

**BENTONIT TERPILAR OKSIDA LOGAM Al/Fe SEBAGAI ADSORBEN
CAMPURAN ZAT WARNA *CONGO RED* DAN *DIRECT GREEN***

SKRIPSI

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



LAVINI INDWI SAPUTRI

08031381419038

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

2018

HALAMAN PENGESAHAN**Bentonit Terpillar Oksida Logam Al/Fe Sebagai Adsorben
Campuran Zat Warna Congo Red Dan Direct Green****SKRIPSI**

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

Oleh:

Lavini Indwi Saputri

08031381419038

Indralaya, Juli 2018

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Muhammad Said, M.T

NIP. 197407212001121001

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

NIP. 197711272005011003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Ismail Iskandar, M.Sc

NIP. 195210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN


Hasil Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Bentonit Terpillar Oksida Logam Al/Fe Sebagai Adsorben Campuran Zat Warna *Congo Red* Dan *Direct Green*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 3 Juli 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Juli 2018

Ketua :


1. **Dr. Muhammad Said, M.T.** ()
NIP. 197407212001121001

Anggota :

2. **Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si** ()
NIP. 197711272005011003

3. **Nurlisa Hidayati, M.Si** ()
NIP. 197211092000032001

4. **Dr. Poedji Lockitowati, M.Si** ()
NIP. 19680271994022001

5. **Prof. Dr. Elfita, M.Si** ()
NIP. 196903261994122001

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Dr. Isnaq Iskandar, M.Sc
NIP. 197710041997021001

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Lavini Indwi Saputri
NIM : 08031381419038
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (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.

Inderalaya, Juli 2018

Penulis,



Lavini Indwi Saputri
NIM. 08031381419038

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama Mahasiswa : Lavini Indwi Saputri

NIM : 08031381419038

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

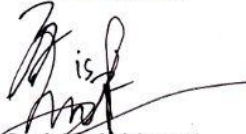
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Bentonit Terpillar Oksida Logam Al/Fe Sebagai Adsorben Campuran Zat Warna Congo Red Dan Direct Green". Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Inderalaya, Juli 2018

Yang menyatakan,


Lavini Indwi Saputri
NIM. 08031381419038

MOTTO

- “Keluargaku tersayang terkhusus kedua orangtuaku”*
- “Bekerja keras dan bersikap baiklah, hal luar biasa akan terjadi”*
- “Berkorbanlah untuk semua orang yang kau cintai tanpa memandang apa balasannya”*
- “Visi tanpa eksekusi adalah halusinasi”*
- “Usaha, doa dan tawakal”*
- “Usaha yang maksimal takkan mengkhianati hasil”*
- “Selalu Bersyukur”*
- “Tekad dan kemauan yang dapat membuat engkau berhasil (Prof. Aldes Lesbani, Ph.D.)”*

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ✚ Allah SWT*
- ✚ Papa, Mama, Yuk via, Adek bulan, Adek rasyid dan Keluargaku tersayang*
- ✚ Seseorang yang selalu kubawa dalam doa dan yang selalu setia menemani perjuangan ini - Azizil Hamid*
- ✚ Pembimbing 1 Dr. Muhammad Said yang selalu sabar dalam membimbing, memberi ilmu*

yang sangat berharga dan sangat memotivasi serta sosok bapak yang sangat rela berkorban untuk kami anak bimbingannya

✚ *Pembimbing 2 Dr. rer. nat. Risdian Mohadi yang sudah membimbing selama ini*

✚ *Dosen Tercinta Prof. Aldes Lesbani, Ph. D. yang selalu memberikan ilmu yang sangat berharga dan sangat memotivasi*

✚ *Kakak terinspirasi Tarmizi Taher yang sudah membimbing dan memberi ilmu yang sangat bermanfaat dan selalu kuingat*

✚ *Kakak tercinta Neza Rahayu Palapa yang selalu memberi ilmunya tanpa henti dan sangat memotivasi*

✚ *Sahabatku Meiliza Yulianingsih*

✚ *Pembahas*

✚ *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Bentonit Terpilirisasi Oksida Logam Al/Fe Sebagai Adsorben Campuran Zat Warna *Congo Red* dan *Direct Green*“. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan ke alam berilmu seperti sekarang ini.

Dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis menghanturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan Bapak Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si, yang selalu memberikan bimbingan, arahan dan waktu yang diluangkan kepada penulis selama menjalani penelitian dan penyusunan skripsi ini hingga selesai.

Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada .

1. Ibu Nurlisa Hidayati M. Si, Ibu Dr. Poedji Loekitowati, M. Si, dan Ibu Prof Dr. Elfita, M.Si. sebagai dosen pembahas yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan saran hingga tersusunnya skripsi ini.
2. Terkhusus Bapak Prof Aldes Lesbani M.Si, Bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan Bapak Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si terimakasih banyak sudah selalu membimbing, memberikan arahan dan memberikan pelajaran berharga selama penelitian
3. Bapak Hermansyah PH.D. selaku Pembimbing Akademik penulis.
4. Bapak Drs. Muhammad Irfan, M.T. selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya
5. Bapak Dr. Dedi Rohendi M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.

