

EFEKTIVITAS ADSORPSI FE DAN MN MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON SEKAM PADI DENGAN SISTEM KONTINU

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.



Diajukan Oleh:

M. YUREICO SOOBIRUMBASSA ULUMUDDINISSARRUN

KHABIBULLOH

NPM 20034010044

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS ADSORPSI FE DAN MN MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON SEKAM PADI DENGAN SISTEM KONTINU

Disusun Oleh:

M. YUREICO SOOBIRUMBASSA ULUMUDDINISSARRUN

KHABIBULLOH

NPM 20034010044

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Raden Kokoh Haryo Putro ST., MT.

NIP. 19900905 201903 1 026

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS ADSORPSI FE DAN MN MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON SEKAM PADI DENGAN SISTEM KONTINU

Disusun Oleh:


M. YUREICO SOOBIRUMBASSA ULUMUDDINISSARRUN

KHABIBULLOH

NPM 20034010044

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Serambi
Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

TIM PENGUJI

1. Ketua

Dosen Pembimbing


Raden Kokoh Haryo Putro ST., MT.
NIP. 19900905 201903 1 026


Dr. Okik Hendriyanto C., ST, MT
NIP. 19750717 202121 1 007

2. Anggota


Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T
NIP. 19611112 198903 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

EFEKTIVITAS ADSORPSI FE DAN MN MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON SEKAM PADI DENGAN SISTEM KONTINU

Disusun Oleh:

M. YUREICO SOOBIRUMBASSA ULUMUDDINISSARRUN

KHABIBULLOH

NPM 20034010044

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 16 Juli 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Dr. Orlk Hendriyanto C., ST, MT

NIP. 19750717 202121 1 007

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T

NIP. 19611112 198903 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M, Yureico Soobirumbassa Ulumuddinissarrun
Khabibulloh
NIM : 20034010044
Fakultas : Teknik dan Sains
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : “Efektivitas Adsorpsi Fe Dan Mn Menggunakan
Adsorben Karbon Sekam Padi Dengan Sistem Kontinu”

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 23 Juli 2026

Yang Menyatakan,



(M.Yureico Soobirumbassa U.K)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Adsorpsi Fe Dan Mn Menggunakan Adsorben Karbon Sekam Padi Dengan Sistem Kontinu” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai keterbatasan dan tantangan. Namun, berkat bimbingan, bantuan, dukungan, doa, serta motivasi dari berbagai pihak, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan dukungan dan fasilitas penulis selama menempuh pendidikan.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan arahan, dukungan, serta membantu kelancaran proses akademik penulis selama menempuh pendidikan.
3. Bapak Raden Kokoh Haryo Putro ST.,MT. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, serta motivasi dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Kedua orang tua tersayang, Bapak yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun material, motivasi, pengorbanan, serta semangat yang tiada henti kepada penulis. sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini dengan baik.

5. Saudara kandung, Regie demni sekeluarga telah memberikan dukungan, perhatian, hiburan dan semangat kepada penulis selama perkuliahan.
6. Seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, perhatian, serta semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Esha Nurrahmania P.P yang setia menemani di setiap proses baik suka maupun duka. Terima kasih atas doa, semangat, perhatian, serta dukungan tanpa henti kepada penulis.
8. Teman-teman teknik lingkungan yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta kebersamaan selama masa perkuliahan dan proses penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh keluarga besar UKM Bola “Voli” UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah memberi kepercayaan dalam memimpin dan berproses yang menjadi pacuan semangat bagi penulis dalam pendidikan.
10. Diri sendiri atas setiap langkah yang diambil dengan penuh kepercayaan diri, keberanian dan semangat yang tak pernah padam meskipun melalui tantangan yang tidak mudah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan di masa yang akan datang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Lingkungan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 23 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sumber Air	4
2.1.1 Air Laut.....	4
2.1.2 Air Hujan	4
2.1.3 Air Permukaan	5
2.1.4 Air Tanah	6
2.2 Sumber Pencemar Air	8
2.3 Baku Mutu Air	10
2.4 Adsorpsi	11
2.5 Adsorben	15
2.5.1 Zat penyerap (Adsorben)	15

