

**PENINGKATAN KUALITAS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT-
AMPAS SAGU MENJADI AMINE BIOKOMPOSIT NANOPARTIKEL
DENGAN IMPREGNASI Fe(III) SEBAGAI *GREEN* ADSORBEN
PENGOLAHAN AIR GAMBUT**

ALLAM NAUFAL

NIM. 2320834310005



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARBARU

2025

**PENINGKATAN KUALITAS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT-
AMPAS SAGU MENJADI AMINE BIOKOMPOSIT NANOPARTIKEL
DENGAN IMPREGNASI Fe(III) SEBAGAI *GREEN* ADSORBEN
PENGOLAHAN AIR GAMBUT**

ALLAM NAUFAL

NIM. 2320834310005

TESIS

Diajukan Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

MAGISTER TEKNIK

Program Studi S2 Teknik Kimia

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARBARU

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK KIMIA

**PENINGKATAN KUALITAS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT-
AMPAS SAGU MENJADI AMINE BIOKOMPOSIT NANOPARTIKEL
DENGAN IMPREGNASI FE(III) SEBAGAI GREEN ADSORBEN
PENGOLAHAN AIR GAMBUT**

Oleh:

ALLAM NAUFAL (2320834310005)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Penguji I

: Prof. Ir. Meilana Dharma Putra., S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19820501 200604 1 014

Penguji II

: Dr. Abubakar Tuhuloula, S.T., M.T
NIP. 19750820 200501 1 001

Penguji III

: Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T
NIP. 19760819 200312 1 001

Pembimbing I

: Prof. Ir. Iryanti F. Nata, ST., MT., Ph.D
NIP. 19750113 200003 2 003

Pembimbing II

: Prof. Ir. Chairul Irawan, ST., MT., Ph.D
NIP. 19750404 200003 1 002

Banjarbaru, Januari 2025

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM




Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Kimia



Chairul Irawan, S.T., M.T
NIP. 19750404 200003 1 002

Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T
NIP. 19760819 200312 1 001

SERTIFIKAT UJI PLAGIASI

	
SERTIFIKAT	No Reg : 45674-73-PSMTK
Diberikan kepada	
Allam Naufal	
NIM 2320834310005	
Program Studi S-2 TEKNIK KIMIA	
Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat	
Telah dilakukan uji plagiasi artikel jurnal Tugas Akhir Mahasiswa :	
SUSTAINABLE MAGNETIC BIOCOMPOSITES PALM OIL EMPTY FRUIT BUNCH/SAGO DREGS-BASED WITH HIGH ACTIVE AMINE AS GREEN MATERIALS	
dengan tingkat kemiripan :	18%
Banjarbaru, 17 Januari 2025	
a.n. Dekan Fakultas Teknik ULM	
Wakil Dekan bidang Akademik,	
	
Dr. Mahmud, S.T., M.T.	
NIP 197401071998021001	

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Allam Naufal
NIM : 2320834310005
Program Studi : Magister Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **Peningkatan Kualitas Tandan Kosong Kelapa Sawit-
Ampas Sagu Menjadi Amine Biokomposit
Nanopartikel Dengan Impregnasi Fe(III) sebagai
Green Adsorben Pengolahan Air Gambut**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya berdedia sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Allam Naufal

NIM. 2320834310005

RINGKASAN

Allam Naufal. 2024. Peningkatan Kualitas Tandan Kosong Kelapa Sawit-Ampas Sagu Menjadi Amine Biokomposit Nanopartikel dengan Impregnasi Fe(III) sebagai Green Adsorben Pengolahan Air Gambut. Pembimbing: Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.; Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan ampas sagu (AS) merupakan limbah dari aktifitas pertanian, limbah tersebut mengandung serat selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar biokomposit magnetik nanopartikel. Biokomposit ini dapat diaplikasikan sebagai adsorben logam berat dan kontaminan pada air gambut. Tujuan penelitian ini adalah menentukan komposisi terbaik serat TKKS-AS ditinjau dari pembentukan magnetik nanopartikel dan fungsionalisasi gugus amine pada permukaan biokomposit, mengkarakterisasi biokomposit yang dihasilkan berupa kandungan elemen penyusun, struktur morfologi, struktur kristalin, dan gugus fungsionalnya, menentukan kondisi optimum kapasitas adsorpsi ion Mn(II) ditinjau dari berbagai kondisi pH (5, 6, 7) dan jenis adsorben pada air gambut dan efeknya terhadap kontaminan seperti TSS, COD dan warna. Penentuan kapasitas adsorpsi maksimum biokomposit terhadap ion Mn(II) dengan pendekatan adsorpsi isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* model dan mengevaluasi kemampuan *reusability* biokomposit.