7. Orang tuaku tercinta (*Papa Apin Herwanto dan Mama Sri Tanida Dwi*), yang terhebat dan terkuat, yang selalu ada disaat duka atau suka, yang selalu membimbing dan memberikan semangat disaat penulis sedang down, yang selalu memberi motivasi, memberi kasih sayang serta doa yang paling tulus. Terimakasih mama dan papa tersayang, kalianlah satu-satunya alasan kenapa aku harus sukses dan semangat dalam menjalani kehidupan ini. Senyum dan bahagia kalian adalah cita-citaku, terimakasih untuk setiap pelajaran berharga yang sudah kalian berikan dalam hidupku
8. *The best sister* Pravia Indwi Saputri, S.Pd dan *the beautiful sisters* Calvin Indwi Saputri yang selalu mendukung, membantu dan mengerti setiap apa yang ku kerjakan
9. Keluarga, baik yang jauh maupun dekat (Akas, Ombai, Kakek, Nenek, Bibik, Oom, Sepupu)
10. Orang yang selalu kusebut disetiap doa Azizil Hamid S.Si terimakasih untuk seluruh dukungan dan kesabaran selama aku melakukan penelitian, terimakasih untuk semua waktu yang sudah diberikan, terimakasih sudah bertahan sampai sekarang. LDR, “Kita masih dilangit yang sama dengan hembusan angin yang tak berbeda” Palembang-Padang, Kita baik-baik saja hahaha
11. Teman seperjuangan (Riza Antini, Afifah Rahma Dian, Wini Nafisyah, Ade Novita Sari, Yuriska Utagi Saputri, Friska Yunita Lumban Tobing, Nyayu Ummu Hani, Mia Trianita, Helda, Maulidya Jayatri, Tirta Sari Hardiyanti, Leny Lismayanti, Dwi Rahma Apriliani)
12. Terkhusus untuk Team Bentonit tercinta (Riza Antini dan Afifah Rahma Dian) yang selalu memberikan support, semangat, membantu dan mendengarkan seluruh keluhan selama penelitian. Yaaaaah kalian taulah ya jatuh bangun kita selama penelitian, yang awalnya fenol eh jadi zat warna hahaha. Taulah ya gimana down nya saat bentonit gak bisa menyerap fenol, berbulan-bulan galaunya minta ampun tapi itulah cerita yang selalu bisa dikenang haha
13. Terkhusus untuk (Wini Nafisyah, Ade Novita Sari dan Yuriska Utagi Saputri) yaaaaa you know lah beibeh haha kalian tuh apa ya? “Yang selalu tau tanpa

kuberi tau” ibaratnya kita tuh berkomunikasi lewat hati wkwk. Cuii makasih ya sudah selalu kasih semangat ke eke, kalian tuh temen Ghibah terthebest wkwk, Cuma lirikin mata aja kalian udah tau apa yang aku maksud wkwk, semangattttt, selamattttt, yeeeeey wisuda bareng haha. Yaaaah banyak kisah selama di lab ya, banyak sifat dan sikap yang baru kita tau. Selamat ya semoga cepat dilamar buat kalian bertiga haha

14. Terkhusus untuk (Friska Yunita Lumban Tobing, Nyayu Ummu Hani, Maulidya Jayatri dan Tirta Sari Hardiyanti) terimakasih sudah membuatku selalu tertawa seperti tidak ada beban wkwk, semangatttt dan selamat untuk kita semua, terimakasih sudah sering jadi korban snapgram di ig aku wkwkw karena saat kalian malu tu aku sangat senang wkwk
15. Sahabat SMA yang paling gokil (Harnita Yulisa, Ravita Sari, Novia Rini dan Yeni Indriani) dan yang paling menyenangkan (Yudi Andriadi, Wahyudi, Jaya Sampurna dan Rahmania)
16. Sahabat terhebat selama kuliah (Meiliza Yulianingsih, Rio Aldo Syahputra, Hensen, Lisa Sri Utami, Lucia Meilina, Riza Antini dan Marini Tri Utami) Haiiii guyssss, rasanya kita baru kemarin kuliah bareng, curhat bareng, tidur bareng, dan susah seneng bareng-bareng ya, sekarang kita harus pisah untuk mencari masa depan masing-masing, semoga kedepan kita dipermudah Allah, diperlancar urusannya, dilancarkan rezekinya, aku sayang kalian, sangat sangat sayang kalian. Untuk yang masih penelitian, semangattttt jangan kasih kendor, jadikan doa dan usaha itu yang utama.
17. Terkhusus Adik-adik gemashhhqu (Vilantina, Widya Twinny, Delisa, Tije, Linda, Pebhty, Miftahur Rahma 2016 dan Aydes) Terimakasih untuk semangat, doa serta dukungan dari kalian ya dek, semoga kedepannya kalian lebih giat kuliah dan semoga yang sudah menjalankan penelitian diperlancar. Dimanapun kalian intinya selalu kompak ya dan jangan saling menjatuhkan, kakak sayang kalian.
18. Sahabat KP PT Pupuk Sriwidjaja tercinta (Marini Tri Utami dan Riza Antini) Dari kalian aku belajar dewasa dan mandiri, love you gaes.

19. Teman-teman kimia 2014 (Yuni M, Safril, Bella, Claudia K, Hengki, Robi, Faisal, Retno, Lulu, Annisa Dzul, Musdalifah, Lidya, Tirta, dll) Semangat guysss, terimakasih untuk cerita dan kisah di masa lalu, semangat penelitian
20. Kakak tingkat 2013 yang terbaik yang selalu membantu saat kesulitan dan mendukungku (Kak Neza Rahayu Palapa)
21. Adik-adik tingkat 2015, 2016 dan 2017
22. Kak Tarmizi T, S.Si yang selalu membantu saat kesulitan dalam penelitian
23. Bapak Dedi asisten Lab. Riset Terpadu Pascasarjana Universitas Sriwijaya

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini, begitu pula dalam penulisannya. Oleh karena itu, penulis akan sangat senang jika menerima berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan skripsi di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 3 Juli 2018

Penulis,

Lavini Indwi Saputri

NIM. 08031381419038

SUMMARY

THE CHARACTERIZATION OF BENTONITE PILLARED BY Al/Fe METAL OXIDE AS THE ADSORPTION COMPOUNDS OF CONGO RED AND DIRECT GREEN DYES

Lavini Indwi Saputri: Supervised Dr. Muhammad Said, M.T and Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M. Si

