

**ADSORPSI-REDUKSI Au³⁺ MENGGUNAKAN
MAGNETIT TERLAPISI ASAM GALAT**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian Persyaratan
mencapai Derajat sarjana S-1**

Program Studi Kimia



**Jazarotun Nisak
09630002**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2014**



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Jazarotun Nisak

NIM : 09630002

Judul Skripsi : Adsorpsi-Reduksi Au^{3+} Menggunakan Magnetit Terlapisi Asam Galat

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Februari 2014

Pembimbing

Maya Rahmayanti, M.Si

NIP. 19810627 200604 2 003



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Jazarotun Nisak
NIM : 09630002
Judul Skripsi : Adsorpsi-Reduksi Au^{3+} Menggunakan Magnetit Terlapisi Asam Galat

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 7 Februari 2014
Konsultan

Pedy Artsanti, M.Sc



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.


Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Jazarotun Nisak
NIM : 09630002
Judul Skripsi : Adsorpsi-Reduksi Au^{3+} Menggunakan Magnetit Terlapisi Asam Galat

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 13 Februari 2014
Konsultan


Endarujir Sedyadi, S.Si.,M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jazarotun Nisak
NIM : 09630002
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul :

ADSORPSI-REDUKSI Au³⁺ MENGGUNAKAN MAGNETIT TERLAPISI ASAM GALAT

adalah hasil karya sendiri dan sepanjang sepengetahuan penulis tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian tertentu yang diambil sebagai bahan acuan yang secara tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 12 Februari 2014

Yang menyatakan


**METERAI
TEMPIL**
PABRIK PANGKALAN
DES/FACT 133979504
6000 **DJP**
Jazarotun Nisak
NIM. 09630002



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/506/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi-Reduksi Au^{3+} Menggunakan Magnetit Terlapisi Asam Galat

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Jazarotun Nisak
NIM : 09630002
Telah dimunaqasyahkan pada : 22 Januari 2014
Nilai Munaqasyah : A -

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Maya Rahmayanti, M.Si
NIP.19810627 200604 2 003

Penguji I

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji II

Endang Sedyadi, M.Sc

Yogyakarta, 22 Januari 2014

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198503 1 002

MOTTO

**“Allah mengangkat orang-orang beriman di antara kamu dan juga orang-orang yang dikaruniai ilmu pengetahuan hingga beberapa derajat.”
(Al-Mujadalah: 11)**

**“Orang-orang yang hebat dibidang apapun bukan bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi.”
(Erenest Newman)**

**“Nol adalah awal dari segalanya. Tidak ada yang bisa dicapai jika tidak memulainya dari nol.”
(Shinichi Kudo)**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untukmu...

Bapak dan Ibu Tercinta

Kakak dan Adikku Tersayang

Almamaterku tercinta

Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T atas segala berkah, rahmat, hidayah serta inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Adsorpsi-Reduksi Au^{3+} Menggunakan Magnetit Terlapisi Asam Galat”. Serta karena petunjuk-Nya lah penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tanpa suatu halangan apapun. Sholawat serta salam tidak lupa juga penulis sampaikan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat dan kaum muslimin.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis telah mendapatkan pengarahan, bimbingan, dan petunjuk-petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, selayaknya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti WahyuWidowati, S.Si, M.Biotech selaku ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si , selaku Dosen Pembimbing Akademik
4. Ibu Maya Rahmayanti, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya serta begitu sabar memberika bimbingan, pengarahan, serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang sudah membagi ilmu yang sangat bermanfaat.

6. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si. selaku PLP Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan dorongan selama melakukan penelitian.
7. Kedua orangtua tua tercinta dan tersayang Bapak Sujatman dan Ibu Sulbiyati serta keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dorongan baik moril maupun materi kepada penulis. Kakak-kakakku (Marisatul Ula dan M. Noor Rohman), adik-adikku (M. Abdil Fikri dan Lukmannul Hakim) kalianlah sumber inspirasi dan motivasiku dan keluarga besarku yang selalu memberikan doa yang tidak ternilai harganya.
8. Sahabat-sahabat seperjuangan Wafiratul Husna, Astuti Paweni, Khikmatun Khasanah, Naylal Muna, Imam Agus Mustofa, Andri Somantri, Nura Lailatussoimah, Wiqoyatul Muniroh, Eva Kholifatun, dan berbagai pihak dari keluarga besar Progam Studi Kimia 2009 UIN Sunan Kalijaga yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, kalian tidak akan terlupakan.
9. Keluarga besar Progam Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga dari berbagai angkatan yang telah sabar membantu dalam penyusunan skripsi dan memberikan doa.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dari penulisan proposal, penelitian, dan penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Sebagaimana mahasiswa yang baru belajar, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya. Untuk itu saran dan

kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis hanya bisa berusaha dan berdoa, agar apa yang telah penulis laksanakan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan masyarakat umumnya. Semoga segala bantuan, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan akan digantikan oleh Allah SWT.

Yogyakarta, 4 Januari 2014

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS KONSULTAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI.....	5
A. Tinjauan Pustaka	5

B. Landasan Teori	7
1. Magnetit.....	7
2. Asam Galat	10
3. Emas	11
4. Isoterm Adsorpsi	13
5. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	16
6. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	18
7. Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	20
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 24
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Alat dan Bahan	24
1. Alat-alat	24
2. Bahan-bahan.....	24
C. Prosedur Penelitian.....	25
1. Preparasi Larutan NaOH 0,5 M.....	25
2. Preparasi Larutan Fe ²⁺ 0,01 M	25
3. Preparasi Larutan Fe ³⁺ 0,01 M	25
4. Preparasi Larutan Asam Galat 0,1 M	25
5. Preparasi Mag-AG.....	25
6. Uji Kemagnetan Menggunakan Medan Magnet Luar	26
7. Penentuan Keberadaan Gugus -COOH dan -OH dalam Mag-AG	26
8. Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi-Reduksi Ion Au ³⁺	26
9. Pengaruh Waktu Terhadap Adsorpsi-Reduksi Ion Au ³⁺	26

10. Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	27
11. Visualisasi Mag - AG	27
BAB IV HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN	28
A. Preparasi Magnetit-Asam Galat (Mag-AG)	28
B. Karakterisasi Mag-AG	29
1. Hasil Karakterisasi Menggunakan FTIR	29
2. Hasil Karakterisasi Menggunakan XRD	31
C. Uji Kemagnetan Menggunakan Medan Magnet Luar	32
D. Keberadaan Gugus -COOH dan -OH dalam Mag-AG.....	33
E. Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi-Reduksi Ion Au ³⁺	34
F. Pengaruh Waktu Terhadap Adsorpsi-Reduksi Ion Au ³⁺	37
G. Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	39
H. Visualisasi Mag-AG	42
BAB V KESIMPULAN dan SARAN.....	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur kristal magnetit.....	8
Gambar 2.2	Struktur kimia asam galat (3, 4, 5 – Trihidroksi Asam Benzoat)....	11
Gambar 2.3	Visualisasi persamaan Bragg	19
Gambar 2.4	Proses absorpsi atom	21
Gambar 2.5	Instrumen SAA.....	22
Gambar 4.1	Perbandingan spektra IR Mag-AG (A) dengan magnetit standar (B) dan AG standar (C)	30
Gambar 4.2	Perbandingan pola difraksi magnetit standar (A) dengan Mag-AG (B).....	32
Gambar 4.3	Distribusi Kation pada spinel Terbalik	33
Gambar 4.4	Kurva hubungan volume NaOH dengan pH larutan Mag-AG.....	33
Gambar 4.5	Hubungan persen distribusi Au (III) dengan pH.....	35
Gambar 4.6	Kurva hubungan pH larutan HAuCl_4 dengan ion Au^{3+} teradsorp....	36
Gambar 4.7	Kurva hubungan waktu interaksi dengan ion Au^{3+} teradsorp	38
Gambar 4.8	Mekanisme reduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0	39
Gambar 4.9	Grafik hubungan linier $\ln C_e$ terhadap $\ln q_e$ dari Isoterm Freundlich	40
Gambar 4.10	Grafik hubungan linier C_e terhadap C_e/q_e dari Isoterm Langmuir.....	40
Gambar 4.11	Kurva hubungan ion Au^{3+} awal dengan ion Au^{3+} teradsorp	42
Gambar 4.12	Hasil fotomikroskop (a) Mag-AG, (b) logam Au dalam Mag-AG, (c) Mag-AG setelah logam Au dipisahkan, dan (d) logam Au setelah dispisahkan dari Mag-AG	43
Gambar 4.13	Skema Mag-AG mereduksi Au^{3+}	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa sifat unsur emas.....	12
Tabel 4.1 Hasil perhitungan isoterm adsorpsi Au ³⁺ oleh Mag-AG.....	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spektra FTIR magnetit standar	53
Lampiran 2 Spektra FTIR asam galat standar	54
Lampiran 3 Spektra FTIR Mag-AG	55
Lampiran 4 Difraktogram sinar-X magnetit standar	56
Lampiran 5 Difraktogram sinar-X Mag-AG	59
Lampiran 6 Tabel JCPDS untuk magnetit	61
Lampiran 7 Gambar uji kemagnetan menggunakan medan magnet luar	62
Lampiran 8 Tabel hasil perhitungan pengaruh pH terhadap adsorpsi-reduksi ion Au ³⁺	63
Lampiran 9 Hasil perhitungan pengaruh waktu terhadap adsorpsi-reduksi ion Au ³⁺	64
Lampiran 10 Data isoterm adsorpsi Au ³⁺	65

