

**PENGARUH MODIFIKASI *POLYDADMAC* PADA BENTONIT ALAM  
DALAM MENURUNKAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*  
(COD) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) LIMBAH CAIR  
INDUSTRI *NATA DE COCO***

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Yunia Tri Puspitasari**

**18106030027**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2022**



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2836/Un.02/DST/PP.00.9/12/2022

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Modifikasi polyDADMAC Pada Bentonit Alam Dalam Menurunkan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid(TSS) Limbah Cair Industri Nata de coco

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : YUNIA TRI PUSPITASARI  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106030027  
Telah diujikan pada : Senin, 12 Desember 2022  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 63a26b560da0e



Penguji I

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 63a141732cee8



Penguji II

Karmanto, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 63a1552fb4c0



Yogyakarta, 12 Desember 2022  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 63a29e12ba972



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Yunia Tri Puspitasari

NIM : 18106030027

Judul Skripsi : Pengaruh Modifikasi *polyDADMAC* Pada Bentonit Alam Dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) Limbah Cair Industri *Nata de coco*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 25 November 2022

Pembimbing

Priyagung Dhemi Widiakongko, M. Sc.

NIP: 19900330 201903 1 008



## NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir  
Lamp :-

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Yunia Tri Puspitasari  
NIM : 18106030027  
Judul Skripsi : Pengaruh Modifikasi *polyDADMAC* Pada Bentonit Alam Dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* Limbah Cair Industri *Nata de coco*


sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 21 Desember 2022

Konsultan

  
Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.  
NIP. 19760621 199903 2 005



## NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Yunia Tri Puspitasari

NIM : 18106030027

Judul Skripsi : Pengaruh Modifikasi *polyDADMAC* Pada Bentonit Alam Dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) Limbah Cair Industri *Nata de coco*

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 22 Desember 2022

Konsultan



Valid ID: 63a155054ea4b

Karmanto, S.Si., M.Sc.

NIP. 19820504 200912 1 005

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yunia Tri Puspitasari  
NIM : 18106030027  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Pengaruh Modifikasi *polyDADMAC* Pada Bentonit Alam Dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* Limbah Cair Industri *Nata de coco*” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.**

Yogyakarta, 25 November 2022



Yunia Tri Puspitasari  
NIM. 18106030027

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN MOTTO

**Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)**

**Apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku dan apa yang  
ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu (Umar Bin Khattab)**

**-Dan setiap orang itu berhak untuk ditemani-**



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Karya ini saya dedikasikan untuk:

Diri saya sendiri yang telah berusaha semaksimal mungkin memberikan hasil yang terbaik

Kedua orang tua yang selalu memberikan do'a dan dukungan

Kedua kakak yang selalu memberi semangat

serta

Almamater kebanggaanku,

Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Allhamdulillah* Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Modifikasi *polyDADMAC* Pada Bentonit Alam Dalam Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* Limbah Cair Industri *Nata de coco*” dapat terselesaikan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc. dan Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberi motivasi dan semangat, yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, dan mengarahkan penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Sudarlin, M.Si. selaku Dosen Penasihat Akademik yang selalu memberi motivasi serta saran yang membangun kepada penyusun untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh jajaran Dosen Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmunya dengan sepenuh hati selama masa perkuliahan.
6. Indra Nafiyanto, S.Si. selaku laboran pendamping dan para PLP di Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah banyak membantu dan memberi pengetahuan baru kepada penyusun selama penelitian.
7. Bapak Sutrisnomo dan Ibu Suliyem selaku orang tua yang senantiasa mencurahkan do'a, kasih sayang, semangat dan materi yang tidak akan pernah ternilai besarnya.
8. Heru Sulistiono dan Wasito Purnomo selaku kedua kakak yang selalu ada untuk memberikan dukungan dan semangat kepada penyusun.
9. Syafira Rachma Dyanti sebagai sahabat yang selalu menjadi pendengar yang baik dan selalu memberikan motivasi.
10. Keluarga Kimia 2018 (*caffein*) yang telah menghabiskan waktu bersama penyusun selama studi.
11. Sahabat penyusun selama di Yogyakarta (Emmi Dwi, Febri Nurul, Susanti Estiningrum, dan Qori'aini Yulianti) yang selalu mendukung, memberikan masukan, serta memberikan canda tawa.
12. Keluarga “Alisaponifikasi” (Ani Rohmiyati, Anissya Sayyida, Azura Mawaddah, Darmawan Alisaputra, Dinda Latifah, Diza Haris, Febri Nurul, dan Nita Suzana) yang selalu mendukung, memberikan masukan dan saran serta selalu menemani dan memberi bantuan kepada penyusun.

