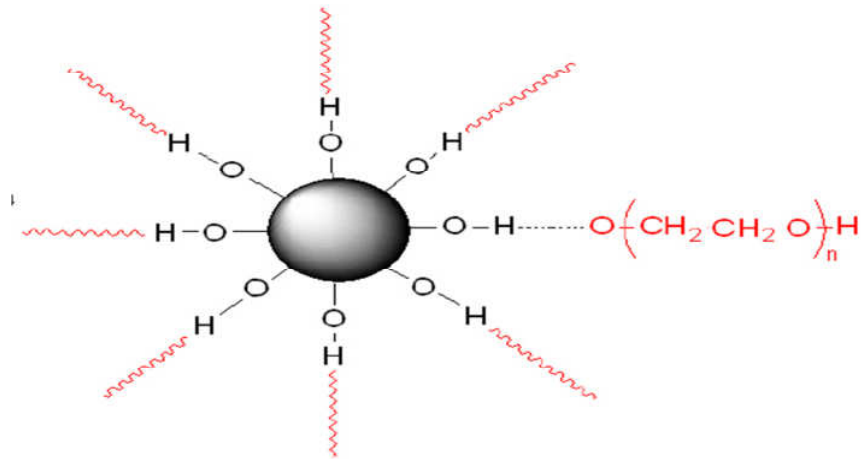
Yang dkk., (2014) menggambarkan sintesis nanoprtikel besi oksida yang dilapisi PEG seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar.1 Sintesis nanopartikel magnetit yang dilapisi PEG (Yang, dkk., 2014).

PEG memegang peranan penting dalam mencegah agregasi nanopartikel dan secara kinetik mengontrol laju pertumbuhan kristalografik ke arah bidang kristal tertentu. Baqiya, dkk., (2007) telah berhasil mensintesis nanopartikel Fe_3O_4 melalui metode kopresipitasi dengan pelapisan PEG-400. PEG-400 merupakan material polimer berstruktur rantai pendek yang seragam dan sangat mudah terserap pada permukaan koloid logam oksida. Pada penambahan PEG-400 menyebabkan ukuran kristal Fe_3O_4 semakin besar (Anwar, 2007)

Ukuran nanopartikel dapat dikontrol dengan penambahan polimer dan surfaktan. Salah satu polimer yang dapat digunakan untuk mengontrol ukuran dan struktur tersebut adalah Polietilen Glikol (PEG) (Perdana, dkk, 2010). PEG yang digunakan adalah PEG 6000 yang memiliki sifat yang stabil, bertindak sebagai pelarut, mudah bercampur dengan komponen lain, tidak beracun, tidak iritatif dan dapat sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel besi oksida (Firnando dan Astuti, 2015)



Gambar 2. Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) yang berikatan dengan PEG

(Junejo, dkk., 2013)

Selain itu, polietilen glikol (PEG) ditambahkan dalam reaksi yang dapat bertindak sebagai oksidan, surfaktan, dan zat pendispersi. PEG juga dapat mencegah aglomerasi partikel dan mencegah terjadinya Fe_2O_3 . Hal ini juga diketahui bahwa Fe_3O_4 dapat dioksidasi menjadi $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, dan dapat diubah menjadi $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ pada suhu yang lebih tinggi. Namun, magnetit (Fe_3O_4) sangat tidak stabil dan sensitif terhadap oksidasi. Magnetit berubah menjadi maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dengan adanya oksigen (Islam, dkk., 2012)

2.4 Metode dalam Sintesis Nanopartikel Magnetit

Sintesis nanopartikel magnetit telah dikembangkan dengan berbagai metode, baik konvensional (seperti kopresipitasi) maupun inovatif (misalnya *sol-gel*, hidrotermal, dan elektrokimia) (Fajaroh dkk., 2009).

Metode kopresipitasi merupakan proses kimia yang membawa suatu zat terlarut ke bawah sehingga terbentuk endapan yang dikehendaki. Metode ini digunakan untuk mensintesis batuan besi menjadi nanopartikel magnetik, dan

dilakukan pada suhu rendah (kurang dari 100 °C), waktu yang relatif lebih cepat, peralatan yang sederhana, bahkan dilakukan dengan memanfaatkan bahan alam yang relatif melimpah seperti batuan besi (Taufiq, dkk., 2008).

Metode elektrokimia adalah metode yang berbasis elektro-oksidasi besi dalam air demineralisasi menggunakan rapat arus rendah (sekitar 400 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ yang dihasilkan oleh penerapan voltase 20 V). Nanopartikel magnetit diperoleh pada daerah anoda setelah 12 jam dengan ukuran rata-rata 18,5 nm. Metode elektrokimia menawarkan kemudahan dalam mengontrol ukuran partikel melalui pengaturan parameter seperti voltase/rapat arus, kondisi elektrolit, dan jarak antar elektroda (Fajaroh dkk., 2012).

Metode lainnya adalah metode mikroemulsi. Pada metode ini, surfaktan non ionik digunakan di dalam pembentukan *inverse microemulsion* untuk pembuatan nanopartikel magnetik, dan silika akan terbentuk di sekitar nanopartikel magnetik melalui hidrolisis dan kondensasi tetraetil ortosilikat (TEOS). Ketiga metode sintesis nanopartikel magnetik yang bersalut silika tersebut menggunakan alkoksida yang harganya relatif mahal (Deng, dkk., 2005).

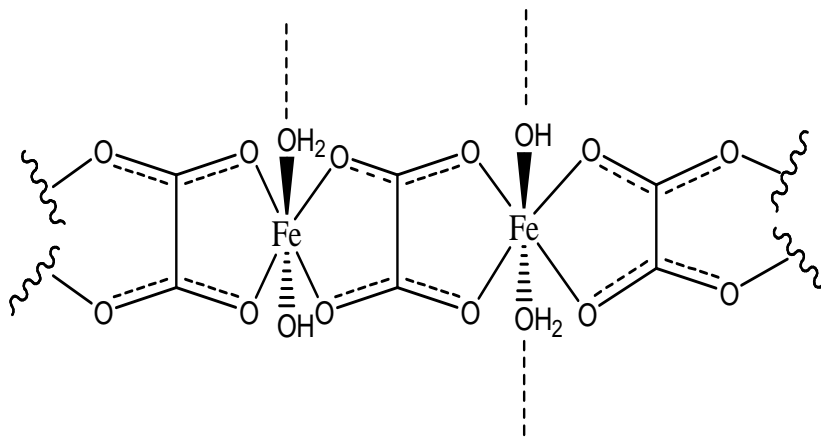
Metode hidrotermal digunakan sebagai pemecah ikatan karbon dan kemudian karbon melapisi nanopartikel Fe_3O_4 . Hidrotermal terbentuk dari kata hidro yang berarti air dan termal yang berarti panas, sehingga dengan metode hidrotermal menggunakan panas dan air. Metode ini melibatkan pemanasan reaktan dalam wadah tertutup (autoclave) menggunakan air. Metode hidrotermal digunakan karena memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih efisien dan praktis. Metode ini sangat efisien dalam penggunaan energi karena hanya menggunakan suhu yang rendah yaitu 190 °C. Kepraktisan metode ini ditunjukkan oleh kemudahan dalam menggunakan alat (Trisnawati, dkk., 2010).

Secara hidrotermal, reaksi ini dilakukan dalam media air pada reaktor atau autoklaf dengan tekanan yang lebih tinggi dari 2000 psi dan suhu di atas 200 °C. Ada dua rute utama dalam pembentukan ferit melalui kondisi hidrotermal yaitu hidrolisis dan oksidasi atau netralisasi hidroksida logam campuran. Kedua reaksi ini sangat mirip, kecuali garam besi yang digunakan dalam metode. Pertama dalam proses ini, kondisi reaksi, seperti pelarut, suhu, dan waktu, biasanya memiliki efek penting pada produk. Ukuran partikel nanopartikel magnetit Fe_3O_4 meningkat dalam waktu reaksi yang lama dan kadar air yang lebih tinggi mengakibatkan partikel Fe_3O_4 besar. Dalam proses hidrotermal, partikel kristal dikendalikan terutama melalui proses nukleasi dan pertumbuhan yang bergantung pada reaksi temperatur dengan kondisi nukleasi konstan. Di samping itu, lamanya waktu reaksi akan mendukung pertumbuhan butir. Nanopartikel ferromagnetik Fe_3O_4 dengan diameter 27 nm telah disiapkan oleh hidrotermal dengan adanya surfaktan, natrium bis (2-ethylhexyl) sulfosuksinat (Laurent, dkk., 2008).

Cara pembentukan Fe_3O_4 dapat dilakukan dengan pengontrolan reaksi oksidasi-reduksi Fe(II) secara langsung oleh udara. Oksidasi adalah suatu proses yang mengakibatkan hilangnya satu elektron atau lebih dari dalam zat (atom, ion, atau molekul). Bila suatu unsur dioksidasi, keadaan oksidanya berubah ke nilai yang lebih positif. Suatu zat pengoksidasi adalah zat yang memperoleh elektron dan dalam proses itu zat itu direduksi. Definisi oksidasi ini juga sangat umum dan berlaku juga untuk proses dalam zat padat, lelehan maupun gas. Reduksi adalah suatu proses yang mengakibatkan diperolehnya suatu elektron atau lebih oleh zat (atom, ion atau molekul). Bila suatu unsur direduksi, keadaan oksidasi berubah menjadi lebih negatif (kurang positif). Suatu zat pereduksi adalah zat yang kehilangan elektron, dalam

proses itu zat ini dioksidasi. Definisi reduksi ini juga sangat umum dan berlaku juga untuk proses dalam zat padat, lelehan maupun gas (Svehla, 1985).

Oksidasi PEG dapat dipertimbangkan berdasarkan evolusi asam nitrat selama sintesis. Oksidasi PEG dan mekanisme yang mungkin untuk oksidasi dari setiap glikol terjadi pada pemanasan. Pada pemanasan, gugus hidroksil terminal dari PEG diubah menjadi gugus aldehyd. Sebagai hasil dari pengkhelatan kation oleh dua atom oksigen dari aldehyd dan atom oksigen eterik, dan membentuk kompleks intermedit. Oksidasi lebih lanjut dari gugus aldehyd menjadi gugus asam karboksilat dengan adanya asam nitrat yang terbentuk (Yang, dkk., 2014).



Gambar. 2 struktur kompleks Fe dengan etilen glikol (Rosu, dkk, 2014)

2.5 Karakterisasi Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4)

Instrumen dalam analisis nanopartikel magnetit terdiri atas radiasi pemancar cahaya inframerah, BET (Brunauer- Emmet- Teller), SEM (*Scanning Electron Microscopy*), XRD (*X-Ray Diffraction*) (Junejo, dkk., 2013).

Spektrum radiasi pemancar cahaya inframerah yang direkam dalam mode transmisi pada sampel serbuk yang digiling dengan KBr dan dikompresi menjadi pelet. Spektrum FT-IR dalam kisaran $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ tercatat untuk menyelidiki sifat

ikatan kimia terbentuk (Junejo, dkk., 2013). Pancaran infra merah pada umumnya mengacu pada bagian spektrum elektromagnetik yang terletak diantara daerah tampak dan daerah gelombang mikro. Pancaran infra merah pada bagian gelombang antara $10.000-10\text{ cm}^{-1}$ diserap oleh sebuah molekul organik dan diubah menjadi energi getaran molekul dan muncul sebagai pita atau peaks. Sebuah molekul paling sederhana sekalipun dapat dilihat sebagai spektrum yang rumit pada FTIR (Hakim, 2008).

Analisis BET yaitu penentuan diameter partikel rata-rata magnetit yang dihasilkan dari sintesis secara elektrokimia dilakukan dengan mengukur luas permukaan spesifik menggunakan metode BET. Setelah luas permukaan spesifik didapatkan, dihitung diameter masing-masing sampel dengan rumus sebagai berikut (Fajaroh dkk., 2009):

$$\text{Diameter partikel rata-rata (nm)} = \frac{6}{\rho \times \text{luas permukaan spesifik}}$$

SEM ini merupakan sutau mikroskop elektron yang mampu menghasilkan gambar frekuensi dari sebuah permukaan sampel. SEM dapat memperlihatkan hasil gambar dari spesimen secara 3-dimensi dengan sangat detail dan dapat menentukan struktur permukaan dari sampel, memberikan pembesaran yang cukup tinggi, serta kedalaman medan yang cukup baik. SEM menerapkan prinsip difraksi elektron yang prinsip kerjanya sama dengan mikroskop optik. Pada mikroskop ini, elektron yang melewatinya akan dibelokkan seperti cahaya oleh lensa elektromagnetik, yaitu medan magnet dan medan listrik dalam alat tersebut (Hakim, 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, timbangan analitik AI-204, FTIR (*IR Prestige-21 Fourier Transform Infrared Spectrophotometer SHIMADZU*), XRD (*Rigaku MiniFlex X-Ray Diffraction*), *magnetic stirrer thermolyne*, pipet tetes, erlenmeyer, gelas kimia, cawan petri (diameter 8,5 cm), batang pengaduk, botol vial 30 mL, autoklaf *stainless steel*, oven, botol bekas, dan botol semprot.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Merck), natrium asetat anhidrat 98% (Merck), akuades, akuabides, etanol 95 % (Merck), NaOH 1 % (Merck), Na_2EDTA 2 % (Merck), polietilen glikol (PEG-6000), etilen glikol 99,5% (Merck), kertas saring whatman no.42, dan *aluminium foil*.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar, pada Bulan April 2016 – Agustus 2016. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Dekontaminasi Material Organik dan Anorganik pada Alat Gelas

Alat-alat gelas dicuci dengan sabun, kemudian untuk menghilangkan material organik, larutan NaOH-alkohol yaitu campuran etanol (95 %) 1 L dengan 120 gram NaOH dalam 120 mL H₂O digunakan. Selanjutnya, alat dibilas dengan akuades. Dekontaminasi residu logam pada peralatan gelas dilakukan dengan, larutan yang mengandung 2 % NaOH dan 1 % Na₂EDTA. Peralatan gelas direndam selama 2 jam dalam larutan tersebut, kemudian dibilas beberapa kali dengan akuades.

3.4.2 Sintesis Nanopartikel Magnetit dari FeCl₂ · 4H₂O dengan Variasi Bobot PEG 1,2,3 dan 4 g

Dalam penelitian ini, modifikasi nanopartikel magnetit dilakukan dengan penambahan PEG 1, 2, 3 dan 4 g dengan suhu 190 °C secara hidrotermal.

Sampel A: Sebanyak 0,99 g FeCl₂ · 4H₂O (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 1,0 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 190 °C selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

Sampel B: Sebanyak 0,99 g FeCl₂ · 4H₂O (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 2,0 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 190 °C selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet

pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

Sampel C: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 3,0 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 190 °C selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

Sampel D: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 4,0 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 190 °C selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

3.4.2. Penentuan suhu optimum pembentukan nanopartikel magnetit

Dalam penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan variasi suhu 180 °C, 190 °C 200 °C secara hidrotermal.

Sampel A: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 4 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 180 °C selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet

pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan air etanol 30mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

Sampel B: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 4 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 200 °C selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet pemisahan. Padatan dicuci 3 kali etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

3.4.3. Penentuan waktu optimum pembentukan nanopartikel magnetit

Dalam penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan variasi waktu dalam autoklaf dengan waktu selama 5, 10, dan 12 jam

Sampel A: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 4 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu optimum selama 5 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

Sampel B: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 4 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada 190 °C selama 10 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet

pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering.

Sampel C: Sebanyak 0,99 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5 mol) dilarutkan dalam etilen glikol 40 mL (0,04 mol) kemudian ditambahkan natrium asetat anhidrat 3,6 g (0,043 mol) dan 4 g polietilen glikol. Campuran diaduk selama 45 menit dimasukkan dalam autoklaf kemudian dimasukkan dalam oven pada 190 °C selama 12 jam. Produk padat yang dihasilkan didinginkan pada suhu kamar dan dikumpulkan oleh magnet pemisahan. Padatan dicuci 3 kali dengan etanol 30 mL untuk menghilangkan etilena glikol dan kemudian dikeringkan pada 70 °C dalam oven sampai kering..

3.4.3 Karakterisasi produk

Produk yang telah kering diamati warna dan dikarakterisasi dengan XRD (*Rigaku MiniFlex X-Ray Diffraction*) untuk identifikasi fasa, FTIR (*IR Prestige-21 Fourier Transform Infrared Spectrophotometer SHIMADZU*), untuk identifikasi jenis ikatan,

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis nanopartikel magnetit dari $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

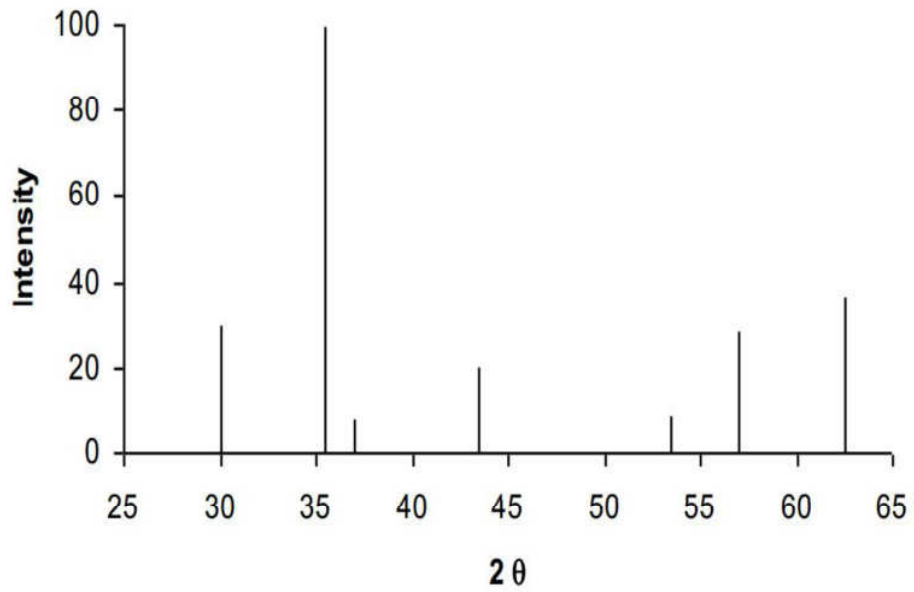
4.1.1 Penentuan massa optimum Poliethilen glikol 6000 (PEG 6000)

Sintesis nanopartikel Fe_3O_4 berlangsung dalam autoklaf. Penambahan massa PEG 6000 sangat berpengaruh pada ukuran nanopartikel. Semakin sedikit massa poliethilen glikol yang ditambahkan maka warna nanopartikel magnetit nanopartikel yang dihasilkan berwarna coklat. Bentuk fisik dari nanopartikel yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 4.