ABSTRAK

ADSORPSI REDUKSI Au^{3+} MENGGUNAKAN MAGNETIT TERLAPISI ASAM GALAT

Oleh:

Jazarotun Nisak
09630002

Pembimbing:

Maya Rahmayanti, M.Si
NIP 19810627 200604 2 003

Telah dilakukan preparasi magnetit terlapis asam galat (Mag - AG) dengan metode kopresipitasi satu tahap dan aplikasinya dalam adsorpsi-reduksi ion Au^{3+} . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi Mag - AG, mengetahui pengaruh pH dan waktu interaksi terhadap adsorpsi-reduksi ion Au^{3+} , serta mengetahui model isoterm adsorpsi yang terjadi.

Preparasi Mag - AG dilakukan dengan mereaksikan Fe^{3+} , Fe^{2+} , dan asam galat dengan perbandingan mol 2:1:2 dalam larutan NaOH 0,5 M. Hasil preparasi dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

Parameter kondisi yang diteliti pada adsorpsi-reduksi ion Au^{3+} adalah pengaruh pH (pH 2-7), waktu interaksi (2 menit, 10, 15, 30, 60, 90 menit), dan model isoterm adsorpsi (Langmuir dan Freundlich). Hasil penelitian menunjukkan adsorpsi-reduksi ion Au^{3+} menggunakan Mag-AG optimum pada pH 3 dengan waktu interaksi selama 15 menit dan mengikuti model isoterm adsorpsi Langmuir dengan koefisien determinasi (R^2) 0,986 dan kapasitas maksimum (q_m) sebesar $0,19609 \times 10^{-3}$ mol/g. Masing-masing situs aktif pada Mag-AG hanya dapat mengadsorpsi satu molekul Au^{3+} dengan gaya elektrostatik, sehingga adsorpsi terbatas pada pembentukan lapisan tunggal (*monolayer*).

Kata kunci: *Magnetit, Asam Galat, Adsorpsi-Reduksi Au^{3+}*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan diiringi dengan perkembangan teknologi. Sampah elektronik merupakan produk perkembangan teknologi yang tidak dapat dihindari. Sifat manusia yang konsumtif menyebabkan terjadinya peningkatan penggunaan produk-produk elektronik, yang memicu peningkatan sampah elektronik.

Emas merupakan salah satu logam berharga yang terkandung dalam elektronik selain perak, tembaga, platina, dan paladium. Emas digunakan sebagai pelapis barang-barang elektronik karena sifatnya yang memiliki ketahanan korosif yang baik dan konduktivitas tinggi terhadap listrik. Permintaan emas oleh produsen listrik dan elektronik meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Di Amerika pada tahun 2007, 6% dari emas yang ditambang digunakan untuk pembuatan peralatan listrik dan elektronik (Chancerel & Rotter, nd). Dalam segi ekonomi, emas digunakan sebagai alat penukar dan memiliki nilai yang tinggi sehingga harga emas dari tahun ke tahun semakin melambung.

Dilihat dari aspek ekonomi dan dampak lingkungan, banyak peneliti melakukan penelitian mengenai *recovery* emas. *Recovery* emas dari limbah biasanya dilakukan dengan metode konvensional seperti presipitasi, ekstraksi pelarut, adsorpsi-reduksi, dan pertukaran ion. Metode presipitasi, ekstraksi pelarut, dan pertukaran ion memiliki kelemahan yang signifikan seperti konsumsi

energi dan reagen dalam jumlah besar, biaya yang relatif tinggi, dan terdapat limbah yang memerlukan pembuangan lanjut (Mack dkk, 2007 dalam Pangeni dkk, 2011). Adsorpsi-reduksi adalah salah satu metode yang dapat me-*recovery* Au(III) dalam larutan yang lebih ramah lingkungan dengan biaya yang relatif lebih murah (Chang dan Dong-Hwang, 2006). Seperti Pangeni dkk (2011) telah mampu mengadsorpsi dan mereduksi Au(III) menjadi Au(0) dengan menggunakan selulosa kapas yang ditambahkan dengan asam sulfat pekat. Ogata dan Nakano (2005) juga telah berhasil melakukan *recovery* emas dan mereduksinya dengan menggunakan senyawa tannin. Reduksi ini terjadi karena adanya gugus hidroksil.

Magnetit (Fe_3O_4) merupakan oksida besi yang paling kuat sifat magnetisnya dan dianggap sebagai tantangan oleh penelitian modern yang berkaitan dengan aplikasi magnetit karena sangat mudah mengalami oksidasi dibandingkan dengan senyawa magnetik lainnya (Cornell & Schwertmann, 1996). Dari berbagai perkembangan penelitian magnetit, salah satunya adalah pelapisan magnetit menggunakan asam organik. Yuniarti (2013) melapiskan asam humat pada magnetit dan berhasil mengadsorpsi dan mereduksi ion $[\text{AuCl}_4]^-$ menjadi Au^0 .

Banyak variasi metode yang digunakan dalam mensintesis magnetit, diantaranya kopresipitasi, dekomposisi termal, mikroemulsi, dan hidrotermal. Kopresipitasi merupakan metode yang sederhana, mudah, biaya produksi rendah, dan lebih ramah lingkungan dibandingkan metode yang lain (Beyaz dan Tanrisever, 2009).

Asam galat (asam 3,4,5-trihidroksibenzoat) merupakan golongan asam fenolik. Asam galat dan berbagai turunannya banyak digunakan sebagai agen pereduksi, seperti pirogallol yang digunakan dalam fotografi. Gugus $-OH$ pada asam galat dapat mereduksi suatu ion logam. Hunaifah (2012) mampu mengadsorpsi dan mereduksi $Au(III)$ menjadi logam Au menggunakan adsorben-reduktor asam humat dan asam galat.

Melihat nilai ekonomis yang tinggi pada emas dan semakin bertambahnya limbah elektronik, pada penelitian ini dilakukan adsorpsi dan reduksi ion Au^{3+} menggunakan magnetit yang dilapisi asam galat (Mag - AG). Mag-AG disintesis menggunakan metode kopresipitasi.

Gugus $-COOH$ dan tiga gugus $-OH$ fenolat pada asam galat akan mengadsorpsi dan mereduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0 . Mag - AG yang membawa Au^0 dapat dengan mudah dipisahkan dari larutannya dengan menggunakan medan magnet luar, sehingga tidak diperlukan penyaringan atau sentrifugasi.