13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyusun selama kegiatan penelitian.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa setiap usaha dari seseorang pastilah jauh dari kata kesempurnaan dan masih penuh kekurangan, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi sumbangsih manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan khususnya dalam bidang studi kimia.

*Wassalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 22 November 2022

Penyusun



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>NOTA DINAS KONSULTASI</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	vi
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>ABSTRAK</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	6
A. Tinjauan Pustaka.....	6
B. Landasan Teori .....	8
1. Bentonit .....	8
2. <i>Polydiallyldimethylammonium Chloride (polyDADMAC)</i> .....	9
3. Bentonit termodifikasi .....	10
4. <i>Fourier Transform InfraRed (FTIR)</i> .....	11
5. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	12
6. <i>Scanning Electron Microscope (SEM) – Energy Dispersive X-ray (EDX)</i> . .....	14
7. Koagulasi Flokulasi.....	15
8. Limbah Cair Industri <i>Nata de coco</i> .....	17
9. <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	18
10. <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	19

C. Hipotesis .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Alat dan Bahan .....	22
C. Cara Kerja.....	22
1. Preparasi Bentonit .....	22
2. Preparasi <i>polyDADMAC</i> .....	22
3. Modifikasi bentonit .....	23
4. Analisis Karakteristik bentonit termodifikasi .....	23
5. Preparasi dan pengujian limbah cair <i>Nata de coco</i> .....	24
6. Kinerja metode koagulasi flokulasi.....	24
7. Variasi jenis flokulan .....	25
8. Variasi massa flokulan .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
A. Modifikasi bentonit alam dengan <i>polyDADMAC</i> .....	26
1. Uji karakteristik FTIR bentonit alam dan bentonit termodifikasi .....	27
2. Uji karakteristik XRD bentonit alam dan bentonit termodifikasi .....	29
3. Uji karakteristik SEM-EDX bentonit termodifikasi.....	31
4. Uji kadar air.....	34
5. Uji pengembangan.....	34
6. Uji kerapatan .....	35
7. Uji pH keasaman .....	35
B. Pengaruh bentonit termodifikasi sebagai flokulan untuk menurunkan kadar COD dan TSS limbah cair industri <i>nata de coco</i> .....	36
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>41</b>
A. Kesimpulan.....	41
B. Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>
<b>CURRICULUM VITAE.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Hasil EDX sampel bentonit termodifikasi .....	33
Tabel 4. 2. Hasil perbandingan uji kadar air .....	34
Tabel 4. 3. Hasil perbandingan uji kemampuan mengembang .....	35
Tabel 4. 4. Hasil perbandingan uji kerapatan.....	35
Tabel 4. 5. Hasil perbandingan uji pH keasaman.....	36
Tabel 4. 6. Penentuan uji anova terhadap penurunan kadar COD .....	39
Tabel 4. 7. Penentuan uji anova terhadap penurunan kadar TSS.....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur <i>Montmorillonite</i> Bentonit alam .....	9
Gambar 2. 2. Struktur polimer <i>polyDADMAC</i> .....	10
Gambar 2. 3. Jenis interaksi bentonit dengan polimer .....	11
Gambar 2. 4. Skema alat spektroskopi FTIR .....	12
Gambar 2. 5. Skema alat XRD .....	13
Gambar 2. 6. Skema instrumen SEM .....	15
Gambar 4. 1. Grafik spektra FTIR bentonit alam dan bentonit termodifikasi .....	27
Gambar 4. 2. Difraktogram XRD bentonit alam dan bentonit termodifikasi .....	29
Gambar 4. 3. SEM bentonit alam .....	31
Gambar 4. 4. SEM bentonit termodifikasi .....	32
Gambar 4. 5. Ilustrasi hasil SEM bentonit termodifikasi .....	33
Gambar 4. 6. Skema proses koagulasi flokulasi .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	47
Lampiran 2. Karakterisasi Bentonit alam dan Bentonit termodifikasi.....	48
Lampiran 3. Penurunan kadar COD limbah cair <i>nata de coco</i> .....	53
Lampiran 4. Penurunan kadar COD limbah cair <i>nata de coco</i> .....	56
Lampiran 5. Analisis uji anova kadar COD .....	59
Lampiran 6. Analisis uji anova kadar TSS.....	59



