

**MODIFIKASI BENTONIT ALAM DAN APLIKASINYA SEBAGAI
COAGULATION AGENT PENGOLAHAN LIMBAH
PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

SKRIPSI



MUHAMMAD AFIF ALFARIZI

08031281823021

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

MODIFIKASI BENTONIT ALAM DAN APLIKASINYA SEBAGAI COAGULATION AGENT PENGOLAHAN LIMBAH PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

Diusulkan Oleh :
Muhammad Afif Alfarizi
08031281823021

Indralaya, 26 Juli 2022

Pembimbing

Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si
NIP. 197711272005011003

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA

Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Modifikasi Bentonit Alam dan Aplikasinya sebagai *Coagulation Agent* Pengolahan Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME)” telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Juli 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 26 Juli 2022

Ketua :

1. **Widia Purwaningrum, M.Si**

NIP. 197304031999032001

(

Sekretaris :

1. **Fahma Riyanti, M.Si**

NIP. 197204082000032001

(

Pembimbing :

1. **Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si**

NIP. 197711272005011003

(

Penguji :

1. **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si**

NIP. 197211092000032001

(

2. **Dr. Ferlinahayati, M.Si**

NIP. 197402052000032001

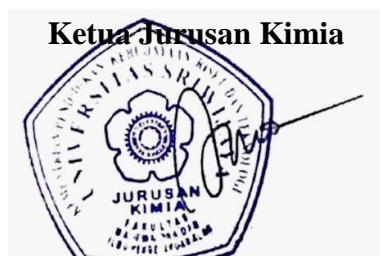
(

Mengetahui,



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001



Prof. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Muhammad Afif Alfarizi
NIM : 08031281823021
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata-1 (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 26 Juli 2022

Penulis



Muhammad Afif Alfarizi

NIM. 08031281823021

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademis Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Muhammad Afif Alfarizi
NIM : 08031281823021
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Modifikasi Bentonit Alam dan Aplikasinya sebagai *Coagulation Agent* Pengolahan Limbah *Palm Oil Mill Effluent (POME)*”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 26 Juli 2022

Yang menyatakan



Muhammad Afif Alfarizi

NIM. 08031281823021

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiimm...

“Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata padanya, “Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu. Sesungguhnya urusan-Nya menciptakan segala sesuatu sangatlah mudah bagi-Nya”
(QS. Yasin: 82).

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah: 5).

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- ❖ Allah SWT
- ❖ Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada:

- ❖ Papa, Mama dan Ayuk-ayukku tercinta yang dengan setulus hati selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan sehingga saya mampu menyelesaikan Program S1 Kimia
- ❖ Keluarga besar Zainuri Malik
- ❖ Pembimbing tugas akhir penelitian dan skripsi Bapak Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si.
- ❖ Seluruh Civitas Akademika Kimia Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur hanyalah milik Allah SWT yang memberikan hidayah, iman, islam, kesehatan, dan pertolongan kepada hambanya dalam setiap aktivitas yang dilakukan. Sholawat beserta salam selalu kita kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membuat kita mengenal nikmat islam dan ilmu pengetahuan seperti saat ini. Atas dasar inilah akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Modifikasi Bentonit Alam dan Aplikasinya Sebagai *Coagulation Agent* Pengolahan Limbah *Palm Oil Mill Effluent (POME)*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengeahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari studi literatur, penelitian, pengumpulan dan pengolahan data serta pada proses penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material dan motivasi, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si** yang telah banyak meluangkan waktu, tempat dan energi serta memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat, rahmat, hidayah serta kemudahan. Rasa puji dan syukur yang begitu besar penulis panjatkan kepada-Nya. Serta sholawat beserta salam kepada baginda Rasullullah SAW yang diharapkan syafaatnya hingga akhir zaman.
2. Bapak Prof. Hermansyah, M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya dan Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si selaku Pembimbing Tugas Akhir saya dan tim. Terima kasih telah banyak membantu penulis dalam

penelitian dan penulisan skripsi dengan sabar dan terima kasih atas semua bimbingan yang telah Bapak berikan selama ini.