B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Preparasi Mag - AG menggunakan metode kopresipitasi satu tahap (langsung).
2. Sumber Au yang digunakan adalah larutan $HAuCl_4$.
3. Parameter kondisi yang akan diteliti adalah pengaruh pH pada rentang pH 2-7, waktu interaksi 1 menit, 2, 10, 15, 30, 60, dan 90 menit serta konsentrasi larutan $HAuCl_4$ 10 ppm, 30, 60, 80, 100, dan 120 ppm.
4. Isoterm adsorpsi yang dikaji adalah isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik Mag - AG dengan metode kopresipitasi satu tahap?
2. Bagaimana pengaruh pH dan waktu interaksi terhadap kemampuan adsorpsi-reduksi Mag - AG dengan ion Au^{3+} ?
3. Bagaimana model isoterm adsorpsi pada ion Au^{3+} oleh Mag - AG?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui karakteristik Mag-AG dengan metode kopresipitasi satu tahap.
2. Mengetahui pengaruh pH dan waktu terhadap kemampuan adsorpsi-reduksi Mag-AG dengan ion Au^{3+} .
3. Mengetahui model isoterm adsorpsi pada ion Au^{3+} oleh Mag - AG.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Memberikan informasi tentang kemampuan Mag-AG sebagai senyawa pengadsorpsi dan pereduksi ion Au^{3+} yang ramah lingkungan.
2. Memberikan informasi mengenai model isoterm pada adsorpsi ion Au^{3+} menggunakan Mag-AG.
3. Menambah pengetahuan dalam pengolahan limbah elektronik untuk mendapatkan logam Au dengan nilai ekonomis tinggi.

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakterisasi Mag-AG dengan metode kopresipitasi satu tahap diketahui dengan menggunakan FTIR dan XRD. Berdasarkan FTIR diketahui gugus-gugus fungsi Fe-O, C=C, -OH, C=O, dan -COOH, sedangkan dari XRD diketahui puncak-puncak difraksi indeks Miller (220), (311), (400), (511), dan (440) yang merupakan indeks khas dari bahan magnetit. Berdasarkan FTIR dan XRD, preparasi Mag-AG telah berhasil dilakukan.
2. Adsorpsi ion Au^{3+} oleh Mag-AG diperoleh pH optimum pada pH 3 dan mencapai kesetimbangan pada waktu 15 menit.
3. Model isoterm adsorpsi ion Au^{3+} oleh Mag-AG adalah isoterm Langmuir.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, hal yang perlu disarankan untuk menyempurnakan penelitian ini yaitu:

1. Perlu dilakukannya penelitian mengenai kinetika adsorpsi ion Au^{3+} oleh Mag-AG
2. Perlu dilakukannya karakterisasi lebih lanjut setelah proses adsorpsi ion Au^{3+} oleh Mag-AG.

3. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut dalam adsorpsi dan reduksi ion Au^{3+} dengan magnetit yang dilapisi senyawa organik lain.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *recovery* emas pada limbah elektronik.



DAFTAR PUSTAKA

- Amri, A., Supranto, dan Fahrurrozi M., 2004, Kesetimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd (II) dan Cr (III) dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2-Merkaptobenzotiazol, *Jurnal Natur Indonesia* 6 (2) : 111-117
- Atkins, P.W., 1994, *Kimia Fisika Jilid 1*, Jakarta: Erlangga
- Beatty, Richard D dan Jack D.K, 1993, *Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry*, USA: The Perkin-Elmer Corporation
- Beyaz, S., H. Kockar., dan T. Tanrisever, 2009, Simple Synthesis of Superparamagnetic Magnetite Nanoparticles and Ion Effect on Magnetic Fluids, *Journal Of Optoelectronics And Advanced Materials - Symposia*, Vol. 1, No. 3, 2009, P. 447 – 450
- Binagara, Lingga, 2013, *Uji Stabilitas Magnetit Terlapisi Asam Galat (Fe₃O₄-AG) pada Berbagai pH*, Yogyakarta: Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
- Butler, F Robert, 1992, *Paleomagnetism: Magnetic Domains To Geologic Terranes*, Blackwell Scientific Publications
- Casillas, Perla EG., Claudia ARG., dan Carlos AMP, 2012, *Infrared Spectroscopy of Functionalized Magnetic Nanoparticles*, Mexico: Intech
- Chancerel, Perrine dan Vera SR, nd, *Stop Wasting Gold – How A Better Mining of End-Of-Life Electronic Products Would Save Precious Resources*, Jerman: Berlin University of Technology, Institute for Environmental Technology, Chair of Solid Waste Management, D-10623
- Chang, Yang-Chuang dan Dong-Hwang C, 2006, *Recovery of Gold(III) Ions by a Chitosancoated Magnetic Nano-adsorbent*, Taiwan: Department of Chemical Engineering National Cheng Ktaining
- Chuysinuan, Piyachat., Nitirat C., Supanna T., dan Pitt S, 2009, *Gallic Acid-Loaded Electrospun Poly(L-Lactic Acid) Fiber Mats and their Release Characteristic*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. Macromol. Chem. Phys. 2009, 210, 814–822
- Cornell, R.M dan Schwertmann Udo, 1996, *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences, and Uses*, USA: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co
- Cotton dan Wilkinson, 2007, *Kimia Anorganik Dasar*, Jakarta: UI Press

- Creswell, Clifford J., Olaf AR., dan Malcolm MC, 2005, *Analisis Spektrum Senyawa Organik*, Bandung: ITB
- Day, RA dan AL Underwood, 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga
- Durdureanu, Anamaria., Angheluta., Mariana P., dan Bogdan CS, nd, *Tailored and Functionalized Magnetite Particles for Biomedical and Industrial Applications*, Romania: Centre of Advanced Research in Bionanoconjugates and Biopolymers
- Elsami, Angelique C., Wanvimol P., Brett AW., dan Garry RB, 2010, Free Radicals Produced by The Oxidation of Gallic Acid: An Electron Paramagnetic Resonance Study, *Chemistry Central Journal* 4:15
- Fernandez, Benny Rio., Jamrun N., dan Arief S, 2012, *Sintesis, Pelapisan dan Stabilitas Senyawa Oksida Besi oleh Silika dan Aplikasinya untuk Amobilisasi Protein*, Padang: Program Studi Kimia Pasca Sarjana Universitas Andalas
- Fessenden dan Fessenden, 1986, *Kimia Organik Jilid 1 Edisi Ketiga*, Jakarta: Erlangga
- Fisher, A dan Hill S. J , 1998, *An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry*. England. John Wiley & Sons Ltd
- Fitriyani, Dyah, 2013, *Immobilisasi Asam Galat pada Mg/Al Hidrotalsit dan Aplikasinya untuk Removal AuCl₄⁻*, Yogyakarta: Tesis Fakultas MIPA UGM
- Geoffroy, Nicolas dan Francois C, 2005, *A Methods for Leaching or Dissolving Gold from Ores or Precious Metal Scrap*, Kanada: McGill University
- Hamidi, Hilmi, 2013, *Sintesis, Karakterisasi, dan Uji Stabilitas Magnetit Terlapisi Asam Salisilat*, Yogyakarta: Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
- He, Bob, 2009, *Two – Dimensional X – Ray Diffraction*, USA: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co
- Hsu, C-P Sherman, nd, *Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*, Separation Sciences Research and Product Development: Mallinckrodt, Inc
- Hunaifah, Laili, 2012, *Adsorpsi dan Reduksi Ion Logam Au (III) Menggunakan Asam Humat dan Asam Galat*, Yogyakarta: Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