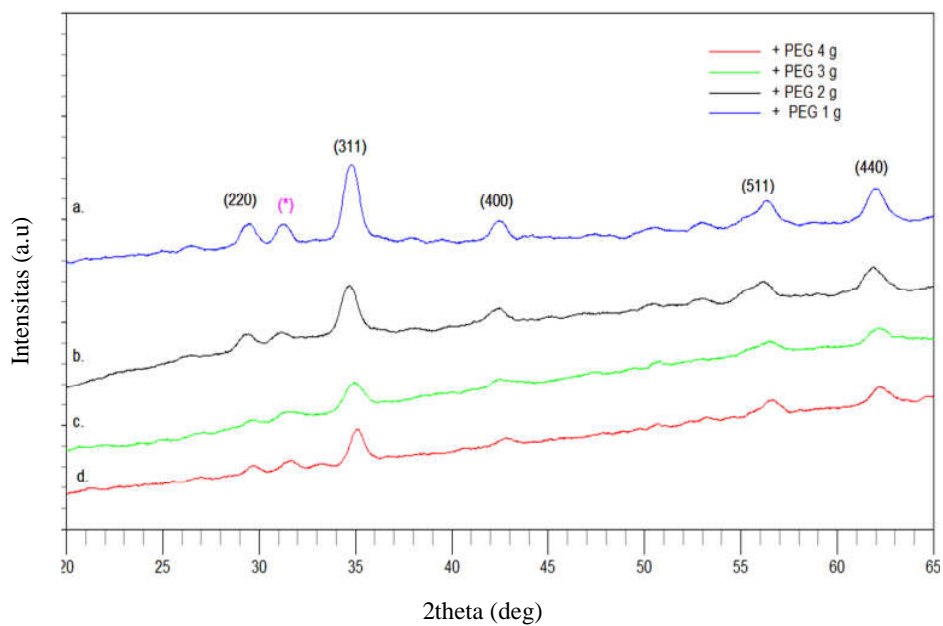


Gambar 4. Bentuk fisik magnetit pada penambahan 1,2,3 dan 4 gram poliethilen glikol

Magnetit hasil sintesis dianalisis menggunakan XRD. Gambar 4 menunjukkan pola difraksi partikel magnetit hasil sintesis yang sesuai dengan pola difraksi standar Fe_3O_4 JCPDS (Joint Commite on Powder Diffraction standars) No. 19-0629. Puncak-puncak yang jelas menandakan kristal partikel Fe_3O_4 telah terbentuk dengan baik.



Gambar 5. Pola XRD standar Fe₃O₄ (JCPDS Card No. 19-629),



Gambar 6. Pola difraksi sinar-X sampel Fe₃O₄

Karakterisasi XRD dilakukan untuk menganalisis struktur kristal dari Sampel Fe₃O₄. Dari data XRD yang diperoleh, dilakukan identifikasi puncak-puncak grafik XRD dengan cara mencocokkan puncak yang ada pada grafik tersebut dengan standar JCDS.

Gambar 6 adalah grafik pola difraksi sinar-X sampel Fe_3O_4 . Dengan melakukan pencocokan pada standar JPDS dan didukung dari penelitian sebelumnya teridentifikasi bahwa proses sintesis yang dilakukan berhasil mendapatkan bahan Fe_3O_4 . Hal ini terbukti dengan adanya puncak difraksi utama pada sudut 2θ 30.3083, 35.6082, 43.2175, 56.9522, yang merupakan puncak difraksi dengan indeks Miller (220), (311), (440), (511), dan (440) yang merupakan indeks khas kubik spinel dari Fe_3O_4 , di mana intensitas puncak difraksi sampel a lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas puncak difraksi sampel b, c, dan d. Perbedaan intensitas pada sampel a, b, c, dan d dipengaruhi oleh waktu aging, kelembaban, dan penambahan polietilen glikol.

Puncak dengan simbol (*) merupakan puncak $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (*hematit*). Keberadaan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (*hematit*) mengindikasikan bahwa pada proses sintesis yang dilakukan juga terjadi proses oksidasi yang menghasilkan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dan Fe_3O_4 . Proses oksidasi tidak dapat dikontrol untuk satu oksida saja sehingga dalam nanopartikel magnetit akan selalu terdapat oksida atau sub-oksida. Kemunculan puncak-puncak difraksi yang merupakan puncak-puncak difraksi Fe_3O_4 lebih dominan dibandingkan puncak-puncak difraksi Fe_2O_3 .

Pola XRD juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan tinggi dan ketajaman puncak bidang utama (311) pada fasa Fe_3O_4 , hal ini menunjukkan bahwa derajat kristalinitas nanopartikel Fe_3O_4 lebih tinggi pada penambahan PEG dalam jumlah kecil.

Hasil menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penambahan PEG 6000, maka semakin kecil ukuran kristal yang didapatkan. Jadi pada penelitian ini, ukuran partikel sampel D lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel pada sampel A,

B, dan C. Dengan penambahan PEG 6000 ukuran menjadi kecil karena adanya PEG 6000 yang melapisi permukaan partikel magnetit yang semakin banyak sehingga ukuran kristalnya semakin kecil karena pertumbuhannya dibatasi/dihalangi oleh banyaknya rantai PEG.

Ukuran kristal ditentukan dari data XRD yang menggunakan persamaan *Scherrer*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

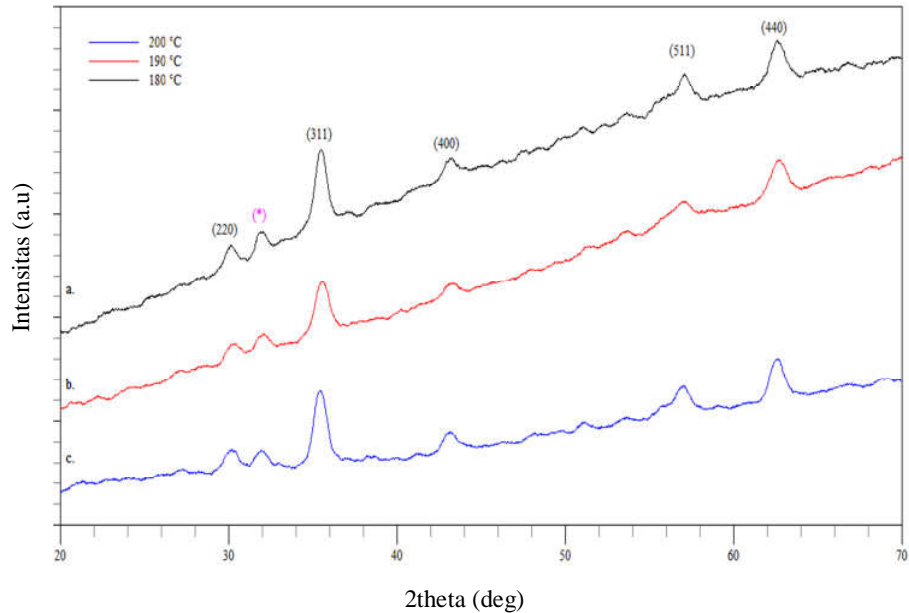
Tabel 1. Ukuran kristal dari hasil data XRD (*X-ray diffraction*) dan nilai parameter kisi

Sampel	Penambahan PEG 6000 (g)	Ukuran Nanopartikel (nm)
A	1	26,60
B	2	22,26
C	3	19,54
D	4	16,10

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin besar jumlah penambahan PEG- 6000, semakin kecil ukuran kristal yang didapatkan. Hasil ini jauh berbeda dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada penambahan PEG-4000 ukuran kristal Fe_3O_4 yang diperoleh besar (Islam ,2012). Perbedaan hasil ini kemungkinan diakibatkan oleh berat molekul dari masing-masing PEG. PEG-6000 mempunyai berat molekul yang lebih besar dibandingkan dengan berat molekul PEG-4000, sehingga jumlah rantai PEG yang melapisi permukaan partikel Fe_3O_4 juga semakin banyak. Menurut Baqiya, dkk (2007) PEG menghambat pertumbuhan partikel magnetit. Sehingga ukuran kristalnya semakin kecil karena pertumbuhannya dibatasi atau dihalangi oleh banyaknya rantai PEG 6000.

4.1.2 Penentuan Suhu Optimum

Pola difraksi sinar-X Fe_3O_4 sebagai fungsi suhu diberikan pada Gambar 3.



Gambar 6. Pola difraksi sinar-X sampel Fe_3O_4 pada suhu (a) 180 °C, (b) 190 °C dan (c) 200 °C

Pengujian dengan XRD digunakan untuk menentukan struktur dan ukuran kristal pada masing-masing sampel. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa suhu optimum adalah 190 °C. Gambar 6 menunjukkan adanya puncak yang jelas yang merupakan karakterisasi dari nanopartikel magnetit.

Pada Tabel 2 hasil menunjukkan bahwa suhu sintesis berpengaruh terhadap terhadap ukuran partikel. Ukuran nanopartikel meningkat dengan naiknya suhu. Pada suhu yang lebih tinggi Fe_3O_4 dapat teroksidasi menjadi ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Untuk itu maka pada penelitian ini suhu yang digunakan adalah 180 °C sampai 200 °C.

Hasil perbandingan ukuran nanopartikel berdasarkan suhu dapat dilihat pada Tabel 2.

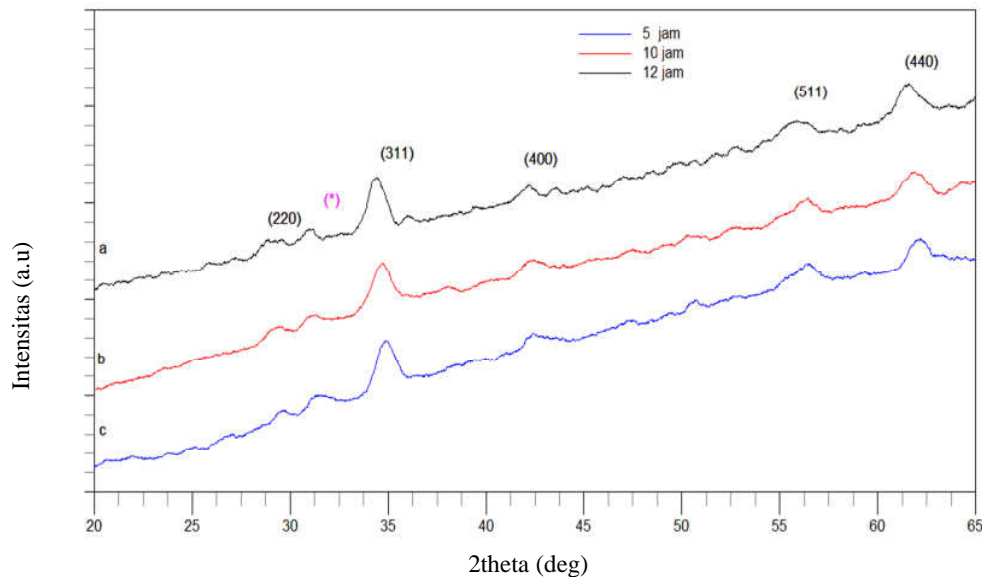
Tabel 2 Ukuran nanopartikel sebagai fungsi suhu.

Sampel	Suhu (°C)	Ukuran Nanopartikel (nm)
A	180	25, 17
B	190	16,10
C	200	21,71

4.1.3 Penentuan Waktu optimum

Waktu pemanasan dalam autoklaf merupakan salah satu variabel yang sangat berpengaruh pada ukuran nanopartikel magnetit dengan menggunakan optimasi waktu pemanasan.

Pola difraksi sinar-X magnetit sebagai fungsi waktu pemanasan ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pola difraksi sinar-X sampel Fe₃O₄ pada waktu (a) 5 jam, (b) 10 jam dan (c) 12 jam

Lima puncak yang merupakan karakteristik Fe₃O₄ terdapat pada pola difraksi XRD dari sampel dengan lama pemanasan 5, 10 dan 12 jam. Puncak yang khas untuk

PEG tidak terlihat pada difraktogram. Hal ini berarti PEG tidak ditemukan dalam sampel yang menunjukkan bahwa PEG-6000 atau tidak ikut bereaksi tetapi hanya sebagai templet yang membungkus partikel dan untuk mengontrol ukuran partikel, hal ini didukung oleh penelitian (Bukit dkk, 2015).

Ukuran kristal magnetit pada berbagai waktu diberikan pada Tabel 3.

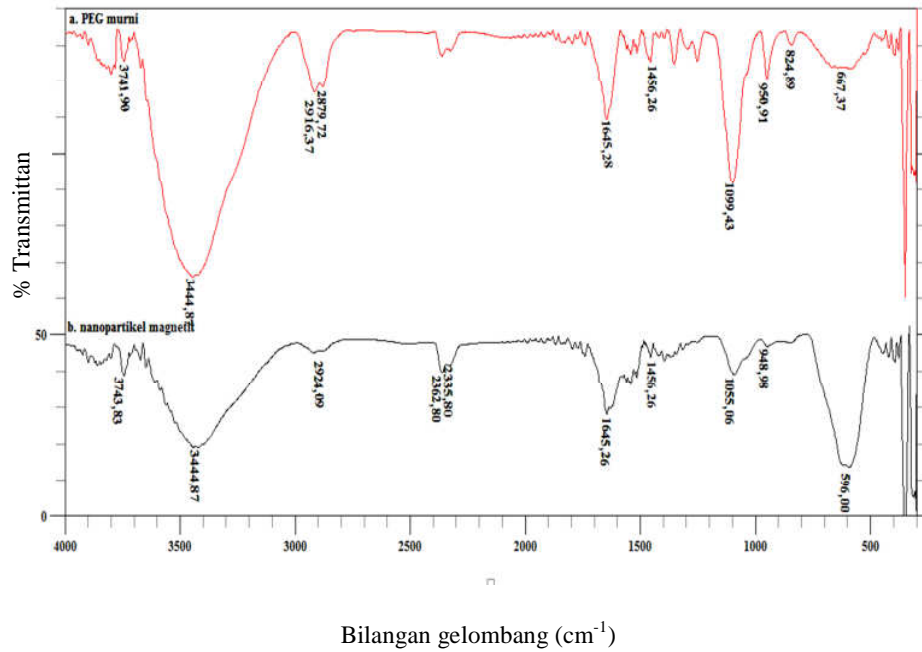
Tabel 3. Ukuran kristal dari hasil data XRD (*X-ray* diffraction) dan nilai parameter kisi berdasarkan waktu

Sampel	Waktu (jam)	Ukuran Nanopartikel (nm)
A	5	16,10
B	10	16,43
C	12	16,61

Berdasarkan hasil eksperimen semakin lama waktu pemanasan maka ukuran nanopartikel magnetit semakin besar. Partikel Fe_3O_4 dengan lama pemanasan 12 jam, memiliki ukuran kristal yang paling besar. Hal ini disebabkan oleh pemanasan yang terlalu lama, sehingga terjadi pertumbuhan kristal Fe_3O_4 . Pemanasan yang dilakukan selama 5 jam efektif karena menghasilkan ukuran kristal yang paling kecil yaitu 16,10 nm. Menurut Basith, dkk (2012), ukuran partikel pada sampel magnetit mengalami pertumbuhan seiring dengan bertambahnya temperatur pemanasan, hal ini seperti yang kita perkirakan dengan bertambahnya temperatur juga akan meningkatkan energi difusi pada atom-atom sehingga terjadi pertumbuhan partikel. Secara teori, pertumbuhan partikel berbanding lurus terhadap temperatur secara eksponensial

4.2 Analisis FTIR

Analisis menggunakan FTIR dilakukan untuk menentukan gugus fungsi dalam magnetit hasil sintesis. Spektrum hasil sintesis sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Spektra FTIR dari (a) PEG murni, (b) nanopartikel magnetit

Tabel 4. Gugus Fungsi dalam magnetit hasil sintesis

Gugus fungsi	PEG	Fe ₃ O ₄ + PEG
O-H	3444,87	3444,87
C-H Alifatik	2916,37	2924,09
CH ₂	1456,26	1456,26
C-O	1099,43	1055,06
Fe-O	-	596,00