4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik saya sekaligus Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Terima kasih atas segala kebaikan Bapak selama ini.
5. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si, Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si, Ibu Widia Purwaningrum, M.Si dan Ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku Dosen Pengudi Seminar Hasil dan Sidang Sarjana yang turut andil memberikan masukan, kritik, dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi serta persiapan menuju sarjana kimia.
6. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama perkuliahan.
7. Mama (Murdiana) dan Papa (alm. Zainuri Malik) yang selalu mendukung, mendoakan, dan tak kenal lelah melakukan apapun demi kelancaran dan kesuksesan sepanjang hidup penulis, terima kasih tak terhingga penulis ucapkan. Untuk saudari-saudari kandung tersayang Yuk Desi, Yuk Melia, Yuk Iput (almh), Yuk Riska, atas semua dukungan dan kebaikan kalian yang tak ternilai selama ini. Untuk keponakanku Eris, Juvent, Rafa, Kenzo, Nadya, Zio, Arka, Ayyash, Gibran yang juga telah memberikan kebahagiaan dan penyemangat dikala penulis lelah.
8. Keluarga besar Malik yang selalu memberikan dukungan, doa dan harapan kepada penulis, terimakasih banyak untuk apapun itu.
9. Sahabat-sahabatku Arnold dan Bunga yang tiap ketemu cuma ngakak-ngikik padahal lagi banyak beban mikirin masa depan. Juga untuk Yulia, Ari, dan teman teman Bocah Squad di Baturaja. Terima kasih telah menjadi rumah kedua bagi penulis dan terima kasih atas semua kebaikan dan *emotional support* yang kalian berikan selama ini.
10. Teruntuk keluarga tempip yang isinya manusia paling baik hati se-kimia Siti Azizah, yang menemani sejak semester 1 dan selalu menyempatkan dan membantu penulis dalam keadaan apapun terkhusus pada masa akhir perkuliahan penulis. Tidak lupa juga paman Ikki yang baik hati dan rajin

menabung atas kesabarannya selama ini menampung beban dan bersedia sedekah kostan wkwk. Terima kasih banyak, semoga semua kebaikan kalian bernilai ibadah di sisi-Nya.

11. Rekan-rekan Tim TA Bentonit Nyanyok (Sahrul, Dinta, Agesta, Afrilia, Teh Ifa) yang telah banyak membantu dalam penelitian, saling berbagi keluh kesah, selalu kompak baik dalam keadaan suka dan duka yang kalau satu orang nangis, yang lain ikutan nangis wkwk. Terima kasih atas kebersamaannya.
12. Manusia-manusia kentut andalan (Alfina, Zizah, Siti, Restri, Tiara, Dinta, Agesta, Nikea, Candra, Sahrul, Eko) sebagai tempat berbagi suka dan duka selama kuliah sekaligus tempat menghilangkan penat. Kapan-kapan main werewolf, uno, sambil bakar-bakar lagi ya? hehe.
13. Grup Terselubung (Tatak, Obi, Ariqah, Ikki, Nurul, Teh Ifa, Metha, Anin, Dwi, Mita, Ghifar, Tiur, Indarti dan Restri) sebagai tempat berghibah bersama, belajar bersama (terkhusus Obi yang selalu bersedia buat ngajarin), membahas perkuliahan dll sejak semester 5. Kalian sangat membantu dalam masa perkuliahan saya.
14. Teruntuk teman-teman Kidzone yang isinya manusia gabut: Tatak, Ariqah, Eko, Tiur terimakasih telah banyak membantu (terkhusus Tatak yang kalau bantu gak neko-neko), selalu ngajak main kalo di Palembang dan selalu bisa menjadi tempat cerita. Tidak lupa juga Prima dan Jansen sebagai teman ngepush rank yang kalo main lupa waktu. Kehidupan kampusku menjadi berwarna karena canda tawa kalian setiap malam.
15. Kimia 2018 Terimakasih banyak telah berbagi suka dan duka selama perkuliahan, canda tawa bersama kalian, praktikum, kuliah bersama ada banyak hal yang kudapatkan dan menjadi warna dalam kehidupan kampusku. Mohon maaf bila penulis pernah salah kata atau melakukan kesalahan/perbuatan yang tidak mengenakkan, see u on top guys!
16. Kimia 2019 (selvi, afifa, raffi), 2020, dan 2021 yang menjadi pelengkap kehidupan kampus dan membuatku merasa sudah tua sebagai angkatan atas. Serta kakak-kakak angkatan 2017 dan terutama angkatan 2016

sebagai kakak asuh terimakasih telah turut andil dalam kehidupan kampusku.