2.5.2	Sekam Padi.....	16
2.6	<i>Atomic Absorbtion Spectroscopy (AAS)</i>	17
2.6.1	Instrumentasi <i>Atomic Absorbtion Spectroscopy (AAS)</i>	17
2.6.2	Teknik Penyiapan Sampel.....	19
2.7	Kesetimbangan Adsorpsi.....	20
2.7.1	Adsorpsi model Thomas	20
2.7.2	Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir	21
2.7.3	Persamaan Isoterm Adsorpsi Freundlich	23
2.8	Hasil Penelitian Sebelumnya.....	23
2.8.1	Karbonisasi Sekam Padi Sebagai Adsorben	23
2.8.2	Kapasitas Maksimum Karbon Sekam Padi	24
2.8.3	Analisa XRD Sekam Padi Sebagai Adsorben.....	25
2.8.3	Pengabuan Sekam Padi Sebagai Adsorben.....	27
2.8.4	Adsorpsi Sistem Kontinu (Kolom)	28
BAB 3 METODE PENELITIAN		30
3.1	Kerangka Penelitian	30
3.2	Alat Dan Bahan	32
3.2.1	Alat.....	32
3.2.2	Bahan	32
3.3	Variabel	32
3.4	Cara Kerja	33
3.4.1	Persiapan Sampel	33
3.4.2	Persiapan Adsorben (Sekam Padi).....	33
3.4.3	Pembuatan Kolom Adsorpsi	33
3.4.4	Matriks Penelitian	35

3.4.5	<i>Running</i> Adsorpsi Sistem Kontinu (kolom).....	36
3.5	Analisis data	37
3.5.1	Pengaruh Adsorpsi Karbon Sekam Padi Terhadap Fe dan Mn.....	37
3.5.2	Pengaruh Variabel terhadap adsorpsi Fe dan Mn Sistem Kontinu ..	37
3.5.2	Karakterisasi Adsorben pada Adsorpsi Kontinu	38
3.6	Jadwal Kegiatan	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Karakteristik Air Sampel.....	41
4.2	Hasil Penelitian	41
4.3	Efektivitas Penyisihan Fe dan Mn oleh Karbon Sekam Padi sistem kontinu	43
4.3.1	Penyisihan Fe dan Mn oleh Karbon Sekam Padi Pada Variabel Luas Permukaan Kolom	43
4.3.2	Penyisihan Fe dan Mn oleh Karbon Sekam Padi Pada Variabel Debit Air	47
4.4	Pengaruh Variabel Terhadap Efektivitas Adsorpsi Fe dan Mn.....	51
4.4.1	Pengaruh Luas Permukaan kolom Terhadap Efektivitas Penyisihan	51
4.4.2	Pengaruh Debit Air Terhadap Efektivitas Penyisihan	55
4.5	Karakterisasi adsorben sekam padi dalam model kolom adsorpsi.....	60
4.5.1	Kecepatan Laju Adsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi Model Thomas.	60
4.5.2	Titik <i>breakthrough</i> dan titik jenuh kolom adsorpsi	66
4.5.3	Perbandingan Karakteristik Adsorpsi Fe dan Mn pada Adsorpsi kontinu	69
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi.....	5
Gambar 2. 2 Diagram posisi relatif air bawah permukaan	7
Gambar 2. 3 Mekanisme Adsorpsi	11
Gambar 2. 4 Sistem adsorpsi Batch.....	14
Gambar 2. 5 Sistem adsorpsi kontinu.....	15
Gambar 2. 6 Sekam Padi	16
Gambar 2. 7 SEM dari karbon sekam padi (A) Sebelum adsorpsi (B Setelah adsorpsi)	25
Gambar 2. 8 Difraktogram XRD Sekam Padi	26
Gambar 2. 9 Hasil SEM sekam padi: (a) Sekam padi, (b) Abu sekam padi, (c) Sekam padi basa, (d) Sekam padi asam	26
Gambar 2. 10 Analisa SEM berbagai variasi	28
Gambar 2. 11 Sketsa Alat Penelitian.....	29
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Desain kolom adsorpsi	34
Gambar 3. 3 Penataan kolom adsorpsi	35
Gambar 4. 1 Persen Penyisihan Fe terhadap Waktu pada Variabel Luas Permukaan Kolom	51
Gambar 4. 2 Persen Penyisihan Mn terhadap Waktu pada Variabel Luas Permukaan Kolom	52
Gambar 4. 3 Kurva breakthrough Fe variabel Luas Permukaan Kolom	54
Gambar 4. 4 Kurva breakthrough Mn variabel Luas Permukaan Kolom.....	54
Gambar 4. 5 Persen Penyisihan Fe terhadap Waktu Variabel Debit Air	56
Gambar 4. 6 Persen Penyisihan Mn terhadap Waktu dengan Variabel Debit Air.....	56
Gambar 4. 7 Kurva breakthrough Fe variabel Debit Air.....	58
Gambar 4. 8 Kurva breakthrough Mn variabel Debit Air	58
Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Konstanta Thomas (Kth) Adsorpsi Fe dan Mn pada Setiap Kolom.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter wajib air minum (Kementerian Kesehatan, 2023)	11
Tabel 2. 2 Hasil Kadar Abu Pada Karbon Sekam Padi	24
Tabel 2. 3 Hasil Kadar Air Pada Karbon Sekam Padi.....	24
Tabel 2. 4 Konsentrasi ion Pb(II) yang teradsorpsi pada berbagai perlakuan.....	27
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian	35
Tabel 3. 2 Jadwal kegiatan penelitian	40
Tabel 4. 1 Hasil Uji Sampel Awal.....	41
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Adsorpsi Fe dan Mn.....	42
Tabel 4. 3 Persen Penyisihan Fe Pada variabel Luas Permukaan Kolom	44
Tabel 4. 4 Persen Penyisihan Mn Pada Variabel Luas Permukaan Kolom.....	46
Tabel 4. 5 Persen Penyisihan Fe Pada Variabel Debit Air	48
Tabel 4. 6 Persen Penyisihan Mn Pada Variabel Debit Air	49
Tabel 4. 7 Nilai Kth dan q0 tiap kolom pada adsorpsi Fe	61
Tabel 4. 8 Nilai Kth dan q0 tiap kolom pada adsorpsi Mn	62
Tabel 4. 9 Nilai Kth dan q0 tiap kolom pada adsorpsi Fe	63
Tabel 4. 10 Nilai Kth dan q0 tiap kolom pada adsorpsi Mn	64
Tabel 4. 11 Titik breakthrough dan titik jenuh adsorpsi logam Fe	67
Tabel 4. 12 Titik breakthrough dan titik jenuh adsorpsi logam Mn.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Parameter Fe dan Mn	79
Lampiran 2 Perhitungan	121
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian	141