## ABSTRAK

### PENGARUH MODIFIKASI *POLYDADMAC* PADA BENTONIT ALAM DALAM MENURUNKAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) LIMBAH CAIR INDUSTRI *NATA DE COCO*

Oleh:

Yunia Tri Puspitasari  
18106030027

Pembimbing:  
Priyagung Dhemi Widiakongko, M. Sc.

Kajian pengaruh bentonit termodifikasi *polyDADMAC* sebagai flokulan untuk pengolahan air limbah industri *nata de coco* telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi bentonit alam dan bentonit termodifikasi dengan uji FTIR, XRD, dan SEM-EDX serta menganalisis penggunaan bentonit termodifikasi sebagai flokulan terhadap penurunan kadar COD dan TSS limbah cair industri *nata de coco*. Modifikasi bentonit dilakukan dengan mereaksikan bentonit alam dengan polimer *polyDADMAC* sehingga menghasilkan bentonit termodifikasi. Limbah cair *nata de coco* diproses menggunakan metode koagulasi flokulasi dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 50 rpm terhadap variasi jenis flokulan dan massa flokulan.

Karakterisasi bentonit alam dan bentonit termodifikasi dengan FTIR, XRD, dan SEM-EDX menunjukkan adanya kemiripan yang menjelaskan bahwa penambahan polimer pada proses modifikasi tidak mempengaruhi struktur asli bentonit alam. Adapun nilai kadar air bentonit termodifikasi yakni 7,0532%, nilai pengembangan 5,3794, nilai kerapatan 1,0311 g/mL, dan nilai pH sebesar 9,58. Pada perlakuan variasi massa, penggunaan flokulan bentonit termodifikasi berpengaruh menurunkan kadar COD hingga 4057,5 mg/L pada penggunaan massa 2,5 g/L dan berpengaruh menurunkan kadar TSS hingga 956 mg/L pada penggunaan massa 1 g/L.

**Kata Kunci:** *Bentonit termodifikasi, polyDADMAC, koagulasi, flokulasi, limbah nata de coco*



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Industri *nata de coco* merupakan salah satu industri yang memanfaatkan bahan baku buah kelapa. Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar di dunia. Berdasarkan data *Asian and Pasific Coconut Community* (APPC), Indonesia dapat menghasilkan sekitar 16.235 miliar butir kelapa setiap tahun. Produksi air kelapa di Indonesia dapat mencapai dua juta liter pertahun, akan tetapi hasil tersebut belum dimanfaatkan dengan sebaik mungkin. Air kelapa memiliki potensi yang baik untuk diolah menjadi bahan baku pembuatan *nata de coco* karena kandungan zat gizinya yang sangat kaya dan relatif lengkap serta kandungan selulosa yang ada pada air kelapa cukup tinggi sehingga sesuai untuk pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi.

