

**ESTERIFIKASI ASAM HUMAT DARI GAMBUT
KALIMANTAN TENGAH UNTUK ADSORPSI ION EMAS**

SKRIPSI



**OLEH
RIAA SAFITRI
HAB 118 001**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2022**

**ESTERIFIKASI ASAM HUMAT DARI GAMBUT
KALIMANTAN TENGAH UNTUK ADSORPSI ION EMAS**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**OLEH
RIAA SAFITRI
HAB 118 001**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2022**

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Esterifikasi Asam Humat dari Gambut Kalimantan Tengah untuk Adsorpsi Ion Emas” adalah karya saya sendiri yang dibuat dengan arahan dari dosen pembimbing. Semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk dalam skripsi ini telah saya nyatakan dengan benar. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Palangka Raya.

Palangka Raya, 28 November 2022

Nama : Riaa Safitri

NIM : HAB 118 001

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized capital letter 'R' with a horizontal line crossing through it.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Esterifikasi Asam Humat dari Gambut Kalimantan Tengah
untuk Adsorpsi Ion Emas
Nama : Riaa Safitri
NIM : HAB 118 001

Palangka Raya, 28 November 2022

Disetujui Oleh

1. Pembimbing I : Lilis Rosmainar, S.Si., M.Si

2. Pembimbing II : Rasidah, S.Pd., M.Sc

3. Penguji I : Karelius, S.Si., M.Sc

4. Penguji II : Wahyu Nugroho, S.Si., M.Si

Diketahui Oleh

Dekan FMIPA

Ketua Program Studi


Dr. Siti Sunariyati, M.Si
NIP. 19600516 198503 2 003


Lilis Rosmainar, S.Si., M.Si
NIP. 19850503 201903 2 011

Nama : Riaa Safitri
Program Studi : Kimia
Pembimbing 1 : Lilis Rosmainar, S.Si., M.Si
Pembimbing 2 : Rasidah, S.Pd., M.Sc
Judul Skripsi : Esterifikasi Asam Humat dari Gambut Kalimantan Tengah untuk Adsorpsi Ion Emas

ABSTRAK

Produksi emas di Indonesia dalam sektor pertambangan yaitu 13,16 juta ton/tahun dengan potensi sumber dayanya yang mencapai 14.900 juta ton dan cadangan sebesar 3.600 juta ton. Pengaplikasian emas secara luas dalam berbagai bidang yaitu kecantikan, Kesehatan dan perhiasan menyebabkan meningkatnya upaya perolehan emas. Metode alternatif yang dapat digunakan untuk memperoleh logam emas yaitu dengan proses adsorpsi dengan material asam humat dari gambut.Kalimantan Tengah. Tujuan penelitian ini yaitu memodifikasi asam humat dari gambut Kalimantan Tengah dengan proses esterifikasi untuk adsorpsi emas. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan etanol sebagai pereaksi dan H_2SO_4 sebagai katalis. Uji kemampuan adsorpsi dilakukan dengan variasi pH yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5, kemudian dilanjutkan dengan melakukan variasi konsentrasi yaitu 10, 15, 20, 25, 30 dan 50 ppm. Hasil karakterisasi adsorben emas berbahan dasar asam humat dari gambut menggunakan XRD menunjukkan struktur amorf. Pola serapan FTIR menunjukkan adanya vibrasi gugus O-H, C-H alifatik, deformasi C-H, C=O dan C-O, serta adanya pergeseran serapan pada bilangan gelombang 1704 – 1712 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ikatan C=O dari -COOR untuk sampel asam humat teresterifikasi sebagai indikasi keberhasilan proses esterifikasi. Proses adsorpsi AuCl_4^- oleh adsorben AHE1 secara optimal terjadi pada pH 2 dengan persentase removal 69% pada konsentrasi AuCl_4^- 50 ppm.