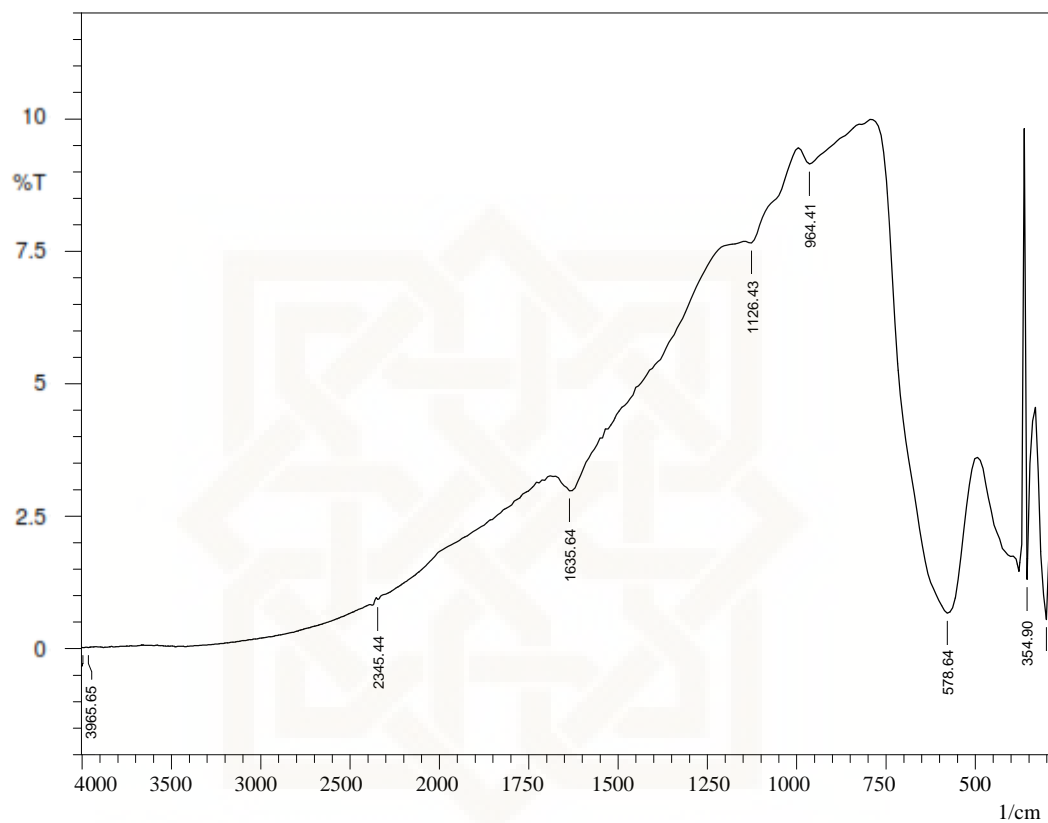
- Jiang, J.S., Zhi-Feng G., Yong Y., Bing D., Min Q., dan Ping Z, 2009, A Novel Magnetic Fluid Based On Starch-Coated Magnetite Nanoparticles Functionalized With Homing Peptide, *J. Nanopart. Res.*, 11: 1321-1330
- Khasanah, E.N, 2009, *Adsorpsi Logam Berat*, Oseana, 34 (4): 3-6
- Khopkar, S. M, 2008, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta: UI Press
- Kim, D.K., Y Zhang., W Voit., KV Rao., dan M Mohammed, 2001, Synthesis And Characterization Of Surfactant-Coated Superparamagnetic Monodispersed Iron Oxide Nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 225 (2001) 30-36
- Komalasari, Cynthia, 2012, *Pengaruh Asam – asam Organik Terhadap Adsorpsi – Reduksi $AuCl_4^-$ pada Asam Humat Tereterifikasi*, Yogyakarta: Skripsi Fakultas Matematika dan IPA UGM
- Koneracka, M., P Kopcansky., M Timko., dan CN Ramchand, 2002, Direct binding procedure of proteins and enzymes to fine magnetic particles, *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 18 (2002) 13–18 252: 409411
- Kriswiyanti, E., dan Danarto YC., 2007, *Model Kesetimbangan Adsorpsi Cr dengan Rumpul Laut*, Ekuilibrium, 6 (2) : 48-50
- Kumar, Senthil P dan Kirthika K, 2009, Equilibrium And Kinetic Study Of Adsorption of Nickel From Aqueous Solution Onto Bael Tree Leaf Powder, India: *Journal of Engineering Science and Technology* Vol. 4, No. 4 (2009) 351 - 363
- Lu, An-Hui., E L Salabas., dan Ferdi S, 2007, *Magnetic Nanoparticles: Synthesis, Protection, Functionalization, and Application*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co
- Masoud, Mamdouh. S., Sawsan SH., Alaa EA., dan Nessma MN, 2012, Synthesis And Spectroscopic Characterization of Gallic Acid and Some Of Its Azo Complexes, *Journal of Molecular Structure* 1014 (2012) 17–25
- Mata, Y.N., Torres E., Blazquez ML., Ballester A., Gonzalez F., dan Munoz JA, 2009, Gold (III) Biosorption and Bioreduction with The Brown Alga *Fucus vesiculosus*, *Journal of Hazardous Materials* 166 (2009) 612-618
- Nicolet, Thermo, 2001, *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*, Thermo Nicolet Co
- Ogata, Takeshi dan Nakano Y, 2005, *Mechanism of Gold Recovery from Aqueous Solutions using a Novel Tannin Gel Adsorbent Synthesized from Natural Condensed Tannin*, Water Research 39 (2005) 4281-4286

- Paclawski, Krzysztof dan Fitzner K, 2004, Kinetics of Gold (III) Chloride Complex Reduction Using Silver (IV), *Metallurgical and Materials Transaction*, Volume 35B 1071-1085
- Pangeni, Bimala., Hari P., Katsitoshi I., Hidetaka K., Keisuke O., dan Shafiq A, 2011, *Selective recovery of gold(III) using cotton cellulose treated with concentrated sulfuric acid*, Springer Science+Business Media, 19:381–391
- Purnamayani, R., Sabiham S., Sudarsono., dan Darusman LK, 2004, Nilai Muatan Titik Nol (MTN) dan Hubungannya dengan Erapan Kalium pada Tanah Gambut Pantai Jambi dan Kalimantan Tengah, *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, Vol. 6, No. 2, 75-82
- Purwaningsih, Dyah, 2009, Adsorpsi Multi Logam Ag (I), Pb (II), Cr (III), Cu (II), dan Ni (II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi, *Jurnal Penelitian Sainstek UNY*, Vol. 19, No. 1, 59-76
- Putra, Anggi Eka, 2011, *Sintesis Magnetit Nanopartikel secara Hidrotermal dengan Bantuan Surfaktan dan Aplikasinya dalam Penyerapan Cr (IV)*, Padang: Program Pasca Sarjana Universitas Andalas
- Rahmadhani, Wilda F., Hamdi R., dan Fatni M, Penentuan Jenis Pilar Magnetik Guano dari Goa Solek dan Goa Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Menggunakan Metode Isothermal Remanent Magnetization (IRM), *Pillar Of Physics*, Vol. 2. Oktober 2013, 25-32
- Rahmawati, M., 2011, Sintesis Partikel Magnetik Fe₃O₄ Dengan Metoda Presipitasi, Samarinda: *Mulawarman Scientifie*, Volume 10, Nomor 2
- Rahmawati, Esty dan Leny Yuanita, 2013, Adsorpsi Pb²⁺ oleh Arang Aktif Sabut Siwalan (*Borassus flabellifer*), *UNESA Journal Chemistry*, Vol. 2, No. 3, 82-87
- Rahmayanti, Maya., Hilmi H., Guliston A., dan Lingga B., 2011, Sintesis Fe₃O₄-AA dengan Metode Sonokimia dan Aplikasinya untuk Recovery Emas, Laporan Penelitian Fakultas Sainstek UIN Sunan Kalijaga
- Razzak, Mirzan T., S. Hermanto., Priyambodo, nd, *Karakteristik Beberapa Jenis Antibiotik Berdasarkan Pola Difraksi Sinar-X (XRD) dan Spektrum FTIR*, Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah
- Roonasi, Payman, 2007, *Adsorption and Surface Reaction Properties of Synthesized Magnetite Nano-Particles*, Luleå University: Technology Department of Chemical Engineering and Geosciences Division of Chemistry
- Sastrohamidjojo, Hardjono, 2007, *Spektroskopi*, Yogyakarta: UGM