Industri *nata de coco* menghasilkan limbah padat dan limbah cair dalam proses produksinya. Limbah padat yang dihasilkan dapat berupa *nata de coco* yang tidak terfermentasi secara sempurna, kertas koran yang digunakan untuk menutupi wadah *nata de coco* pada proses fermentasi, dan karet atau tali yang digunakan untuk mengikat wadah *nata de coco* (Ariyanti dkk, 2014). Limbah cair yang dihasilkan dapat berasal dari beberapa sumber salah satunya yakni air limbah yang berasal dari sisa proses fermentasi *nata de coco* yang tidak terfermentasi dengan baik oleh bakteri *Acetobacter* (Said dan Widayat, 2019). Menurut Pambayun, limbah cair *nata de coco* mengandung bahan-bahan organik seperti protein, dan karbohidrat yang berasal dari bahan baku pembuatan *nata de coco*. Selain itu, limbah cair yang dihasilkan dari proses fermentasi bersifat asam karena mengandung asam asetat

yang memiliki konsentrasi tinggi (Lubis dkk, 2017). Oleh karena itu, limbah cair yang dihasilkan pada proses pembuatan *nata de coco* dapat menimbulkan bau tidak sedap yang sangat kuat dan menghasilkan kadar polutan organik yang sangat tinggi sehingga perlu dilakukan uji toksisitas terhadap air limbah industri *nata de coco* dengan pengujian parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah, Lampiran XVI Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kelapa, maka baku mutu air limbah industri *nata de coco* yang aman dibuang ke perairan atau saluran umum yakni air limbah yang memiliki nilai konsentrasi pencemaran limbah dibawah baku mutu dengan nilai konsentrasi maksimal COD adalah 150 mg/L, dan nilai konsentrasi maksimal TSS 100 mg/L. Nilai konsentrasi limbah industri *nata de coco* yang berada diatas nilai baku mutu perlu diproses lebih lanjut dengan metode pengolahan yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengurangi kadar polutan organik pada air limbah industri *nata de coco* seperti COD dan TSS menggunakan metode koagulasi flokulasi.

Metode koagulasi flokulasi memiliki cara operasional yang mudah dan sederhana untuk pengolahan limbah cair. Koagulasi merupakan proses pencampuran koloid terdestabilkan dengan adanya penambahan koagulan yang dilakukan dengan pengadukan cepat dan menghasilkan inti flok, inti flok yang dihasilkan akan digabungkan menjadi flok yang berukuran lebih besar melalui proses flokulasi dengan pengadukan lambat. Namun, proses koagulasi flokulasi

membutuhkan waktu lebih dari satu jam untuk mengendapkan koloid dalam limbah. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan bentonit termodifikasi *polyDADMAC* sebagai flokulan agar dapat mempercepat proses pengendapan dan menghasilkan flok-flok yang lebih banyak. Bentonit merupakan jenis lempung yang 80% lebih strukturnya terdiri dari *montmorillonite*, memiliki sifat penyerapan yang baik dan mudah mengembang apabila terkena air.

Rohimah dan Nugraha (2016) menyatakan bahwa penambahan polimer *polyDADMAC* ke dalam layer bentonit berfungsi untuk mengubah sifat bentonit yang semula hidrofilik menjadi hidrofobik sehingga dapat meningkatkan kemampuan kerja bentonit sebagai flokulan. Rohmah, D.M. (2017) telah meneliti pemanfaatan bentonit-*polyDADMAC* sebagai flokulan untuk pengolahan limbah cair industri gula dengan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) yang menghasilkan variasi jenis flokulan memiliki pengaruh pada penggunaan flokulan *organoclay* dengan hasil penurunan kadar TSS dan BOD yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan flokulan bentonit alam namun, karakteristik material yang dilakukan belum maksimal. Maknunah (2018) menyatakan bahwa flokulan *organoclay* natrium bentonit-*polyDADMAC* dan *organoclay* kalsium bentonit-*polyDADMAC* terbukti berpengaruh dalam penurunan kadar TSS limbah cair tempe dari 1254 mg/L menjadi 51 mg/L namun, flokulan *organoclay* tidak menunjukkan dalam penurunan kadar TDS limbah cair tempe. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terkait pengembangan material bentonit-*polyDADMAC* sebagai flokulan untuk pengolahan limbah dengan jenis limbah yang berbeda yaitu limbah cair industri *nata de coco*.