Serapan pada bilangan gelombang 3444,87 cm⁻¹ terlihat pada spektrum IR PEG murni. Serapan ini menunjukkan serapan khas dari gugus O-H dengan pita yang

melebar. Serapan gugus C-H terlihat pada bilangan gelombang $2916,37\text{ cm}^{-1}$, gugus yang didukung oleh vibrasi C-H tekuk pada bilangan gelombang $1645,26\text{ cm}^{-1}$ dan serapan pada $1099,43\text{ cm}^{-1}$ adalah serapan gugus C-O. Spektrum IR dari nanopartikel magnetit (Gambar. 11) memperlihatkan serapan gugus O-H pada $3444,87\text{ cm}^{-1}$. Serapan yang kuat pada $597,00$ adalah serapan gugus Fe-O. Peregangan getaran untuk nanopartikel magnetit terjadi sekitar $1055,06\text{ cm}^{-1}$ pita vibrasi ikatan C-O dan pita serapan pada panjang gelombang $948,98\text{ cm}^{-1}$ vibrasi ikatan C-C menandakan magnetit terlapisi oleh PEG.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan surfaktan poliethilen glikol berpengaruh terhadap ukuran partikel semakin banyak poliethilen yang ditambahkan maka ukuran nanopartikel semakin kecil. Ukuran partikel paling kecil yaitu 16,10 nm yang diperoleh dengan penambahan PEG 6000 4 g.
2. Suhu optimum berdasarkan hasil penelitian adalah 190 °C dengan ukuran partikel Fe₃O₄ yang diperoleh yaitu 16,10 nm.
3. Pemanasan yang dilakukan selama 5 jam sangat efektif karena menghasilkan ukuran kristal yang paling kecil yaitu 16,10 nm.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi dan manfaat dalam penggunaan nanopartikel magnetit.
2. Penelitian lebih lanjut dapat menggunakan polietilen glikol dengan berat molekul lain.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi etileln glikol.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jumlah PEG lebih banyak.
5. Variasi waktu perlu digunakan lebih kecil dari 5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

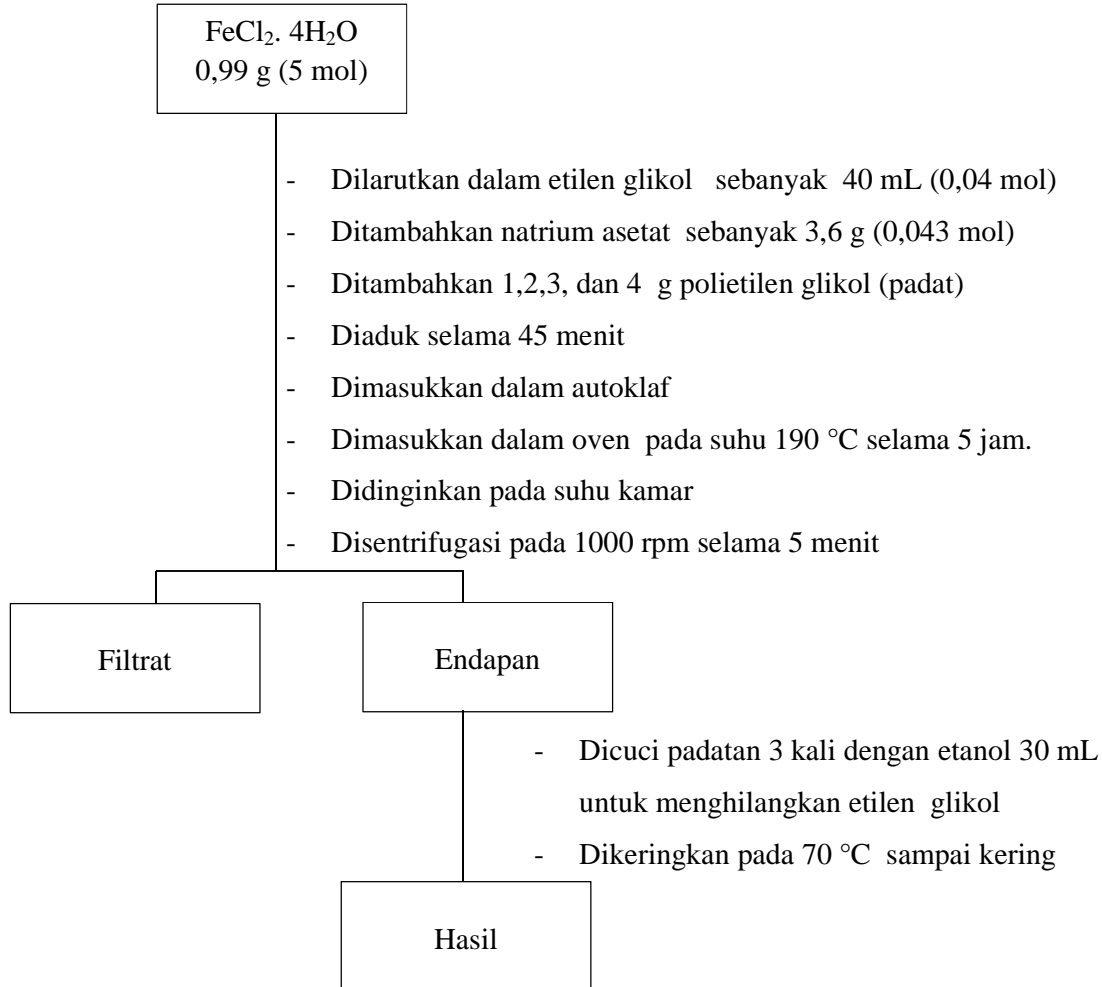
- Anwar, M., 2007, Sintesis dan Karakterisasi Ferrofluida Berbahan Dasar Pasir Besi menggunakan PEG- 400 sebagai Media Templat, Skripsi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Baqiya, A. M., Anwar, M., Kurniawan, D., Hariyanto, T., dan Darminto, 2007, Preparasi Nanopartikel Fe₃O₄ dari Pasir Besi dan Pelapisannya pada Logam non Magnetik, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, ISSN : 1411-1098, 536; 102-105
- Basith, A., Taufiq, A., Sunaryono, dan Darminto, 2012, Pengaruh Pemanasan pada Struktur Kristal dan Sifat Kemagnetan Fe₃O₄ dari Pasir Besi, *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, **2** (8): 1-3.
- Cornel, R. M., Schwertmann, U., 2003, *The Iron Oxides* (2nd edition), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Deutsche.
- Deng, Y., Wang, C., Hu, J., Yang, W., Fu, S. 2005, Investigation of Formation of Silica-coated magnetite nanoparticles via sol-gel process approach, *Colloid and Surfaces*, **262**, 87-97.
- Ermawati, R., dan Ratnawati, E., 2011, Sintesis Nnopartikel Magnetit dengan Metode Dekomposisi Termal, *Jurnal Kimia dan Kemasan*, **33** (1); 96-101.
- Fajaroh, F., Setyawan, H., Winardi, S., Widiyastuti, 2009, Sintesis Nanopartikel Magnetite dengan Metode Elektrokimia Sederhana, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi Edisi Khusus*.
- Firnando, G. H., dan Astuti, 2015, Pengaruh Suhu Pada Proses Sonikasi Terhadap Morfologi Partikel dan Kristalinitas Nanopartikel Fe₃O₄, *Jurnal Fisika Unand*, **4** (1): 2302-8491
- Hakim, L., 2008, Kontrol Ukuran dan Dispersitas Nanopartikel Magnetit Besi Oksida, Skripsi FMIPA UI.
- Islam, M. S., Kurawati, J., Kusumoto, Y., Abdulla, A. M., and Muklish, M. Z., 2012, Hydrothermal Novel Synthesis of Neck-structured Hyperthermia-suitable Magnetic (Fe₃O₄, γ -Fe₂O₃ and α -Fe₂O₃) Nanoparticles, *J. Sci. Res.* **4** (1): 99-107
- Junejo, M., Baykal, A., and Soseri, H., 2013, Simple Hydrothermal Synthesis Of Fe₃O₄ PEG Nanocomposit, *Cent. Eur. J. Chem*, **11** (9): 1527-1532

- Kim, E. H., Lee, H. S., Kwak, B. K., and Kim, B. K., 2005, Synthesis of Ferrofluid with Magnetic Nanoparticles by Sonochemical Method for MRI Contrast Agent, *J. Magn. Magn. Mater.*, **289**, 328-330.
- Laurent, S., dan Mahmoudi, M., 2011, Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles Promises For Diagnosis and Treatment of Cancer, *Int J Mol Epidemio Genet*, **2** (4): 367-390
- Laurent, S., Forge, D., Port, M., Roch, A., Robic, C., Elst, V.L., dan Muller, R., 2008, Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization, Physicochemical Characterizations, and Biological Applications, *Chem. Rev.*, **108** (6): 2064–2110
- Pauzan, M., Kato, T., Iwata, S., dan Suharyadi, E., 2013, Pengaruh Ukuran Butir dan Struktur Kristal terhadap Sifat Kemagnetan pada Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4), ISSN : 0853-0823
- Perdana, F. A., Mashuri., Triwikantoro., dan Darmanto, 2010, Sintesis Nanopartikel Fe_3O_4 dengan Template PEG-1000 dan Karakterisasi Sifat Magnetiknya, *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, **1** (1): 1-6
- Riyanto, A., Listiwati, D., Suharyadi, E., Abraha, K., Analisis Struktur Kristal dan Sifat Magnetik pada Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4) sebagai Bahan Aktif Biosensor, 2012, *Surface Plasmon Resonance (SPR)*, ISSN : 0853-0823.
- Roşu, D., Birzescu, M., Milea, S. M., Pascariu, M. C., Sascad, V., and Niculescu, M., 2014, Synthesis-Structure Relationship In The Aqueous Ethylene Glycol-iron (III) nitrate system, *Rev. Roum. Chim*, **59** (9): 789-796.
- Song, H., Li, L., Jiang, W., Lan, F., Wu, Y., and Gu, Z., Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles as MRI contrast agents for Non-invasive Stem Cell Labeling and Tracking, 2013, *Theranostics*, **3**(8): 595-615.
- Svehla, G., 1985, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, edisi kelima, diterjemahkan oleh L. Setiono dan A. Hadyana Pudjaatmaka, PT Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Taufiq, A., Abdulloh., Renik, W., Sunaryono, 2008, Sintesis Partikel Nano $\text{Fe}_3\text{-xMnxO}_4$, Berbasis Pasir Besidan Karakterisasi Struktur serta Kemagnetannya, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*,
- Teja, A. S., Koh, Pei-Yoong, 2008, Synthesis Properties And Applications Of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles, *Prog. Cryst. Growth. Char.Mater.*, **55**(2009): 22-45.
- Trisnawati, P. L., Mufti, N., dan Zulaikah, S., 2010, Synthesizing and Characterising Carbon Encapsulated Nanoparticle Fe_3O_4 by using Hydrothermal Method as Textile dye Waste Absorber Rodhamin B

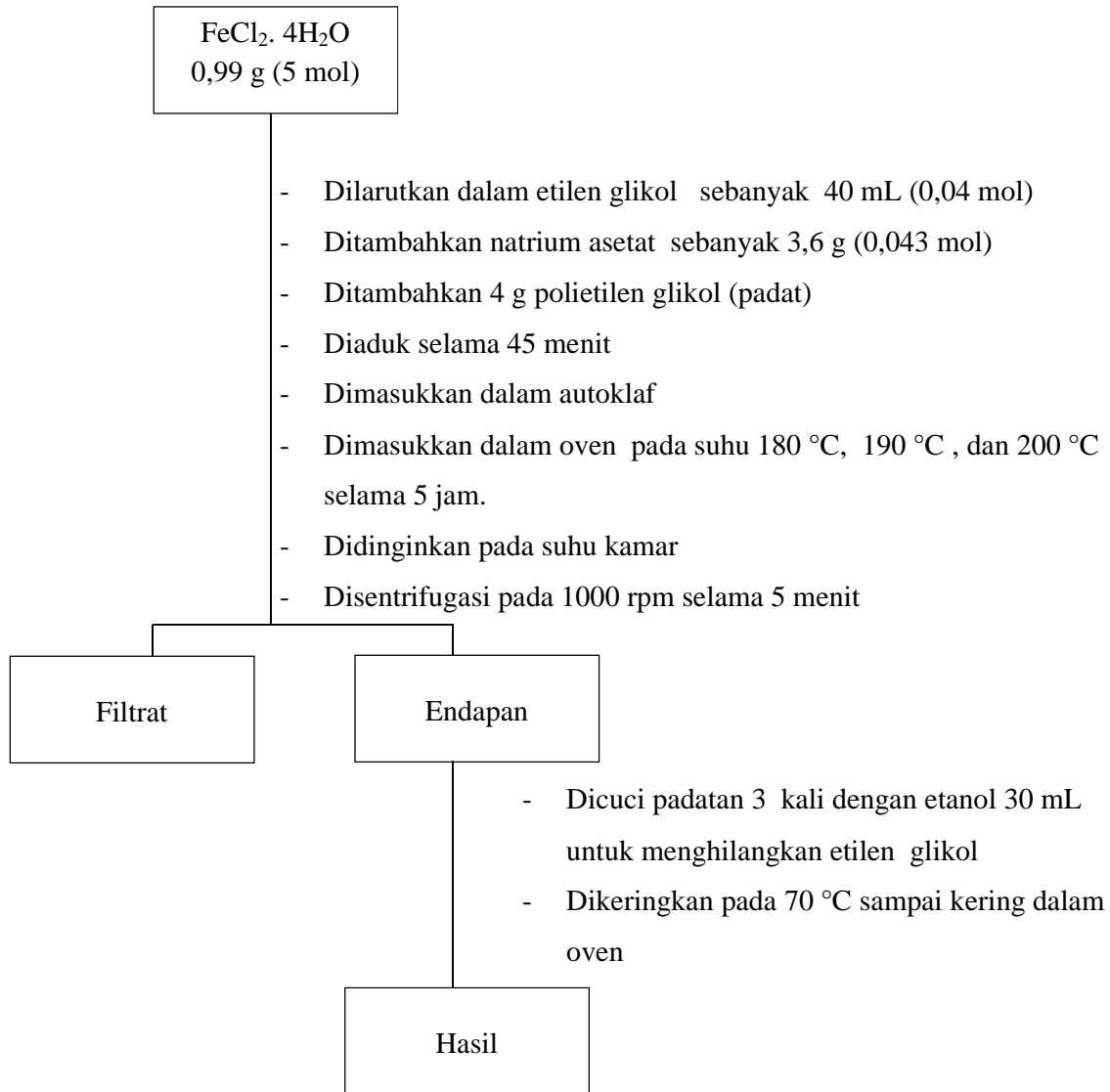
Yang, M, K., Cho, H., Choi, J, H., and Piao, Y., 2014, Synthesis Of Well-dispersed PEGylated Iron Oxide Nanopartikel for MR/optical Lymph Node Imaging, *J. Mater. Chem. B*, **2**: 3355-3364

Lampiran 1. Bagan kerja

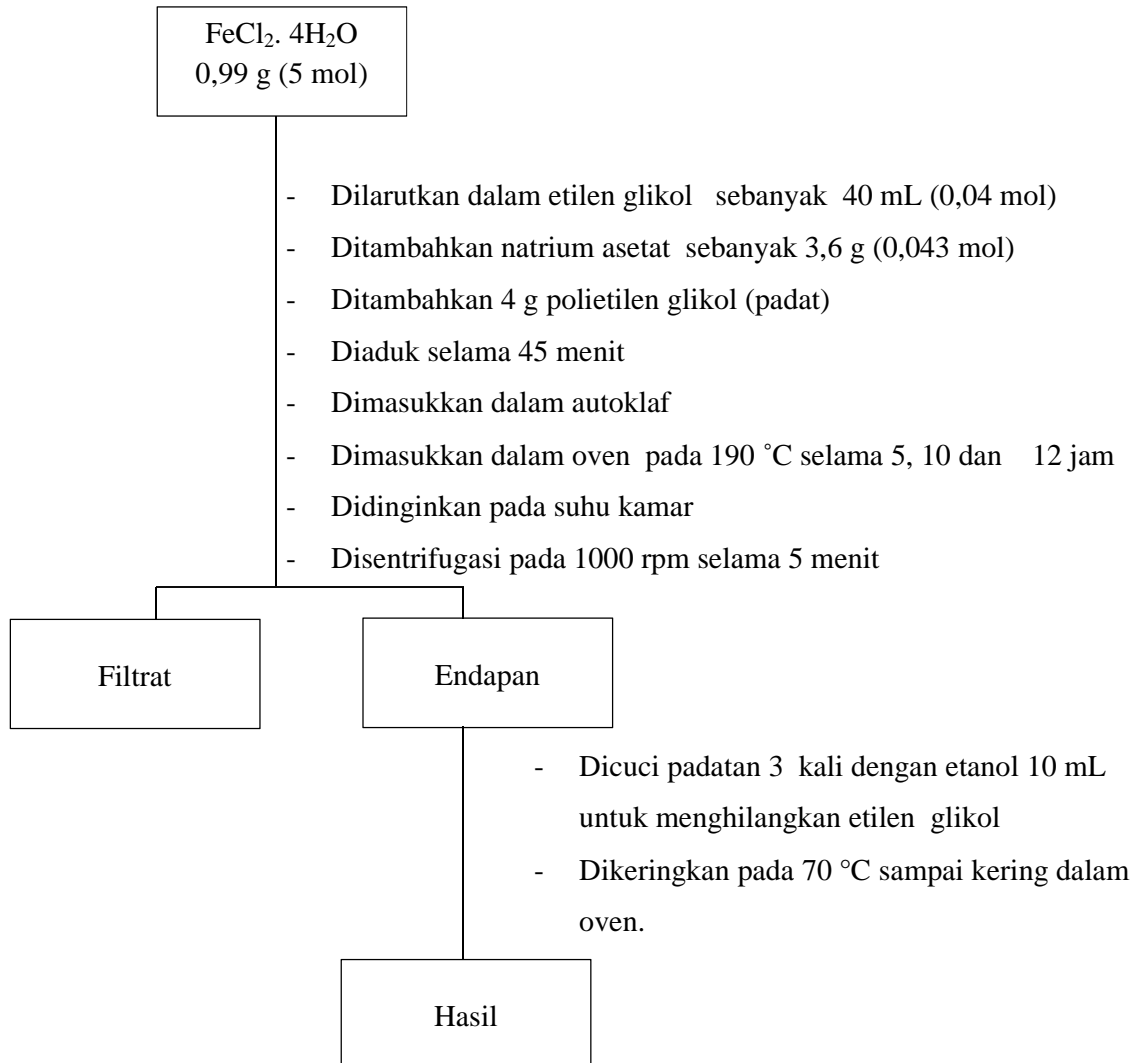
1. Sintesis Nanopartikel Magnetit dari $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dengan variasi bobot PEG 1,2,3 dan 4 g