Departement Of Chemistry, Faculty of Mathematics And Natural Sciences, Sriwijaya University

xx + 157 pages, 10 tables, 24 pictures, 71 attachments

The pillarisation process of Al/Fe metal oxide compound in bentonite has been conducted with metal oxide ratios 1 : 2 and 2 : 1. The product of bentonite pillared by Al/Fe metal oxide were characterized by using FT-IR spectrophotometer and XRD analysis. The characterization of using the FT-IR spectrophotometer does not shown optimum pillarisation processes for any metal oxide ratios, while the XRD analysis showed optimum pillarisation processes on 17.1 Å with 5.18 ° angular diffraction peak (2θ) at 2 : 1 metal oxide ratio. However, it doesn't show 3-6 ° angular diffraction peak (2θ) as the special characterization of bentonite in 1 : 2 metal oxide ratio. Thus, this optimal pillarisation product was used as adsorbent of congo red, direct green and mixed dyestuffs. The adsorption rate (k) of these processes showed 0.00109 minute⁻¹ for congo red and 0.0012 minute⁻¹ for direct green. The highest adsorption capacity (q_e) result happened on 70 °C showed 57.34 mol/g and 72.06 mol/g for direct green, respectively the highest adsorption energy (E) was found on 70 °C were 3.23 kJ/mol for congo red and 4.14 kJ/mol for direct green. The enthalpy (ΔH) and entropy (ΔS) values decreased as the increasing of congo red, direct green, and mixed dyestuffs dye concentration.

Keywords: bentonite, pillarisation, Al/Fe, congo red, direct green, binary

Citations : 55 (1984-2018)

RINGKASAN

BENTONIT TERPILAR OKSIDA LOGAM Al/Fe SEBAGAI ADSORBEN CAMPURAN ZAT WARNA *CONGO RED* DAN *DIRECT GREEN*

Lavini Indwi Saputri: Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T dan Dr. rer. nat.
Risfidian Mohadi, M. Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xx + 157 halaman, 10 tabel, 24 gambar, 71 lampiran

Telah dilakukan proses pilarisasi senyawa oksida logam Al/Fe pada bentonit dengan perbandingan oksida logam yakni 1 : 2 dan 2 : 1. Hasil bentonit terpillarisasi oksida logam Al/Fe dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR dan analisis XRD. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR belum menunjukkan proses pilarisasi yang optimal untuk setiap perbandingan oksida logam. Karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan proses pilarisasi yang optimal pada perbandingan oksida logam 2 : 1 dengan puncak difraksi sudut (2θ) $5,18^\circ$ sebesar $17,1 \text{ \AA}$ dan pada perbandingan oksida logam 1 : 2 tidak menunjukkan adanya puncak difraksi sudut (2θ) $3-6^\circ$ yang merupakan sudut khas pada bentonit. Selanjutnya hasil pilarisasi optimal digunakan sebagai adsorben *congo red*, *direct green* dan campuran. Proses adsorpsi bentonit terpillarisasi senyawa oksida logam menunjukkan besarnya laju adsorpsi (k) untuk zat warna *congo red* sebesar $0,00109 \text{ menit}^{-1}$ lalu laju adsorpsi untuk *direct green* sebesar $0,0012 \text{ menit}^{-1}$ dan untuk campuran a sebesar $-0,072 \text{ menit}^{-1}$ dan campuran b sebesar $-0,049 \text{ menit}^{-1}$. kapasitas adsorpsi (qe) untuk zat warna *congo red* terbesar pada temperatur 70°C sebesar $57,34 \text{ mol/g}$ lalu kapasitas adsorpsi untuk *direct green* sebesar $72,06 \text{ mol/g}$. Energi adsorpsi (E) untuk zat warna *congo red* terbesar pada temperatur 70°C yakni $3,23 \text{ kJ/mol}$ lalu energi adsorpsi untuk *direct green* sebesar $4,14 \text{ kJ/mol}$. Nilai entalpi (ΔH) dan entropi (ΔS) mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi zat warna *congo red*, *direct green* dan campuran.

Kata kunci: bentonit, pilarisasi, Al/Fe, *congo red*, *direct green*, biner

Kutipan : 55 (1984-2016)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
SUMMARY	v
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
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 Zat Warna	5
2.1.1 Karakterisasi Zat Warna	5
2.1.2 Congo Red	5
2.1.3 Direct Green	6
2.1.4 Campuran	7
2.1.5 Adsorpsi Zat Warna	7
2.2 Bentonit	8
2.2.1 Jenis-Jenis Bentonit	10
2.2.2 Komposisi Bentonit	11
2.3 Modifikasi Bentonit	11
2.3.1 Bentonit Teraktivasi	11
2.3.2 Bentonit Terpilarisasi	12
2.3.2.1 Senyawa Oksida Logam	13
2.3.2.2 Agen Pemilar Bentonit	13

2.4 Adsorpsi	14
2.5 Karakterisasi.....	18
2.5.1 Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red Spectroscopy</i> (FT-IR)	18
2.5.2 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	20
2.5.3 Spektrofotometer UV-Vis	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat.....	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Prosedur Kerja.....	22
3.3.1 Preparasi dan Aktivasi Bentonit.....	22
3.3.2 Preparasi Larutan Pemilar Al/Fe.....	23
3.3.3 Pilarisasi Bentonit Dengan Oksida Logam Al/Fe	23
3.3.4 Pengukuran <i>Point Zero Charge</i> Bentonit Alam dan Bentonit Terpilar Oksida Logam Al/Fe	24
3.3.5 Adsorpsi Zat Warna Sistem Tunggal	25
3.3.5.1 Aplikasi Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe Sebagai Adsorben Zat Warna.....	26
3.3.5.2 Pembuatan Larutan Stok <i>Congo Red</i> dan <i>Direct</i> <i>Green</i>	26
3.3.5.3 Pembuatan Larutan Standar <i>Congo Red</i> dan <i>Direct</i> <i>Green</i>	26
3.3.5.4 Penentuan λ Maksimal Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Direct</i> <i>Green</i>	26
3.3.5.5 Penentuan λ Maksimal Biner	27
3.3.5.6 Pengaruh Berat	27
3.3.5.7 Pengaruh pH.....	27
3.3.5.8 Pengaruh Waktu Adsorpsi dan Parameter Kinetik.....	27
3.3.5.9 Pengaruh Konsentrasi, Temperatur dan Parameter Termodinamika	27