- Shishehbore, M. Reza., Abbas., dan Hasan B, 2011, *Salicylic acid functionalized silica-coated magnetite nanoparticles for solid phase extraction and preconcentration of some heavy metal ions from various real samples*, Chemistry Central Journal 2011, 5:41
- Slawinska, D., Polewski K., Rolewski P., Slawinski J, 2007, Synthesis and Properties of Model Humic Substances Derived from Gallic Acid, Poland: *Int. Agrophysics*, 21 199-208
- Sugiyarto, Kristian H, 2003, *Kimia Anorganik II*, Yogyakarta: FMIPA UNY
- Treyball, R.E., 1981, *Mass Transfer Operations*, 3rd ed., Mc Graw-Hill: Singapore
- Wang, Xuman., Caining Z., Xiaoliang W., dan Hongchen G, 2007, The Study On Magnetite Particles Coated With Bilayer Surfactan, Cina: *Journal of Surface Science* 253, 7516-7521
- Warren, B.E, 1969, *X-Ray Diffraction*, Michigan: Addison-Wesley Pub. Co
- Yamaura, M., R.L. Camilo., dan M.C.F.C. Felinto, 2002, Synthesis and Performance of Organic – Coated Magnetite Particles, *Journal of Alloys and Compounds* 344 (2002) 152–156
- Yuniarti, Mustika, 2013, *Studi Adsorpsi-Reduksi Ion $[AuCl_4]^-$ pada Magnetit Terlapisi Asam Humat (Fe_3O_4/HA)*, Yogyakarta: Skripsi Fakultas MIPA UGM

Lampiran 1

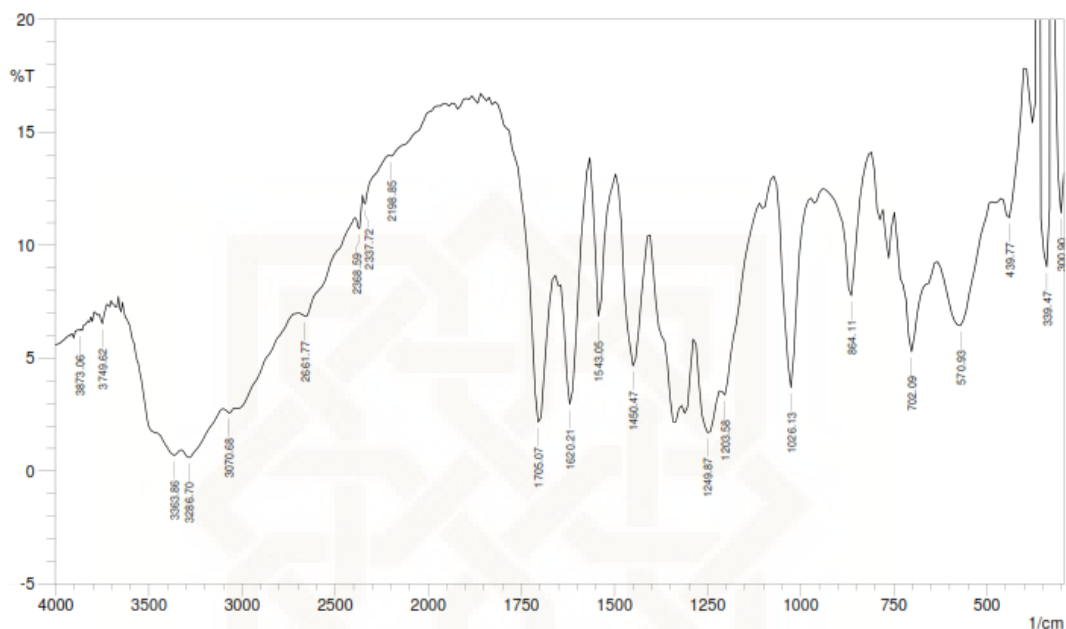
Spektra FTIR magnetit standar (Rahmayanti, 2011)



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	300.9	0.5486	1.9026	331.76	293.18	70.9729	10.5657
2	354.9	1.3068	6.6712	362.62	339.47	36.3236	7.4566
3	578.64	0.6727	4.6451	786.96	501.49	453.7168	103.5379
4	964.41	9.1519	0.3317	987.55	794.67	196.5877	1.242
5	1126.43	7.6567	0.2171	1141.86	995.27	157.1348	0.7748
6	1635.64	2.9809	0.7221	1689.64	1149.57	699.0971	5.9213
7	2345.44	0.9311	0.0587	2353.16	1689.64	1162.581	4.0614
8	3086.11	0.1514	0.0075	3093.82	2391.73	1702.7104	0.0695
9	3209.55	0.099	0.0035	3217.27	3101.54	336.6927	0.4693
10	3348.42	0.0579	0.0026	3356.14	3224.98	410.0044	1.5718
11	3425.58	0.0405	0.01	3456.44	3363.86	307.5391	3.932
12	3525.88	0.0474	0.0082	3556.74	3495.01	203.7191	2.5493
13	3711.04	0.049	0.0087	3726.47	3664.75	200.9048	2.7986
14	3803.63	0.0383	0.0031	3811.34	3772.76	130.2364	0.5986
15	3965.65	0.0231	0.0063	3973.36	3927.07	162.1869	1.9208
16	3996.51	0.0221	0.0039	4004.22	3981.08	83.492	1.0345

Lampiran 2

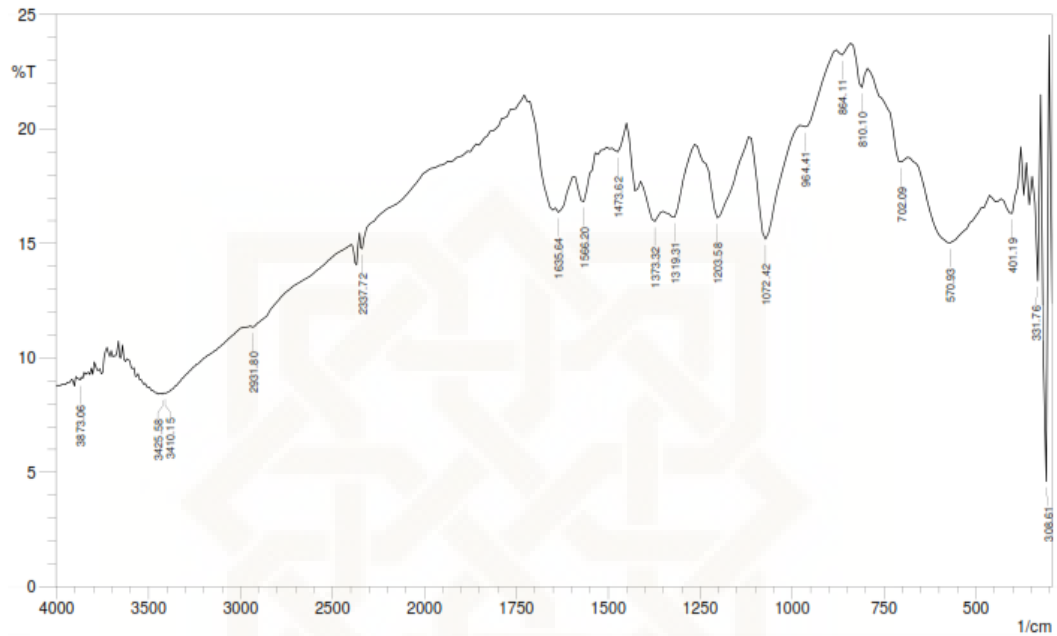
Spektra FTIR asam galat standar



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	300.9	11.43	3.67	316.33	293.18	20.84	1.7
2	339.47	9.05	273.91	362.62	324.04	25.52	36.98
3	439.77	11.22	2.45	455.2	401.19	47.01	2.61
4	570.93	6.44	3.99	632.65	493.78	149.88	14.32
5	702.09	5.28	5.22	748.38	640.37	120.3	13.24
6	864.11	7.77	5.63	933.55	817.82	110.47	8.98
7	1026.13	3.7	8.82	1072.42	979.84	100.92	17.21
8	1203.58	3.37	1.41	1219.01	1118.71	116.62	1.64
9	1249.87	1.71	2.87	1280.73	1219.01	99.05	14.93
10	1450.47	4.66	6.82	1489.05	1411.89	88.54	15.54
11	1543.05	6.85	6.78	1566.2	1496.76	68.29	7.84
12	1620.21	2.96	7.8	1658.78	1573.91	99.09	17.51
13	1705.07	2.17	8.36	1813.09	1666.5	158.37	21.79
14	2198.85	13.96	0.09	2206.57	1959.68	203.52	0.96
15	2337.72	11.84	0.58	2353.16	2214.28	122.53	0.35
16	2368.59	10.73	1.09	2391.73	2353.16	36.59	0.8
17	2661.77	6.85	0.59	2692.63	2399.45	310.45	2.81
18	3070.68	2.58	0.51	3101.54	2700.34	547.36	9.46
19	3286.7	0.6	0.66	3325.28	3109.25	406.79	20.95
20	3363.86	0.7	0.84	3633.89	3332.99	503.92	24.97
21	3749.62	6.54	0.58	3765.05	3726.47	44.74	0.67
22	3873.06	6.23	0.08	3880.78	3834.49	55.33	0.18