ABSTRAK

Kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air yang melebihi baku mutu dapat menurunkan kualitas air sehingga diperlukan metode pengolahan yang efektif. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah adsorpsi menggunakan karbon sekam padi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi luas permukaan kolom dan debit air terhadap efektivitas penyisihan Fe dan Mn serta karakteristik adsorpsi berdasarkan model Thomas pada sistem adsorpsi kolom kontinu. Penelitian menggunakan karbon sekam padi sebagai media adsorben dengan variasi luas permukaan kolom sebesar 100 cm², 132,25 cm², 196 cm² dan 400 cm² serta debit air sebesar 0,2 l/menit; 0,5 l/menit; dan 1 l/menit. Parameter yang dianalisis meliputi persen removal Fe dan Mn, kurva *breakthrough*, konstanta Thomas (Kth), dan kapasitas adsorpsi teoritis (q₀).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon sekam padi mampu menyisihkan Fe dan Mn pada sistem adsorpsi kolom kontinu. Persen removal Fe dan Mn tertinggi masing-masing sebesar 95,67 % dan 97,50 % diperoleh pada variasi luas permukaan kolom 100 cm² dan debit air 0,2 l/menit. Berdasarkan model Thomas, nilai Kth dan q₀ dipengaruhi oleh variasi kondisi operasi, dengan karakteristik adsorpsi terbaik diperoleh pada luas permukaan kolom 100 cm² dan debit air 0,2 l/menit.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi luas permukaan kolom dan debit air berpengaruh terhadap efektivitas penyisihan dan karakteristik adsorpsi Fe dan Mn menggunakan karbon sekam padi pada sistem adsorpsi kolom kontinu. Peningkatan luas permukaan kolom dengan massa adsorben tetap serta peningkatan debit air menyebabkan persen removal menurun dan mempercepat waktu *breakthrough* serta waktu jenuh.

Kata kunci : Adsorpsi Kolom, Karbon Sekam Padi, Fe, Mn, Model Thomas.

ABSTRACT

Iron (Fe) and manganese (Mn) concentrations in water exceeding quality standards can degrade water quality, necessitating effective treatment methods. One viable alternative is adsorption using rice husk carbon. This study aimed to analyze the effects of varying column surface area and water flow rate on Fe and Mn removal efficiency and adsorption characteristics—based on the Thomas model—within a continuous column adsorption system. Rice husk carbon served as the adsorbent medium, with column surface areas varied at 100 cm², 132.25 cm², 196 cm², and 400 cm², and water flow rates at 0.2 L/min, 0.5 L/min, and 1 L/min. Analyzed parameters included Fe and Mn removal percentages, breakthrough curves, the Thomas constant (K_{th}), and theoretical adsorption capacity (q_0).

The results demonstrated that rice husk carbon is capable of removing Fe and Mn in a continuous column adsorption system. The highest removal percentages for Fe (95.67%) and Mn (97.50%) were achieved with a column surface area of 100 cm² and a flow rate of 0.2 L/min. According to the Thomas model, K_{th} and q_0 values were influenced by varying operating conditions, with optimal adsorption characteristics observed at a column surface area of 100 cm² and a flow rate of 0.2 L/min.

In conclusion, variations in column surface area and water flow rate affect the removal efficiency and adsorption characteristics of Fe and Mn when using rice husk carbon in a continuous column adsorption system. Increasing the column surface area (while maintaining a constant adsorbent mass) and increasing the water flow rate resulted in decreased removal percentages and accelerated breakthrough and saturation times.

Keywords : Column Adsorption, Rice Husk Carbon, Fe, Mn, Thomas Model.