3.3.6 Adsorpsi Zat Warna Sistem Biner	28
3.3.6.1 Pengaruh Berat Adsorben	28
3.3.6.2 Pengaruh pH.....	28
3.3.6.3 Pengaruh Waktu Adsorpsi dan Parameter Kinetik.....	28
3.3.6.4 Pengaruh Konsentrasi, Temperatur dan Parameter Termodinamika	29
3.3.7 Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Karakterisasi Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe Menggunakan Difraksi Sinar-X.....	31
4.2 Karakterisasi Bentonit Alam dan Bentonit Terpilar Oksida Logam Al/Fe Dengan Spektrofotometer FT-IR	33
4.3 Pengukuran <i>Point Zero Charge</i> Pada Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam	34
4.4 Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> , <i>Direct Green</i> dan Campuran Menggunakan Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	35
4.4.1 Pengaruh pH.....	35
4.4.2 Pengaruh Berat Adsorben	38
4.4.3 Pengaruh Waktu Adsorpsi	41
4.4.4 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Serta Parameter Termodinamika	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Agen Pemilar Bentonit.....	13
Tabel 2. Konstanta Model Kinetik Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> , <i>Direct Green</i> dan Campuran Terhadap Pengaruh Waktu.....	45
Tabel 3. Data Isoterm Adsorpsi Menggunakan Model Isoterm Freundlich Pada Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 Pada Adsorpsi <i>Congo Red</i>	53
Tabel 4. Data Isoterm Adsorpsi Menggunakan Model Isoterm Langmuir Pada Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 Pada Adsorpsi <i>Congo Red</i>	54
Tabel 5. Data Isoterm Adsorpsi Menggunakan Model Isoterm Freundlich Pada Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 Pada Adsorpsi <i>Direct Green</i>	55
Tabel 6. Data Isoterm Adsorpsi Menggunakan Model Isoterm Langmuir Pada Bentonit Alam dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 Pada Adsorpsi <i>Direct Green</i>	55
Tabel 7. Data Energi Adsorpsi (E), Entropi, entalpi, dan Kapasitas Adsorpsi Pada Adsorpsi <i>Congo Red</i> Dengan Adsorben Bentonit Alam Terhadap Pengaruh Temperatur	56
Tabel 8. Data Energi Adsorpsi (E), Entropi, Entalpi dan Kapasitas Adsorpsi Pada Adsorpsi <i>Congo Red</i> Dengan Adsorben Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 Terhadap Pengaruh Temperatur	57
Tabel 9. Data Energi Adsorpsi (E), Entropi, entalpi, dan Kapasitas Adsorpsi Pada Adsorpsi <i>Direct Green</i> Dengan Adsorben Bentonit Alam Terhadap Pengaruh Temperatur	58
Tabel 10. Data Energi Adsorpsi (E), Entropi, Entalpi dan Kapasitas Adsorpsi Pada Adsorpsi <i>Direct Green</i> Dengan Adsorben Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 Terhadap Pengaruh Temperatur	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur <i>Congo Red</i> (Bhoi, 2010)	5
Gambar 2. Struktur <i>Direct Green</i> (Raymond <i>et al</i> , 2010)..	6
Gambar 3. Struktur Bentonit (Iwan, 2002).	10
Gambar 4. Struktur Lempung Terpilarisasi (Cool, 1998)..	12
Gambar 5. Skema Spektrofotometer FT-IR	18
Gambar 6. Skema kerja difraksi sinar-X (XRD) (Warren, 1969)..	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Digital Spektrum FT-IR Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	71
Lampiran 2. Data Digital Spektrum FT-IR Bentonit Pilarisasi Al/Fe 2:1 Setelah Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i>	72
Lampiran 3. Data digital spektrum FT-IR Bentonit Pilarisasi Al/Fe 2:1 Setelah Adsorpsi Zat Warna <i>Direct green</i>	73
Lampiran 4. Data digital spektrum FT-IR Bentonit Pilarisasi Al/Fe 2:1 Setelah Adsorpsi Zat Warna Campuran	74
Lampiran 5. Data Digital Difraksi XRD Bentonit Alam	75
Lampiran 6. Data Digital Difraksi XRD Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 1:2...	76
Lampiran 7. Data Digital Difraksi XRD Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1 ...	77
Lampiran 8. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Congo Red</i>	78
Lampiran 9. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Direct Green</i>	79
Lampiran 10. Kurva kalibrasi larutan standar zat warna <i>congo red</i> untuk pengaruh waktu adsorpsi, parameter kinetika, pengaruh konsentrasi, temperatur dan parameter termodinamika adsorben bentonit alam dan terpillar	80
Lampiran 11. Kurva kalibrasi larutan standar zat warna <i>direct green</i> untuk pengaruh waktu adsorpsi, parameter kinetika, pengaruh konsentrasi, temperatur dan parameter termodinamika adsorben bentonit alam dan terpillar	81
Lampiran 12. Data Analisis pH PZC (<i>Point Of Zero Charge</i>)	82
Lampiran 13. Data Pengaruh pH Terhadap Zat Warna <i>Congo Red</i> Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	83

Lampiran 14. Data Pengaruh pH Terhadap Zat Warna <i>Direct green</i> Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	85
Lampiran 15. Data Pengaruh pH Terhadap Zat Warna Campuran Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	87
Lampiran 16. Data Pengaruh Berat Terhadap Zat Warna <i>Congo Red</i> Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	88
Lampiran 17. Data Pengaruh Berat Terhadap Zat Warna <i>Direct green</i> Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	90
Lampiran 18. Data Pengaruh Berat Terhadap Zat Warna Campuran Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	92
Lampiran 19. Data Pengaruh Waktu Terhadap Zat Warna <i>Congo Red</i> Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	93
Lampiran 20. Data Pengaruh Waktu Terhadap Zat Warna <i>Direct green</i> Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	96
Lampiran 21. Data Pengaruh Waktu Terhadap Zat Warna Campuran Adsorpsi Pada Bentonit Alam (Kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	98
Lampiran 22. Perhitungan parameter kinetika adsorpsi zat warna <i>congo red</i> teradsorpsi oleh adsorben bentonit alam (kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	102
Lampiran 23. Perhitungan parameter kinetika adsorpsi zat warna <i>direct green</i> teradsorpsi oleh adsorben bentonit alam (kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	102
Lampiran 23. Perhitungan parameter kinetika adsorpsi zat warna campuran teradsorpsi oleh adsorben Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	105