17. Staff Analis Laboratorium (Yuk Nur, Yuk Niar dan Yuk Yanti) yang telah banyak berjasa dalam kelengkapan alat dan bahan selama Penulis melakukan penelitian dan membantu dalam melakukan pengujian.
18. Staff TU Jurusan Kimia Mbak Novi dan Kak Chosi'in yang membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan, penjadwalan serta pemberkasan.
19. Terakhir saya ucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang tetap bertahan di masa-masa sulit, yang selalu mencoba untuk bangkit dari keterpurukan meski sudah jatuh berkali-kali. *You are enough, fif. You kept it all alone this whole time. Be proud cause you deserved it!*
20. Dan terimakasih kepada siapapun telah mengukir cerita dalam hidup dan memberi pembelajaran hidup yang berarti dan membuatku lebih dewasa seiring waktu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

SUMMARY

NATURAL BENTONITE MODIFICATION AND ITS APPLICATION AS COAGULATION AGENT FOR PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) WASTE PROCESSING

Muhammad Afif Alfarizi : Supervised by Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University
xviii + 57 pages, 10 pictures, 5 tables, 15 attachments

Modification of natural bentonite by exchanging Ca^{2+} cations to NH_4^+ has been studied. The modified material then used as a coagulation agent in way to reduce POME waste pollution. The material was characterized with FTIR and SEM instruments. The results of the FTIR analysis showed the modified bentonite undergo wavenumber shift at 3380 cm^{-1} to 3396 cm^{-1} which has sharper band shape, and the bentonite that has been applied to the waste has increased in intensity at wavenumber 600 cm^{-1} to 500 cm^{-1} and indicates the cations on the surface of the modified bentonite has adsorbed the negative charges in the POME waste. The characterization with SEM displayed the surface of the bentonite became homogeneous. The coagulation process of POME waste was carried out using contact time and coagulant mass variations to determine the optimum conditions of the coagulant, furthermore with analysis of free fatty acid (FFA) levels, total suspended solid (TSS) levels and modified bentonite regeneration. The optimum condition of the coagulation agent was determined, which the optimum contact time was known at 45 minutes of stirring and the optimum mass was 0,4 grams of modified bentonite dose per 10 mL of POME waste or at 40 g/L concentration. FFA and TSS analysis showed the decrease in FFA levels of POME waste which previously 46 ppm were decreased by 49,7% to 23,1 ppm and TSS levels were decreased by 73,7% from 238 mg/L to 62,5 mg/L and has fulfill the quality standard of palm oil industry waste. The results of the modified bentonite regeneration also showed it's stable ability as the material can still reduce the turbidity value of POME along with the repetition of the regeneration cycle waste although it's efficiency weaken each repetition.

Keywords : Bentonite, Modified Bentonite, Coagulation, Turbidity, Free Fatty Acid, TSS, POME

Citation : 36 (2004-2021)

RINGKASAN

MODIFIKASI BENTONIT ALAM DAN APLIKASINYA SEBAGAI COAGULATION AGENT PENGOLAHAN LIMBAH PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)

Muhammad Afif Alfarizi : Dibimbing oleh Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xviii + 57 halaman, 10 gambar, 5 tabel, 15 lampiran

Telah dibuat modifikasi pada bentonit alam dengan melakukan pertukaran kation Ca^{2+} menjadi NH_4^+ . Material yang dimodifikasi selanjutnya dimanfaatkan sebagai agen koagulan dalam menurunkan kadar pencemaran limbah POME. Material dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR dan SEM. Hasil analisis FTIR menunjukkan bentonit yang dimodifikasi mengalami pergeseran bilangan gelombang dari 3380 cm^{-1} menjadi 3396 cm^{-1} yang memiliki bentuk pita lebih menajam, serta pada bentonit yang telah diaplikasikan ke limbah mengalami kenaikan intensitas pada daerah 600 cm^{-1} sampai 500 cm^{-1} yang menandakan kation-kation yang berada di permukaan bentonit hasil modifikasi telah menyerap muatan-muatan negatif pada limbah POME. Karakterisasi dengan SEM memperlihatkan permukaan bentonit yang menjadi lebih homogen. Proses koagulasi limbah POME dilakukan dengan menggunakan variasi waktu kontak serta variasi massa koagulan guna menentukan kondisi optimum dari koagulan yang digunakan serta dilakukan analisa kadar asam lemak bebas (FFA), total padatan tersuspensi (TSS) dan regenerasi bentonit. Pada penentuan kondisi optimum agen koagulan didapatkan waktu kontak optimum pada waktu 45 menit pengadukan serta dosis massa optimum sebesar 0,4 gram bentonit tiap 10 mL limbah POME atau pada konsentrasi 40 g/L. Analisa FFA dan TSS menunjukkan penurunan kadar FFA limbah POME yang awalnya sebesar 46 ppm berkurang sebanyak 49,7% menjadi 23,1 ppm, serta TSS menurun sebanyak 73,7% dari 238 mg/L menjadi 62,5 mg/L sehingga telah memenuhi baku mutu limbah industri sawit. Hasil regenerasi bentonit yang dimodifikasi menunjukkan kemampuannya yang stabil dimana seiring dengan pengulangan siklus regenerasi, material ini tetap dapat menurunkan nilai kekeruhan pada limbah POME meski efisiensinya menurun tiap kali pengulangan.