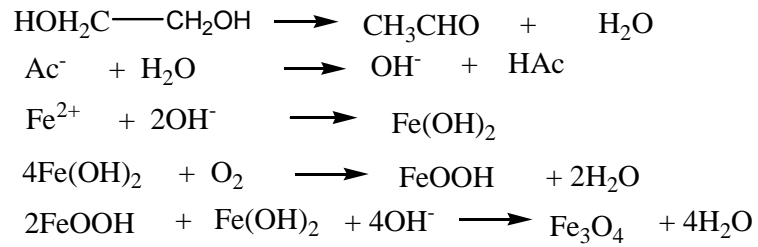
2. Penentuan suhu optimum pembentukan nanopartikel magnetit



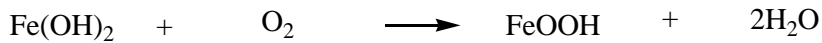
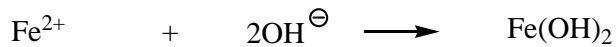
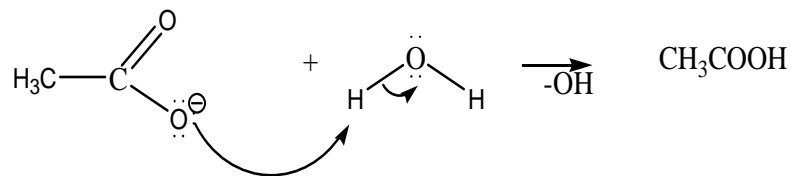
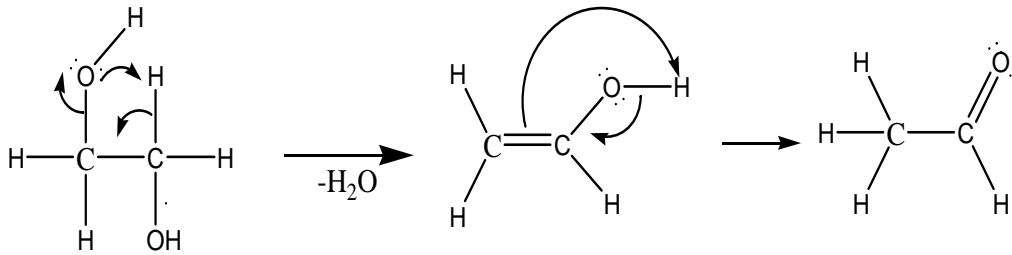
3. Penentuan waktu optimum



Lampiran 2. Reaksi pembentukan nanopartikel (Zhang, dkk., 2013)



Mekanisme reaksi pembentukan nanopartikel



Lampiran 4. Foto alat yang digunakan

a. FTIR



b. XRD



a. Autoklaf



Lampiran 3. Perhitungan Ukuran Nanopartikel dengan Persamaan *Debye-Scherer*

Ukuran nanopartikel dari hasil analisis menggunakan XRD dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$2\Theta = 35,5525$$

$$\Theta = \frac{35,5525}{2}$$

$$\Theta = 17,77625$$

$$\text{Cos } \Theta = 0,9522556$$

$$\beta \text{ (FWHM)} = \frac{1,02500/2}{180 \text{ rad}} \pi$$

$$\beta \text{ (FWHM)} = \frac{0,5125}{180 \text{ rad}} 3,14$$

$$\beta \text{ (FWHM)} = 0,008940277 \text{ rad}$$

$$D = \frac{K \lambda}{\beta \cos \Theta}$$

$$D = \frac{0,89 \times 0,154056}{0,008940277 \times 0,9522556}$$

$$D = \frac{0,13710984}{0,008513428}$$

$$D = 16,10 \text{ nm}$$

*** Basic Data Report ***

Data: *****

*****		*****		*****		*****	
no.	peak	2-theta	d	int	width	intensity	integrated int
	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1	13	35.6548	2.51608	100	0.74170	236	8522
2	39	62.8087	1.47829	53	1.03750	124	5970
3	35	57.1293	1.64103	44	0.85670	103	4792

* Peak Data List

peak	2-theta	d	int	width	intensity	integrated int
1	21.8116	4.07146	13	0.59670	31	1159
2	23.2000	3.83085	8	0.36000	18	560
3	24.5966	3.61641	5	0.15330	12	142
4	24.8966	3.55944	5	0.20670	12	204
5	25.0350	3.41978	5	0.13000	12	156
6	27.4550	3.24694	11	0.67000	25	889
7	28.1590	2.96011	6	0.17800	14	232
8	30.2341	2.80070	12	0.60000	22	888
9	32.1200	2.70410	11	0.70000	22	870
10	33.7300	2.58101	10	0.40000	18	581
11	35.6548	2.51608	100	0.74170	236	8522
12	36.3800	2.46757	16	0.56000	38	1390
13	37.2385	2.41263	10	0.52290	24	675
14	38.1616	2.36076	6	0.10000	15	101
15	39.1070	2.31070	6	0.10000	15	101
16	40.0700	2.26220	6	0.10000	15	101
17	41.0500	2.21510	6	0.10000	15	101
18	42.0400	2.16930	6	0.10000	15	101
19	43.0400	2.12480	6	0.10000	15	101
20	44.0500	2.08150	6	0.10000	15	101
21	45.0700	2.03940	6	0.10000	15	101
22	46.1000	1.99840	6	0.10000	15	101
23	45.7066	1.98340	6	0.13330	13	162
24	46.1925	1.96366	8	0.11500	18	176
25	47.1083	1.92760	4	0.07670	9	46
26	47.0400	1.93500	5	0.33370	11	203
27	48.3000	1.88000	7	0.20000	17	346
28	49.5000	1.83000	6	0.11500	15	207
29	50.6000	1.78000	6	0.11500	15	207
30	51.7000	1.73000	6	0.11500	15	207
31	52.8000	1.68000	6	0.11500	15	207
32	53.9000	1.63000	6	0.11500	15	207
33	55.1575	1.66383	10	0.22500	24	398
34	56.1400	1.63702	16	0.53340	38	1196
35	57.1283	1.61103	44	0.85670	103	4792
36	58.0000	1.58000	7	0.20000	17	346
37	59.0000	1.54000	7	0.20000	17	346
38	60.0000	1.50000	7	0.20000	17	346
39	61.0000	1.46000	7	0.20000	17	346
40	62.0000	1.42000	7	0.20000	17	346
41	63.0000	1.38000	7	0.20000	17	346
42	64.0000	1.34000	7	0.20000	17	346
43	67.3125	1.38991	3	0.09500	8	60
44	67.9625	1.37819	5	0.15500	11	124
45	68.5200	1.36833	3	0.04000	8	50
46	69.0000	1.35000	5	0.20000	17	346
47	70.0000	1.31000	5	0.20000	17	346
48	71.0000	1.27000	5	0.20000	17	346
49	72.0000	1.23000	5	0.20000	17	346
50	73.0000	1.19000	5	0.20000	17	346
51	74.0000	1.15000	5	0.20000	17	346
52	75.0000	1.11000	5	0.20000	17	346
53	76.0000	1.07000	5	0.20000	17	346
54	77.0000	1.03000	5	0.20000	17	346
55	78.0000	0.99000	5	0.20000	17	346
56	79.0000	0.95000	5	0.20000	17	346
57	80.0000	0.91000	5	0.20000	17	346
58	81.0000	0.87000	5	0.20000	17	346
59	82.0000	0.83000	5	0.20000	17	346
60	83.0000	0.79000	5	0.20000	17	346
61	84.0000	0.75000	5	0.20000	17	346
62	85.0000	0.71000	5	0.20000	17	346
63	86.0000	0.67000	5	0.20000	17	346
64	87.0000	0.63000	5	0.20000	17	346
65	88.0000	0.59000	5	0.20000	17	346
66	89.0000	0.55000	5	0.20000	17	346
67	90.0000	0.51000	5	0.20000	17	346
68	91.0000	0.47000	5	0.20000	17	346
69	92.0000	0.43000	5	0.20000	17	346
70	93.0000	0.39000	5	0.20000	17	346
71	94.0000	0.35000	5	0.20000	17	346
72	95.0000	0.31000	5	0.20000	17	346
73	96.0000	0.27000	5	0.20000	17	346
74	97.0000	0.23000	5	0.20000	17	346
75	98.0000	0.19000	5	0.20000	17	346
76	99.0000	0.15000	5	0.20000	17	346
77	100.0000	0.11000	5	0.20000	17	346

*** Sample Data Overview ***

Data Information

Sample ID : 00000001
Date : 05-19-16
Sample Name : P2000
Operator :
Date & Time : 05-19-16 08:18:52

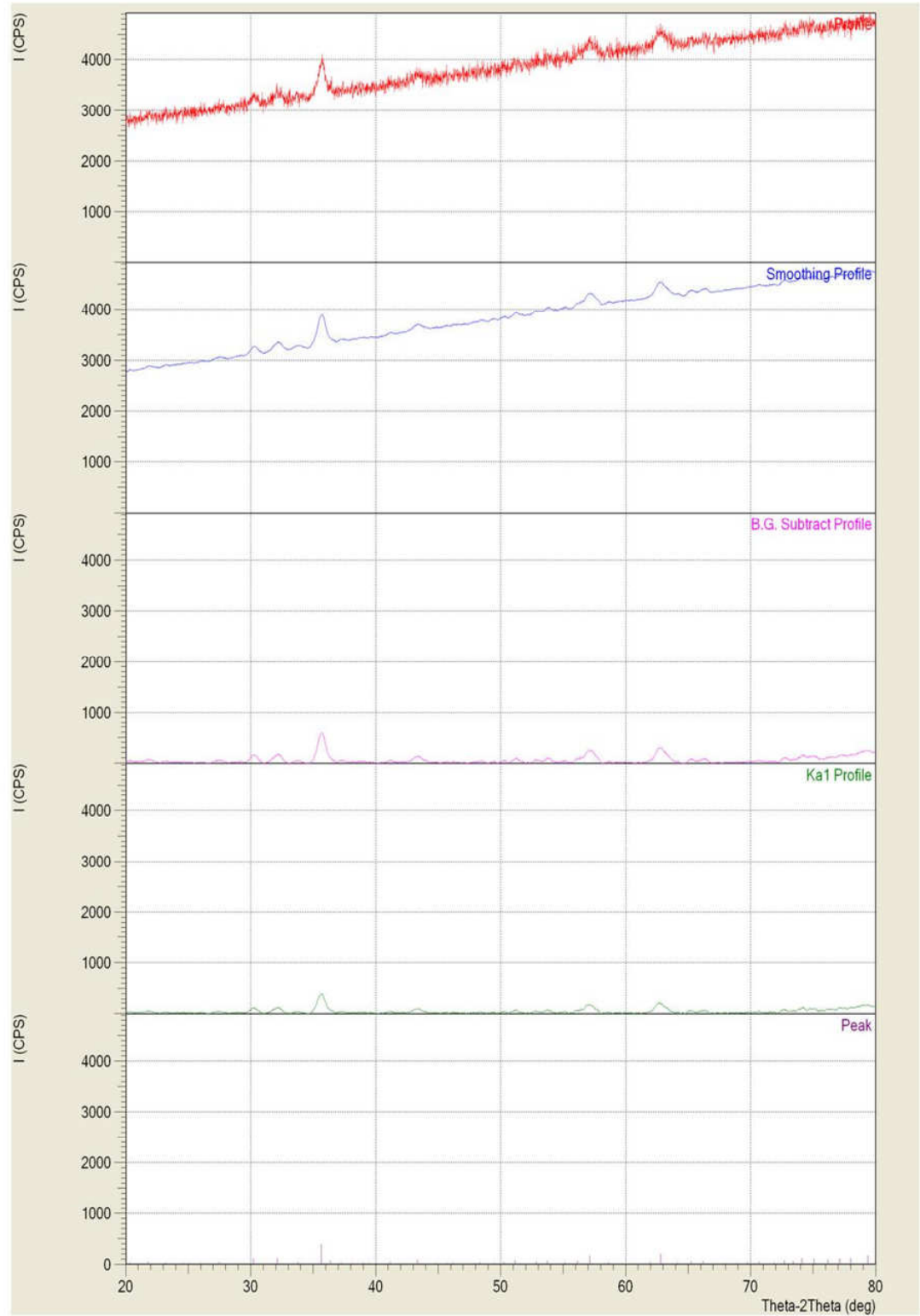
Measurement Condition

X-ray tube :
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 20.0 (mA)
Filter :
scattering slit : 1.00000 (deg)
receiving slit : 0.30000 (mm)
Scanning

Data Process Condition

Smoothing : [AUTO]
smoothing points : 51
S.G. Subtraction : [AUTO]
sampling points : 51
repeat times : 1
FWHM threshold : 0.050 (deg)
intensity threshold : 30 (par mil)
FWHM ratio (n-1)/n : 2
System error Correction : [NO]
Reference peak Correction : [NO]

< Group: Standard Data: PEG#2 >



*** Basic Data Report ***

 DATA *****

*****		*****		*****		*****	
no.	no.	(deg)	(A)	Int.	(deg)	(Counts)	(Counts)
1	10	35.5525	2.52309	100	1.02500	179	9867
2	37	62.7280	1.48000	63	1.13600	112	6096
3	34	59.3766	1.61495	54	1.27229	92	4528

Peak Data List

Peak	2-theta	d	hkl	Intensity	Integrated Int.
1	24.5126	3.62861	11	0.08130	221
2	25.4833	3.49255	11	0.10670	292
3	27.4971	3.24117	12	0.55430	819
4	28.8200	3.09593	5	0.08000	78
5	29.1966	3.05625	8	0.24670	277
6	30.2150	2.98552	26	0.65000	1758
7	32.1300	2.78360	31	1.16000	3308
8	35.5525	2.52309	100	1.02500	9867
9	37.4971	2.38184	32	0.24670	827
10	39.0475	2.35610	3	0.05500	20
11	39.8200	2.30492	9	0.17500	420
12	39.8200	2.26197	10	0.24000	449
13	40.6300	2.21873	7	0.21000	197
14	41.6050	2.16026	8	0.17000	250
15	42.4833	2.11701	11	0.10670	292
16	43.3766	2.07811	12	0.55430	819
17	44.2800	2.04360	13	0.46340	672
18	45.1966	2.01352	14	0.48900	702
19	46.1250	1.98780	15	0.52600	743
20	47.0625	1.96545	16	0.57430	794
21	48.0100	1.94626	17	0.62300	845
22	49.0233	1.92915	18	0.67200	896
23	49.0233	1.85669	9	0.14670	170
24	50.0100	1.82234	16	0.26000	580
25	51.2375	1.78153	27	0.68500	1606
26	52.4950	1.73564	19	0.46340	672
27	53.8800	1.68500	28	0.68500	1606
28	54.7925	1.63969	7	0.32600	845
29	55.7250	1.59965	20	0.57430	794
30	56.6750	1.56488	6	0.18000	199
31	57.6425	1.53480	12	0.17710	412
32	58.6250	1.50977	4	0.09340	79
33	59.6250	1.48929	3	0.08330	14
34	60.6300	1.47280	62	1.16000	3308
35	61.6425	1.46019	23	0.67200	896
36	62.6625	1.45011	15	0.46340	672
37	63.6900	1.44226	16	0.46340	672
38	64.7250	1.43645	17	0.46340	672
39	65.7750	1.43250	18	0.46340	672
40	66.8400	1.42935	19	0.46340	672
41	67.9125	1.42695	20	0.46340	672
42	69.0000	1.42526	21	0.46340	672
43	69.6750	1.42424	9	0.21000	215
44	70.8167	1.42386	18	0.30000	922
45	71.4400	1.42390	6	0.00000	0
46	72.0000	1.42435	7	0.20000	200
47	72.5000	1.42520	8	0.20000	200
48	73.0000	1.42635	9	0.20000	200
49	73.5000	1.42780	10	0.20000	200
50	74.0000	1.42955	11	0.20000	200
51	74.5000	1.43160	12	0.20000	200
52	75.0000	1.43395	13	0.20000	200
53	75.5000	1.43660	14	0.20000	200
54	76.0000	1.43955	15	0.20000	200
55	76.5000	1.44280	16	0.20000	200
56	77.0000	1.44635	17	0.20000	200
57	77.5000	1.45020	18	0.20000	200
58	78.0000	1.45435	19	0.20000	200
59	78.5000	1.45880	20	0.20000	200
60	79.0000	1.46355	21	0.20000	200
61	79.5000	1.46860	22	0.20000	200
62	80.0000	1.47395	23	0.20000	200
63	80.5000	1.47960	24	0.20000	200
64	81.0000	1.48555	25	0.20000	200
65	81.5000	1.49180	26	0.20000	200
66	82.0000	1.49835	27	0.20000	200
67	82.5000	1.50520	28	0.20000	200
68	83.0000	1.51235	29	0.20000	200
69	83.5000	1.51980	30	0.20000	200
70	84.0000	1.52755	31	0.20000	200
71	84.5000	1.53560	32	0.20000	200
72	85.0000	1.54395	33	0.20000	200
73	85.5000	1.55260	34	0.20000	200
74	86.0000	1.56155	35	0.20000	200
75	86.5000	1.57080	36	0.20000	200
76	87.0000	1.58035	37	0.20000	200
77	87.5000	1.59020	38	0.20000	200
78	88.0000	1.60035	39	0.20000	200
79	88.5000	1.61080	40	0.20000	200
80	89.0000	1.62155	41	0.20000	200
81	89.5000	1.63260	42	0.20000	200
82	90.0000	1.64395	43	0.20000	200
83	90.5000	1.65560	44	0.20000	200
84	91.0000	1.66755	45	0.20000	200
85	91.5000	1.67980	46	0.20000	200
86	92.0000	1.69235	47	0.20000	200
87	92.5000	1.70520	48	0.20000	200
88	93.0000	1.71835	49	0.20000	200
89	93.5000	1.73180	50	0.20000	200
90	94.0000	1.74555	51	0.20000	200
91	94.5000	1.75960	52	0.20000	200
92	95.0000	1.77395	53	0.20000	200
93	95.5000	1.78860	54	0.20000	200
94	96.0000	1.80355	55	0.20000	200
95	96.5000	1.81880	56	0.20000	200
96	97.0000	1.83435	57	0.20000	200
97	97.5000	1.85020	58	0.20000	200
98	98.0000	1.86635	59	0.20000	200
99	98.5000	1.88280	60	0.20000	200
100	99.0000	1.90055	61	0.20000	200
101	99.5000	1.91860	62	0.20000	200
102	100.0000	1.93795	63	0.20000	200