Lampiran 24. Pengaruh temperatur dan konsentrasi <i>congo red</i> terhadap oleh adsorben bentonit alam (kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	108
Lampiran 25. Pengaruh temperatur dan konsentrasi <i>direct green</i> terhadap oleh adsorben bentonit alam (kontrol) Dan Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	110
Lampiran 26. Pengaruh temperatur dan konsentrasi campuran terhadap oleh adsorben Bentonit Terpilarisasi Al/Fe 2:1	111
Lampiran 27. Perhitungan Parameter Isoterm <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Bentonit Alam (Kontrol) dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe.....	113
Lampiran 28. Perhitungan Parameter Isoterm <i>direct green</i> dengan Adsorben Bentonit Alam (Kontrol) dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe.....	121
Lampiran 29. Perhitungan Parameter Isoterm campuran dengan Adsorben Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe.....	130
Lampiran 30. Pengaruh temperatur dan konsentrasi <i>congo red</i> oleh adsorben bentonit Alam (Kontrol) dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe	139
Lampiran 30. Pengaruh temperatur dan konsentrasi <i>direct green</i> oleh adsorben bentonit Alam (Kontrol) dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe	141
Lampiran 31. Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Bentonit Alam (kontrol) dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe	143
Lampiran 32. Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi <i>Direct Green</i> dengan Adsorben Bentonit Alam (kontrol) dan Bentonit Terpilarisasi Oksida Logam Al/Fe	151

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik yang keberadaanya tidak diinginkan di lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis (Tietenberg, 1998). Limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil adalah limbah zat warna yang umumnya merupakan senyawa organik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama pada perairan (Ida, 2011). Salah satu zat warna yang seringkali digunakan dalam industri tekstil ialah *congo red* dan *direct green* (Allen, 2005).

Penghilangan zat warna dalam air limbah dapat dilakukan dengan berbagai metode antara lain dengan cara adsorpsi (Hadari, 2015), metode presipitasi dan metode membran (Xue *et al*, 2014). Dari beberapa metode tersebut, metode adsorpsi masih menjadi metode yang paling sering digunakan karena metode adsorpsi dianggap lebih efektif, ramah lingkungan dan operasionalnya lebih mudah untuk digunakan (Liu *et al*, 2010).

Pada proses adsorpsi, adsorben memiliki peranan yang sangat penting terhadap keberhasilan proses adsorpsi. Beberapa jenis adsorben telah banyak digunakan seperti karbon aktif, batu bara, pasir dan kitosan. Belakangan ini material-material tersebut mulai ditinggalkan karena biaya produksinya tinggi. Beberapa peneliti sudah mengembangkan material adsorben alternatif yang lebih murah dan ramah lingkungan seperti lempung, produk samping pertanian, limbah pertambangan (Ozcan *et al*, 2004). Lempung digunakan karena keberadaanya yang berlimpah di alam dan mudah didapatkan sedangkan karbon aktif biaya operasionalnya mahal (Djebbar dan Djafri, 2012).

Dalam pemanfaatannya, bentonit masih perlu dimodifikasi untuk memperluas jarak antar lapisan dan luas permukaan bentonit salah satu cara yang akan dilakukan adalah dengan memodifikasi jarak antar lapisan atau pilarisasi (Mohanambe dan Vasudevan, 2005). Pilarisasi ialah penyisipan molekul senyawa atau ion yang berukuran besar dan kaku (*rigid*) ke dalam lapisan senyawa berlapis

seperti lempung sehingga terbentuk suatu bahan berstruktur pori dengan sifat-sifat fisika kimiawi yang baik (Wijaya, 2002).

Banyak peneliti yang telah melakukan modifikasi melalui pilarisasi pada bentonit. Penelitian yang dilakukan oleh Koestari (2014) menunjukkan bahwa pilarisasi menggunakan oksida logam aluminium (Al) menghasilkan jarak antar lapisan bentonit sebesar 9.59 Å. Pada penelitian lainnya yang telah dilakukan Rinaldi (2017) menunjukkan bahwa pilarisasi menggunakan oksida logam Fe (III) menghasilkan jarak antar lapisan sebesar 14,9 Å. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa oksida logam dapat menghasilkan jarak antar lapisan yang lebih besar bila kedua oksida logam tersebut digabungkan menjadi satu pada proses adsorpsi zat warna.

Pada penelitian ini telah dilakukan pilarisasi bentonit dengan memvariasikan perbandingan senyawa oksida logam Al/Fe yakni 2:1 dan 1:2. Bentonit terpilarisasi senyawa oksida logam Al/Fe selanjutnya dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR dan XRD untuk menentukan hasil yang optimal. Dalam pengaplikasiannya, bentonit terpilarisasi senyawa oksida logam Al/Fe yang telah optimal diharapkan mampu menjadi adsorben untuk mengadsorpsi zat warna *congo red*, *direct green* dan campuran (biner). Adapun parameter-parameter adsorpsi yang diuji meliputi: parameter termodinamika dan kinetik serta variabel yang diuji meliputi: berat adsorben, pH, waktu, konsentrasi, dan temperatur.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian adalah :

1. Apakah pilarisasi bentonit dengan oksida logam Al/Fe dapat menghasilkan adsorben yang lebih baik?
2. Bagaimana pengaruh adsorpsi zat warna *congo red*, *direct green* dan campuran (biner) dengan adsorben bentonit alam dan bentonit terpilarisasi oksida logam Al/Fe terhadap parameter kinetik dan termodinamika?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah :

1. Mendapatkan bentonit terpillarisasi oksida logam Al/Fe yang dapat dilihat dari data karakterisasi *X-Ray diffraction* (XRD) adanya pergeseran yang signifikan pada 2θ disekitar 6° dan data karakterisasi spektrofotometer FT-IR yang menunjukkan adanya gugus-gugus fungsional pada bentonit.
2. Menentukan adsorpsi yang berlangsung secara adsorpsi kimia atau adsorpsi fisika berdasarkan data kinetika dan termodinamika.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang proses pilarisasi yang optimal dari senyawa oksida logam Al/Fe pada bentonit alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*, 5th edition. Toronto: John Willey and Sons.
- Agus, M., dan Suaidi Daeng Achmad. 2015. Identifikasi Lapisan Bentonit Menggunakan metode Geolistrik Di Dusun Tetelan, Desa Klepu, Kecamatan Sumbermanjing Wetan. *Jurnal FMIPA Kimia Universitas Negeri Malang*. 2(3): 1-5.
- Alfin, K., Hu, Q., Haghseresht, F., Hu, X., and Lu, G. 2017. An Investigation on The Adsorption of Acid Dyes on Bentonite based Composite Adsorbent. *Separation and Purification Technology*. 67: 218-225.
- Allen., D., Adineh., D., O., dan Alizadehdakhel., S. 2014. Removal Of Direct Green 26 Dye from Aqueous Solutions Using Eggshell. *Journal Physics Procedia*. 12(2): 9-12.
- Andrawulan, N dan Faradila, R.H.F. 2012. Senyawa Fenolik Pada Beberapa Sayuran Indigenous Dari Indonesia. *Jurnal Biokimia Indonesia*. Bogor: Seafast Center.
- Bachir, Meghzili., Mohamed, M., Zehou, E., and Soulard. 2014. Conference International Des Materiaux (CSM 8) Beyrouth (Liban) Possibility Of Adsorption Of Phenols On One Natural Bentonite. *Journal Physics Procedia*. 55: 356-366.
- Bath, D, S., Siregar, J, M., dan Lubis, M, T. 2012. Penggunaan Tanah Bentonit Sebagai Adsorben Logam Cu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 1(1): 1-4.
- Bentahar, S., Abdellah, D., Mohammed, E.L., and Noureddine, E.M. 2017. Adsorption Of Methylene Blue, Crystal Violet, And Congo Red From Binary And Ternary System With Natural Clay : Kinetic, Isotherm and Thermodynamic. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*. 5: 5921-5932.
- Bertella, F., and Pergher S, B, C. 2014. Pillaring of Bentonite Clay with Al and Co. *Microporous and Mesoporous Materials*. 201: 116-123.
- Bhoi, K, S. 2010. Adsorption Characteristic of Congeored Dye onto PAC and GAC Based on S/N Ratio Ataguchi Approach. *Btech Thesis*. National Institute of Tech. India.
- Boudiaf, H, Z., Boutahala, M., Sahnoun, S., Tiar, C., and Gomri, F. Adsorption Characteristics, Isotherm, Kinetics, and Diffusion of Modified Natural Bentonite for Removing The 2,4,5-Trichlorophenol. *Applied Clay Science*

- Bullut, M and Islimyeli, S. 2008. The Atomic Absorption Spectrophotometric Method for Indirect Determination of Nimodipine in Tablets. *Truk Journals Chemistry*. 29: 141-146.
- Chinoune, I., Lupascu, T., Buciscanu, I., and Soreanu, G. 2016. Adsorption Of Reactive Dyes From Aqueous Solution By Dirty Bentonite. *Applied Clay Science*. 132: 64-75.
- Cool, P., and Vansant, E.F. 1998. Pillared Clays: Preparation, Characterization and Applications. *University of Antwerp (UIA): Laboratory of Inorganic Chemistry, Department of Chemistry*.
- Crestecu, I., Lupascu, T., Buciscanu, I., Mindru, B, T., and Soreanu, G., 2016. Low-Cost Sorbents for Removal of Acid Dye from Aqueous solution. *Process Safety and Environmental Protection*. 778 : 1-10.
- Dalvand, A., Nabizadeh, R., Reza, G, M., Khoobi, M., Nazmara, S., and Hossein Mahvi, A. 2016. Modeling of Reactive Blue 19 Azo Dye Removal From Colored Textile Wastewater using L-arginine-Functionalized Fe₃O₄ Nanoparticles: Optimization, Reusability, Kinetic and Equilibrium studies. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 404: 179–189.
- Djebbar, M., and Djafri F. 2012. Adsorption of phenol on natural clay. *Journal of Pure and Applied Chemistry*. 6(2): 15-19.
- Eugenia, 2014. Effect of the Al/clay ratio on the thiabendazol removal by aluminum pillared clays. *Applied Clay Science*. 87: 246-250.
- Fabriyanty, R., Valencia, C., Soetarejo, F.E., Putro, J.N., and Kurniawan, A. 2017. Removal Of Crystal Violet Dye By Adsorption Using Bentonite – Alignite Composite. *Journal Environmental Chemical Engineering*. 22: 3-37.
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S. 1992. *Kimia Organik Jilid 2 Edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Fisli, A., dan Hery, H. 2002. Pembuatan Karakterisasi Katalis Oksida Mangan dengan Pendukung Bentonit Terpillar Alumina untuk Oksidasi Gas CO. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2002. ISBN: 1441-221 diselenggarakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Iptek Bahan-BATAN.
- Filipovic, P. 2002. The Effect of The Fine Grinding on the Physicochemical Properties and Thermal Behavior of Bentonite Clay. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 67(11): 753-760.
- Francine., B., and Sibebe., B., C., P. 2015. Pillaring Of Bentonite Clay With Al and Co. *Applied Clay Science*. 201: 116-123.