## B. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel limbah yang digunakan untuk penelitian yaitu air limbah industri *nata de coco* hasil sisa proses fermentasi yang diperoleh dari CV. Agrindo Bantul, Yogyakarta.
2. Polimer organik yang digunakan untuk memodifikasi bentonit yaitu *polyDADMAC* dengan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC).
3. Parameter pencemaran limbah yang diturunkan yakni COD dan TSS.

## C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dari bentonit alam dan bentonit termodifikasi yang diuji menggunakan instrumen *Fourier Transform InfraRed* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX)?
2. Bagaimana pengaruh bentonit termodifikasi sebagai flokulan terhadap penurunan kadar COD dan TSS limbah cair industri *nata de coco* berdasarkan variasi jenis dan massa flokulan?

## D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkarakterisasi bentonit alam dan bentonit termodifikasi dengan uji FTIR, XRD, dan SEM-EDX.
2. Menganalisis penggunaan bentonit termodifikasi sebagai flokulan terhadap penurunan kadar COD dan TSS limbah cair industri *nata de coco*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik bentonit alam dan bentonit termodifikasi berdasarkan hasil uji FTIR, XRD, dan SEM-EDX.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh bentonit termodifikasi sebagai flokulan dalam menurunkan kadar COD dan TSS limbah cair industri *nata de coco*.

## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil modifikasi bentonit alam dengan *polyDADMAC* menunjukkan bahwa struktur lapis dari bentonit alam tidak mengalami perubahan setelah proses modifikasi.
2. Uji statistika menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar COD dan TSS limbah cair industri *nata de coco* dari penggunaan flokulan bentonit alam dan bentonit termodifikasi *polyDADMAC*.

