

**STABILITAS KOMPOSIT HIDROKSI LAPIS GANDA Zn-Cr/SELULOSA
PADA ADSORPSI BERULANG ZAT WARNA MALASIT HIJAU**

SKRIPSI

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



OLEH :

FADHILA ANNISA MAWADDAH

08031381823060

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN
STABILITAS KOMPOSIT HIDROKSI LAPIS GANDA Zn-Cr/SELULOSA
PADA ADSORPSI BERULANG ZAT WARNA MALASIT HIJAU

SKRIPSI

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

Oleh :

FADHILA ANNISA MAWADDAH

08031381823060

Indralaya, 25 Maret 2022

Mengetahui,



Pembimbing



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Makalah tugas akhir Fadhila Annisa Mawaddah / 08031381823060 dengan judul “Stabilitas Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa pada Adsorpsi Berulang Zat Warna Malasit Hijau” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 16 Maret 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 25 Maret 2022

Pembimbing :

1. **Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si**
NIP. 19771127005011003

()

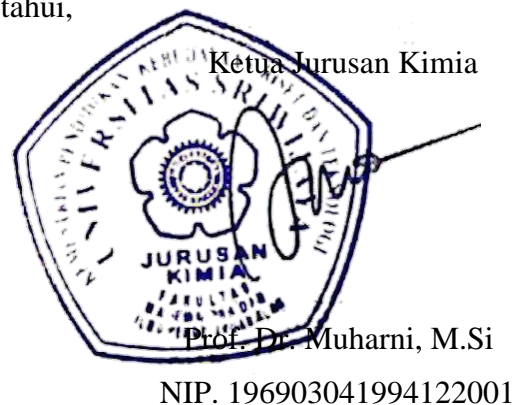
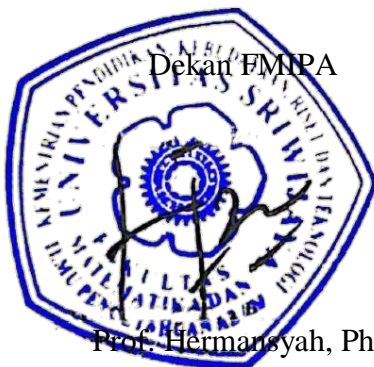
Penguji :

1. **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D**
NIP. 19771127005011003
2. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si**
NIP. 196808271994022001

()

()

Mengetahui,



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Fadhila Annisa Mawaddah

NIM : 08031381823060

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.

Indralaya, 25 Maret 2022

Penulis



Fadhila Annisa Mawaddah

NIM. 08031381823060

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fadhila Annisa Mawaddah
NIM : 08031381823060
Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Stabilitas Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa pada Adsorpsi Berulang Zat Warna Malasit Hijau”. 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.

Indralaya, 25 Maret 2022



Fadhila Annisa Mawaddah
NIM. 08031381823060

HALAMAN PERSEMBAHAN

- Maka nikmat Tuhan-mu yang manakah yang kamu dustakan (Q.S. Ar-Rahman)
- Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya (Q.S. At-Talaq : 4)
- Ketika kamu ikhlas menerima semua kekecewaan hidup maka Allah akan membayar tuntas semua kekecewaanmu dengan beribu-ribu kebaikan (Ali bin Abi Thalib).
- Beautiful mind comes from beautiful heart (Fadhila Annisa Mawaddah)
- Kadang-kadang Allah seakan menunda apa yang menjadi hak Anda bukan ingin menunda dan membiarkan Anda tidak mendapatkan sesuatu tapi ingin memberikan semua nikmat secara sempurna (Ust. Adi Hidayat)

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada :

- Allah SWT.
- Nabi Muhammad SAW.

Dan kupersembahkan kepada :

1. Mama, Ayah, Intan dan Syifa yang telah memberikan semangat dan *support* dalam berbagai hal dalam menempuh pendidikan
2. Seluruh keluarga tercinta.
3. Pembimbing dan teman-temanku.
4. Diriku sendiri yang telah berjuang sampai dititik ini.
5. Almamaterku (Universitas Sriwijaya).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Tuhan Yang Maha Esa semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Stabilitas Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa pada Adsorpsi Berulang Zat Warna Malasit Hijau”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, pengumpulan data sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril selesai sudah penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Aldes Lesbani, Ph.D selaku penguji sidang sarjana yang telah memberikan masukan dan motivasi bagi penulis untuk skripsi ini dan kehidupan pasca kampus.
5. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik, penguji sidang sarjana sekaligus orang tua kedua bagi penulis yang sangat penulis hormati dan sayangi.
6. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T sebagai dosen terbaik versi penulis yang telah mengajarkan penulis hal-hal baik tentang kehidupan dan memotivasi

penulis untuk bersemangat mencoba hal baru guna meningkatkan kemampuan yang penulis miliki.

7. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengikuti program PERMATA-SARI selama masa perkuliahan.
8. Bapak Zainal Fanani, M.Si yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menjadi Ketua Tim Delices dalam kegiatan PMW Unsri 2021.
9. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA, Bapak Drs. Robinson Sitepu, M.Si, Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc dan Ibu Irmeilyana, M.Si yang telah mendidik dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.
10. Kepada Ayah dan Mama tercinta yang selalu ada untuk penulis, rasa sayang dan cinta yang tak terhingga ini akan penulis wujudkan dalam bentuk keberhasilan dari tiap-tiap harapan yang telah ditaruh di pundak ini.
11. Kepada Intan dan Syifa, adik-adikku yang MasyaAllah luar biasa jamet dan emejing syekali.
12. Kepada SGS member, Salsa, Vika, Nata, Sabrina dan Marya yang sudah menemani penulis mengarungi indahny kehidupan kampus skuyy lah liburan geez.
13. Kepada Wisuda 2022 Check member, Nata, Tatak dan Candra yang telah kebersamai selama penelitian.
14. Kepada kak Alfian, kak Amri dan kak Normah yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi, semhas dan sidang.
15. Kepada kak Redo yang telah memberikan sedikit banyak ilmu mengenai penelitian yang akan penulis lakukan sebelum masuk basecamp, memotivasi penulis disetiap quotes tanda komanya dan satu-satunya orang yang telah menyadarkan penulis jikalau masih ada kakak tingkat yang menghargai dengan tulus adik tingkatnya.
16. Kepada Ami, cece yang paling mengerti dan memahami penulis dalam berbagai situasi sukses terus buat dirimu ya ce.
17. Kepada Sukma yang telah mengajarkan penulis dalam pembuatan daftar isi, gambar, tabel dan lampiran.

18. Kepada Tiar, teman satu SMA penulis yang tak disangka-sangka pernah menjadi seseorang yang begitu penulis butuhkan kehadirannya, selalu menghadirkan senyum dan tawa yang mewarnai hari-hari penulis di awal sampai pertengahan masa perkuliahan sayang sekali janji yang pernah kita buat untuk wisuda bareng sepertinya tidak bisa kita realisasikan ya.
19. Kepada barakallah KT 1 yang sudah memberikan semangat bagi penulis untuk haha hihi di kehidupan perkuliahan ini.
20. Bu Anis dan sekeluarga yang sudah membantu penulis selama tinggal di Palembang.
21. Teman-teman seperjuangan 2018 serta adik tingkat 2019, 2020 dan 2021 yang telah kebersamai sebagai keluarga satu almamater.
22. Mbak Novi dan kak Chosiin yang baik hati selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu kelancaran proses perkuliahan hingga tugas akhir ku.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 25 Maret 2022

Penulis

SUMMARY

STABILITY OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDE Zn-Cr/CELLULOSE COMPOSITES ON REPEATED ADSORPTION OF MALACHITE GREEN DYE

Fadhila Annisa Mawaddah : Supervised by Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University
xviii + 90 pages, 19 images, 7 tables, 10 attachments