Kata Kunci : Bentonit, Modifikasi Bentonit, Koagulasi, Kekeruhan, Asam Lemak Bebas, TSS, POME

Kutipan : 36 (2004-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
HALAMAN	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Koagulasi	5
2.2. Bentonit	6
2.3. Modifikasi Pertukaran Kation	9
2.4. Palm Oil Mill Effluent (POME)	10
2.5. Asam Lemak Bebas	11
2.6. Karakterisasi	12
2.6.1. Fourier Transform Infra Red (FTIR).....	12
2.6.2. Scanning Electron Microscopy (SEM)	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1. Waktu dan Tempat	14

3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Prosedur Penelitian	14
3.3.1. Pembuatan Na-Bentonit	14
3.3.2. Pembuatan NH ₄ -Bentonit	15
3.3.3. Karakterisasi Bentonit Alam dan Bentonit Modifikasi	15
3.3.3.1. Fourier Transform Infra Red (FTIR)	15
3.3.3.2. Scanning Electron Microscopy (SEM).....	16
3.3.4. Penentuan Kondisi Optimum Kinerja Bentonit	
Hasil Modifikasi	16
3.3.4.1. Pengaruh Waktu Kontak	16
3.3.4.2. Pengaruh Massa Bentonit	16
3.3.5. Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (SNI 7709-2012).	17
3.3.5.1. Standarisasi Natrium Hidroksida	17
3.3.5.2. Penentuan Persen Kadar Asam Lemak Bebas	17
3.3.6. Analisa Kadar Total Endapan Tersuspensi <i>(Total Suspended Solid)</i>	18
3.3.7. Regenerasi Bentonit Modifikasi Terhadap Limbah	18
3.3.8. Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Modifikasi Bentonit Alam	20
4.2. Hasil Karakterisasi <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	21
4.3. Hasil Karakterisasi <i>Scanning Electron</i> (SEM).....	23
4.4. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Bentonit Modifikasi	24
4.4.1. Terhadap Perubahan Kekuruhan Limbah	24
4.5. Pengaruh Variasi Penambahan Massa Pada Bentonit Alam dan Bentonit Modifikasi	25
4.5.1. Terhadap Perubahan pH Limbah	25
4.5.2. Terhadap Perubahan Kekuruhan Limbah	26
4.6. Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Pengaplikasian Bentonit Hasil Modifikasi Dengan Limbah POME	27

4.7. Analisa Kadar TSS Pada Pengaplikasian Bentonit Hasil Modifikasi Dengan Limbah POME	27
4.8. Regenerasi Bentonit Hasil Modifikasi Terhadap Penurunan Kekeruhan Limbah POME.....	29
4.9. Efektivitas Bentonit Hasil Modifikasi Dalam Memenuhi Standar Baku Mutu Limbah Sesuai Permen LH No.5 Tahun 2014	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Bentonit atau <i>Montmorillonite Clay</i>	9
Gambar 2. Hasil bentonit alam yang dimodifikasi menjadi (a) Na-Bentonit (b) NH ₄ -Bentonit	21
Gambar 3. Spektrum FTIR pada bilangan gelombang 4000 cm ⁻¹ sampai 400 cm ⁻¹ (a) bentonit alam (b) bentonit hasil modifikasi	22
Gambar 4. Perbandingan keadaan permukaan pada (a) bentonit alam (b) bentonit hasil modifikasi	23
Gambar 5. Pengaruh waktu kontak terhadap perubahan kekeruhan	24
Gambar 6. Pengaruh variasi massa terhadap perubahan pH limbah	25
Gambar 7. Pengaruh variasi massa terhadap kekeruhan limbah	26
Gambar 8. Kadar asam lemak bebas atau FFA	27
Gambar 9. Kadar total padatan tersuspensi (TSS)	28
Gambar 10. Persen pengurangan kekeruhan limbah POME dengan pemakaian kembali bentonit modifikasi	29