### **B. Saran**

Saran yang diusulkan untuk pengembangan lebih lanjut mengenai penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kajian pemanfaatan bentonit termodifikasi sebagai flokulan terhadap kualitas limbah industri lainnya dengan parameter pengukuran yang bervariasi.
2. Perlu dilakukan pengenceran terhadap air limbah sebelum proses koagulasi flokulasi dilakukan agar konsentrasi pada limbah tidak terlalu pekat.
3. Pada proses modifikasi bentonit dengan polimer *polyDADMAC* sebaiknya dilakukan dengan komposisi penggunaan polimer yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Althobaiti, M. G., Belhaj, M., Baset, T. A., Bashal, A. H., dan Alotaibi, A. A. 2022. Structural, dielectric and electrical properties of new Ni-dopedcopper/bentonite composite. *Journal of King Saud University-Science*. Hal: 4.
- Anam, C., Sirojudin, dan Firdausi, K. S. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji Bensin dan Spirtus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Jurnal Berkala Fisika*. Vol.10, No.1. Hal: 79-85.
- Ariyanti, M., Purwanto, P., dan Suherman, S. 2014. Analisis Penerapan Produksi Bersih Menuju Industri Nata De Coco Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri*. Vol.5, No. 2. Hal: 46.
- Aroke dan El-Nafaty. 2014. XRF, XRD and FTIR Properties and Characterization of HDTMA-Br Surface Modified Organo-Kaolinite Clay. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol.4, issue 4.
- Aulia, F., Sukiya, Harjana, T., dan Suryadarma, I. G. P. 2018. Toksisitas Limbah Cair Nata De Coco Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) dan Struktur Histologis Insangnya. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*. Vol.7, No 6. Hal: 421.
- Camillis, M. D., Emidio, G. D., Bezuijen, A., dan Flores, R. D. V. 2015. Hydraulic Conductivity and Swelling Ability of a Polymer Modified Bentonite Subjected to Wetdry Cycles in Seawater. *Journal Geotextiles and Geomembranes*. Vol. 30. Hal: 4.
- Chu, Huanqing., Wang, Zhen., dan Liu, Yu. 2016. Application of Modified Bentonite Granulated Electrodes for Advanced Treatment of Pulp and Paper Mill Wastewater in Three-Dimensional Electrode System. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Vol. 4. Hal: 1811.
- Davarcioglu, Burhan. 2010. Investigation of Central Anatolian region Nigde-Dikilitas (Turkey) Clays by FTIR Spectroscopy. *Journal of Silicate Based & Composite Materials*. Vol. 2. Hal: 59.
- Dutta, A., dan Singh, N. 2014. Surfactant-modified Bentonite Clays: Preparation, Characterization, and Atrazine Removal. *Journal Environmental Science and Pollution*.
- Dwari, M. D. R. K., Biswal, S. K., Reddy, P. S. R., Chattopadhyay, P., dan Mishra, B. K. 2011. Studies on the Effect of Flocculant Adsorption on the Dewatering of Iron Ore Tailings. *Journal Chemical Engineering*. Vol. 173. Hal: 323.
- Fatimah. 2014. *Adsorpsi dan Katalisis Menggunakan Material Berbasis Clay*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Gates, W. P. 2004. Crystalline Swelling of Organo-modified Clays in Ethanol–Water Solutions. *Journal Applied Clay Science*. Vol. 27. Hal: 11.
- Guegan, R. 2018. Organoclay Application and Limits in the Environment. *Journal C.R. Chimie* 22.
- Jamasri dan Sulardjaka. 2020. *Pengelasan Paduan Alumunium*. Yogyakarta: UGM Press.
- Khatamian, M., Divband, B., dan Shahi, R. 2019. Ultrasound assisted co-precipitation synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/ bentonite nanocomposite: Performance for nitrate, BOD and COD water treatment. *Journal of water process engineering*. Vol. 31. Hal: 3.
- Khopkar, S. M. 2008. *Konsep Dasar Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Lu, Yu., Li, Yilian., Liu, Danqing., Ning, Yu., Yang, Sen., dan Yang, Zhe. 2019. *Journal Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Vol. 585. Hal: 13.
- Lubis, D. M., Sukiya., Harjana, T., dan Nurcahyo, H. 2017. Toksisitas Limbah Cair Nata De Coco Terhadap Molaritas dan Struktur Histologik Ginjal Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Prodi Biologi*. Vol.6, No.5. Hal: 282.
- Madejova. 2003. FTIR Techniques in Clay Mineral Studies. *Journal Vibrational Spectroscopy*. Vol. 31. Hal: 7.
- Maknunah. 2018. *Sintesis dan Karakterisasi Organoclay Natrium Bentonit-polyDADMAC dan Kalsium Bentonit-polyDADMAC dan Aplikasinya Sebagai Flokulan Limbah Cair Tempe*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Mishra, A. K., Allaudin, S., Narayan, R., Aminabhavi, T. M., dan Raju. 2011. Characterization of Surface-modified Montmorillonite Nanocomposites. *Journal Ceramics International*. Vol. 38. Hal: 932.
- Mishra, A. K., dan Bajpai, M. 2005. Flocculation Behaviour of Model Textile Wastewater Treated with a Food Grade Polysaccharide. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. B118. Hal: 215.
- Mohammed, A., dan Abdullah, A. 2018. Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *Journal International Conference on Hydraulics and Pneumatics*.
- Mousavi, S. M., Alemzadeh, I., dan Vossoughi, M. 2006. Use of Modified Bentonite for Phenolic Adsorption in Treatment of Olive Oil Mill Wastewater. *Iranian journal of Science & Technology*. Vol. 30, No. B5. Hal: 613.
- Murray. 2007. *Applied Clay Mineralogy*. Amsterdam, The Netherlands, The Boulevard, Lanford Lane, Kidlington, Oxford OX5. Uk: Elsevier.