Proses ini menggunakan metode *solvothermal*, TKKS dan AS yang sudah kering dihaluskan hingga ukuran $\pm 50/60$ mesh, selanjutnya proses didelignifikasi untuk menghilangkan lignin dengan 1% NaOH. Sejumlah serat TKKS:AS dengan rasio (1:0; 0:1; 1:1; 2:1; 3:1) masing-masing ditambahkan etilen glikol, natrium asetat anhidrat, besi Fe(III) tetrahidrat dan hexanediamine sebagai sumber amine grup. Campuran dimasukkan dalam reaktor *teflon stainless steel autoclave* dan dipanaskan pada suhu 200 °C selama 6 jam.

Biokomposit yang dihasilkan mengandung Fe dan amine masing-masing sebesar 98,26% dan 3,83 mmol/g. Analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) mengidentifikasi magnetit melalui *peak* karakteristik pada 36°, 43°, dan 57°. Selain itu, *Crystallinity Index* (CrI) TKKS dan AS mengalami peningkatan masing-masing sebesar 36,37% dan 127,02%. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) menunjukkan N-H *bending vibrations* dan ikatan Fe-O dalam biokomposit masing-masing pada *peak* 1620 cm⁻¹ dan 585 cm⁻¹. Susunan matriks, besi, dan amine pada biokomposit memiliki potensi sebagai adsorben yang baik dalam pengolahan air gambut. Kondisi optimum proses adsorpsi Mn(II) pada adsorben B-M dan B-3:1 adalah pH 5 selama 60 menit dengan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 59,32 mg/g dan 69,47 mg/g. Penyerapan TSS masing-masing sebesar 0,4288 mg/L dan 0,4348 mg/L untuk B-M dan B-3:1, sedangkan penurunan COD untuk B-M sebesar 16,89 mg/L dan 23,03 mg/L untuk B-3:1. Penurunan intensitas warna masing-masing sebesar 85,88% dan 90,5% untuk B-M dan B-3:1.

SUMMARY

Allam Naufal. 2024. *Enhancing the Quality of Palm Oil Empty Fruit Bunch-Sago Dreg into Amine Nanoparticle Biocomposites via Fe(III) Impregnation for Green Adsorbents in Peat Water Treatment*. Advisor: Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.; Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D.

Palm oil empty fruit bunches (EFB) and sago dreg (SD) are agricultural by-products rich in cellulose fibers, which can be utilized as raw materials for magnetic nanoparticle-based biocomposites. These biocomposites are applicable as adsorbents for heavy metals and contaminants in peat water. This study aims to (1) determine the optimal composition of EFB-SD fibers for forming magnetic nanoparticles and functionalizing amine groups on the biocomposite surface, (2) characterize the resulting biocomposites in terms of elemental composition, morphological structure, crystalline structure, and functional groups, (3) identify the optimal adsorption conditions of Mn(II) ions under varying pH levels (5, 6, 7) and adsorbent types in peat water, and (4) evaluate their effect on contaminants such as total suspended solids (TSS), chemical oxygen demand (COD), and color intensity. The maximum adsorption capacity of the biocomposites for Mn(II) ions was determined using Langmuir and Freundlich isotherm models, and the reusability of the biocomposites was assessed.