The synthesized of layered double hydroxide Zn-Cr and layered double hydroxide Zn-Cr/Cellulose composite by coprecipitation method were characterized by XRD, FT-IR and SEM-EDS analysis. The synthesized material was used as an adsorbent in the regeneration process and adsorption of malachite green dye with variations in pH, time, concentration and temperature. The regeneration of the adsorbent was carried out after the desorption process of the malachite green dye using an ultrasonic device. The results of the regeneration process showed that the layered double hydroxide Zn-Cr/Cellulose composite has a more stable structure. The results of XRD characterization of layered double hydroxide Zn-Cr/Cellulose composite showed diffraction peaks at angles of 11.62° , 29.39° and 59.86° which are typical regions of layered double hydroxide Zn-Cr materials and at angles of 22° , 90° which is a typical material for the cellulose region. The results of the FT-IR analysis show that the composite material has Zn-O, Cr-O functional groups and the presence of nitrate anions that appear at the peak of the vibration at a wave number of 1381.03 cm^{-1} which is the main group in the layered double hydroxide Zn-Cr material also the C-C and C-O group which is an absorption from cellulose. SEM analysis showed that the layered double hydroxide Zn-Cr/Cellulose composite has the properties of double layer hydroxyl particles, which are roughly plate-like, spherical and stacked with a smooth surface formed from irregular aggregates. In addition, the EDS pattern of the layered double hydroxide Zn-Cr/Cellulose composite shows the elements Zn and Cr, which are the main constituents of the layered double hydroxide Zn-Cr, and elements O and C, which are the main constituents of cellulose. The second-order pseudo adsorption kinetics is more suitable to explain the adsorption process of malachite green using each adsorbent with a linear regression coefficient value close to 1. The adsorption process of malachite green using layered double hydroxide Zn-Cr/Cellulose composite adsorbent resulted in greater adsorption capacity. The parameters of the malachite green isotherm adsorption on the three adsorbents lead to the Freundlich isotherm model and occur spontaneously.

Key words : layered double hydroxide Zn-Cr, cellulose, coprecipitation,
regeneration, malachite green.

Citation : 55 (2002-2021)

RINGKASAN

STABILITAS KOMPOSIT HIDROKSI LAPIS GANDA Zn-Cr/SELULOSA PADA ADSORPSI BERULANG ZAT WARNA MALASIT HIJAU

Fadhila Annisa Mawaddah : Dibimbing oleh Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xviii + 90 halaman, 19 gambar, 7 tabel, 10 lampiran

Material hasil sintesis hidroksi lapis ganda Zn-Cr dan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa dengan metode kopresipitasi dikarakterisasi dengan analisis XRD, FT-IR dan SEM-EDS. Hasil sintesis material tersebut digunakan sebagai adsorben pada proses regenerasi serta adsorpsi zat warna malasit hijau dengan variasi pH, waktu, konsentrasi dan temperatur. Regenerasi adsorben dilakukan setelah proses desorpsi zat warna malasit hijau menggunakan alat ultrasonik. Hasil proses regenerasi menunjukkan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa memiliki struktur yang lebih stabil. Hasil karakterisasi XRD komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa muncul puncak difraksi pada sudut $11,62^\circ$, $29,39^\circ$ dan $59,86^\circ$ yang merupakan daerah-daerah khas dari material hidroksi lapis ganda Zn-Cr serta pada sudut $22,90^\circ$ yang merupakan daerah khas material selulosa. Hasil analisis FT-IR menunjukkan bahwa material komposit memiliki gugus fungsi Zn-O, Cr-O serta adanya anion nitrat yang muncul puncak vibrasi pada bilangan gelombang $1381,03\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus utama pada material hidroksi lapis ganda Zn-Cr serta terdapat gugus C-C dan C-O yang merupakan serapan dari selulosa. Analisis SEM menunjukkan bahwa komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa memiliki sifat partikel hidroksi lapis ganda, yang secara kasar berbentuk seperti pelat, bulat dan bertumpuk dengan permukaan halus yang terbentuk dari agregat tidak beraturan. Selain itu, pola EDS dari komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa menunjukkan unsur Zn dan Cr yang merupakan unsur-unsur utama penyusun hidroksi lapis ganda Zn-Cr serta unsur O dan C yang merupakan unsur-unsur utama penyusun selulosa. Kinetika adsorpsi *pseudo second order* lebih sesuai untuk menjelaskan proses adsorpsi zat warna malasit hijau menggunakan masing-masing adsorben dengan nilai koefisien regresi linier mendekati 1. Proses adsorpsi zat warna malasit hijau menggunakan adsorben komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa menghasilkan kapasitas adsorpsi yang lebih besar. Parameter isoterm adsorpsi zat warna malasit hijau pada ketiga adsorben mengarah pada model *isoterm Freundlich* dan berlangsung secara spontan.

Kata kunci : Hidroksi lapis ganda Zn-Cr, selulosa, kopresipitasi, regenerasi,
malasit hijau.