Kata Kunci: Adsorpsi, asam humat, gambut, larutan AuCl_4^- , esterifikasi

Name : Riaa Safitri
Study Program : Chemistry
Supervisor 1 : Lilis Rosmainar, S.Si., M.Si
Supervisor 2 : Rasidah, S.Pd., M.Sc
Title of Thesis : Esterification of Humic Acid from Central Kalimantan Peat for Adsorption of Gold Ions

ABSTRACT

Gold production in Indonesia's mining sector is 13.16 million tonnes/year, with potential resources reaching 14,900 million tonnes and reserves of 3,600 million tonnes. The wide application of gold in various fields, such as beauty, health, and jewelry, has led to increased efforts to obtain gold. An alternative method that can be used to obtain gold metal is by adsorption process with humic acid material from Central Kalimantan Peat. This study aimed to modify humic acid from Central Kalimantan peat by the esterification process for gold adsorption. The modification was carried out using ethanol as a reactant and H_2SO_4 as a catalyst. The adsorption process was carried out with variations in pH, namely 1, 2, 3, 4, and 5, then continued with varying concentrations, namely 10, 15, 20, 25, 30, and 50 ppm. The results of the characterization of esterified humic acid using XRD showed an amorphous structure. The FTIR absorption pattern showed the vibration of aliphatic O-H, C-H groups, C-H, C=O, and C-O deformations, as well as a shift in absorption at wave numbers $1704 - 1712 \text{ cm}^{-1}$, which showed the vibration of the C=O bond of -COOR for the esterified humic acid sample as an indication of the success of the esterification process. The optimal adsorption of AuCl_4^- occurs at pH 2 with a removal percentage of 69% using an initial concentration of AuCl_4^- of 50 ppm.

Keyword: *Adsorption, humic acid, peat, AuCl_4^- solution, esterification*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Esterifikasi Asam Humat dari Gambut Kalimantan Tengah sebagai Adsorpsi Ion Emas”.

Penulisan mengucapkan banyak terima kasih Kepada Ibu Lilis Rosmainar, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing I dan Ibu Rasidah, S.Pd., M.Sc, selaku dosen pembimbing II serta semua pihak yang turut membantu menyusun dan memberikan bimbingan, arahan, saran, nasihat, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ibu Dr. Siti Sunaryati, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Palangka Raya.
- (2) Ibu Lilis Rosmainar, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Palangka Raya.
- (3) Bapak Erwin Prasetya Toepak, S.Si., M.Si selaku Kepala Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Palangka Raya.
- (4) Kak Alfian Purba, S.Psi selaku Staf Program Studi Kimia FMIPA Universitas Palangka Raya.
- (5) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
- (6) Teman-teman terbaik yaitu Elda Alyatikah, Siswo, Elfrida Roulina Simanjuntak, Dominikus Niholan Tukan, Ferry Purwanto, Sari Namarito Simarmata, Mitha Deviyanti, Febriani Sembiring, Anisa Puspa Putri serta teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Palangka Raya, 28 November 2022