*** Sample Data Report ***

DATA INFORMATION

Sample :
Date :
Sample Name :
Operator :
Date & Time : 05-19-16 08:54:47

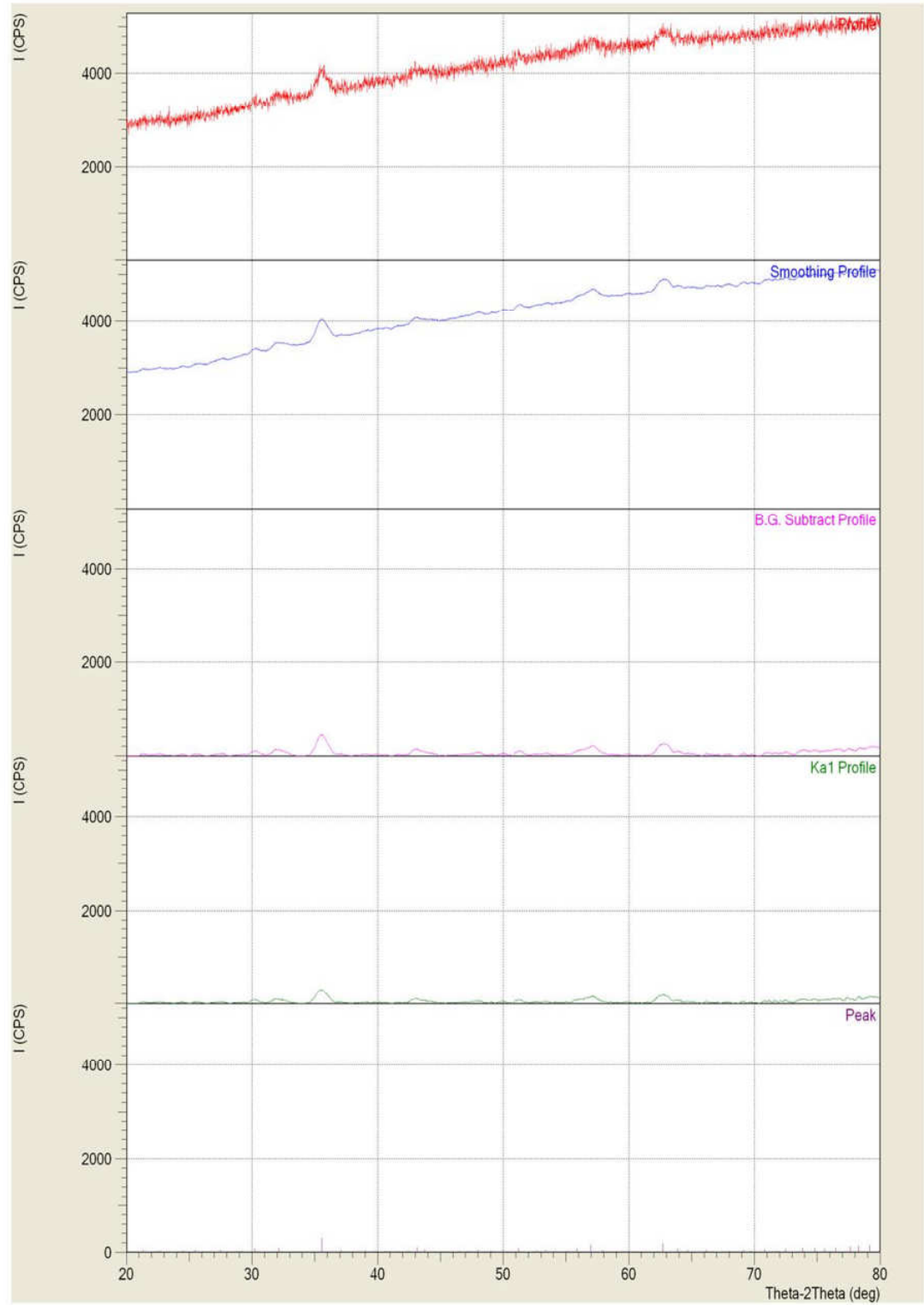
Measurement Condition

X-ray tube :
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 20.0 (mA)
slit :
scatter slit : 1.00000 (deg)
receiving slit : 0.30000 (mm)
Scanning

Data Process Condition

Smoothing : [AUTO]
smoothing points : 51
S.G. Subtraction : [AUTO]
sampling points :
repeat times :
FWHM threshold : 0.050 (deg)
intensity threshold : 30 (par mil)
FWHM ratio (n-1)/n : 2
System error Correction : [NO]
Reference peak Correction : [NO]

< Group: Standard Data: PEG#4 >



*** Basic Data Process ***

Group: # STANDARD
Date: # 1979

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	15	35.6775	2.51453	100	0.84500	416	20410
2	40	62.8886	1.47661	48	1.08930	201	11478
3	35	57.2000	1.60918	38	0.75560	158	5824

Peak Data List

Peak no.	2Theta	d	I/I1	FWHM	Intensity	Integrated Int.
1						
2						
3	22.2308	3.99563	8	0.52830	34	1102
4	23.5400	3.77629	11	0.91000	47	2779
5	24.3600	3.65099	7	0.00000	30	0
6	24.2600	3.56457	7	0.59000	31	1485
7	25.6600	3.45028	8	0.40000	37	1043
8	27.2387	3.22758	23	0.32250	50	4555
9	28.6600	3.12437	7	0.00000	28	0
10	28.2600	3.09743	7	0.00000	36	0
11	30.2600	2.96071	38	0.80810	140	7617
12	32.1740	2.77930	28	1.01250	118	7921
13	33.5400	2.66974	13	0.00000	52	0
14	34.2600	2.61526	12	0.00000	48	0
15	35.6775	2.51453	100	0.84500	416	20410
16	37.2600	2.41180	40	0.85340	40	2300
17	38.6600	2.31000	11	0.12500	21	1077
18	40.2600	2.21000	11	0.12500	21	1077
19	41.6600	2.11000	11	0.12500	21	1077
20	43.2600	2.01000	6	0.13500	23	244
21	44.6600	1.91000	6	0.13500	23	244
22	46.0675	2.01003	6	0.13500	23	244
23	45.0675	2.01003	6	0.13500	23	244
24	46.1033	1.96726	9	0.36670	37	833
25	47.1500	1.92599	3	0.14000	14	201
26	47.7533	1.90306	7	0.46670	30	776
27	48.1600	1.88793	5	0.12000	30	1168
28	48.3400	1.88033	3	0.15000	13	623
29	49.0726	1.85487	7	0.12400	21	423
30	50.6600	1.76000	11	0.12500	21	1077
31	52.2600	1.66000	11	0.12500	21	1077
32	53.8600	1.56000	11	0.12500	21	1077
33	53.8600	1.70081	13	1.04000	55	2718
34	56.2600	1.63381	23	0.72000	97	3967
35	57.2000	1.60918	38	0.75560	158	5824
36	58.2600	1.58000	7	0.50000	31	1030
37	58.7000	1.56187	7	0.50000	31	1030
38	59.2700	1.54150	7	0.50000	31	1030
39	60.8600	1.44000	11	0.12500	21	1077
40	62.8886	1.47661	48	1.08930	201	11478
41	64.4700	1.38000	11	0.12500	21	1077
42	66.0600	1.28000	11	0.12500	21	1077
43	67.1240	1.39335	3	0.11200	13	167
44	68.0337	1.37692	6	0.17250	23	313
45	70.0022	1.34294	5	0.30220	20	629
46	72.6000	1.25000	11	0.12500	21	1077
47	74.2600	1.16000	11	0.12500	21	1077
48	76.0000	1.06000	11	0.12500	21	1077
49	77.8600	1.00000	11	0.12500	21	1077
50	79.8600	0.94000	11	0.12500	21	1077
51	82.0000	0.88000	11	0.12500	21	1077
52	84.2600	0.82000	11	0.12500	21	1077
53	86.6600	0.76000	11	0.12500	21	1077
54	89.2600	0.70000	11	0.12500	21	1077
55	92.0000	0.64000	11	0.12500	21	1077
56	94.8600	0.58000	11	0.12500	21	1077
57	97.8600	0.52000	11	0.12500	21	1077
58	101.0000	0.46000	11	0.12500	21	1077
59	104.2600	0.40000	11	0.12500	21	1077
60	107.6600	0.34000	11	0.12500	21	1077
61	111.2600	0.28000	11	0.12500	21	1077
62	115.0000	0.22000	11	0.12500	21	1077
63	118.8600	0.16000	11	0.12500	21	1077
64	122.8600	0.10000	11	0.12500	21	1077

*** Sample Data Overview ***

DATA INFORMATION

Sample : 00000000
Date : 05-19-16
Sample Name : 00000000
Operator :
Date & Time : 05-19-16 12:10:30

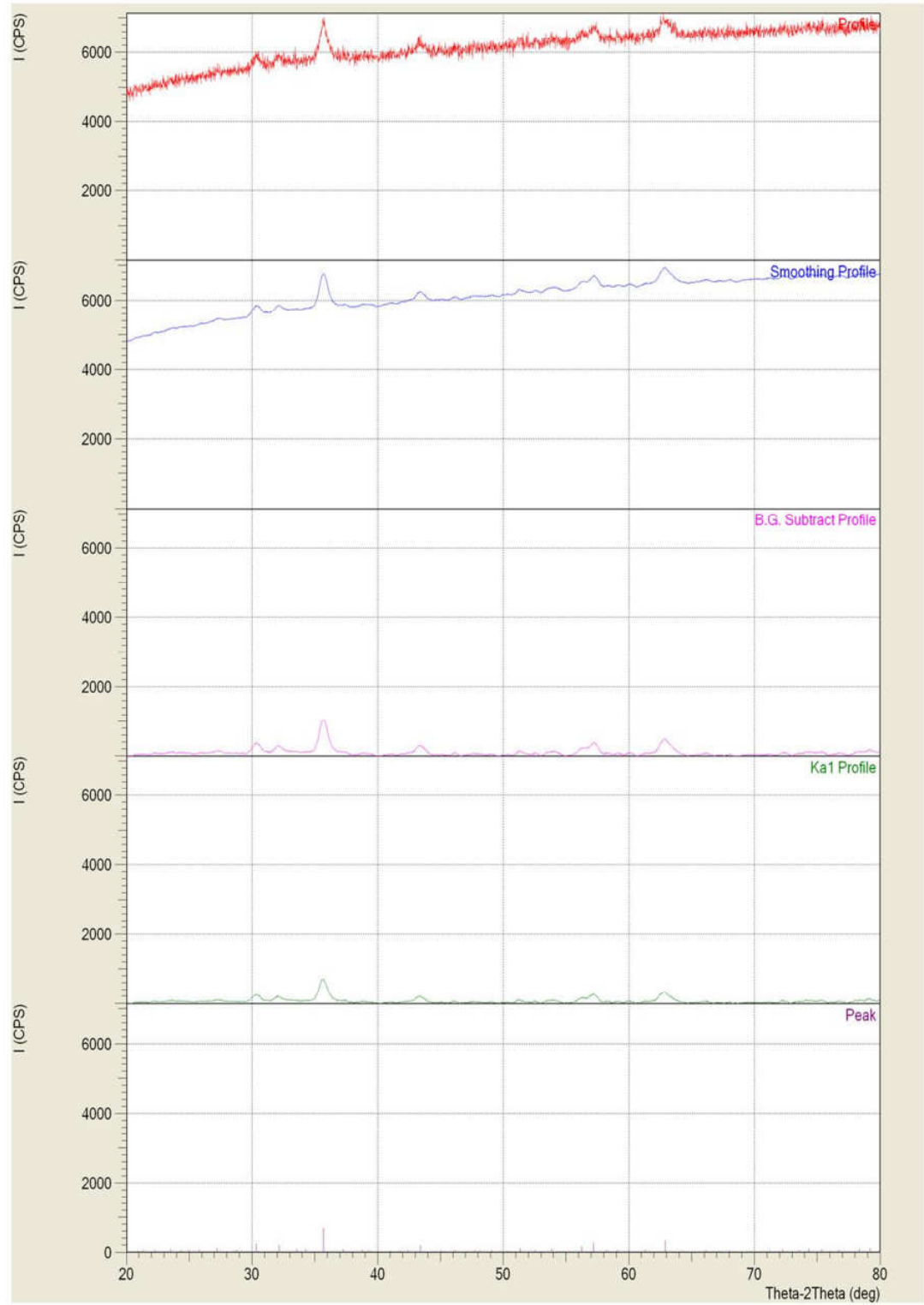
Measurement Condition

X-ray tube :
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 20.0 (mA)
Soller slit :
tube slit :
monochromator slit :
scatter slit : 1.00000 (deg)
receiving slit : 0.30000 (mm)
Scanning

Data Process Condition

Smoothing : [AUTO]
smoothing points : 51
S.G. Subtraction : [AUTO]
sampling points : 51
repeat times : 1
FWHM threshold : 0.050 (deg)
intensity threshold : 30 (par mil)
FWHM ratio (n-1)/n : 2
System error Correction : [NO]
Reference peak Correction : [NO]

< Group: Standard Data: PG3 >



*** Basic Data Process. ***

Group : Standard
Data : hgnltts180a

Strongest 3 peaks

no. peak	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)	
1	14	35.4100	2.53291	100	0.66000	304	10898
2	43	62.5067	1.48471	56	0.76000	170	7326
3	38	56.8995	1.61696	37	0.76900	112	4563

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	14	35.4100	2.53291	100	0.66000	304
2	43	62.5067	1.48471	56	0.76000	170
3	38	56.8995	1.61696	37	0.76900	112
4	16	32.8386	2.81838	10	0.20000	40
5	17	31.7520	2.92370	8	0.16000	32
6	18	30.7761	3.03200	6	0.12000	24
7	19	29.8100	3.14330	5	0.10000	20
8	20	28.8537	3.25760	4	0.08000	16
9	28.2075	3.16113	5	0.10500	14	120
10	29.6200	3.01352	7	0.24000	20	359
11	30.1500	2.96174	27	0.70000	83	2811
12	31.9125	2.80209	24	0.53500	73	2330
13	34.6200	2.58879	3	0.34400	10	406
14	35.4100	2.53291	100	0.66000	304	10898
15	36.3770	2.47151	7	0.60000	22	110
16	37.3440	2.41011	4	0.40000	13	65
17	38.3110	2.34871	3	0.30000	12	60
18	39.2780	2.28731	2	0.20000	11	55
19	40.2450	2.22591	1	0.10000	10	50
20	41.1200	2.19341	8	0.28000	25	532
21	42.0000	2.13974	3	0.10660	10	116
22	43.0877	2.09769	27	0.71260	83	3250
23	44.0200	2.05540	9	0.24000	26	644
24	45.0000	2.00000	4	0.10000	13	130
25	46.0000	1.94281	3	0.08000	12	125
26	47.0000	1.88371	2	0.06000	11	120
27	48.0000	1.82271	1	0.04000	10	115
28	49.0000	1.76000	1	0.03000	9	110
29	50.0000	1.69571	1	0.02000	8	105
30	51.0000	1.63000	1	0.01000	7	100
31	51.0000	1.78927	14	0.64000	43	1451
32	53.4866	1.71180	9	0.77330	28	1099
33	54.2316	1.69003	4	0.15670	11	94
34	54.6650	1.67765	5	0.23000	14	149
35	55.0000	1.66429	4	0.14000	13	144
36	56.0000	1.60000	3	0.10000	12	139
37	57.0000	1.53429	2	0.06000	11	134
38	58.0000	1.46714	1	0.04000	10	129
39	59.0000	1.40000	1	0.03000	9	124
40	60.5750	1.52734	4	0.31000	13	358
41	61.0000	1.51000	3	0.18000	12	353
42	62.5067	1.48471	56	0.76000	170	7326
43	62.5067	1.48471	56	0.76000	170	7326
44	63.5800	1.46220	4	0.00000	13	0
45	64.1600	1.45038	3	0.00000	9	0
46	65.0600	1.43247	5	0.32000	16	323
47	66.0000	1.41433	6	0.25600	17	388
48	66.8100	1.39914	8	0.58000	25	952
49	67.6600	1.38300	7	0.46000	24	907
50	68.5000	1.36600	6	0.34000	23	862
51	69.0000	1.35429	5	0.26000	22	817
52	70.0000	1.33714	4	0.18000	21	772
53	71.0000	1.32000	3	0.14000	20	727
54	72.0000	1.30286	2	0.10000	19	682
55	73.0000	1.28571	1	0.06000	18	637
56	74.0000	1.26857	1	0.04000	17	592
57	75.0000	1.25143	1	0.03000	16	547
58	76.0000	1.23429	1	0.02000	15	502
59	77.0000	1.21714	1	0.01000	14	457
60	78.0000	1.20000	1	0.01000	13	412
61	79.0000	1.18286	1	0.00000	12	367
62	80.0000	1.16571	1	0.00000	11	322
63	81.0000	1.14857	1	0.00000	10	277
64	82.0000	1.13143	1	0.00000	9	232
65	83.0000	1.11429	1	0.00000	8	187
66	84.0000	1.09714	1	0.00000	7	142
67	85.0000	1.08000	1	0.00000	6	97
68	86.0000	1.06286	1	0.00000	5	52
69	87.0000	1.04571	1	0.00000	4	7
70	88.0000	1.02857	1	0.00000	3	0
71	89.0000	1.01143	1	0.00000	2	0
72	90.0000	0.99429	1	0.00000	1	0

