

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	 6
II.1 Tinjauan Pustaka	6
II.1.1 Senyawa humat	6
II.1.2 Asam fulvat	6
II.1.3 Magnetit	10
II.1.4 Emas	13
II.1.5 Adsorpsi	16
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	19
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	19
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	20
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	20
II.2.4 Perumusan hipotesis 4	20
II.2.5 Rancangan penelitian	21
 BAB III METODE PENELITIAN	 22
III.1 Bahan	22
III.2 Peralatan	22
III.3 Prosedur Kerja dan Pengumpulan Data	22
III.3.1 Ekstraksi asam fulvat	22
III.3.2 Sintesis dan karakterisasi Fe ₃ O ₄	23
III.3.3 Sintesis dan karakterisasi Fe ₃ O ₄ -AF	23
III.3.4 Penentuan pH <i>point of zero charge</i> (pH _{PZC})	24
III.3.5 Uji Stabilitas Fe ₃ O ₄ -AF	24
IV.3.6 Penentuan kandungan gugus fungsional asam fulvat dan Fe ₃ O ₄ -AF	24
III.3.7 Pengaruh pH adsorpsi	25

III.3.8	Penentuan laju adsorpsi dan konstanta kesetimbangan adsorpsi	25
III.3.9	Penentuan model isoterm adsorpsi	25
III.3.10	Karakterisasi $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ setelah adsorpsi	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
IV.1	Ekstraksi Asam Fulvat	26
IV.2	Karakterisasi AF Hasil Ekstraksi	27
IV.2.1	Karakterisasi AF dengan FTIR	27
IV.2.2	Penentuan E_4/E_6 asam fulvat	28
IV.3	Sintesis Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	29
IV.4	Karakterisasi Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	30
IV.4.1	Karakterisasi Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ dengan FTIR	30
IV.4.2	Karakterisasi Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ dengan XRD	32
IV.4.3	Pengaruh asam fulvat terhadap ukuran dan % kristalinitas Fe_3O_4	33
IV.4.4	Penentuan pH <i>point of zero charge</i> (pH_{PZC})	34
IV.4.5	Karakterisasi Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ melalui uji kemagnetan	35
IV.4.6	Uji stabilitas Fe_3O_4	36
IV.5	Penentuan kandungan gugus fungsional asam fulvat dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	37
IV.6	Interaksi $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ dengan ion $[\text{AuCl}_4]^-$	39
IV.6.1	Pengaruh pH terhadap adsorpsi-reduksi ion $[\text{AuCl}_4]^-$	39
IV.6.2	Kinetika adsorpsi-reduksi ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	42
IV.6.3	Isoterm adsorpsi-reduksi ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	44
IV.6.4	Karakterisasi $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ setelah adsorpsi-reduksi ion $[\text{AuCl}_4]^-$	47
BAB V	KESIMPULAN	51
V.1	Kesimpulan	51
V.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur AF menurut Schnitzer dan Khan (Stevenson, 1994)	7
Gambar II.2	Pengikatan ion logam oleh senyawa humat melalui berbagai interaksi: (a) jembatan air, (b) substitusi, (c) dan (d) khelasi (Stevenson, 1994)	9
Gambar II.3	Struktur kristal magnetit (Fe ₃ O ₄): (a) Struktur 3D kristal magnetit yang terdiri dari bangun tetrahedral dan oktahedral (Friák dkk., 2007) (b) Posisi ion logam pada sisi tetrahedral dan oktahedral (Banerjee dan Moskowitz, 1985)	10
Gambar II.4	Diagram Pourbaix menunjukkan kestabilan termodinamika besi oksida dan besi hidroksida dalam berbagai variasi pH (Pourbaix, 1974 dalam El-kharrag dkk., 2011)	12
Gambar II.5	Perpotongan pH awal dan akhir menunjukkan pH <i>point of zero charge</i> (pH _{PZC}) (Hasnah dan Ridwan, 2012)	12
Gambar II.6	Hubungan % distribusi ion kompleks Au(III) dan pH dalam larutan berair pada konsentrasi ion klorida (C _{Cl} ⁻ = 0,6 M) dan temperatur 25 °C (Paclawski dan Fitzner, 2004)	14
Gambar II.7	Foto mikroskop asam humat setelah adsorpsi-reduksi ion [AuCl ₄] ⁻ (Prasasti dkk., 2013)	15
Gambar IV.1	Asam fulvat hasil ekstraksi	27
Gambar IV.2	Spektra IR AF	27
Gambar IV.3	Spektra IR (a) asam fulvat, (b) Fe ₃ O ₄ dan (c) Fe ₃ O ₄ -AF	31
Gambar IV.4	Difraktogram (a) Fe ₃ O ₄ dan (b) Fe ₃ O ₄ -AF. Keterangan: M= Magnetit, G= Gutit	32
Gambar IV.5	Penentuan pH _{PZC} Fe ₃ O ₄ -AF hasil sintesis	35
Gambar IV.6	Uji kualitatif sifat magnet padatan hasil sintesis dengan bantuan medan magnet eksternal: 1= Asam fulvat; 2= Fe ₃ O ₄ dan 3= Fe ₃ O ₄ -AF, dimana (a) sebelum ditarik medan magnet eksternal dan (b), (c), (d) setelah ditarik medan magnet eksternal	36
Gambar IV.7	Grafik % Fe yang terlepas relatif terhadap berat adsorben pada berbagai variasi pH	36
Gambar IV.8	Pengaruh pH terhadap proses adsorpsi-reduksi ion [AuCl ₄] ⁻ pada Fe ₃ O ₄ -AF	40
Gambar IV.9	Interaksi yang terjadi antara asam fulvat dengan ion [AuCl ₄] ⁻	41
Gambar IV.10	Pengaruh waktu terhadap proses adsorpsi-reduksi ion [AuCl ₄] ⁻ pada Fe ₃ O ₄ -AF	43
Gambar IV.11	Grafik hubungan $t \cdot t_q^{-1}$ (menit g ⁻¹ mol ⁻¹) (10 ⁷) versus t pada model kinetika Ho untuk adsorpsi-reduksi ion [AuCl ₄] ⁻ pada Fe ₃ O ₄ -AF	44
Gambar IV.12	Grafik isotherm: (a) Langmuir dan (b) Freundlich pada Fe ₃ O ₄ -AF	45
Gambar IV.13	Spektra IR Fe ₃ O ₄ -AF: (a) sebelum dan (b) setelah proses adsorpsi-reduksi	47
Gambar IV.14	Difraktogram Fe ₃ O ₄ -AF: (a) sebelum dan (b) setelah proses adsorpsi-reduksi. Keterangan: M= Magnetit, G= Gutit, E= Emas	48