- Georgescu, A.M., Nardou, F., Valentin, Z., and Nistor, I.D. 2017. Adsorption of Lead (II) Ions From Aqueous Solution Onto Cr-Pillared Clay. *Applied Clay Science*. 23(12): 16-18.
- Ginting, A, B. 2008. Analisis Kestabilan Panas Polimer Menggunakan Metode Thermal Gravimetri. *Puslitbang Teknologi Maju : Batan*.
- Goodarzi, A, R., Najafi, F, S., and Shekary, H. 2016. Impact of Organic Pollutants on The Macro and Micro Structure Responses of Na-Bentonite. *Applied Clay Science*. 121: 17-28.
- Hadari., and Didier Villemin, 2015. Preparation and thermal properties of organically modified bentonite with ionic liquids. *Journal of Molecular Liquids*. 45: 5-11.
- Haris, R., Bouazza,A., and Sarah, 2006. Phenol Adsorption In Organo-Modified Basaltic Clay And Bentonite. *Journal Applied Clay Science*. 37: 133-142.
- Hao, Y., Yan, L., Yu, H., Yang, K., Yu, S., Shan, R., and Du, B. 2014. Comparative Study on Adsorption of Basic and Acid Dyes by Hidroxy-Aluminium Pillared Bentonite. *Journal of Molecular Liquids*. 199: 202-207.
- Henry, A., Suryadi., dan Yanuar, A. 2002. Analisis Spektrofotometri UV-Vis pada Obat Influenza dengan menggunakan Aplikasi Sistem Persamaan Linier. Prosiding Komputer dan Sistem Intelijen 2002 diselenggarakan oleh KOMMIT.
- Huang, Y., Zhao, L., Zhang, S., Zhang, F., Dong, M., and Xu, S., 2017. Morphology, Preparation, and Application of LDH Micro/Nanostructure. *Materials*. 3 : 5220-5235.
- Ida., A, A, I., Diantariani, P, N., dan Suarya, P. 2011. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil *Congo Red* dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*. 9(2): 175-182.
- Iwan, S. 2002. Uji Stabilitas Struktur Na-Monmorillonit terhadap Perlakuan Asam Sulfat dan Asam Klorida. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- Jamalludin, K., 2010. Sintesis dan Karakterisasi Biokompatibilitas $\text{Si:Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. *Skripsi*. FMIPA Universitas Haluoleo.

- Kant, R. 2012. Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard, Open Access journal Natural Science, 4(1), Article ID :17027, 5 pages, DOI: 10.4236/ns.2012 .41004
- Kartina, B., Ashar, T., dan Hasan, W. 2013. Karakteristik Pedagang, Sanitasi Pengolahan dan Analisa Kandungan Rhodamin B pada Bumbu Cabai Giling di Pasar Tradisional Kecamatan Medan Baru Tahun 2012. *Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, 1(2): 1-7.
- Krowschitz, J. 1990. Polymer Characterization and Analysis. *Journal of Science*. Canada: John Wiley and Sons.
- Kumararaja, P., Manjaiah, K.M., Datta, S.C., and Binoy, S. 2017. Remediation of Metal Contaminated Soil by Aluminium Pillared Bentonite: Synthesis, Characterisation, Equilibrium Study and Plant Growth Experiment. *Applied Clay Science*. 137:115-122.
- Leofanti, G., Tozzola, G., Padavon, M., Petrini, G., Bordiga, S., and Zeechina, A. 1997. Catalyst Characterization: Characterization Techniques. *Catalysis Today*. 34: 307-327.
- Liu, Q.S., Zheng, T., Wang, P., Jiang, J.P., and Li, N. 2010. Adsorption Isotherm, Kinetic and Mechanism Studies of Some Substituted Phenols On Activated Carbon Fibers. *Chem Eng J*. 157: 348-356.
- Llewelyn, P., 2011. Supported Heteropoly Acids for Acid Catalysed Reactions. *Thesis and Disertation*. ProQuest LCC : United State.
- Mahvi, A.H, A., and Eslami, M. 2004. Potential of Rice husk and Rice husk Ash for Phenol Removal in Aqueous System. *American Journal of Applied Sciences* 1(4): 321.
- Mulyono, P., dan Kusuma, W. 2010. Kinetika Adsorpsi Phenol Dalam Air Dengan Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*. 33(2): 1-15.
- Nino., R., and Anis., K. 2017. Physicochemical Of Pillared Clays Prepared By Several Metal Oxides. *Journal of Science*. 24(1): 12-25.
- Novia, I., and Riwandi S, 2017. Fe(III) Oxide-modified Indonesian Bentonite for Catalytic Photodegradation of Phenol inWater. *Journal of Science*. 21: 25-28.
- Ozcan, S, A., and Ozcan, A. 2007. Adsorption of Acid Dyes from Aqueous Solutions onto Acid-Activated Bentonite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 276: 39-46.