Sitasi : 55 (2002-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	x
RINGKASAN.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Regenerasi.....	4
2.2 Hidroksi Lapis Ganda.....	4
2.3 Struktur Hidroksi Lapis Ganda.....	5
2.4 Penggunaan Hidroksi Lapis Ganda Sebagai Adsorben.....	6
2.5 Selulosa Mikrokrystalin.....	7
2.6 Malasit Hijau.....	7
2.7 Adsorpsi.....	8
2.8 Pengukuran dan Karakterisasi.....	9
2.8.1 Spektrofotometer UV-Visibel.....	9
2.8.2 X-ray Diffraction (XRD).....	10

2.8.3 Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	12
2.8.4 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	15
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr.....	15
3.3.2 Preparasi Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa.....	16
3.3.3 Pembuatan Larutan Stok Malasit Hijau Konsentrasi 1000 mg/L.....	16
3.3.4 Penentuan Panjang Gelombang pada Absorbansi Maksimum Zat Warna Malasit Hijau.....	16
3.3.5 Pembuatan Deret Larutan Standar dan Penentuan Kurva Zat Warna Malasit Hijau.....	16
3.3.6 Regenerasi Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr, Selulosa dan Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa.....	17
3.3.7 Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau Oleh Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr, Selulosa dan Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa.....	17
3.4 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Regenerasi Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr, Selulosa dan Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa dengan Zat Warna Malasit Hijau	22
4.2 Pengaruh pH Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau	24
4.4 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	25
4.5 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	27
4.6 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr, Selulosa dan Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa Menggunakan Analisis XRD	34
4.7 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr, Selulosa dan Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa Menggunakan Analisis FT-IR (<i>Fourier Transform-Infra Red</i>).....	35

4.8 Karakterisasi Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa Menggunakan Analisis SEM-EDS.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur hidroksi lapis ganda.....	5
Gambar 2. Struktur selulosa mikrokristalin	7
Gambar 3. Struktur zat warna malasit hijau	8
Gambar 4. Spektrum UV-Vis malasit hijau	10
Gambar 5. Difraktogram hidroksi lapis ganda Zn-Cr dan hidroksi lapis ganda Zn-Cr terinterkalasi ion Keggin.....	11
Gambar 6. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Zn-Cr dan hidroksi lapis ganda Zn-Cr terinterkalasi ion keggin.....	12
Gambar 7. Hasil SEM dan EDS pemetaan unsur Zn, Cr dan O untuk hidroksi lapis ganda Zn-Cr.....	13
Gambar 8. Hasil SEM selulosa mikrokristalin murni dengan diameter minimum (a) dan maksimum (b)	14
Gambar 9. Regenerasi Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr, Selulosa dan Komposit Hidroksi Lapis Ganda Zn-Cr/Selulosa dengan Zat Warna Malasit Hijau.....	23
Gambar 10. Pengaruh pH adsorpsi zat warna malasit hijau terhadap adsorben selulosa (a), hidroksi lapis ganda Zn-Cr (b) dan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa (c).....	24
Gambar 11. Perubahan struktur zat warna malasit hijau pada kondisi asam, basa, dan netral	25
Gambar 12. Pengaruh waktu kontak adsorpsi zat warna malasit hijau terhadap adsorben selulosa (a) , hidroksi lapis ganda Zn-Cr (b) dan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa (c) pada pH 7.....	26
Gambar 13. Pengaruh konsentrasi dan temperatur zat warna malasit hijau dengan adsorben hidroksi lapis ganda Zn-Cr.....	27
Gambar 14. Pengaruh konsentrasi dan temperatur zat warna malasit hijau dengan adsorben selulosa.....	28
Gambar 15. Pengaruh konsentrasi dan temperatur zat warna malasit hijau dengan adsorben komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa.....	28
Gambar 16. Pola difraktogram XRD adsorben hidroksi lapis ganda Zn-Cr (a), selulosa (b), dan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa (c).....	34