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Perbandingan Baku Mutu Limbah dengan Kadar Pencemaran Limbah POME Setelah Dikoagulasi	30
Tabel 2. Variasi Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kekeruhan dan pH Limbah	46
Tabel 3. Variasi Massa Koagulan Terhadap Penurunan Kekeruhan dan pH Limbah	47
Tabel 4. Standarisasi NaOH	48
Tabel 5. Analisa Persen Kadar FFA	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Pembuatan Na-Bentonit	37
Lampiran 2. Skema Kerja Pembuatan NH ₄ -Bentonit	38
Lampiran 3. Skema Kerja Penentuan Waktu Kontak Optimum Agen Koagulan	39
Lampiran 4. Skema Kerja Penentuan Massa Optimum Agen Koagulan ...	40
Lampiran 5. Skema Kerja Analisa Kadar Asam Lemak Bebas/FFA (SNI 7709-2012)	41
Lampiran 6. Pengujian Kadar Total Endapan Tersuspensi (<i>Total Suspended Solid</i>) (SNI 6989.3: 2019)	
Lampiran 7. Skema Kerja Regenerasi Bentonit Hasil Modifikasi	43
Lampiran 8. Data Penentuan Gugus Fungsional Menggunakan Instrumen FTIR	43
Lampiran 9. Data Penentuan Waktu Kontak Optimum Agen Koagulan ...	45
Lampiran 10. Data Penentuan Massa Optimum Agen Koagulan	47
Lampiran 11. Data Hasil Analisa Kadar FFA	48
Lampiran 12. Data Hasil Analisa Kadar Total Padatan Tersuspensi (TSS)	52
Lampiran 13. Data Hasil Regenerasi Bentonit Modifikasi	54
Lampiran 14. Baku Mutu Kadar FFA Pada Limbah Industri Sawit Oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014	55
Lampiran 15. Gambar Penelitian	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan industri yang semakin berevolusi dan berkembang di Indonesia, salah satunya pada industri minyak kelapa sawit yang cukup berpengaruh besar pada perekonomian negara karena menjadi bagian komoditas terbanyak yang diproduksi dan dikonsumsi. Seiring dengan pesatnya perkembangan mentahan olahan kelapa sawit yang diubah menjadi CPO atau lebih dikenal *Crude Palm Oil* tentunya mengakibatkan peningkatan juga pada limbah minyak kelapa sawit yang istilah lainnya *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Tiap ton minyak olahan sawit diketahui memproduksi limbah cair sekitar 2,5 ton dalam bentuk limbah organik yang telah melewati teknik pemisahan, penguraian dan pensterilan (Justman dkk., 2019).

Limbah cair pabrik kelapa sawit bercirikan warna yang coklat pekat, kental, kandungan organiknya tinggi serta memiliki bau kurang sedap. Kandungan minyak dapat dengan cepat menutupi permukaan air dengan lapisan tipis, yang akan menghalangi akses udara dan cahaya, sehingga bila diolah dengan tidak baik maka berpotensi mencemari lingkungan seperti menurunkan kualitas perairan, menurunkan kualitas udara serta menurunkan kualitas air tanah (Shintawati dkk., 2017). POME juga mengandung padatan tersuspensi yang halus yang apabila kandungan TSS atau *Total Suspended Solids* yang apabila terbawa ke aliran air dapat menyebabkan pendangkalan pada air sungai (Puspitasari dkk., 2018).

Mengingat akibat yang ditimbulkan, pengolahan lebih lanjut perlu dilakukan pada POME. Umumnya penanganan limbah POME dilakukan menggunakan metode kolam terbuka berupa kolam anaerobik, akan tetapi pada metode ini terdapat beberapa kekurangan diantaranya memerlukan lahan yang luas, besarnya dana pemeliharaan, serta berpotensi melepaskan gas buangan CH₄ ke udara. Sehingga penggunaan kolam terbuka pada proses pengolahan POME dinilai kurang ampuh serta minim ramah lingkungan (Justman dkk., 2019). Teknologi yang sedang dikembangkan dalam pengolahan POME salah satunya dengan

teknik koagulasi menggunakan material yang berbahan dasar batuan alam seperti lempung atau bentonit.