- Perelomov, W., Reng, Hong., Chem, L., 2016. Calcined Mg/Al Hydrotalcite as Solid based Catalysis for Methanolysis of Soybean Oil. *Journal of Molecular Catalysis*. 246 : 24-32.
- Pinnavaia, T. J., 2016. Pillared Clays. *In Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. 61: 178-194.
- Purwakusumah, E. D., Rafi, M., Syafitri, U., Nurcholis, W., dan Adzkiya, M. 2014. Identifikasi dan Autentifikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektroskopi FTIR dan Kemometrik. *Agritech*. 34(1): 82-87.
- Ramadani, E. 2011. Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan Berat dari Bentonit Alam Teraktivasi dan Komersil terhadap Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Larutan Standar dalam Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Laporan Penelitian*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Rahmayanti, S., Dita. 2016. Karakteristik Sifat Termal (DTA-TGA) dan Konduktivitas Termal Keramik Cordierite Berbasis Silika Sekam Padi dengan Penambahan Alumina (0, 20, 25, dan 30 WTT%). *Skripsi*. FMIPA: Universitas Lampung.
- Rindya, A., dan Wahyuni. 2015. Adsorpsi Fenol Oleh Kombinasi Adsorben Zeolit Alam Dan Karbon Aktif Dengan Metode Kolom. *Journal of Science*. 4(1): 21-25.
- Safae., B., Abdellah., D., and Mohammed., E., K. 2017. Adsorption Of Methylene Blue, Crystal Violet And Congo Red From Binary And Ternary Systems With Natural Clay Kinetic, Isotherm, And Thermodynamic. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*. 5(12): 12-15.
- Sahara, E. 2010. Regenerasi Lempung Bentonit dengan NH₄⁺ Jenuh yang Diaktivasi dengan Panas dan Daya Adsorpsinya terhadap Cr (III). *Jurnal Kimia*. 5(1): 81-86.
- Sanabria, N., Andrea, A., Rafael, M., and Sonia, M. 2008. Synthesis of Pillared Bentonite Starting From The Al-Fe Polymeric Precursor In Solid State, and Its Catalytic Evaluation In The Phenol Oxidation Reaction. *Catalysis Today*. 135: 530-533.
- Santos, S, C, R., Oliveira, Á, F, M., and Boaventura, R, A, R. 2016. Bentonitic Clay as Adsorbent for The Decolourisation of Dyehouse Effluents. *Journal of Cleaner Production*. 126: 667-676.
- Schechter, I., Barzilai, I, L., and Bulatov, V. 1997. Online Remote Prediction of Gasoline Properties by Combined Optical Method. *Anal. Chim. Acta*. 339: 193-199.

- Setiono, H. M., dan Dewi, A. A., 2013. Penentuan Jenis Solven dan pH Optimum pada Analisis Senyawa Delphinidin dengan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2 (2) : 91-96.
- Suarsa, I.W.,Suarya, P., dan Kurniawati, I. 2011. Optimasi Jenis Pelarut dalam Ekstraksi Zat Warna Alam Dari Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L. cv kepok*) dan Batang Pisang Susu (*Musa paradisiaca L. cv susu*). *Journal of Chemistry*, 5(1): 72-80.
- Suarya, P. 2012. Karakterisasi Adsorben Komposit Aluminium Oksida pada Lempung Teraktivasi Asam. *Jurnal Kimia*. 6(1): 93-100.
- Syuhada, 2009. Modifikasi Bentonit (*clay*) menjadi Organoclay dengan penambahan Sufaktan. Sentra teknologi polimer-badan pengkajian dan penerapan teknologi, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. 2(1). ISSN 1979-0880.
- Tietenberg, C., Bourg, C. I., and Steefel, I. C., 1998. *Surface Properties of Clays Minerals*. France. Development in Clays Science.
- Tomul, F. 2016. The Effect of Ultrasonic Treatment On Iron-Chromium Pillared Bentonites Synthesis and Catalytic Wet Peroxide Oxidation of Phenol. *Applied Clay Science*. 120: 121-134.
- Toor, M., Jin, B., Dai, S., and Vimonses, V. 2014. Activating Natural Bentonite as A Cost-Effective Adsorbent for Removal of Congo-red in Wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 21: 653-661.
- Underwood, A. L., dan Day, R. A., 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta. Erlangga.
- Unuahbonah, E. L., Adebawale, K. O., and Dawodu, F. A., 2008. Equilibrium, Kinetic and Sorber Design Studies on The Absorption of Aniline Blu Dye by Sodium Tetraborate-Modified Kaolinite Clay Adsorbent. *Journal of Hazardous Materials*. 157:397-409.
- Wahab, O. A., A. E. Nemr; A. E. Sikaily and A. Khalled. 2005. Use of Rice Husk for Adsorption of Direct Dyes From Aqueous Solution: A Case Study of Direct F.Scarlet. *Egyptian Journal of Aquatic Research*.
- Wang, C., Yang, D., Wang, J., Ma, P., Wang, J., and Niu, J. 2016. Syntheses and Structure of Three 2D Polyoxometalates Derived from Macroocation $[\text{Cr}_3\text{O}(\text{COOH})_6(\text{H}_2\text{O})_3]^+$ and α -Keggin-type Polyoxomolybdate Anions. *Journal of Molecular Structure*. 1011: 1-7.

- Wardhana, N. L., Sugiyana, D., dan Suprihanto, N. 2004. Adsorpsi Zat Warna Tekstil *Reactive Red 141* pada tanah liat lokal alami. *Arena Tekstil*. 29 (2) : 63-72.
- Warren, E., 1969. X-Ray Diffraction, Addison-Wesley Public: Massachusetts.
- Wijaya, K., Pratiwi, A.S., Sudiono, S., and Nurahmi, E., 2002. Study of Thermal and Acid Stability of Bentonite Clay. *Indonesian Journal of Chemistry*. 2(1): 22–29.
- Xue, Tianshan., Gao, Y., Zhang, Z., and Umar, A. 2014. Adsorption of Acid Red From Dye Waster Water by Zn_2Al-NO_3 LDHs and The Resource of Adsorbent Sludge As Nanofilter for Polypropylene. *Journal Alloys and Coumpods*. 587: 99-104.
- Xu, J., Gu, X., Guo, Y., Tong, F., and Chen, L. 2016. Adsorption Behavior and Mechanism of Glufosinate onto Goethite. *Science of The Total Environment*. 560: 123–130.
- Yang, S., Huang, Y., and Yu, L. 2017. Catalytic Application of $H_4SiW_{12}O_{40}/SiO_2$ in Synthesis of Acetals and Ketals. *Advanced Materials Research*. 284-286, 274-279.
- Yolani, D. 2012. Modifikasi Bentonit Terpilar Al Menggunakan Polydiallyl Dimethyl Ammonium sebagai Adsorben Sodium Dodecyl Benzene-Sulfonated. *Skripsi*. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- Zhang, Y., Su, J., Pan, Q., and Qu, W., 2012. Polyoxometalate Intercalated MgAl Layered Double Hydroxide and its Photocatalytic Performance. *Journal of Materials Science and Engineering*. 2(1) : 59-63.