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/II	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
53	32.5200	2.82071	4	0.20000	27	0
54	33.3200	2.74000	3	0.20000	25	200
55	72.5200	1.32715	24	0.20000	23	2000
56	71.5200	1.35240	27	0.20000	24	0
57	32.5200	2.82071	12	0.20000	11	0
58	33.3200	2.74000	13	0.20000	12	0
59	32.5200	2.82071	14	0.20000	13	0

*** Basic Data Process ***

DATA INFORMATION

Group : Standard
Date : 2000/08/24
Sample Name : 10000000
Element :
Specimen Name : 10000000000000

Measurement Condition

X-ray tube
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 30.0 (mA)

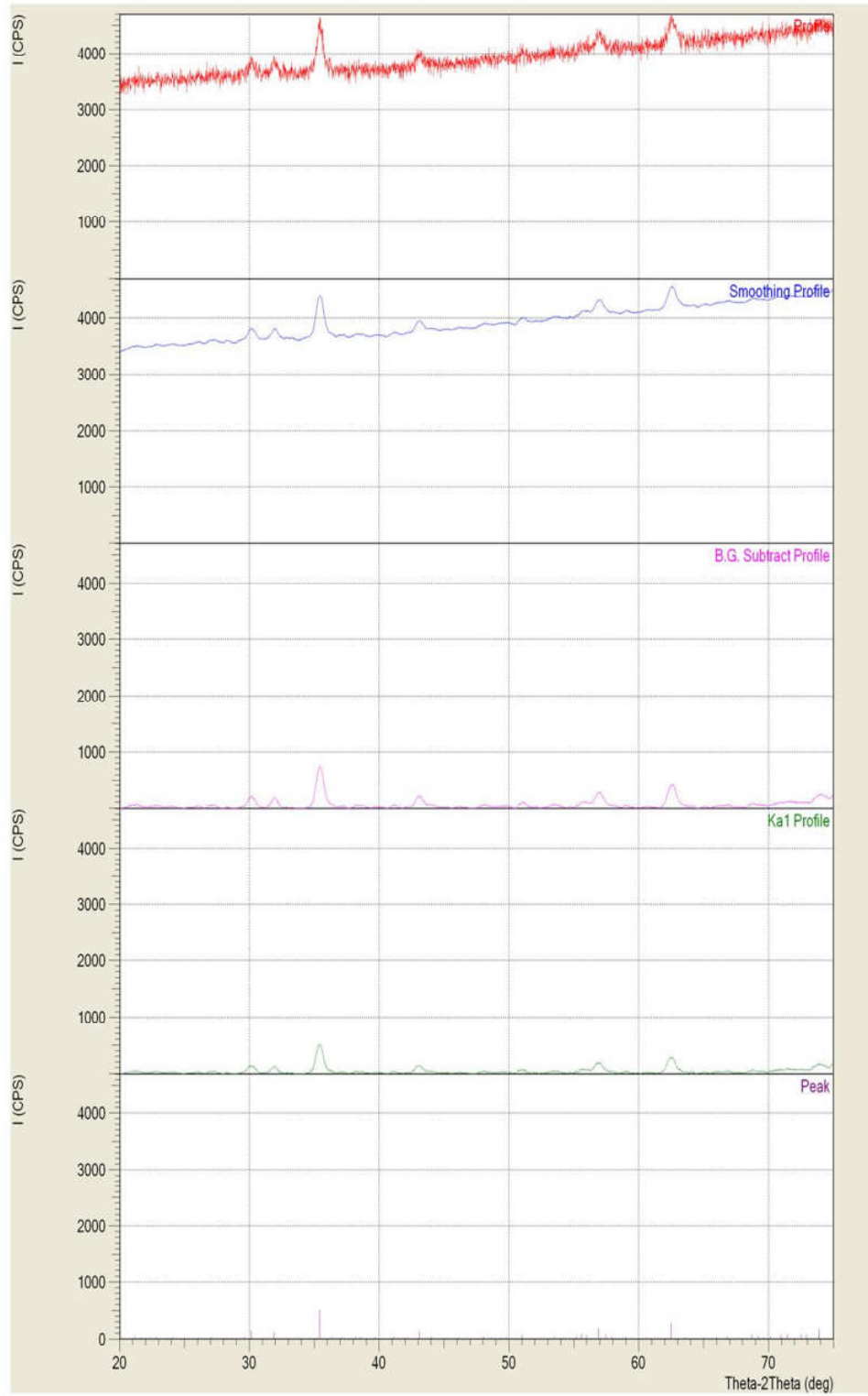
Slits
Gode slit : 1.0000 (mm)
Divergence slit : 1.0000 (mm)
Receiving slit : 1.0000 (mm)
Scattering slit : 1.0000 (mm)

Scanning
drive axis : Theta-2Theta
scan range : 20.0000 - 75.0000 (deg)
scan mode : Continuous Scan
scan speed : 2.0000 (deg/min)
sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.60 (sec)

Data Process Condition

Smoothing [AUTO]
smoothing points : 51
S.S. correction [OFF]
smoothing points : 51
repeat times : 10
Kal-a2 correction [OFF]
Kal a2 ratio : 50 (3)
Peak Search [AUTO]
differential points : 33
FWHM threshold : 0.050 (deg)
Intensity threshold : 0.01 (per slit)
FWHM ratio (p-h)/w : 2
System error correction [NO]
Reference peak correction [NO]

< Group: Standard Data: mgnitite180c >



*** Basic Data Process ***

Group # Standard
Data % Magnitude

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	15	35.5325	2.52446	100	0.75000	220	7984
2	43	62.6250	1.48219	64	0.91000	141	6820
3	58	74.8600	1.26737	60	0.00000	131	0

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	20.6100	4.32285	10	0.00000	42	1308
2	21.5000	4.11547	10	0.00000	21	656
3	22.4000	3.92166	10	0.00000	21	656
4	23.3000	3.74023	10	0.00000	21	656
5	24.2000	3.57023	10	0.00000	21	656
6	25.1000	3.41166	10	0.00000	21	656
7	26.0000	3.26423	10	0.00000	21	656
8	26.9000	3.12777	10	0.00000	21	656
9	28.0600	3.17741	3	0.00000	7	0
10	28.2200	3.15976	10	0.36000	22	510
11	30.2166	2.95537	31	0.84670	68	2894
12	31.9557	2.79939	35	0.69650	76	2906
13	33.4440	2.67719	7	0.18800	16	501
14	34.3000	2.63701	10	0.28000	21	542
15	35.5325	2.52446	100	0.75000	220	7984
16	36.4000	2.48423	10	0.45270	22	623
17	37.3000	2.44402	10	0.28670	23	495
18	38.2000	2.40381	10	0.18000	17	289
19	39.1000	2.36360	10	0.18000	17	289
20	40.0703	2.24842	10	0.45270	22	623
21	41.2366	2.18748	10	0.28670	23	495
22	41.9300	2.15289	8	0.18000	17	289
23	43.1540	2.09462	27	0.79600	60	2802
24	44.0000	2.05441	10	0.18000	17	289
25	44.9000	2.01420	10	0.18000	17	289
26	45.8000	1.97399	10	0.18000	17	289
27	46.7000	1.93378	10	0.18000	17	289
28	47.6000	1.89357	10	0.18000	17	289
29	48.5000	1.85336	10	0.18000	17	289
30	49.4000	1.81315	10	0.18000	17	289
31	50.5500	1.80414	5	0.14000	10	134
32	51.2775	1.78024	17	0.54500	38	1192
33	52.1520	1.75242	10	0.17600	22	384
34	53.5425	1.71015	20	0.64500	43	1995
35	54.4000	1.67994	10	0.18000	17	289
36	55.3000	1.64973	10	0.18000	17	289
37	56.2000	1.61952	10	0.18000	17	289
38	57.1000	1.58931	10	0.18000	17	289
39	58.0000	1.55910	10	0.18000	17	289
40	58.9000	1.52889	10	0.18000	17	289
41	59.8000	1.49868	10	0.18000	17	289
42	60.7000	1.46847	10	0.18000	17	289
43	61.5600	1.50525	5	0.00000	10	0
44	62.6250	1.48219	64	0.91000	141	6820
45	63.4600	1.46468	10	0.00000	21	0
46	63.7000	1.45974	5	0.08000	10	260
47	64.7150	1.43927	10	0.21000	22	349
48	65.6141	1.42171	15	0.40170	33	879
49	66.3300	1.40809	10	0.34000	22	439
50	67.1666	1.39257	10	0.53670	22	656
51	68.0000	1.37705	10	0.34000	22	439
52	68.8333	1.36153	10	0.34000	22	439
53	69.6666	1.34601	10	0.34000	22	439
54	70.5000	1.33049	10	0.34000	22	439
55	71.3333	1.31497	10	0.34000	22	439
56	72.1666	1.29945	10	0.34000	22	439
57	73.0000	1.28393	10	0.34000	22	439
58	73.8333	1.26841	10	0.34000	22	439
59	74.6666	1.25289	10	0.34000	22	439
60	75.5000	1.23737	10	0.34000	22	439
61	76.3333	1.22185	10	0.34000	22	439
62	77.1666	1.20633	10	0.34000	22	439
63	78.0000	1.19081	10	0.34000	22	439
64	78.8333	1.17529	10	0.34000	22	439
65	79.6666	1.15977	10	0.34000	22	439
66	80.5000	1.14425	10	0.34000	22	439
67	81.3333	1.12873	10	0.34000	22	439
68	82.1666	1.11321	10	0.34000	22	439
69	83.0000	1.09769	10	0.34000	22	439
70	83.8333	1.08217	10	0.34000	22	439
71	84.6666	1.06665	10	0.34000	22	439
72	85.5000	1.05113	10	0.34000	22	439
73	86.3333	1.03561	10	0.34000	22	439
74	87.1666	1.02009	10	0.34000	22	439
75	88.0000	1.00457	10	0.34000	22	439
76	88.8333	0.98905	10	0.34000	22	439
77	89.6666	0.97353	10	0.34000	22	439
78	90.5000	0.95801	10	0.34000	22	439
79	91.3333	0.94249	10	0.34000	22	439
80	92.1666	0.92697	10	0.34000	22	439
81	93.0000	0.91145	10	0.34000	22	439
82	93.8333	0.89593	10	0.34000	22	439
83	94.6666	0.88041	10	0.34000	22	439
84	95.5000	0.86489	10	0.34000	22	439
85	96.3333	0.84937	10	0.34000	22	439
86	97.1666	0.83385	10	0.34000	22	439
87	98.0000	0.81833	10	0.34000	22	439
88	98.8333	0.80281	10	0.34000	22	439
89	99.6666	0.78729	10	0.34000	22	439
90	100.5000	0.77177	10	0.34000	22	439

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
53	71.2200	1.32284	33	0.50000	87	5782
54	72.0000	1.30925	33	0.50000	97	5
55	72.0000	1.29715	29	0.50000	84	5
56	73.0000	1.28145	33	0.50000	112	6
57	74.0000	1.27407	34	0.50000	119	6
58	74.0000	1.26717	33	0.50000	101	6

*** Basic Data Process ***

Data Information

Group : Standard
Data : mgnitite190c
Sample Name : 1000000
Comment :
Date & Time : 06-10-10 11:02:15

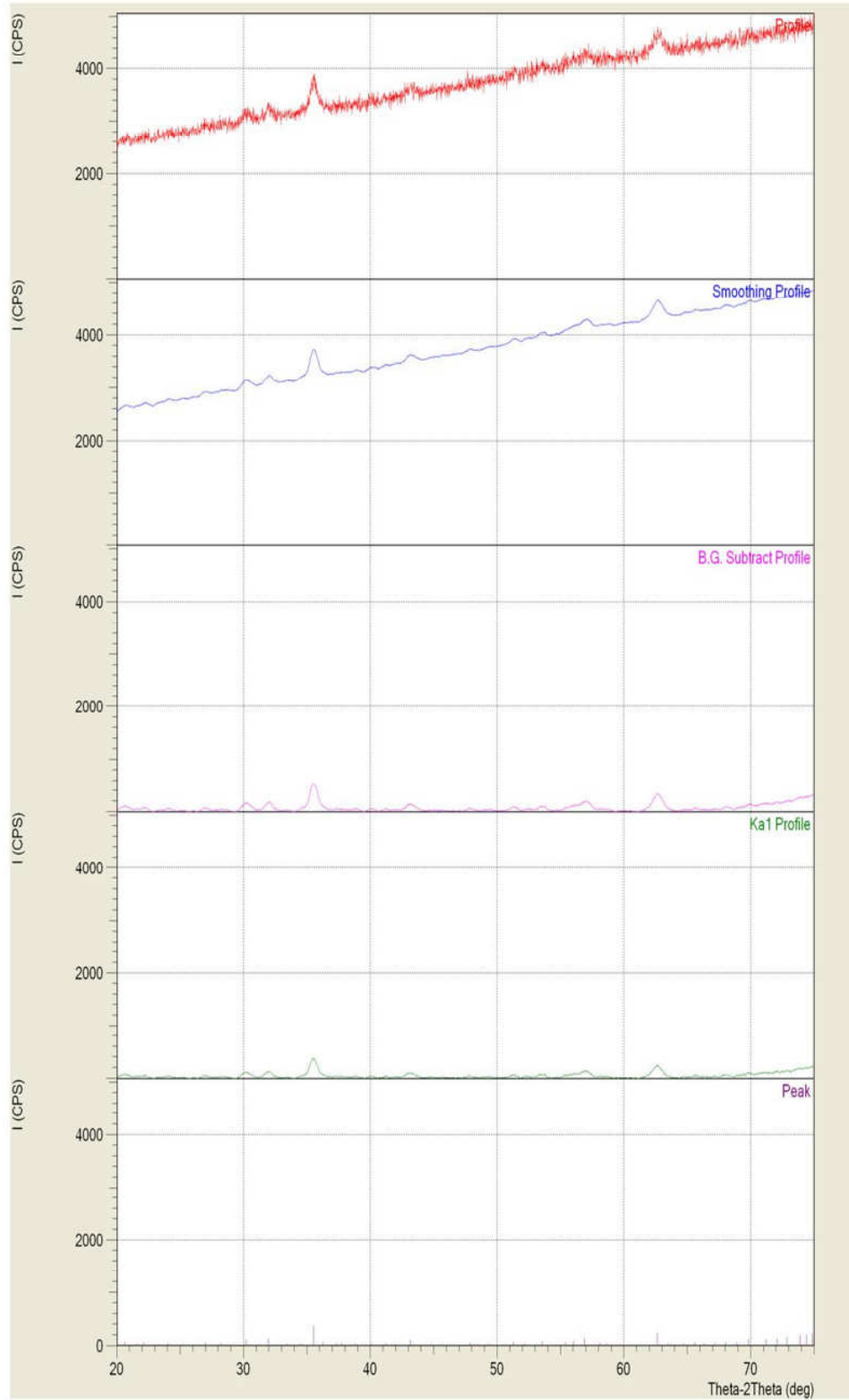
Measurement Condition

X-ray tube
target : Cu
Voltage : 40.0 (kV)
Current : 15.0 (mA)
Filter :
Soller slit :
Scatter slit :
Receiving slit :
Sample :
Sample height :
Sample position :
Sample rotation :
Sample rotation speed :
Sample rotation direction :
Sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.60 (sec)

Data Process Condition

Smoothing [AUTO]
smoothing points : 51
B.G.Subtraction [AUTO]
sampling points : 51
repeat times : 30
Kal-a2 Separate [MANUAL]
Kal a2 ratio : 50 (%)
Peak Search [AUTO]
differential points : 39
FWHM threshold : 0.050 (deg)
intensity threshold : 30 (par mil)
FWHM ratio (n-1)/n : 2
System error Correction [NO]
Precise peak Correction [NO]

< Group: Standard Data: mgnitite190c >



*** Basic Data Process ***

Group: s Standard
 Date: 8/11/2008

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	14	35.4563	2.52971	100	0.75990	291	11965
2	41	62.5666	1.48343	55	0.94670	159	6913
3	34	57.0067	1.61417	45	0.80000	130	5548