- Nasik. 2015. *Studi Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Flokulan Organoclay (Bentonit-polyDADMAC)*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nayak, P. S., dan Singh, B. K. 2007. Instrumental Characterization of Clay by XRF, XRD and FTIR. *Journal Materials Science. Vol. 30, No. 3*. Hal: 237.
- Nguyen, K. M., Tran, C. T., Nguyen, A. T. N., Nguyen, L. T. K., Bach, N. H., dan Nguyen, M. N. 2019. Effect of PolyDADMAC on Aggregation of Clay-Size Particles in Red Mud: Implications for Immobilization Practices. *Journal Ecotoxicology and Environmental Safety* 168.
- Nurdyansyah, F., dan Widyastuti, D. A. 2017. Pengolahan Limbah Air Kelapa Menjadi *Nata De Coco* oleh Ibu Kelompok Tani di Kabupaten Kudus. *Jurnal JKB. Vol.21, No XI*. Hal: 25 – 26.
- Nusratina, H. 2019. *Sintesis Komposit Organoclay Kalsium Bentonit-polyDADMAC (PolydiallyldimethylammoniumChloride) Dengan Gelombang Mikro dan Ultrasonik Serta Aplikasinya Sebagai Flokulan Proses Pengolahan Limbah Cair Batik*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Oliveira, M. F., Silva, M. G. C., dan Vieira, M. G. A. 2019. Equilibrium and Kinetic Studies of Caffeine Adsorption from Aqueous Solutions on Thermally Modified Verde-lodo Bentonite. *Journal Applied Clay Science. Vol. 168*. Hal: 371.
- Parolo, M. E., Pettinari, G. R., Musso, T. B., Izquierdo., dan Fernandez, L. G. 2014. Characterization of Organo-modified Bentonite Sorbents: The Effect of Modification Conditions on Adsorption Performance. *Journal Applied Surface Science. Vol. 320*. Hal: 356.
- Patel, N., Ruparelia, J., dan Barve, J. 2020. Prediction of Total Suspended Solids Present in Effluent of Primary Clarifier of Industrial Common Effluent Treatment Plant: Mechanistic and Fuzzy Approach. *Journal of Water Process Engineering. Vol. 34*.
- Rohmah, D.M. 2017. *Pengolahan Limbah Cair Industri Gula Dengan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Flokulan Organoclay [Bentonit-polyDADMAC (PolydiallyldimethylammoniumChloride)]*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Rohimah, N., dan Nugraha, I. 2016. Kinerja *Organoclay* Bentonit Terinterkalasi poli-DADMAC Sebagai Flokulan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Kimia Valensi. vol. 2, No 2*. Hal: 135.
- Saeed, M., Munir, M., Nafees, M., Shah, S. S. A., Ullah, H., dan Waseem, A. 2020. Synthesis, Characterization and Applications of Silylation Based Grafted Bentonites for The Removal of Sudan Dyes: Isothermal, Kinetic and