The solvothermal method was employed for synthesis. Dried EFB and SD fibers were ground to a particle size of $\pm 50/60$ mesh, followed by delignification using 1% NaOH to remove lignin. Fiber blends of EFB:SD in various ratios (1:0, 0:1, 1:1, 2:1, 3:1) were mixed with ethylene glycol, sodium acetate anhydrous, iron(III) tetrahydrate, and hexanediamine as an amine group source. The mixtures were heated at 200 °C for 6 h in a stainless-steel autoclave reactor with a Teflon lining.

The resulting biocomposites exhibited Fe content and amine group concentrations of 98.26% and 3.83 mmol/g, respectively. X-ray diffraction (XRD) analysis identified magnetite through characteristic peaks at 36°, 43°, and 57°. Additionally, the crystallinity index (CrI) of EFB and SD fibers increased by 36.37% and 127.02%, respectively. Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) revealed N–H bending vibrations and Fe–O bonds at 1620 cm^{-1} and 585 cm^{-1} , respectively. The optimal adsorption conditions for Mn(II) ions using B-M and B-3:1 adsorbents were achieved at pH 5 for 60 min, with adsorption capacities of 59.32 mg/g and 69.47 mg/g, respectively. TSS reductions of 0.4288 mg/L and 0.4348 mg/L were observed for B-M and B-3:1, respectively. COD reductions were recorded at 16.89 mg/L for B-M and 23.03 mg/L for B-3:1. Furthermore, color intensity reductions of 85.88% and 90.5% were achieved for B-M and B-3:1, respectively. The matrix structure, iron content, and amine groups in the biocomposites demonstrate significant potential as effective adsorbents for peat water treatment.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Allam Naufal lahir dari pasangan Aam Gunawan dan Yurmalina di Martapura pada 5 Mei 2001 dan merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara. Jenjang pendidikan dasar penulis ditempuh di SDN Korpri III (2007-2008), SDN Palasari III (2008-2010), SDN Adetex (2010-2012) dan SDN Landasan Ulin Timur 1 (2012-2013). Pendidikan tingkat menengah dan atas penulis ditempuh di SMPN 2 Banjarbaru (2013-2016) dan SMAN 3 Banjarbaru (2016-2019), kemudian melanjutkan pendidikan sarjana di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat (2019-2023). Penulis belum memiliki pengalaman kerja, tetapi pernah melakukan praktik kerja lapangan (PKL) di PT. SMART unit Tarjun bagian *Quality Control* selama 2 bulan. Pada tahun 2023 penulis melanjutkan pendidikan Strata 2 (S2) di Universitas Lambung Mangkurat pada Program Magister Teknik Kimia.

ALLAM NAUFAL

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Peningkatan Kualitas Tandan Kosong Kelapa Sawit-Ampas Sagu Menjadi Amine Biokomposit Nanopartikel Dengan Impregnasi Fe(III) sebagai *Green* Adsorben Pengolahan Air Gambut”**. Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Universitas Lambung Mangkurat. Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berterimakasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, Ph.D (pembimbing 1) dan Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, Ph.D (pembimbing 2) yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian dan penyusunan tesis hingga tesis ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Doni Rahmat Wicakso, Bapak Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, Ph.D, Bapak Dr. Abubakar Tuhuloula, Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, Ph.D dan Bapak Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan tesis ini.
3. Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia, Bapak Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tesis ini.
4. Seluruh dosen pengajar di Program Studi Magister Teknik Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama menempuh pendidikan.
5. Ibunda Yurmalina dan Ayahanda Aam Gunawan yang telah memberikan kepercayaan, kesabaran, dukungan moril dan materil dan semangat yang mendorong penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
6. Semua pihak yang turut membantu penelitian dan penulisan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih terdapat banyak kekurangan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak guna meningkatkan kualitas pendidikan.