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	21.4250	4.14214	4	2.97000	11	57
2	22.3850	3.95714	1	2.80000	1	1
3	23.3450	3.78571	1	2.64000	1	1
4	24.3050	3.62857	1	2.49000	1	1
5	25.2650	3.48571	1	2.35000	1	1
6	26.2250	3.34714	1	2.22000	1	1
7	27.1850	3.21429	1	2.10000	1	1
8	28.1450	3.08571	1	1.99000	1	1
9	30.1082	2.96576	29	0.70790	84	3126
10	30.7600	2.90439	7	0.18660	21	296
11	31.9250	2.80101	32	0.72000	93	3379
12	33.2300	2.69393	9	0.66000	25	1044
13	34.5800	2.60780	11	0.60000	31	1134
14	35.4563	2.52971	100	0.75990	291	11965
15	37.8400	2.40511	9	0.56000	27	1126
16	39.2600	2.30000	1	0.51000	1	1
17	40.7200	2.20286	1	0.47000	1	1
18	42.2200	2.11429	1	0.43000	1	1
19	43.7600	2.03429	1	0.40000	1	1
20	43.1500	2.09481	27	0.86000	80	3983
21	44.0420	2.05443	11	0.31600	33	711
22	44.8966	2.01729	9	0.20670	25	573
23	46.1683	1.96464	5	0.35670	16	345
24	47.5800	1.92000	1	0.32000	1	1
25	49.0400	1.87714	1	0.29000	1	1
26	50.5400	1.83571	1	0.26000	1	1
27	52.0800	1.79571	1	0.23000	1	1
28	53.6600	1.75714	1	0.20000	1	1
29	55.2800	1.72000	1	0.18000	1	1
30	56.9400	1.68429	1	0.16000	1	1
31	55.4000	1.65712	20	0.65340	57	2298
32	55.8800	1.64402	14	0.00000	42	0
33	56.1800	1.63595	17	0.00000	49	0
34	57.0067	1.61417	45	0.80000	130	5548
35	58.4800	1.58000	1	0.75000	1	1
36	59.9800	1.54714	1	0.70000	1	1
37	61.5200	1.51571	1	0.66000	1	1
38	63.1000	1.48571	1	0.62000	1	1
39	64.7200	1.45714	1	0.59000	1	1
40	66.3800	1.43000	1	0.56000	1	1
41	62.5666	1.48343	55	0.94670	159	6913
42	63.5800	1.46220	10	0.54660	28	1215
43	64.3800	1.44595	12	0.32000	36	656
44	64.5600	1.44235	6	0.00000	18	0
45	64.9800	1.43404	13	0.74000	39	1327
46	65.9240	1.41578	9	0.31200	25	505
47	66.6783	1.40158	15	0.58330	45	1652
48	67.9362	1.37866	11	0.28750	32	641
49	69.7000	1.35714	10	0.28660	28	718
50	71.5800	1.33714	1	0.28660	1	1
51	73.5600	1.31857	1	0.28660	1	1
52	75.6400	1.30143	1	0.28660	1	1
53	77.8200	1.28571	1	0.28660	1	1
54	80.1000	1.27143	1	0.28660	1	1
55	82.5800	1.25857	1	0.28660	1	1
56	85.1600	1.24714	1	0.28660	1	1
57	87.8400	1.23714	1	0.28660	1	1
58	90.6200	1.22857	1	0.28660	1	1
59	93.5000	1.22143	1	0.28660	1	1
60	96.4800	1.21571	1	0.28660	1	1
61	99.5600	1.21143	1	0.28660	1	1
62	102.7400	1.20857	1	0.28660	1	1
63	106.0200	1.20714	1	0.28660	1	1
64	109.4000	1.20714	1	0.28660	1	1
65	112.8800	1.20857	1	0.28660	1	1
66	116.4600	1.21143	1	0.28660	1	1
67	120.1400	1.21571	1	0.28660	1	1
68	123.9200	1.22143	1	0.28660	1	1
69	127.8000	1.22857	1	0.28660	1	1
70	131.7800	1.23714	1	0.28660	1	1
71	135.8600	1.24714	1	0.28660	1	1
72	140.0400	1.25857	1	0.28660	1	1
73	144.3200	1.27143	1	0.28660	1	1
74	148.7000	1.28571	1	0.28660	1	1
75	153.1800	1.30143	1	0.28660	1	1
76	157.7600	1.31857	1	0.28660	1	1
77	162.4400	1.33714	1	0.28660	1	1
78	167.2200	1.35714	1	0.28660	1	1
79	172.1000	1.37857	1	0.28660	1	1
80	177.0800	1.40143	1	0.28660	1	1
81	182.1600	1.42571	1	0.28660	1	1
82	187.3400	1.45143	1	0.28660	1	1
83	192.6200	1.47857	1	0.28660	1	1
84	198.0000	1.50714	1	0.28660	1	1
85	203.4800	1.53714	1	0.28660	1	1
86	209.0600	1.56857	1	0.28660	1	1
87	214.7400	1.60143	1	0.28660	1	1
88	220.5200	1.63571	1	0.28660	1	1
89	226.4000	1.67143	1	0.28660	1	1
90	232.3800	1.70857	1	0.28660	1	1
91	238.4600	1.74714	1	0.28660	1	1
92	244.6400	1.78714	1	0.28660	1	1
93	250.9200	1.82857	1	0.28660	1	1
94	257.3000	1.87143	1	0.28660	1	1
95	263.7800	1.91571	1	0.28660	1	1
96	270.3600	1.96143	1	0.28660	1	1
97	277.0400	2.00857	1	0.28660	1	1
98	283.8200	2.05714	1	0.28660	1	1
99	290.7000	2.10714	1	0.28660	1	1
100	297.6800	2.15857	1	0.28660	1	1

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
53	12.2400	7.36375	33	0.50000	67	3222
54	22.0000	3.33333	33	0.50000	33	2
55	72.0000	1.37037	37	0.50000	107	3522

*** Basic Data Process ***

Data Information

Group : Standard
Date : 2000/03/01
Sample Name :
Operator :
Date of Print : 2000/03/01

Measurement Condition

X-ray tube
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 30.0 (mA)

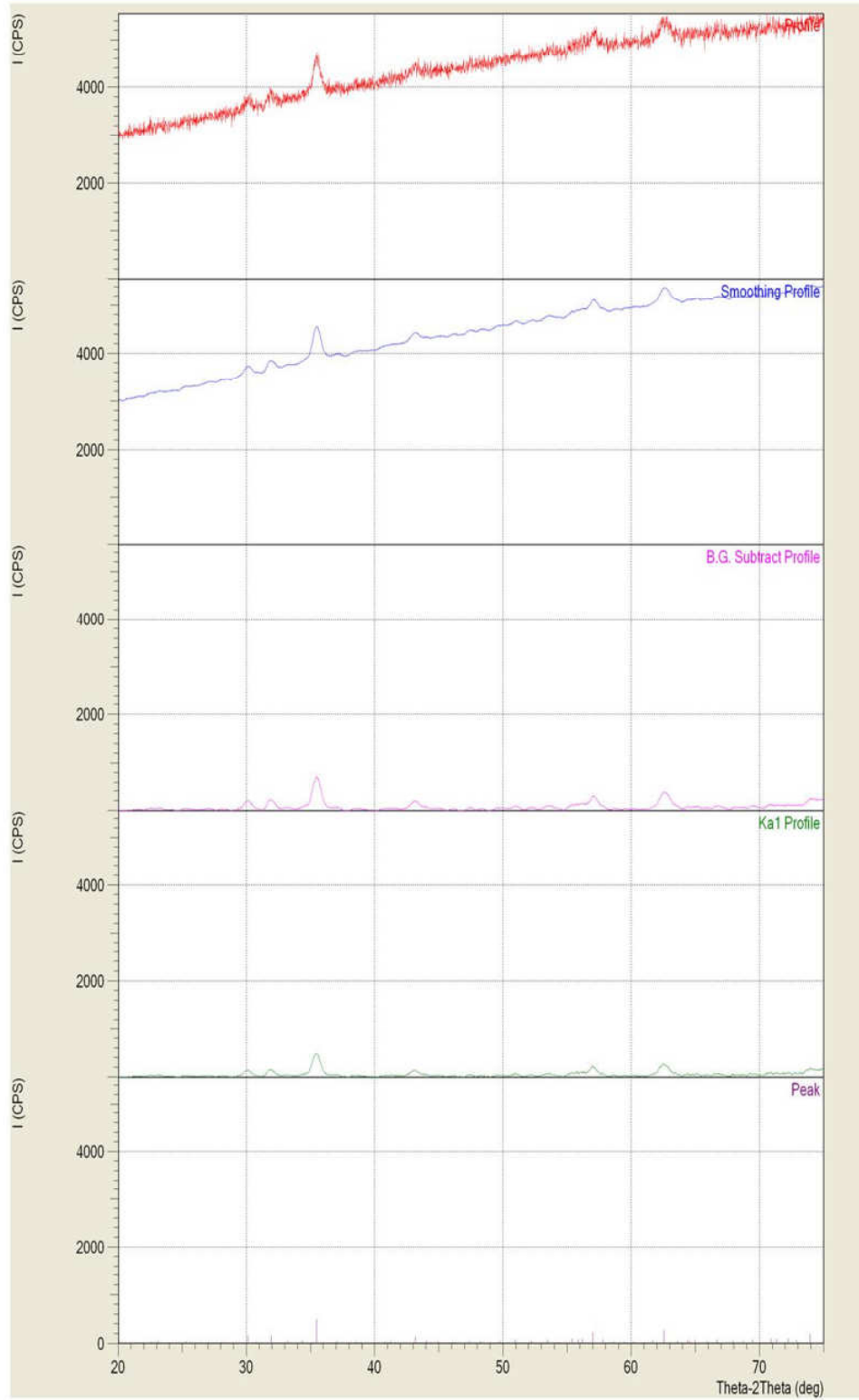
Slits
Goniometer slit :
Receiving slit :
Scatterer slit :
Soller slit :

Scanning
drive axis : Theta-2Theta
scan range : 20.0000 - 75.0000 (deg)
scan mode : Continuous Scan
scan speed : 2.0000 (deg/min)
sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.60 (sec)

Data Process Condition

Smoothing [AUTO]
smoothing points : 51
K_{α1}-K_{α2} separation [AUTO]
coupling points : 51
repeat times : 51
K_{α1}-K_{α2} separation [AUTO]
K_{α1} a₂ ratio : 50 (%)
Peak Search [AUTO]
differential points : 39
FWHM threshold : 0.050 (deg)
Peak Width (FWHM) % :
Peak Width (FWHM) % :

< Group: Standard Data: mgnitite200c >



*** Basic Data Process ***

Group: s Standard
Data: s 1011101010

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	13	35.4420	2.53070	100	1.00400	181	10112
2	37	62.5240	1.48434	61	1.32800	110	7802
3	42	69.2000	1.35654	51	0.00000	92	0

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	20.1323	4.38071	7	0.23330	13	381
2	21.8620	4.04140	1	0.33330	1	1
3	22.7728	3.91187	1	0.33330	1	1
4	23.6728	3.79187	1	0.33330	1	1
5	24.5728	3.68187	1	0.33330	1	1
6	25.4728	3.58187	1	0.33330	1	1
7	26.3728	3.49187	1	0.33330	1	1
8	27.2728	3.41187	1	0.33330	1	1
9	28.1728	3.34187	1	0.33330	1	1
9	28.4766	3.13187	3	0.03330	5	10
10	30.0120	2.97505	27	0.89600	48	2477
11	31.8333	2.80887	30	0.85330	54	2860
12	33.1000	2.70421	9	0.08000	16	165
13	35.4420	2.53070	100	1.00400	181	10112
14	36.5800	2.44927	21	0.66000	31	1457
15	37.7200	2.38279	13	0.51200	22	703
16	38.8600	2.32127	11	0.46000	19	610
17	40.0000	2.26471	10	0.42000	18	570
18	41.1400	2.21310	9	0.38000	17	530
19	42.2800	2.16544	8	0.34000	16	490
20	44.0000	2.05629	6	0.00000	11	0
21	44.6491	2.02789	11	0.16830	20	330
22	45.9430	1.97375	11	0.18600	20	451
23	46.5800	1.94823	5	0.03200	9	44
24	47.7200	1.90430	4	0.02000	7	35
25	48.8600	1.87087	3	0.01300	5	26
26	50.0000	1.83791	2	0.00800	3	17
27	51.1400	1.80541	1	0.00500	2	10
28	52.2800	1.77337	1	0.00300	1	6
29	53.4200	1.74179	1	0.00200	1	4
30	54.5600	1.71067	1	0.00100	1	2
31	55.9400	1.64240	17	1.00000	31	1515
32	57.0166	1.61392	41	0.88670	75	3421
33	58.8746	1.56734	10	0.32270	19	491
34	59.4706	1.55304	9	0.12530	17	236
35	60.6000	1.52629	8	0.09000	15	195
36	61.7400	1.50000	7	0.06000	13	154
37	62.5240	1.48434	61	1.32800	110	7802
38	63.6600	1.45957	50	0.99000	90	6390
39	64.8000	1.43527	40	0.74000	70	5280
40	65.9400	1.41143	30	0.55000	50	3870
41	67.0800	1.38804	20	0.40000	30	2360
42	69.2000	1.35654	51	0.00000	92	0

*** Basic Data Process ***

Data Information

Sample : Standard
Date : 2012/01/10
Sample Name :
Operator :
Room : 1000

Measurement Condition

X-ray tube
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 30.0 (mA)

Slits
Goniometer slit :
Receiving slit :
Scattering slit :

Scanning
drive axis : Theta-2Theta
scan range : 20.0000 - 70.0000 (deg)
scan mode : Continuous Scan
scan speed : 2.0000 (deg/min)
sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.60 (sec)

Data Process Condition

Smoothing [AUTO]
smoothing points : 51

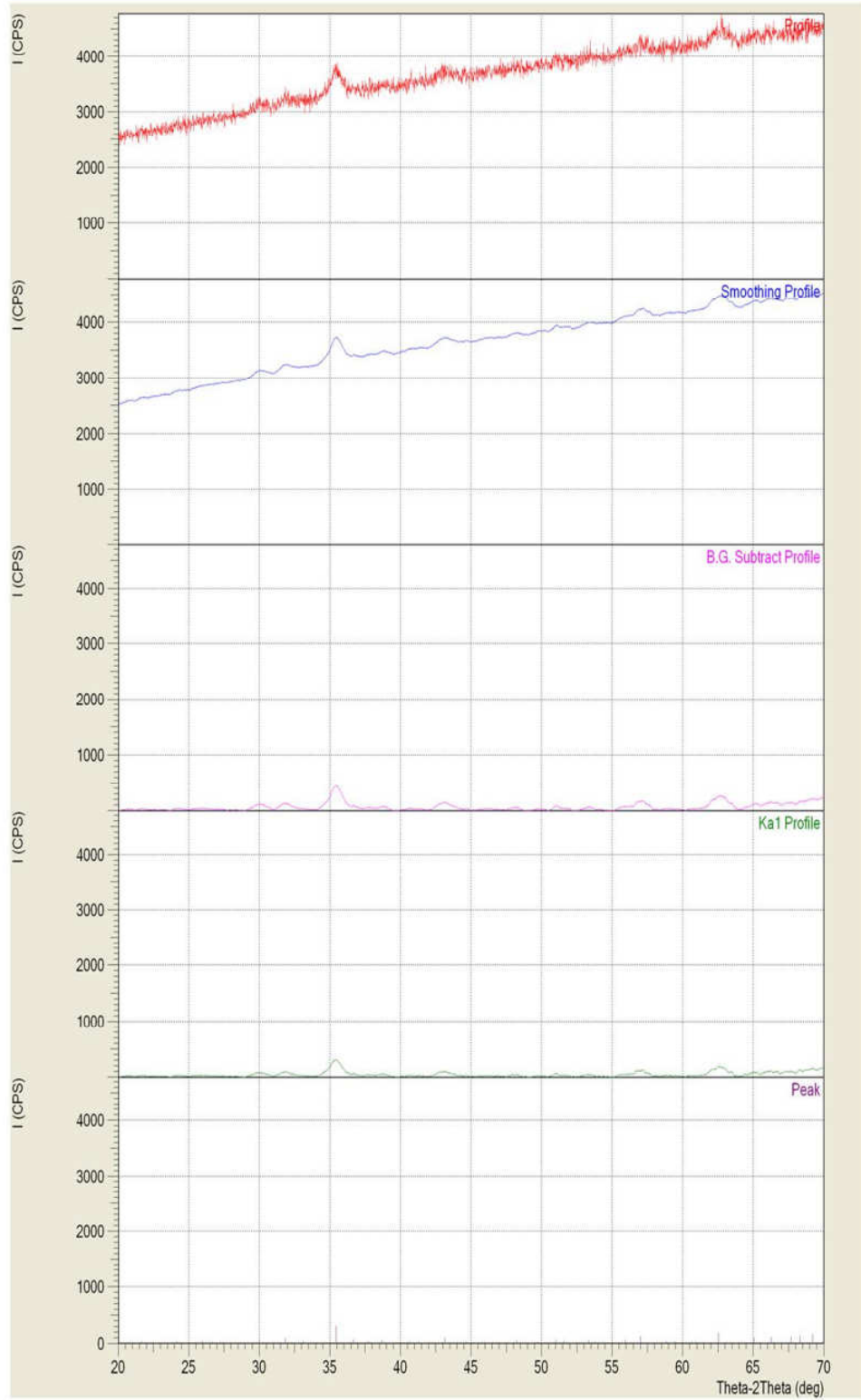
S.S. Subtraction [AUTO]
sampling points : 51
repeat times : 20

Kal-a2 Separate [MANUAL]
Kal a2 ratio : 50 (%)