Bentonit atau lempung termasuk mineral di alam yang eksistensinya sangat berlimpah. Pemanfaatan lempung pun sudah banyak, salah satunya di bidang kesehatan, bentonit digunakan karena karakternya yang dapat menyerap racun dalam tubuh. Tanah lempung diklasifikasikan sebagai mineral karena di dalamnya terdapat unsur-unsur mineral pada umumnya seperti aluminium, kalsium, magnesium, tembaga, fosfor, silika, serta zink. Di bidang Farmasi bentonit dimanfaatkan sebagai *excipient, shielding* serta adsorben karena diketahui reaksi lempung dengan zat organik adalah kompleks karena menyertakan gaya van der waals, ikatan hidrogen, pertukaran ion, koordinasi serta kemisorpsi (Widihati dkk., 2017).

Material bentonit telah banyak dikembangkan dan dimanfaatkan dengan berbagai modifikasi ataupun aktivasi. Salah satu penelitian dalam mengurangi kadar pencemaran pada limbah dilakukan oleh Naswir *et al.*, (2019) mengenai pemanfaatan bentonit yang diaktivasi menggunakan asam klorida atau HCl untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai material yang dapat mengurangi kadar nitrogen pada limbah POME. Penelitian lain dalam mengembangkan material bentonit diantaranya bentonit yang diaktivasi dengan H_2SO_4 dan kemudian dilakukan regenerasi dengan NH_4^+ jenuh untuk melihat efektivitasnya dalam mengadsorpsi Cr(III) dalam larutan (Sahara, 2011), selain itu ada juga bentonit yang diaktivasi secara termal dan dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna *procion red* (Taher *et al.*, 2018), bahkan bentonit yang dimodifikasi dengan surfaktan *hexadecethyl-trimethylammonium bromide* (surfaktan kationik) yang diaplikasikan pada surfaktan anionik Triton X-100 dengan dilakukan pada berbagai konsentrasi (Andrunik and Bajda, 2019).

Bentonit alam dimodifikasi dengan melakukan *cation exchange* dengan digunakannya NaCl jenuh dan NH_4Cl jenuh sebagai agen penukar kation. Bentonit alam terdiri dari Ca-Bentonit dan termasuk jenis yang *Non-swelling* (kurang mengembang), sedikit menyerap air, serta bila diaktivasi akan mempunyai daya serap yang baik (Atikah, 2017). Pengaktifan kation Ca^{2+}

dilakukan oleh kation Na^+ pada penambahan NaCl jenuh dimana ion-ion Ca^{2+} akan ditukarkan dengan Na^+ karena kation-kation ini terikat secara lemah pada strukturnya (Lubis, 2007). Serta kation Na^+ akan digantikan dengan NH_4^+ oleh NH_4Cl karena menurut Nursyamsi dkk., (2008) urutan tingkat kekuatan kation dalam tanah adalah $\text{Fe}^{3+} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$. Dimana kation NH_4^+ memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi.

Mengingat masih minimnya pemanfaatan bentonit dalam pengolahan limbah POME, pada penelitian ini akan dibahas bagaimana efektifitas dari bentonit yang dimodifikasi dengan melakukan pertukaran kation dan pemanfaatannya sebagai agen koagulasi untuk menurunkan nilai kekeruhan serta kadar asam lemak bebas pada limbah POME. Hasil modifikasi bentonit yang dibuat akan dikarakterisasi guna mengetahui gugus fungsi serta keadaan permukaan dengan menggunakan instrumen FTIR serta SEM. Material bentonit yang telah dimodifikasi kemudian akan dibandingkan dengan bentonit alam untuk melihat efektivitasnya dalam mengendapkan dan memisahkan pengotor yang terdapat pada POME agar melihat kinerja serta keefektifan masing-masing bentonit tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil karakterisasi dari bentonit alam dan bentonit termodifikasi dengan instrumen *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) serta *Scanning Electron Microscopy* (SEM)?
2. Bagaimana kondisi optimum bentonit yang dimodifikasi dalam mengkoagulasi limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME)?
3. Bagaimana efektivitas bentonit yang telah dimodifikasi sebagai agen koagulan dalam menurunkan FFA dan TSS pada limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dan apakah sudah sesuai standar baku mutu limbah sesuai Permen Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Melakukan karakterisasi bentonit alam dan bentonit yang telah dimodifikasi untuk menentukan gugus fungsi (FTIR) serta analisis permukaan (SEM).