Riaa Safitri
HAB 118 001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Logam Emas.....	6
2.2 Adsorpsi	8
2.3 Asam Humat Gambut.....	11
2.4 Esterifikasi.....	13
2.5 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	16
2.6 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	17
2.7 Spektroskopi UV-Visible	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat.....	18
3.3 Bahan.....	18
3.4 Prosedur Kerja.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Sintesis Adsorben Asam Humat Teresterifikasi.....	22
4.2 Aktivitas Adsorpsi Emas	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	36
RIWAYAT HIDUP	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Kimia Emas (Au).....	6
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Mengenai Adsorpsi Ion Emas.....	10
Tabel 2.3 Pemanfaatan Asam Humat Dalam Proses Adsorpsi	12
Tabel 3.1 Keterangan Kode Sampel.....	19
Tabel 4.1 Perbandingan pola serapan FTIR asam humat.....	25
Tabel 4.2 Parameter model isoterm adsorpsi	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Distribusi Senyawa Kompleks Au (Lestari, 2017b)	7
Gambar 2.2 Mekanisme Proses Adsorpsi (Kamble & Shinde, 2020).....	8
Gambar 2.3 Struktur Asam Humat (Lestari, 2017a)	12
Gambar 2.4 Mekanisme reaksi esterifikasi Fischer (Vafaezadeh & Fattahi, 2015)	13
Gambar 2.5 Skema Alat Uji X-Ray Diffraction (XRD)	16
Gambar 4.1 Tampilan adsorben a) AH, b) AHE0, c) AHE1, d) AHE2 dan e) AHE4	22
Gambar 4. 2 Karakterisasi sampel AH menggunakan FTIR (a) sampel AH dan (b) asam humat (Sudiono et al., 2017).....	23
Gambar 4.3 Karakterisasi sampel Asam Humat (AH) dan Asam Humat Teresterifikasi (AHE0, AHE1, AHE2 dan AHE4) menggunakan FTIR	25
Gambar 4.4 Karakterisasi sampel AH menggunakan XRD (a) AH (b) AH penelitian (Sudiono et al., 2017).	26
Gambar 4.5 Perbandingan hasil adsorpsi emas menggunakan sampel Asam Humat (AH) dan Asam Humat Teresterifikasi (AHE0, AHE1, AHE2 dan AHE4) pada pH larutan yaitu pH 2.....	27
Gambar 4.6 Pengaruh variasi pH larutan emas (AuCl_4^-) terhadap aktivitas adsorpsi	28
Gambar 4.7 Pengaruh variasi konsentrasi awal larutan emas (AuCl_4^-) terhadap aktivitas adsorpsi.....	29
Gambar 4.8 Kurva isoterm Langmuir	30
Gambar 4.9 Kurva isoterm Freundlich.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Larutan AuCl_4^-	36
Lampiran 2. Pembuatan Larutan Standar	37
Lampiran 3. Perbandingan pola serapan FTIR asam humat	43
Lampiran 4. Tabel Data Larutan Standar	44
Lampiran 5. Tabel Data Optimal pH Adsorpsi	46
Lampiran 6. Tabel Data Optimal Konsentrasi Adsorpsi	47
Lampiran 7. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Isoterm Langmuir	48
Lampiran 8. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Isoterm Freundlich	49
Lampiran 9. Diagram Alir	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- Hasil karakterisasi adsorben emas berbahan dasar asam humat dari tanah gambut menunjukkan struktur amorf, adanya vibrasi gugus O-H, N-H, C-H alifatik, deformasi C-H, C=O dan C-O.
- Adsorpsi ion emas tertinggi diperoleh menggunakan adsorben AHE1 yang memiliki rasio kloroform : air sebesar 1:1 dengan persentase removal ion emas sebesar 69%.
- Proses adsorpsi emas oleh adsorben AHE1 secara optimal terjadi pada pH 2 dengan persentase adsorpsi 69%.
- Nilai q_e atau jumlah adsorbat terserap yang tertinggi terjadi pada konsentrasi awal larutan emas (AuCl_4^-) sebesar 50 ppm dengan nilai q_e sebesar 34,67 mg/g. Adsorben AHE1 mempunyai kapasitas adsorpsi sebesar 2,077 mg/g berdasarkan model isoterm Freundlich ($R^2 = 0,96223$), sehingga memiliki interaksi adsorben dan adsorbat berupa lapisan *multilayer*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

- Melakukan pengkajian mengenai luas permukaan adsorben, waktu kontak dan suhu optimum adsorpsi.
- Melakukan pengkajian lebih lanjut mengenai kadar ion emas yang direduksi menjadi logam emas.
- Melakukan pengkajian mengenai kemampuan adsorben untuk digunakan kembali (*reusability*).