Peak Search [AUTO]
differential points : 51
FWHM threshold : 0.050 (deg)
Minimum Intensity : 0.000000
Peak Width (FWHM) : 0.000000

System Error Correction [OFF]
Effective Peak Correction [OFF]

< Group: Standard Data: mgtitel0jam >



*** Basic Data Process ***

Group: s Standard
Data: s MgTiV2O7

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	14	35.5366	2.52418	100	0.99330	191	10056
2	37	62.7000	1.48059	75	1.45340	144	8275
3	43	68.9800	1.36032	52	0.00000	99	0

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	20.5726	4.39917	7	0.24500	13	252
2	21.7000	4.10000	10	0.10000	15	300
3	22.7000	3.92308	12	0.08000	16	320
4	23.7000	3.76613	14	0.06000	17	340
5	24.7000	3.62500	16	0.05000	18	360
6	25.7000	3.49777	18	0.04000	19	380
7	26.7000	3.38333	20	0.03000	20	400
8	27.7000	3.28000	22	0.02000	21	420
9	30.0200	2.97427	25	0.94000	47	2085
10	30.5800	2.92107	17	0.00000	33	0
11	32.0316	2.79193	28	0.68330	54	2955
12	32.1400	2.79104	4	0.00000	7	0
13	33.7606	2.65279	32	0.10000	19	380
14	35.5366	2.52418	100	0.99330	191	10056
15	37.1100	2.42000	37	0.46000	32	710
16	38.7000	2.32000	45	0.36000	40	800
17	40.3000	2.22000	54	0.28000	49	980
18	41.9000	2.12000	63	0.20000	58	1160
19	43.5000	2.02000	72	0.12000	67	1340
20	43.1900	2.09296	29	0.84000	56	2517
21	44.6153	2.02935	16	0.45730	31	775
22	45.5220	1.99102	5	0.15600	10	94
23	46.1900	1.96376	8	0.30000	16	283
24	47.7000	1.87000	10	0.18000	20	400
25	49.3000	1.77000	12	0.12000	24	480
26	50.9000	1.67000	14	0.08000	28	560
27	52.5000	1.57000	16	0.06000	32	640
28	54.1000	1.47000	18	0.04000	36	720
29	55.7000	1.37000	20	0.03000	40	800
30	57.3000	1.27000	22	0.02000	44	880
31	56.9275	1.61623	44	1.93500	84	6860
32	58.4400	1.57795	15	0.86400	28	1112
33	59.1366	1.56102	16	0.27330	30	472
34	60.2975	1.53371	17	0.72500	32	1278
35	61.9000	1.43000	19	0.48000	36	1440
36	63.5000	1.33000	21	0.32000	40	1600
37	62.7000	1.48059	75	1.45340	144	8275
38	64.1000	1.38000	23	0.24000	44	1760
39	65.7000	1.28000	25	0.16000	48	1920
40	67.3000	1.18000	27	0.10000	52	2080
41	68.9800	1.36032	52	0.00000	99	0
42	68.3400	1.37149	38	0.00000	72	0
43	68.9800	1.36032	52	0.00000	99	0

*** Basic Data Process ***

Data Information

Sample : Standard
Date : 2014/05/14
Sample Name : 1000000000
Operator :
Date of Measurement : 2014/05/14

Measurement Condition

X-ray tube
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 30.0 (mA)

Slits
Gode slit : 1.0000 mm
Divergence slit : 1.0000 mm
Receiving slit : 1.0000 mm

Scanning
drive axis : Theta-2Theta
scan range : 20.0000 - 70.0000 (deg)
scan mode : Continuous Scan
scan speed : 2.0000 (deg/min)
sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.60 (sec)

Data Process Condition

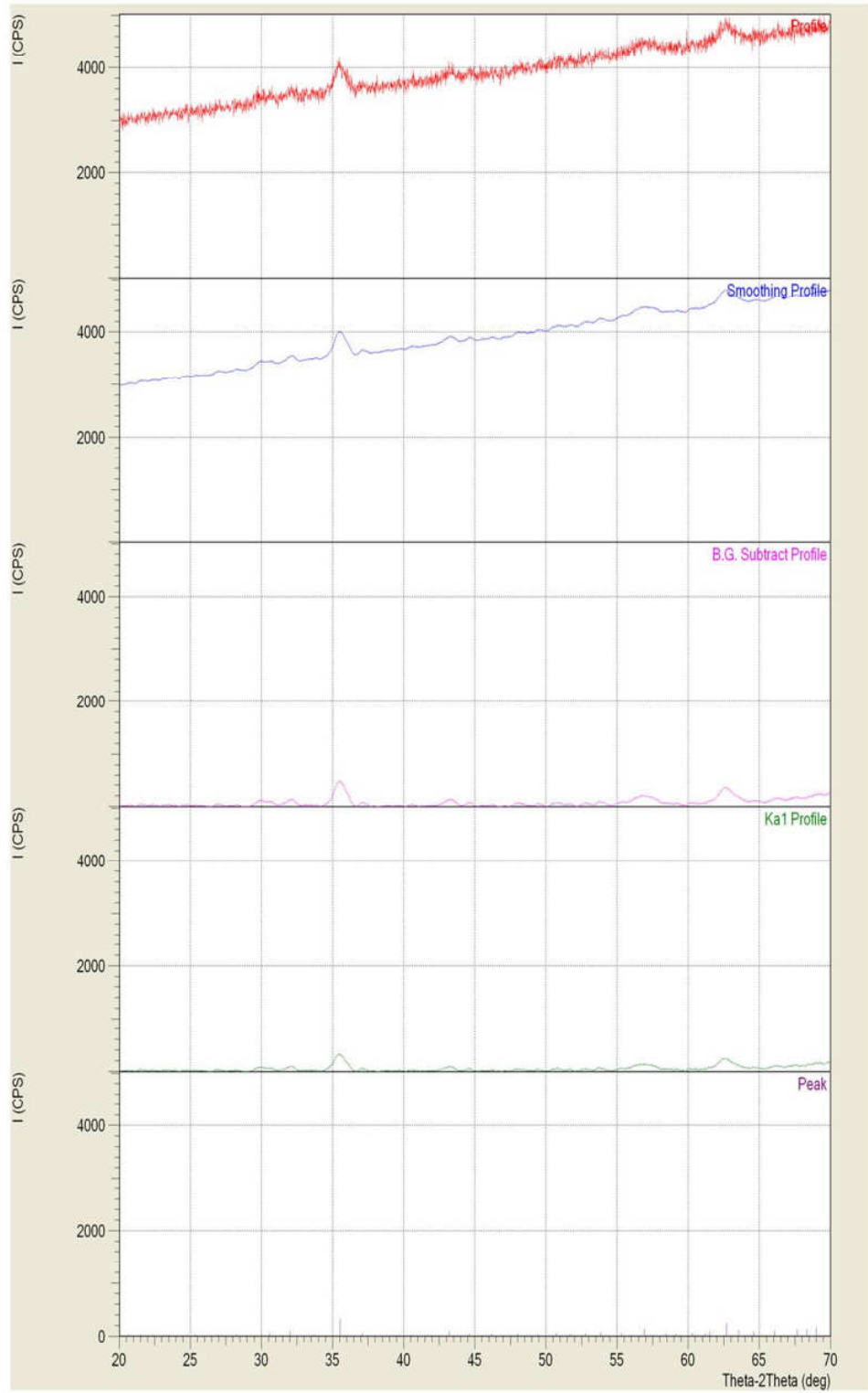
Smoothing [AUTO]
smoothing points : 51

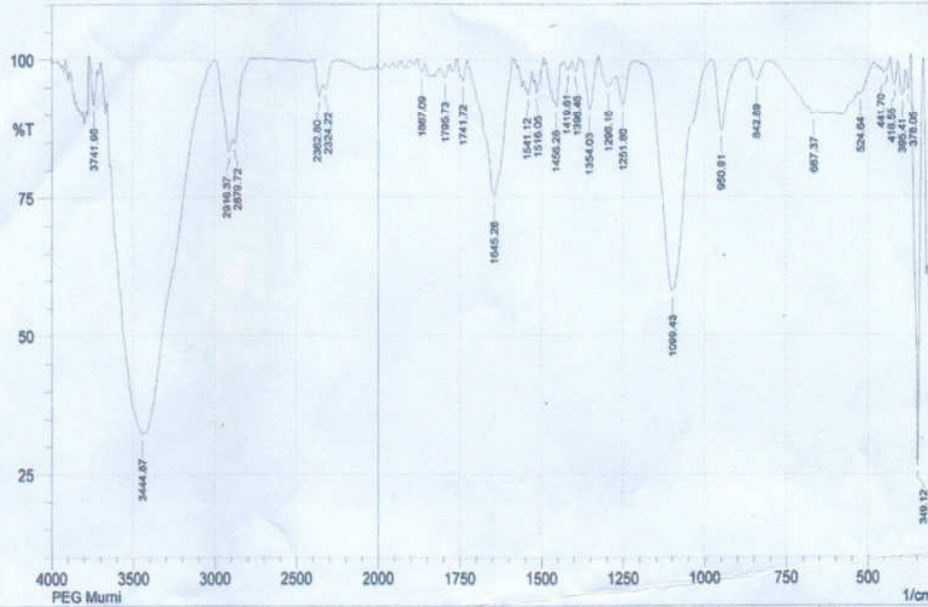
N.S. Subtraction [AUTO]
sampling points : 51
repeat times : 20

Kal-a2 Separate [MANUAL]
Kal a2 ratio : 50 (%)

Peak Search [AUTO]
differential points : 51
FWHM threshold : 0.050 (deg)
Minimum Intensity : 0.000000
Peak Width (FWHM) : 0.000000
Peak Width (FWHM) : 0.000000
Peak Width (FWHM) : 0.000000

< Group: Standard Data: mgtite12jam >

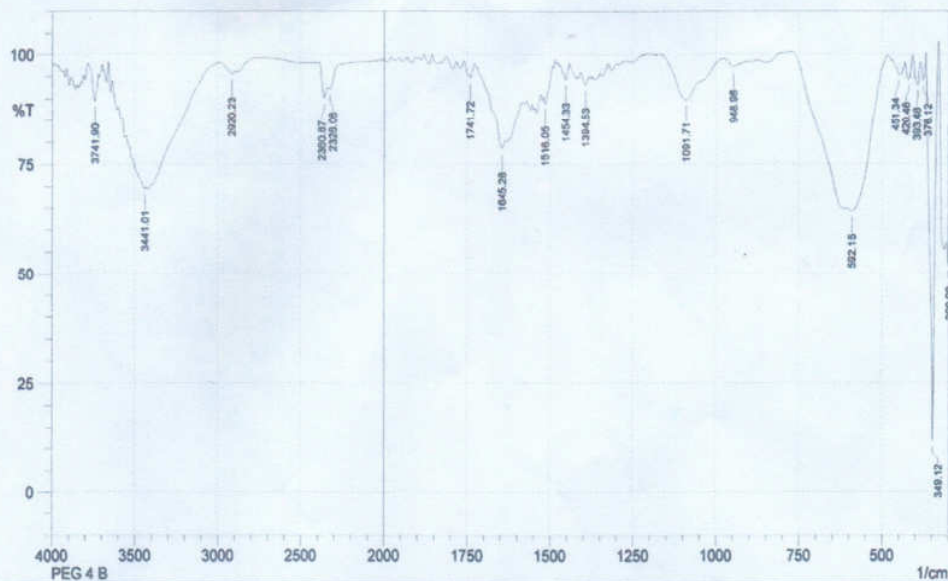




No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	310.54	60.25	1.77	318.25	306.68	2.48	0.08
2	349.12	26.35	73.31	368.4	333.69	6.99	6.95
3	378.05	94.69	4.7	385.76	370.33	0.22	0.18
4	395.41	93.51	5.05	410.84	385.76	0.46	0.32
5	418.55	95.39	4.43	432.05	410.84	0.27	0.26
6	441.7	98.06	0.4	443.63	432.05	0.06	0.02
7	524.64	93.7	1.05	530.42	484.13	0.8	0.12
8	667.37	90.08	0.83	682.8	655.8	1.18	0.07
9	842.89	96.21	3.73	875.68	800.46	0.55	0.52
10	950.91	87.05	12.83	978.84	885.33	2	1.94
11	1099.43	57.94	41.92	1217.08	961.77	18.38	18.24
12	1251.8	91.73	6.43	1274.95	1217.08	1.06	0.66
13	1296.16	95.1	3.45	1325.1	1274.95	0.75	0.49
14	1354.03	91.01	9.15	1375.25	1325.1	0.96	1
15	1396.46	97.95	2.13	1408.04	1382.96	0.11	0.12
16	1419.61	98.24	1.48	1433.11	1408.04	0.13	0.09
17	1456.26	91.47	3.09	1462.04	1442.75	0.51	0.15
18	1516.05	94.12	2.83	1519.91	1494.83	0.38	0.2
19	1541.12	93.68	2.11	1546.91	1529.55	0.38	0.09
20	1645.28	75.05	24.89	1728.22	1589.34	7.92	7.88
21	1741.72	96.22	1.63	1747.51	1728.22	0.21	0.08
22	1795.73	96.74	2.04	1813.09	1782.23	0.31	0.14
23	1867.09	97.8	1.85	1880.6	1857.45	0.14	0.11
24	2324.22	94.74	1.56	2341.58	2260.57	0.95	0.08
25	2362.8	93.32	3.79	2395.59	2341.58	1.01	0.44
26	2679.72	84.63	2.47	2893.22	2769.78	3.1	-1.03
27	2916.37	83.22	5.33	3001.24	2893.22	4.67	0.94
28	3444.87	32.13	3.31	3641.6	3433.29	70.22	9.8
29	3741.9	91.82	7.32	3772.76	3722.61	0.95	0.83

Comment;
PEG Murni

Date/Time; 6/30/2016 12:35:47 PM
No. of Scans;
Resolution;
Apodization;



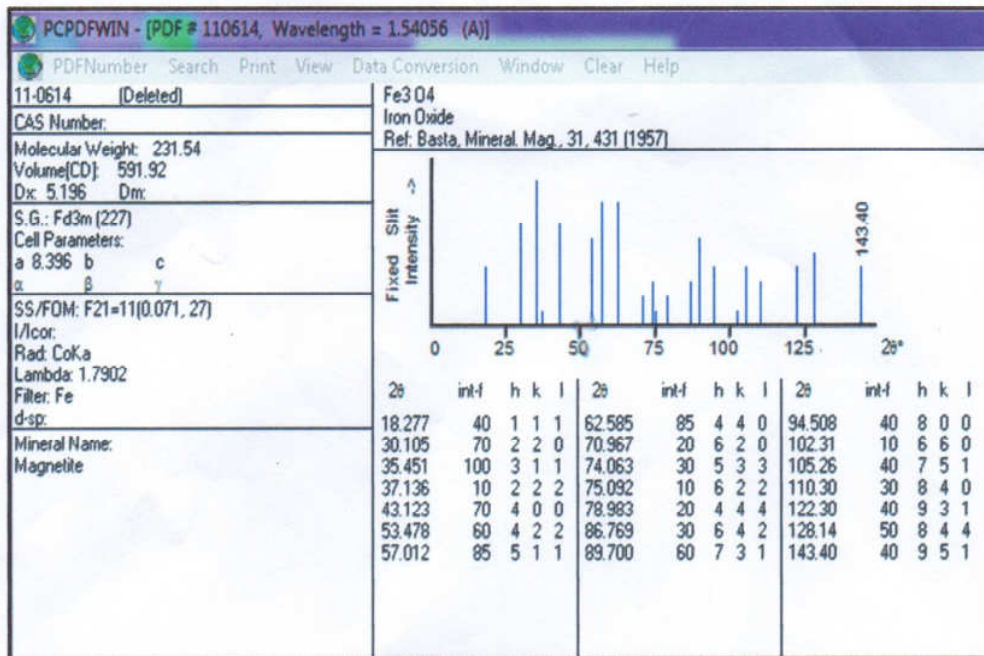
PEG 4 B

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	300.9	51.92	49.04	306.68	298.97	1.43	1.02
2	349.12	11.48	90.14	368.4	331.76	9.68	9.93
3	376.12	94	5.41	385.76	368.4	0.27	0.21
4	393.48	93.1	5.64	408.91	385.76	0.46	0.36
5	420.48	94.33	4.61	432.05	408.91	0.38	0.28
6	451.34	95.35	1.14	472.56	443.63	0.41	0.05
7	592.15	64.09	5.98	611.43	486.06	14.11	2.6
8	948.98	97.22	1.64	975.98	908.47	0.59	0.24
9	1091.71	89.64	10	1170.79	975.98	4.38	4
10	1394.53	93.21	2.27	1408.04	1382.96	0.64	0.14
11	1454.33	94.3	3.49	1469.76	1442.75	0.48	0.21
12	1516.05	88.83	2.6	1519.91	1492.9	0.92	0.18
13	1645.28	78.41	3.67	1728.22	1635.64	5.04	0.31
14	1741.72	94.68	1.57	1747.51	1728.22	0.35	0.08
15	2328.08	92.12	0.46	2331.94	2276	1.26	-0.02
16	2360.87	90.03	4.36	2395.59	2343.51	1.55	0.47
17	2920.23	95.54	1.21	2991.59	2891.3	1.46	0.21
18	3441.01	69.46	0.98	3514.3	3433.29	11.66	0.5
19	3741.9	89.36	6.77	3772.76	3720.69	1.66	0.8

Comment;
PEG 4 B

Date/Time; 6/30/2016 12:03:46 PM
No. of Scans;
Resolution;
Apodization;

Lampiran data base JCPDS Fe₃O₄



Lampiran data base JCPDS Fe₂O₃