2. Mengetahui kondisi optimum dari bentonit yang dimodifikasi dalam mengkoagulasi limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME)
3. Mengetahui efektivitas bentonit yang dimodifikasi sebagai agen koagulan yang dapat menurunkan FFA dan TSS pada *Palm Oil Mill Effluent* (POME) agar memenuhi baku mutu limbah.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini berupa pemanfaatan bentonit alam yang dimodifikasi dan dijadikan sebagai agen koagulasi untuk mendestabilisasi muatan koloid pada limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) hasil produksi olahan kelapa sawit agar lebih mengurangi kadar pencemarannya sebelum dilepaskan ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.L., Sumathi, S and Hameed, B.H. 2005. Residual Oil and Suspended Removal Using Adsorbents Chitosan, Bentonite, and Activated Carbon : A Comparative Study. *Chemical Engineering Journal.* 108 (1): 179-185.
- Andrunik, M and Bajda, T. 2019. Modification of Bentonite with Cationic and Nonionic Surfactants: Structural and Textural Features. *Materials Journal.* 12 (3772) : 1-2.
- Annisah, A., Bahar, Y dan Ahmad H. 2021. Pemanfaatan Bentonit Bekas Sebagai Adsorben Pada Proses Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia (JTK).* 27 (1): 29-37.
- Atikah. 2017. Efektifitas Bentonit Sebagai Adsorben Pada Proses Peningkatan Kadar Bioetanol. *Jurnal Distilasi.* 2 (2) : 27-28.
- Azeman, N.H., Yusof, N.A dan Othman, A.I. 2015. Detection of Free Fatty Acid in Crude Palm Oil. *Asian Journal of Chemistry.* 27 (5): 1569-1573.
- Bukit, B.F dan Sirait, S.H. 2020. Karakterisasi Nanokomposit Bentonit Dan Kitosan Serta Titanium Dioksida Menggunakan FTIR. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality.* 4 (2): 49.
- Bunaciu, A.A., Hoang, V.D dan Enein, H.Y.A. 2015. Applications of FT-IR Spectrophotometry in Cancer Diagnostics. *Critical Reviews in Analytical Chemistry.* 2 (45): 156-165.
- Hassan, M.A.A and Puteh, M.H. 2007. Pre-Treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) : A Comparison Study Using Chitosan and Alum. *Malaysian Journal of Civil Engineering.* 19 (2): 38-51.
- Justman, J.O., Pinem, J.A dan Daud, S. 2019. Pengolahan Palm Oil Mill Effluent (Pome) Menggunakan Teknologi Membran Dan Pre-Treatment Koagulasi-Flokulasi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik.* 6 (2): 1-2.
- Karelius dan Nopriawan, B.S. 2018. Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Magnetik Lempung Putih Asal Kalimantan Tengah Sebagai Adsorben Zat Warna Pada Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang.* 9 (1): 51-52.
- Lubis, S. 2007. Preparasi Bentonit Terpilar Alumina dari Bentonit Alam dan Pemanfaatannya sebagai Katalis pada Reaksi Dehidrasi Etanol, 1-Propanol serta 2-Propanol. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.* 6 (2) : 77-81.
- Maharani, P.L., Pamoeengkas, P dan Mansur, I. 2017. Pemanfaatan POME Sebagai Pupuk Organik Pada Lahan Pascatambang Batubara. *Jurnal Silvikultur Tropika.* 8 (3): 177-182.