- Thermodynamic Studies. *Journal Microporous and Mesoporous Materials*. Vol. 291. Hal: 3.
- Said, N. I., dan Widayat, W. 2019. Uji Kinerja Pengolahan Air Limbah Industri *Nata De Coco* Dengan Proses Lumpur Aktif. *Jurnal Air Indonesia*. Vol. 11, No 2. Hal: 50.
- Santamaria, D. G., Justel, Ana., Fernandez, R., Ruiz, A. I., Stavropoulou, A., Blanco, J. D. R., dan Cuevas, J. 2021. SEM-EDX Study of Bentonite Alteration Under the Influence of Cement Alkaline Solutions. *Journal Applied Clay Science*. Vol. 212. Hal: 2.
- Saptati, dan Himma. 2018. *Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri*. Malang: UB Press.
- Sari, N. C., dan Nugraha, I. 2017. Study of Batik Wastewater Treatment Using PAC (*Poly Aluminum Chloride*) as Coagulant and *Organoclay (Montmorillonite-polyDADMAC)* as Flocculant to Reduce *Total Suspended Solid (TSS)* and *Total Dissolved Solid (TDS)*. *Journal Proc. Internat. Conf. Sci. Engin*. Vol. 1. Hal: 129.
- Setianingsih, T., dan Sutarno. 2018. *Prinsip Dasar dan Aplikasi Metode Difraksi Sinar-X Untuk Karakterisasi Material*. Malang: UB Press.
- Shabeer, T. P. A., Saha, A., Gajbhiye, V. T., Gupta, S., Manjaiah, K. M., dan Varghese, E. 2014. Removal of Poly Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from Water: Effect of Nano and Modified Nano-clays as a Flocculation Aid and Adsorbent in Coagulation flocculation Process. *Journal Polycyclic Aromatic Compounds*. Vol. 34. Hal: 454.
- Shaikh, S. M. R., Naseer, M. S., Hussein, I. A., dan Benamor, A. 2016. Investigation of the effect of polyelectrolyte structure and type on the electrokinetics and flocculation behavior of bentonite dispersions. *Chemical Engineering Journal*. Vol. 30. Hal: 4.
- Simbolon, A. M. 2020. Sustainable Industry: *Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sitorus, E., Sutrisno, E., Armus, R., Fatma, K. G. F., Parinduri, L., Marzuki, M. C. I., dan Priastomo, Y. 2021. *Proses Pengolahan Limbah*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Sukandarrumidi. 2018. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta: UGM Press.
- Susilawati. 2021. *Penerapan Metode Elektrokoagulasi Dalam Peningkatan Kualitas Air Gambut*. Pekalongan: Penerbit NEM.

- Suzanni, M. A., Munandar, A., dan Saudah. 2020. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Nanas (*Ananas Comosus*) dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan *Nata De Coco* Dari Limbah Air Kelapa. *Jurnal Serambi Engineering*. Vol. 5, No 2, hal: 1044.
- Tabak, A., Afsin, B., Aygun, S. F., dan Koksall, E. 2007. Structural Characteristics of Organo-modified Bentonites of Different Origin. *Journal of Thermal Analysis and Colorimetry*. Vol. 87, No.2. Hal: 378.
- Tumpu, M., Tamim, T., Purba, J. S., Siagian, P., Armus, R., Ramdhani, R. F., Oetomo, D. S., dan Sugiyanto, G. 2021. *Pengelolaan Kualitas Lingkungan*. Medan; Yayasan Kita Menulis.
- Wardana. 2009. *Dampak Pencemaran Lingkungan: 3<sup>rd</sup> edition*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wibisono, Y. 2017. *Biomaterial dan Bioproduk*. Malang: UB Press.
- Yusuf, Y., Almukarrama, Permatasari, H. A., Januariyasa, I. K., Muarif, M. F., Anggraini, R. M., dan Wati, R. 2021. *Karbonat Hidroksiapatit Dari Bahan Alam*. Yogyakarta: UGM Press.
- Zerda, A. S., dan Lesser, A. J. 2001. Intercalated Clay Nanocomposites: Morphology, Mechanics, and Fracture Behavior. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, Vol. 39. Hal: 1137.
- Zhou, F., Li, Jie., Zhou, Lin., dan Liu, Yang. 2014. Preparation and Mechanism of a New Enhanced Flocculant Based on Bentonite for Drinking Water. *Journal Advances in Materials Science and Engineering*. Hal: 1.