DAFTAR PUSTAKA

- Adji F.F., Damanik Z., Teguh R., & Suastika K.G. (2019). Pengaruh Jarak Dari Saluran Drainase Terhadap Karakteristik Lahan Gambut Pedalaman Kalimantan Tengah (Studi Kasus: Kanal Penghambat dan Dampak Pembahasan). *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 4(April 2019), 226–232.
- Arvianto, R. I., Mauludi, K., Damayanti, A. K., & Pradipta, M. F. (2019). Studi Kinetika Adsorpsi Emas Menggunakan Kulit Mangga (*Mangifera indica*) Termomodifikasi Asam Sulfat. *Chimica et Natura Acta*, 7(1), 1–6.
- Astuti, W. (2018). Adsorpsi Menggunakan Material Berbasis Lignoselulosa. In *Unnes Press*.
- Dimejo, A. H. R. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Geopolimer Berbasis Abu Layang Batubara dengan Penambahan Pati. 1–40.
- Dwipa, I. B. M. A., Nurlita, F., & Tika, I. N. (2014). Optimasi Proses Esterifikasi Asam Salisilat Dengan n -Oktan-1-ol. *Jurnal Wahana Matematika Dan Sains*, 8(1), 1–11.
- Elmaria, F. A. (2019). Modifikasi Dan Karakteristik Magnetik Silika Nanopartikel ($\text{Mn}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$) Berbasis Silika Alam Sebagai Katalis Pembentuk Metil Ester. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Fahira, A. (2022). Studi Ekstraksi Bijih Emas Kaya Tembaga Pt Nusa Halmahera Minerals Pada Proses Sianidasi Dengan Metode Pulverized Bottle Roll. In *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Fauziah, N. (2009). Studi Reaksi Esterifikasi Asam p-hidroksi benzoat dengan Etilen Glikol Menggunakan Katalis Asam Homogen dan Heterogen. Universitas Indonesia.
- Hayes, M. H. B., Swift, R. S., A. C. M. B., & C. A. J. S. (2010). The Isolation and Characterization of Humic Substances and Humin from Grey Brown Podzolic and Gley Grassland Soils. *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 4(August), 198–201.
- Jaya, J. M., Hunga, A. Y. M., Nikmah, S. S., & Susanti, M. M. (2019). Sintesis Senyawa Etil Laurat Menggunakan Variasi Volume Katalis Asam Sulfat Pekat. *Jurnal Labora Medika*, 3(1), 1–9.
- Kamble, S., & Shinde, S. (2020). A Review : Various Adsorbent Carriers used for Enhancing Dissolution Profile. *Trends in Drug Delivery*, 7(1), 5–9.
- Kholilah, S. (2015). Studi Pengaruh Ion Al^{3+} Terhadap Analisa Besi Dengan Kompleks 1,10-Fenantrolin Pada pH 4,5 Dengan Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. In *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Koesnarpadi, S., Santosa, S. J., Siswanta, D., & Rusdiarso, B. (2015). Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticle Coated Humic Acid ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{HA}$). *Procedia Environmental Sciences*, 30, 103–108.
- Lestari, P. (2017a). Adsorpsi Ion Emas Menggunakan Asam Humat Tanah Gambut Di Bawah Radiasi Sinar Uv. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 6(1), 168–177.
- Lestari, P. (2017b). Isolation of humic acid from peat soil and its application as an adsorbent for AuCl_4^- in solution. *AIP Conference Proceedings*, 1823.
- Liu, F., Peng, G., Li, T., Yu, G., & Deng, S. (2019). Au(III) adsorption and reduction to gold particles on cost-effective tannin acid immobilized dialdehyde corn starch. *Chemical Engineering Journal*, 370(January), 228–236.
- Lv, N., Wang, X., Peng, S., Zhang, H., & Luo, L. (2018). Study of the kinetics and equilibrium of the adsorption of oils onto hydrophobic jute fiber modified via the sol-gel method. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(969), 1–14.
- Muhammad, I., Triantoro, A., & Novianti, Y. S. (2019). Optimasi Kondisi Pelarutan Logam Au dalam Endapan Placer dengan Proses Hidrometalurgi. *Jurnal Geomine*, 7(November), 157–162.
- Nisak, J. (2014). Adsorpsi-Reduksi Au^{3+} Menggunakan Magnetit Terlapisi Asam Galat. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Niu, H., Yang, H., & Tong, L. (2021). Adsorption behaviors of Au(III) onto humic acid extracted from gold ore: Adsorptive kinetics, isotherm and mechanism. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.
- Prasasti, D., Juari, S., & Sudiono, S. (2012). Kinetika Adsorpsi-Reduksi Ion Au(III) Pada Asam Humat Hasil Isolasi Dari Tanah Gambut Rawa Pening. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 2(2), 141–151.
- Pratiwi, D. N. (2011). Optimalisasi reaksi esterifikasi asam asetat dengan 1-heksena, sebagai salah satu tahapan pada proses pembuatan etanol. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Radwan, E. K., Ibrahim, M. B. M., Moursy, A. S., & Ghafar, H. H. A. (2019). Characterization of Humic Acids Extracted From Egyptian Sediment by Elemental Composition, NMR and FTIR. *Journal of Environmental Science and Technology*, 12(5), 221–227.
- Rahma, D. E. (2019). Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dengan Irradiasi Microwave. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rahmayanti, M. (2020). Recovery Emas dalam Sistem Au tunggal dan Sistem