- Madhumitha, G., Fowsiya, J., Roopan, S.M and Thaku, V.K. 2018. Recent advances in starch-clay nanocomposites. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization.* 1 (1): 5.
- Moelyo, M. 2012. Pengkajian Epektifitas Proses Koagulasi Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit - Sukaregang, Garut. *Jurnal Teknik Hidraulik.* 3 (2): 170.
- Mohammed, A., and Abdullah, A. 2018. Scanning Electron Microscopy (SEM) : A Review. *Proceeding of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics.* 1 (1): 1-9.
- Murugesan, S and Scheibel, T. 2020. Copolymer/Clay Nanocomposites for Biomedical Applications. *Advanced Functional Materials Journal.* 1(1):1-3.
- Muruganandam, L., Saravana Kumar, M.P., Jena, A., Gulla, S and Godhwani, B. 2017. Treatment of Waste Water by Coagulation and Flocculation Using Biomaterials. *IOP Conf. Series:Materials Science and Engineering.* 263 (1): 2.
- Naswir, M., Arita, S., Desfournatalia., Hartati, W., Septiarini, L dan Wibowo, Y.G. 2019. Utilization of Activated Bentonite to Reduce Nitrogen on Palm Oil Mill. *International Journal of Chemical Science.* 4 (3) : 89.
- Nursanti, I. 2013. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob Dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi.* 13 (4): 67.
- Nursyamsi, D., Idris, K., Sabiham, S., Rachmi, D.A dan Sofyan, A. 2008. Pengaruh Asam Oksalat, Na^+ , NH_4^+ , dan Fe^{3+} terhadap Ketersediaan K Tanah, Serapan N, P, dan K Tanaman, serta Produksi Jagung pada Tanah-tanah yang Didominasi Smektit. *Jurnal Tanah Dan Iklim.* 28 (1) : 70-75.
- Pambudi, A., Farid, M dan Nurdiansah, H. 2017. Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (Dendrocalamus Asper) Hasil Proses Alkalerasi Sebagai Penguat Komposit Absorbsi Suara. *Jurnal Teknik ITS.* 6 (2): 442-443.
- Puspitasari, D., Adhi Setiawan, A dan Dewi, T.U. 2018. Penggunaan Lidah Buaya sebagai Biokoagulan di Industri Minyak. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology.* 1 (1): 141.
- Primandari S,R.P., Yaakob, Z., Mohammad, M and Abu Bakar, M. 2013. Characteristics of Residual Oil Extracted from Palm Oil Mill Effluent (POME). *World Applied Sciences Journal.* 27 (11): 1482-1484.
- Ritonga, A.H dan Jamarun, N. 2019. Review : Pembuatan Nanokomposit Karet Alam/Poliolefin/Organobentonit. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan.* 3(2): 47.

- Rusydi, A.F., Suherman, D., dan Sumawijaya, N. 2016. Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi Dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Jurnal Arena Tekstil*. 31 (2): 110-111.
- Sabrina, Q. 2011. Kajian Sifat Optis pada Glukosa Darah. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sahara, E. 2011. Regenerasi Lempung Bentonit Dengan NH_4^+ Jenuh Yang Diaktivasi Panas Dan Daya Adsorpsinya Terhadap Cr(III). *Jurnal Kimia*. 5 (1) : 81-87.
- Shintawati., Hasanudin, U., dan Haryanto, A. 2017. Karakteristik Pengolahan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dalam Bioreaktor Cigar Semi Kontinu. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 6 (2): 81.
- Skvortsov, A.V., Islamova, G.G., Ryazanova, A.S., Sayakhov, R.I., Mishagin, K.A., Tverdov, I.D., Khayrullina, Z.Z and Khatsrinova, Y.A. 2021. Development of Organobentonite Based on Bentonite Clay For The Purpose of Disposing of Oil Spills on Water Bodies. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1 (1): 1-3.
- Sriatun. 2004. Sintesis Zeolit A Dan Kemungkinan Penggunaannya Sebagai Penukar Kation. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*. 7 (3) : 61.
- Steinmetz, D.R. 2007. Texture Evolution in Processing of Polystyrene-Clay Nanocomposites. *Thesis*. USA: Drexel University.
- Taher, T., Rohendi, D., Mohadi, R., and Lesbani, A. 2018. Thermal Activated of Indonesian Bentonite as A Low-Cost Adsorbent for Procion Red Removal from Aqueous Solution. *Journal of Pure and Applied Chemistry Research*. 7 (2): 79-93.
- Tour, M.K. 2010. Enhancing Adsorption Capacity of Bentonite For Dye Removal: Physiochemical Modification and Characterization. *Thesis*. Australia: University of Adelaide.
- Turniati, T., Udaibah, W dan Mulyatun. 2019. Modifikasi Bentonit Menggunakan Surfaktan Kationik Benzalkonium Klorida. *Walisongo Journal of Chemistry*. 2 (2): 47-56.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., dan Syauqiah, I. 2016. Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasiflokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan PAC. *Jurnal Konversi*. 5 (2): 14-15.
- Widihati, I.A.G., Diantariani, N.P dan Puspawati, N.M. 2017. Sintesis Nanokomposit Lempung Bentonit-Asam Salisilat Dengan Metode Sol-Gel Dan Karakterisasinya Dengan XRD Dan IR-FTIR. *Jurnal Kimia*. 11 (2): 146.