Lampiran 3

Spektra FTIR Mag-AG



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	C
1	308.61	4.604	18.636	324.04	300.9	22.793	8.11
2	331.76	13.37	7.805	378.05	324.04	41.194	4.014
3	401.19	16.328	0.911	424.34	385.76	29.934	0.479
4	570.93	15.025	2.9	678.94	462.92	170.603	9.08
5	702.09	18.573	0.774	786.96	686.66	69.674	0.573
6	810.1	21.82	1.233	833.25	794.67	25.089	0.501
7	864.11	23.234	0.343	879.54	840.96	24.292	0.126
8	964.41	20.101	0.338	972.12	887.26	56.467	0.407
9	1072.42	15.199	4.566	1111	979.84	98.67	6.702
10	1203.58	16.122	3.283	1257.59	1118.71	104.182	5.466
11	1319.31	16.153	1.315	1350.17	1265.3	64.454	1.137
12	1373.32	15.972	0.75	1404.18	1357.89	36.414	0.554
13	1473.62	19.007	0.456	1489.05	1458.18	22.071	0.184
14	1566.2	16.836	1.43	1589.34	1504.48	62.875	0.971
15	1635.64	16.364	0.424	1643.35	1597.06	35.584	0.363
16	2337.72	14.771	0.834	2353.16	1766.8	442.278	5.52
17	2931.8	11.353	0.147	2947.23	2399.45	481.341	0.367
18	3410.15	8.46	0.066	3417.86	2985.81	434.159	0.365
19	3425.58	8.414	0.085	3495.01	3417.86	82.638	0.364
20	3873.06	9.047	0.175	3888.49	3849.92	40.05	0.209

Lampiran 4

Difraktogram sinar-X magnetit standar (Rahmayanti, 2011)

```

*** Basic Data Process ***
Name : Data 2012
Sample : Prof Nuryono-3
Sample Name : Prof Nuryono-3.PKR
Reference Name : Fe3O4 std
Reference : Fe3O4 std

Strongest 3 peaks
Peak no. 2Theta (deg) d (A) I/I1 FWHM (deg) Intensity (Counts) Integrated (Counts)
32 35.4822 2.52792 100 0.26490 957 13490
53 62.6200 1.48229 34 0.36000 326 6050
25 30.1286 2.96380 29 0.27270 277 4423

Data List
Peak no. 2Theta (deg) d (A) I/I1 FWHM (deg) Intensity (Counts) Integrated (Counts)
1 15.2465 5.80663 3 0.33810 31 1138
2 16.5404 5.35520 5 0.42580 47 1267
3 16.9975 5.21220 3 0.15500 29 294
4 17.5266 5.05603 4 0.33330 35 771
5 18.2900 4.84668 10 0.27820 94 1467
6 18.9466 4.68017 4 0.30670 38 545
7 19.4400 4.56248 4 0.60000 35 716
8 19.7600 4.48931 4 0.36000 43 564
9 20.1600 4.40113 4 0.28000 34 634
10 21.0650 4.21405 4 0.41000 37 949
11 21.5400 4.12218 5 0.38460 44 559
12 21.7200 4.08843 5 0.44000 44 618
13 22.3200 3.97986 3 0.50000 29 1013
14 23.1190 3.84409 4 0.37800 43 744
15 23.4791 3.78594 4 0.23820 34 376
16 24.0000 3.70494 4 0.44000 36 987
17 24.9005 3.57296 4 0.30110 40 705
18 25.2458 3.52486 4 0.28170 34 452
19 25.7985 3.45059 4 0.38700 34 699
20 26.4071 3.37243 4 0.29430 34 464
21 27.1710 3.27932 10 0.32600 91 1659
22 27.8171 3.20460 4 0.37150 40 816
23 28.4483 3.13492 4 0.25670 35 532
24 29.3120 3.04448 4 0.26400 37 733
25 30.1286 2.96380 29 0.27270 277 4423
26 30.6600 2.91363 5 0.11340 49 577
27 31.5562 2.83290 4 0.13640 43 476

28 31.9487 2.79898 27 0.23860 261 3223
29 32.3607 2.76428 5 0.23850 45 672
30 34.0439 2.63136 4 0.18780 42 602
31 34.8355 2.57336 3 0.11900 30 338
32 35.4822 2.52792 100 0.26490 957 13490
33 35.9400 2.49677 6 0.15500 53 708
34 36.1195 2.48477 4 0.13240 38 470
35 37.1210 2.42000 7 0.26200 66 1215
36 38.2392 2.35177 3 0.16730 33 547
37 38.7733 2.32059 8 0.26330 74 1093
38 39.3628 2.28718 3 0.19430 30 476
39 40.1642 2.24338 3 0.09650 32 208
40 43.1267 2.09588 22 0.30880 206 3758
41 47.1410 1.92634 3 0.23210 29 462
42 47.7266 1.90406 4 0.12960 36 400
43 51.0863 1.78645 9 0.23270 86 1318
44 53.5208 1.71079 12 0.24600 111 1712
45 53.9408 1.69845 3 0.22830 32 408
46 54.4114 1.68487 4 0.17710 42 376
47 55.0371 1.66719 4 0.21920 35 472

```

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
48	55.2753	1.66056	3	0.22070	33	290
49	55.6676	1.64979	5	0.19060	44	412
50	55.9974	1.64085	14	0.24520	133	1907
51	57.0155	1.61395	26	0.32890	246	3619
52	57.2600	1.60763	8	0.21780	73	1200
53	62.6200	1.48229	34	0.36000	326	6050
54	63.1977	1.47013	4	0.18960	39	487
55	65.8225	1.41771	4	0.16500	34	311
56	66.8882	1.39769	4	0.18360	34	440
57	71.1221	1.32452	5	0.20920	52	819
58	71.4919	1.31857	3	0.13040	31	188
59	74.1096	1.27834	9	0.29200	82	1494
60	75.0567	1.26454	3	0.18150	33	356
61	75.5096	1.25808	5	0.18430	46	530
62	78.9364	1.21183	3	0.22710	31	440
63	79.3066	1.20710	3	0.30670	29	474
64	80.2448	1.19533	4	0.20380	36	524
65	81.6233	1.17860	4	0.20670	37	554
66	84.7620	1.14278	4	0.17600	36	585
67	86.7525	1.12160	4	0.18500	35	388
68	89.5800	1.09338	7	0.35660	69	1360
69	89.8400	1.09089	5	0.00000	46	0