Banjarbaru, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Hipotesis.....	5
1.7 Luaran yang Dicapai	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	7
2.2 Ampas Sagu.....	8
2.3 Delignifikasi	8
2.4 Biokomposit	10
2.5 Air Gambut dan Logam Mangan (Mn(II)).....	12
2.6 Kapasitas Adsorpsi.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu, Tempat dan Objek Penelitian	17
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	17

3.3	Variabel Proses.....	18
3.4	Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1	Delignifikasi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Ampas Sagu .	18
3.4.2	Pembuatan Biokomposit Magnetik Nanopartikel Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Ampas Sagu	19
3.4.3	Proses Adsorpsi Biokomposit Magnetik Nanopartikel Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit-Ampas Sagu dengan Ion Mn(II).....	20
3.4.4	Karakterisasi Biokomposit Magnetik Nanopartikel	22
3.5	Analisis Hasil	23
3.5.1	Analisis Kandungan ion Mn(II)	23
3.5.2	Analisis Kandungan <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	24
3.5.3	Analisis Kandungan <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	24
3.5.4	Analisis Warna	24
3.5.5	Analisis Amine Grup.....	25
3.5.6	Penentuan Kapasitas Adsorpsi	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Karakterisasi Biokomposit Magnetik Nanopartikel	28
4.2	Adsorpsi Ion Mangan (Mn(II)) dengan Biokomposit Magnetik Nanopartikel Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Ampas Sagu	37
4.3	Pengaruh pH terhadap <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> , <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> dan Warna pada Proses Adsorpsi dengan Biokomposit Magnetik Nanopartikel	44
4.4	Penggunaan Kembali (<i>Reusability</i>) Adsorben Biokomposit Magnetik Nanopartikel Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit- Ampas Sagu pada Proses Adsorpsi	48
BAB V PENUTUP.....		50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS		62
A.1	Analisis Total Suspended Solid (TSS)	62
LAMPIRAN B HASIL DAN PERHITUNGAN		63
B.1	Perhitungan Larutan Standar Mn(II) (ppm)	63
B.2	Perhitungan <i>Crystallinity Index (CrI)</i>	63

B.3	Adsorpsi Logam Mn(II) oleh Biokomposit sebagai Adsorben	65
B.3.1	Adsorpsi terhadap Logam Mn(II) dengan Adsorben Biokomposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Ampas Sagu untuk Bergabagai Waktu Kontak	65
B.3.2	Adsorpsi terhadap Logam, Mn(II) dengan Adsorben Biokomposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Ampas Sagu untuk Berbagai pH.....	66
B.3.3	Adsorpsi terhadap Logam Mn(II) dengan Adsorben Biokomposit Serat Sekam Padi untuk Proses <i>Reusability</i>	67
B.4	Analisa <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	68
B.5	Analisis Warna	69
B.6	Analisis <i>Chemisal Oxygen Demand</i> (COD).....	69
B.7	Perhitungan Pendekatan Isoterm <i>Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Model ..	70
B.7.1	<i>Isoterm Langmuir</i> (B-M).....	70
B.7.2	<i>Isoterm Lamgmuir</i> (B-3:1)	71
B.7.3	<i>Isoterm Freundlich</i> (B-M).....	72
B.7.4	<i>Isoterm Freundlich</i> (B-3:1)	74
LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Pretreatment</i> Pemecahan Lapisan Lignin dari Lignoselulosa (Doherty dan Rainey, 2006).....	9
Gambar 2.2 Mekanisme Delignifikasi pada Lignoselulosa (Fan dkk., 1987)	10
Gambar 2.3 Skema pembuatan amine biokomposit magnetik nanopartikel (Irawan dkk., 2021).....	11
Gambar 3.1 Skema Diagram Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Ampas Sagu	19
Gambar 3.2 Skema Diagram Pengolahan Amine Biokomposit Magnetik Nanopartikel dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit-Ampas Sagu dengan Metode <i>Solvothermal</i>	20
Gambar 3.3 Skematik Diagram Proses Adsorpsi Biokomposit Magnetik Nanopartikel dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit-Ampas Sagu.....	22
Gambar 4.1 Serbuk TKKS (a) sebelum delignifikasi, (b) sesudah delignifikasi, AS (c) sebelum delignifikasi dan (d) sesudah delignifikasi.....	29
Gambar 4.2 FE-SEM serat TKKS (a) sebelum <i>treatment</i> , (b) setelah <i>treatment</i> , dan serat AS (c) sebelum <i>treatment</i> , (d) setelah <i>treatment</i>	30
Gambar 4.3 FE-SEM biokomposit a) B-1:0 b) B-0:1 c) B-1:1 d) B-2:1 e) B-3:131	
Gambar 4.4 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) TKKS, TKKS-D, AS, AS-D, B-1:0, B-0:1, B-1:1, B-2:1 dan B-3:1.....	35
Gambar 4.5 FT-IR spektra TKKS, TKKS-D, AS, AS-D, B-1:0, B-0:1, B-1:1, B-2:1 dan B-3:1	36