- Multilogam (Au/Cu) Menggunakan Adsorben Asam Askorbat Termodifikasi Magnetit. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), 179–189.
- Rahmayanti, M., & Santosa, S. J. (2016). *Comparative Study on the Adsorption of $[AuCl_4^-]$ onto Salicylic Acid and Gallic Acid Modified Magnetite Particles*. 16(3), 329–337.
- Santosa, S. J., Dewi, S. R., Siswanta, D., & Kunarti, E. S. (2014). Esterification of Humic Acid and its Effect on the Removal of $AuCl_4^-$ from Aqueous Solution. *Journal of Ion Exchange*, 25(4), 151–154.
- Santoso, U. T., & Herdiansyah. (2004). Study On The Rate Of Reduction Of Cr (VI) to Cr (III) By Humic Acid Using Continuum Multicomponent Model. *Indonesian Journal of Chemistry*, 4(1), 12–25.
- Santoso, U. T., Santosa, S. J., Siswanta, D., Rusdiarso, B., & Shimazu, S. (2010). Characterization Of Sorbent Produced Through Immobilization Of Humic Acid On Chitosan Using Glutaraldehyde As Cross-Linking Agent And Pb(II) Ion As Active Site Protector. *Indonesian Journal of Chemistry*, 10(3), 301–309.
- Setyowati, D., & Ulfin, I. (2007). Optimasi Kondisi Penyerapan Ion Aluminium Oleh Asam Humat. *Akta Kimia Indonesia*, 2(2), 85–92.
- Sudiono, S., Yuniarti, M., Siswanta, D., Kunarti, E. S., Triyono, & Santosa, S. J. (2017). The role of carboxyl and hydroxyl groups of humic acid in removing $AuCl_4^-$ from aqueous solution. *Indonesian Journal of Chemistry*, 17(1), 95–104.
- Sule, S. B. (2019). Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Ekstrak Tunicata Pyura Sp. Sebagai Bioreduktor Dan Uji Potensinya Sebagai Antibakteri. In *Skripsi*. Universitas Hasanuddin.
- Suleman, N., Abas, & Paputungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77.
- Usmania, S. (2022). Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Air Daun Pegagan (*Centella asiatica L.*). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Vafaezadeh, M., & Fattahi, A. (2015). DFT investigations for “ Fischer ” esterification mechanism over silica-propyl- SO_3 catalyst: is the reaction reversible ? *Computational And Theoretical Chemistry*.
- Yanti, I., Santosa, S. J., & Kartini, I. (2016). Kinetics Study of Au(III) Adsorption on Gallic Acid Intercalated Mg/Al-Hydrotalcite. *Eksakta: Jurnal Imu-Ilmu MIPA*, 27–35.
- Yuliyati, Y. B., & Natanael, C. L. (2016). Isolasi Karakterisasi T Asam Humat dan Penentuan Daya Serapnya Terhadap Ion Logam Pb(II) Cu(II) dan Fe(II). *Al-Kimia*, 4(1), 43–53.