Gambar IV.15 Foto mikroskop stereo $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ perbesaran 90 \times : (a) sebelum dan
(b) setelah proses adsorpsi-reduksi

49

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Rasio E_4/E_6 asam fulvat dari berbagai sumber oleh Kalle (1966) dalam Thurman (1985)	8
Tabel IV.1	Rasio E_4/E_6 asam fulvat hasil ekstraksi	29
Tabel IV.2	Perbandingan ukuran dan % kristalinitas $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ terhadap Fe_3O_4 hasil sintesis	33
Tabel IV.3	Hasil pengukuran pH sebelum dan setelah pendiaman selama 2 hari	34
Tabel IV.4	Kandungan gugus fungsional asam fulvat dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	37
Tabel IV.5	Perbandingan kandungan gugus fungsional $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ dengan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ hasil penelitian Yuniarti (2013)	39
Tabel IV.6	Hasil pengukuran pH sebelum dan setelah proses adsorpsi-reduksi	42
Tabel IV.7	Hasil perhitungan kinetika adsorpsi ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	43
Tabel IV.8	Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	46
Tabel IV.9	Perbandingan kapasitas adsorpsi $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ dengan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Spektra IR asam fulvat, Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	58
	1.1 Spektra IR AF	58
	1.2 Spektra IR Fe_3O_4	59
	1.3 Spektra IR $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	60
Lampiran 2	Difraktogram XRD Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	61
	2.1 Difraktogram Fe_3O_4	61
	2.2 Difraktogram $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	63
Lampiran 3	Perhitungan Distribusi Ukuran Partikel Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	66
	3.1 Ukuran partikel Fe_3O_4	66
	3.2 Ukuran partikel magnetit pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	66
Lampiran 4	% Kristalinitas	67
	4.1 % Kristalinitas Fe_3O_4	67
	4.2 % Kristalinitas $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	67
Lampiran 5	Penentuan Stabilitas Fe_3O_4 pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	68
Lampiran 6	Penentuan Keasaman, Kandungan $-\text{COOH}$ dan $-\text{OH}$ pada AF dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	69
	6.1 Keasaman total AF	69
	6.2 Kandungan $-\text{COOH}$ total AF	69
	6.3 Kandungan $-\text{OH}$ total AF	69
	6.4 Keasaman total $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	70
	6.5 Kandungan $-\text{COOH}$ total $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	70
	6.6 Kandungan $-\text{OH}$ total $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	70
Lampiran 7	Pengaruh pH Larutan Terhadap Adsorpsi Ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	71
Lampiran 8	Penentuan Tetapan Laju (k) dan Tetapan Keseimbangan (K) Adsorpsi Ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	72
Lampiran 9	Isoterm Adsorpsi Ion $[\text{AuCl}_4]^-$ pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$	76
Lampiran 10	Spektra IR $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ Setelah Adsorpsi	78
Lampiran 11	Difraktogram XRD $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AF}$ Setelah Adsorpsi	79