*** Basic Data Process ***

```

# Data Information
  Group Name       : Data 2012
  Data Name        : Prof Nuryono-3
  File Name        : Prof Nuryono-3.RAW
  Sample Name      : Fe304 std
  Comment          : Fe304 std
  Date & Time      : 07-19-12 11:14:30

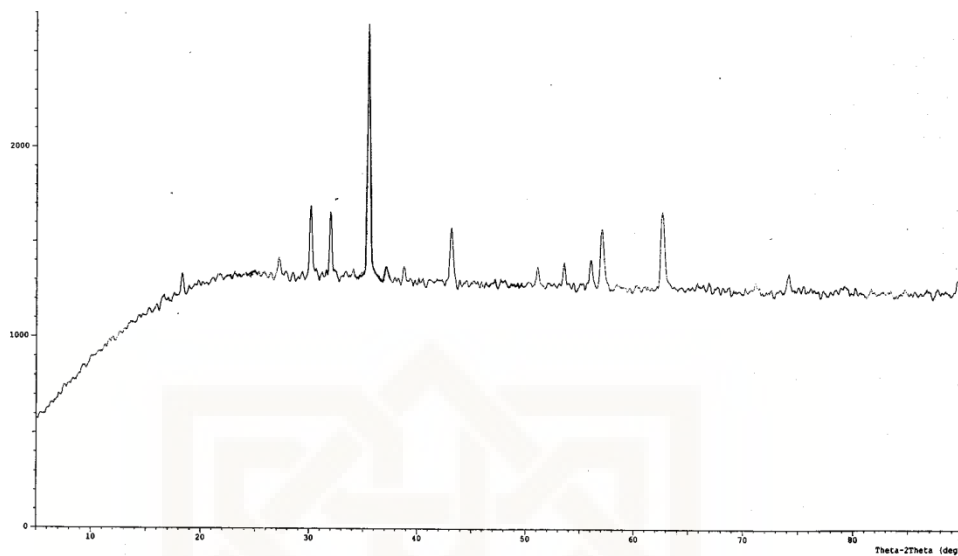
# Measurement Condition
  X-ray tube
  target           : Cu
  voltage          : 40.0 (kV)
  current          : 30.0 (mA)

  Slits
  divergence slit  : 1.00 (deg)
  scatter slit     : 1.00 (deg)
  receiving slit   : 0.30 (mm)

  Scanning
  drive axis       : Theta-2Theta
  scan range       : 5.0000 - 90.0000 (deg)
  scan mode        : Continuous Scan
  scan speed       : 5.0000 (deg/min)
  sampling pitch   : 0.0200 (deg)
  preset time      : 0.24 (sec)

# Data Process Condition
  Smoothing [ AUTO ]
  smoothing points : 21
  B.G.Subtraction [ AUTO ]
  sampling points  : 27
  repeat times     : 30
  Kal-a2 Separate [ MANUAL ]
  Kal a2 ratio     : 50 (%)
  Peak Search [ AUTO ]
  differential points : 15
  FWHM threshold   : 0.050 (deg)
  intensity threshold : 30 (par mil)
  FWHM ratio (n-1)/n : 2
  System error Correction [ NO ]
  Precise peak Correction [ NO ]

```



مؤيد

Lampiran 5

Difraktogram sinar-X Mag-AG

Measurement Condition

X-ray tube

target = Cu
voltage = 40.0 (kV)
current = 30.0 (mA)

Slits

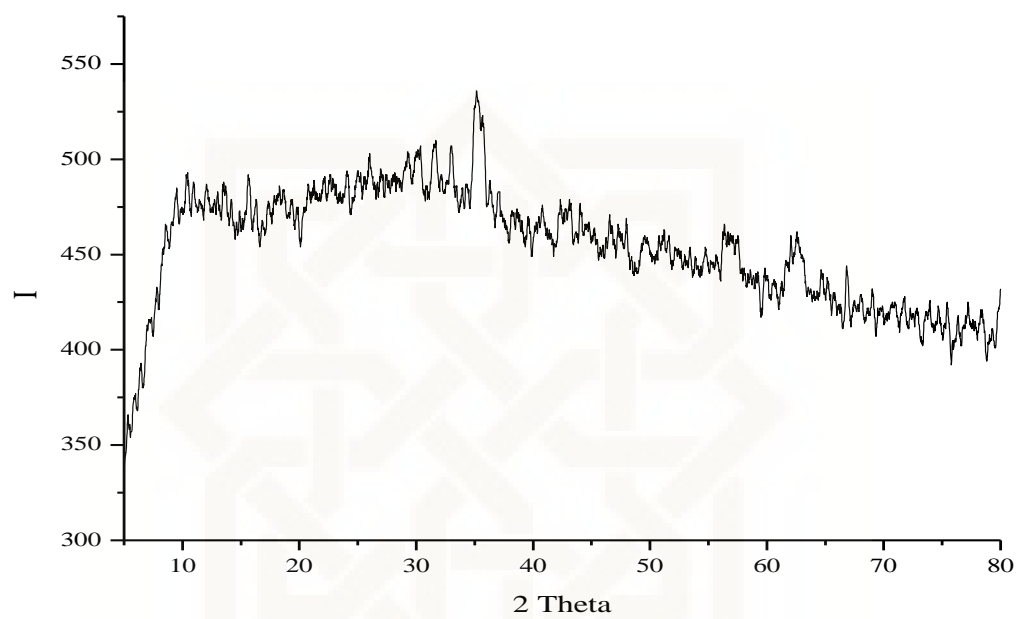
divergence slit = 1.00000 (deg)
scatter slit = 1.00000 (deg)
receiving slit = 0.30000 (mm)

Scanning

drive axis = Theta-2Theta
scan range = 3.000 - 80.000
scan mode = Continuous Scan
scan speed = 5.0000 (deg/min)
sampling pitch = 0.0200 (deg)
preset time = 0.24 (sec)

2 Theta	I
30.3400	506
30.3600	507
30.3800	505
30.4000	500
30.4200	500
30.4400	498
35.1400	534
35.1600	536
35.1800	536
35.2000	533
35.2200	533
43.0600	475
43.0800	476
43.1000	479
43.1200	478
43.1400	475
57.3000	454
57.3200	454
57.3400	457
57.3600	458
57.3800	458
57.4000	456
62.9400	448

<u>2 Theta</u>	<u>I</u>
62.9600	449
62.9800	449
63.0000	450
63.0200	448



Lampiran 6**Tabel JCPDS untuk magnetit**

d(Å)	h	k	l
4,8424	1	1	1
2,9653	2	2	0
2,5288	3	1	1
2,4212	2	2	2
2,0968	4	0	0
1,9241	3	3	1
1,7120	4	2	2
1,6141	5	1	1
1,4286	4	4	0
1,3978	4	4	0
1,3261	6	2	2
1,2790	5	3	3
1,2644	6	2	2
1,2106	4	4	4
1,1744	7	1	1
1,1208	6	4	2
1,0919	7	3	1

Lampiran 7**Gambar Uji kemagnetan menggunakan medan magnet luar**

Lampiran 8

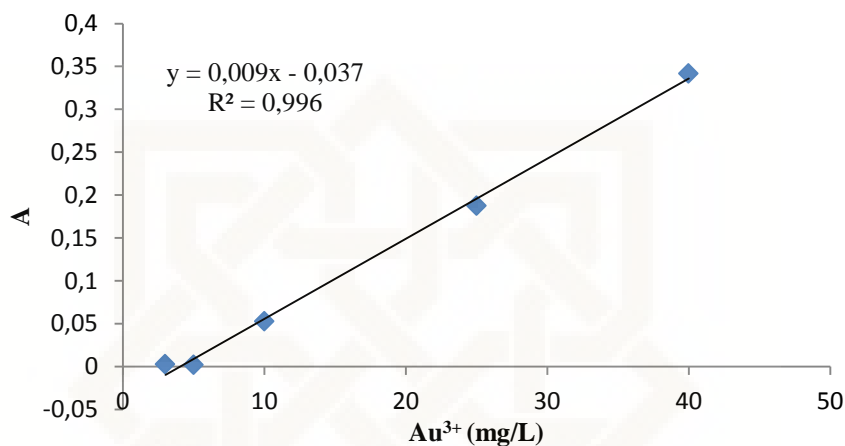
Tabel hasil perhitungan pengaruh pH terhadap adsorpsi-reduksi ion Au³⁺

pH	Au ³⁺ awal (mg/L)	A awal	Au ³⁺ akhir (mg/L)	A akhir	Au ³⁺ teradsorp (mg/L)
2	23,4485	0,2613	0,0001	0,0025	23,4484
3	24,0585	0,2681	0,3913	0,0068	23,6672
4	23,7685	0,2649	4,6125	0,0534	19,1560
5	23,5085	0,2620	11,568	0,1302	11,9400
6	23,0985	0,2575	7,1345	0,0812	15,9640
7	23,1785	0,2584	4,8635	0,0562	18,3150