Gambar 4.6 Konsentrasi ion mangan (Mn(II)) sesudah adsorpsi pada berbagai waktu kontak dengan menggunakan adsorben B-M dan B-3:1. Kondisi operasi: volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm	38
Gambar 4.7 Kapasitas adsorpsi Ion Mn(II) pada berbagai pH dengan Adsorben Biokomposit Magnetik Nanopartikel TKKS-AS tanpa Amine Grup (B-M) dan dengan Amine Grup (B-3:1). Kodisi operasi: volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm pada waktu 60 menit.....	40
Gambar 4.8 Kesetimbangan Konsentrasi ion Mangan (Mn(II)) dengan model Isoterm <i>Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> dengan adsorben B-M dan B-3:1. Kodisi operasi: volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm pada waktu 60 menit	41
Gambar 4.9 Perbandingan Efektifitas Penurunan TSS dengan Variasi pH 5, 6 dan 7 pada Proses Adsorpsi. Kodisi operasi: volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm pada waktu 60 menit.....	45
Gambar 4.10 Efektifitas Penurunan COD terhadap Variasi pH Larutan 5, 6, dan 7 pada Proses Adsorpsi. Kodisi operasi: volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm pada waktu 60 menit.....	46
Gambar 4.11 Efektifitas Penurunan Warna terhadap pH Larutan pada Proses Adsorpsi. Kodisi operasi: volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm pada waktu 60 menit	48

Gambar 4.12 Pengulangan adsorben pada proses adsorpsi. Kondisi operasi:
volume sampel 300 mL, kecepatan pengadukan 200 rpm pada
waktu 60 menit..... 49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Pembentuk TKKS	7
Tabel 2.2 Komposisi Pembentuk Ampas Sagu	8
Tabel 4.1 Komponen Fe dan kandungan amine B-1:0, B-0:1, B-1:1, B-2:1 dan B-3:1	32
Tabel 4.2 Karakteristik <i>Peak</i> dan Nilai <i>CrI</i> TKKS, TKKS-D, AS, AS-D	34
Tabel 4.3 Parameter Model Isoterm Adsorpsi Ion Mn(II) dengan Adsorben B-M dan B-3:1 pada Temperatur Ruang	42
Tabel 4.4 Perbandingan kapasitas adsorpsi logam Mn(II) pada berbagai adsorben .	43

DAFTAR SINGKATAN

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectrometry</i>
B-0:1	: Biokomposit Magnetik Hexanediamine, rasio 0:1
B-1:0	: Biokomposit Magnetik Hexanediamine, rasio 1:0
B-1:1	: Biokomposit Magnetik Hexanediamine, rasio 1:1
B-2:1	: Biokomposit Magnetik Hexanediamine, rasio 2:1
B-3:1	: Biokomposit Magnetik Hexanediamine, rasio 3:1
B-M	: Biokomposit Magnetik tanpa Hexadamine, rasio 3:1
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
CrI	: <i>Crystallinity Index</i>
FE-SEM	: <i>Field Emission-Scanning Electron Microscopy</i>
FT-IR	: <i>Fourier Transform Infra-Red</i>
TKKS	: Serat tandan kosong kelapa sawit
TKKS-D	: Serat tandan kosong kelapa sawit delignifikasi
AS	: Serat Ampas sugu
AS-D	: Serat Ampas sugu deliginifikasi
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>