Lampiran 9

Hasil perhitungan pengaruh waktu terhadap adsorpsi-reduksi ion Au^{3+}

1. Grafik standar



2. Hasil perhitungan

$$\text{Au}^{3+} \text{ awal} = 28,7633 \text{ mg/L}$$

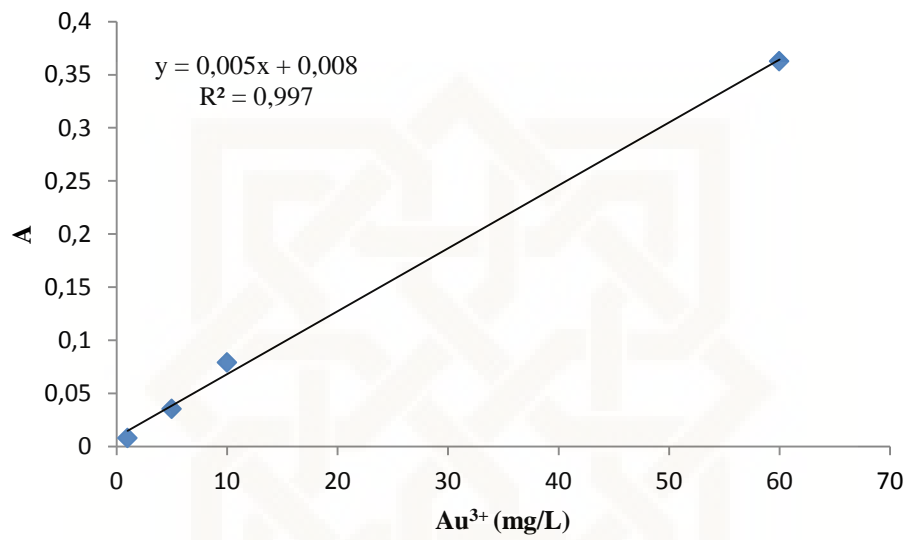
$$A \text{ Au}^{3+} \text{ awal} = 0,2219$$

waktu (menit)	A akhir	A teradsorp	Au^{3+} akhir (mg/L)	Au^{3+} teradsorp (mg/L)
1	0,05696	0,16491	10,44	18,32333
2	0,00982	0,21205	5,20222	23,56111
10	0,00490	0,21697	4,65556	24,10778
15	0,00089	0,22098	4,21	24,55333
30	0,00160	0,22027	4,28889	24,47444
60	0,00045	0,22142	4,16111	24,60222
90	0,00174	0,22013	4,30444	24,45889

Lampiran 10

Data isoterm adsorpsi

1. Grafik standar isoterm adsorpsi

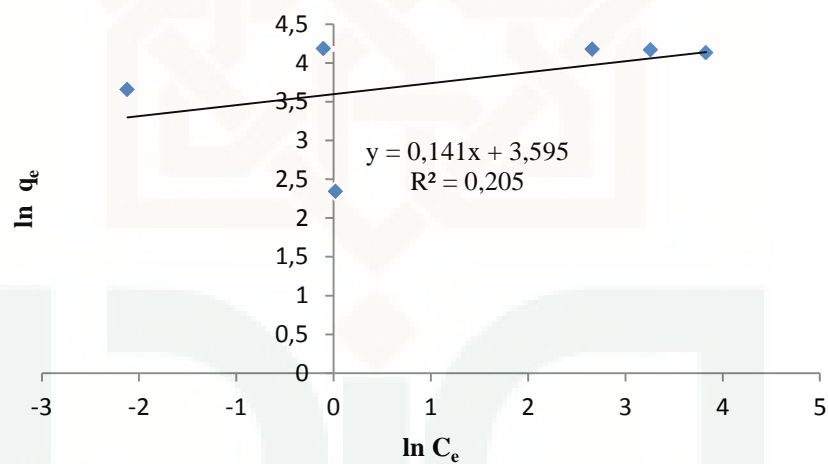


2. Hasil perhitungan isotherm adsorpsi

Au^{3+} (mg/L)	A awal	Au^{3+} awal (C_o) (mg/L)	A akhir	Au^{3+} akhir (C_e) (mg/L)	Au^{3+} teradsorp (mg/L)	m Mag-AG (g)	V $HAuCl_4$ (L)	q_e (mg/g)
10	0,0656	11,52	0,0131	1,02	10,5	0,0101	0,01	10,39603
30	0,2075	39,9	0,0086	0,12	39,78	0,0103	0,01	38,62136
60	0,3428	66,96	0,0125	0,9	66,06	0,0101	0,01	65,40594
80	0,4113	80,66	0,0794	14,28	66,38	0,0102	0,01	65,07843
100	0,4695	92,3	0,1381	26,02	66,28	0,0103	0,01	64,34951
120	0,5576	109,92	0,2383	46,06	63,86	0,0103	0,01	62

3. Isoterm adsorpsi Freundlich

$\ln C_e$	$\ln q_e$
0,0198	2,34142
-2,1203	3,65381
-0,1054	4,18061
2,65886	4,17559
3,25887	4,16433
3,82994	4,12713

Grafik $\ln q_e$ terhadap $\ln C_e$ pada isoterm Freundlich

$$\ln q_e = \ln K_F + 1/n \ln C_e$$

$$\text{Intersep} = \ln K_F = 3,592$$

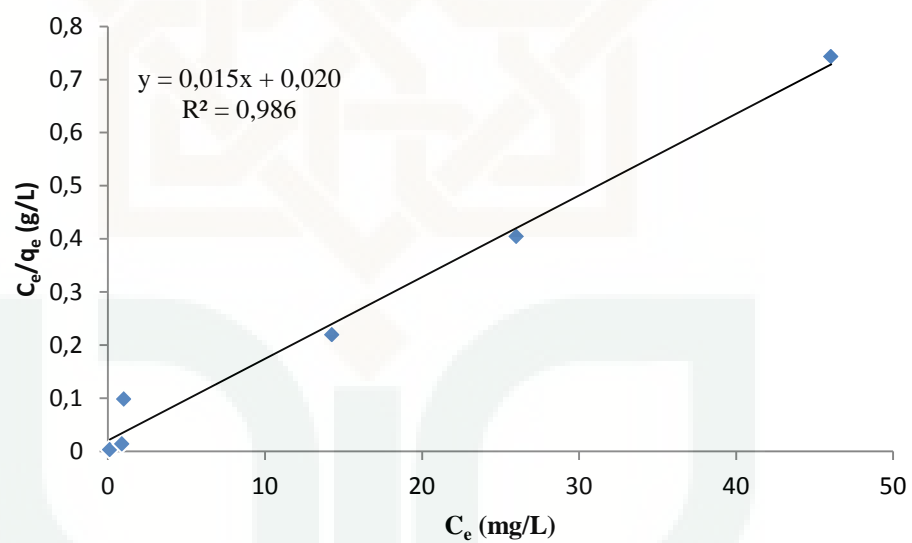
$$K_F = 36,3066 \text{ mg/g} = 10,6784 \times 10^{-5} \text{ mol/g}$$

$$\text{Slope} = 1/n = 0,141$$

$$n = 7,0922$$

4. Isoterm adsorpsi Langmuir

Au ³⁺ akhir (C _e) (mg/L)	C _e /q _e (g/L)
1.02	0.09811
0.12	0.00311
0.9	0.01376
14.28	0.21943
26.02	0.40435
46.06	0.7429



Grafik C_e/q_e (g/L) terhadap C_e (mg/L) pada isoterm Langmuir

$$C_e/q_e = 1/(q_m \times K_L) + 1/q_m \times C_e$$

Dari persamaan di atas diperoleh

$$R^2 = 0,986$$

Slope = $1/q_m = 0,015$., maka

$$q_m = 66,66667 \text{ mg/g} = 0,19609 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$$

Intersep = $1/(q_m \times K_L) = 0,020$., maka

$$1/(q_m \times K_L) \text{, } K_L = 0,75 \text{ L/mg} = 255000 \text{ L/mol}$$

Energi adsorpsi = $-\Delta G = RT \ln K_L$

$$= 8,314 \text{ J/K mol} \times (28 \text{ }^\circ\text{C} + 273 \text{ K}) \ln (255000)$$

$$= 8,314 \text{ J/K mol} \times 301 \text{ K} \times 12,449018$$

$$= 31153,84 \text{ J/mol}$$

$$= 31,15384 \text{ kJ/mol}$$