Gambar 17.	Spektrum FT-IR adsorben hidroksi lapis ganda Zn-Cr (a), selulosa (b) dan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa (c)	36
Gambar 18.	Hasil SEM dan ukuran partikel komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa.....	38
Gambar 19.	Pola EDS dari komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa.....	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kapasitas adsorpsi dan efisiensi regenerasi masing-masing adsorben.....	24
Tabel 2. Model kinetik adsorpsi zat warna malasit hijau.....	27
Tabel 3. Data isotherm adsorpsi zat warna malasit hijau pada adsorben hidroksi lapis ganda Zn-Cr, selulosa dan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa.....	30
Tabel 4. Data parameter termodinamika adsorpsi zat warna malasit hijau pada adsorben hidroksi lapis ganda Zn-Cr.....	31
Tabel 5. Data parameter termodinamika adsorpsi zat warna malasit hijau pada adsorben selulosa.....	32
Tabel 6. Data parameter termodinamika adsorpsi zat warna malasit hijau pada adsorben komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa.....	33
Tabel 7. Data EDS komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Digital XRD.....	49
Lampiran 2. Data Digital FT-IR.....	49
Lampiran 3. Data Penentuan Panjang Gelombang Zat Warna Malasit Hijau.....	50
Lampiran 4. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zat Warna Malasit Hijau pada pH 7.....	51
Lampiran 5. Data Pengaruh Variasi pH Zat Warna Malasit Hijau.....	52
Lampiran 6. Data Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	53
Lampiran 7. Data Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	56
Lampiran 8. Data Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	61
Lampiran 9. Data Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	72
Lampiran 10. Data Regenerasi Adsorben terhadap Zat Warna Malasit Hijau.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksi Lapis Ganda atau *Layered Double Hydroxides* adalah senyawa berlapis, mirip dengan lempung dan mineral lempung, yang menunjukkan lembaran bermuatan positif karena substitusi isomorfik parsial kation logam divalen oleh kation trivalen. Bahan ini memiliki sifat ruang antar lapisan yang reaktif (Taher *et al.*, 2019). Hidroksi lapis ganda adalah bahan anorganik dengan rumus umum $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2]^{x+}(A^{n-})_{x/n}].nH_2O$, M merujuk pada kation logam divalen dan trivalen serta A^{n-} adalah anion antar lapisan yang bervaleksi n . Beberapa anion interlayer yang biasa mengendap pada jarak interlayer hidroksi lapis ganda adalah nitrat, klorida, sulfat, dan karbonat. Salah satu karakteristik unik dari hidroksi lapis ganda adalah kemampuan pertukaran anionnya yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk memodifikasi struktur dengan mengubah anion interlayer asli dengan anion yang lebih besar maka jarak interlayer dan galeri dapat diperluas serta luas permukaan dapat ditingkatkan (Taher *et al.* 2019).

Hidroksi lapis ganda dapat berasal dari alam (*alteration minerale*) atau sintesis. Keuntungan utama dalam mensintesis hidroksi lapis ganda adalah kemampuan untuk menyempurnakan sifat mineral dalam aplikasi tertentu dengan mempertimbangkan sifat kation logam, pH, suhu, waktu penuaan dan metode preparasi (Chaillot *et al.*, 2020). Alasan pemilihan logam seng dan kromium sebagai kation logam divalen dan trivalen pada penelitian ini mengacu pada selektivitas teori Pearson atau yang lebih dikenal prinsip HSAB (*Hard and Soft Acid Base*) yang mengemukakan bahwa asam kuat akan berinteraksi kuat dengan basa kuat membentuk kompleks dan begitu pula sebaliknya. Oleh karena ion Zn^{2+} dan Cr^{3+} adalah asam kuat maka akan berinteraksi kuat dengan anion dari basa kuat natrium hidroksida yaitu ion OH^- . Menurut Chaillot *et al.* (2020), metode kopresipitasi adalah metode preparasi yang paling sederhana dan efisien untuk mendapatkan hidroksi lapis ganda dengan kristalinitas yang tinggi dan stabilitas termal yang baik.

Selama pengaplikasian lapisan hidroksi lapis ganda mudah terkelupas sehingga tidak dapat digunakan kembali (Palapa *et al.*, 2020) dan penggunaan

hidroksi lapis ganda mungkin tidak memenuhi untuk semua jenis pewarna karena kapasitas adsorpsinya yang kurang untuk pewarna kationik. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi struktur hidroksi lapis ganda (Lesbani *et al.*, 2020) dengan memasukkan bahan pendukung, yang dapat meningkatkan stabilitas struktur dan integritas lapisan (Palapa *et al.*, 2020) sehingga dapat digunakan secara berulang. Bahan pendukung yang digunakan dalam teknik modifikasi ini adalah selulosa. Selulosa adalah bahan berbasis karbon yang memiliki struktur pori dalam jumlah besar sehingga dengan menambahkan selulosa ini dapat meningkatkan stabilitas struktur, kapasitas adsorpsi dan luas permukaan dari hidroksi lapis ganda. Stabilitas struktur dari komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa dapat dilihat dari persen teradsorpsi dari tiap siklus regenerasi setelah proses desorpsi dengan alat ultrasonik dilakukan. Persen regenerasi dari adsorben yang digunakan menunjukkan kemampuannya untuk digunakan secara berulang sehingga dapat dikembangkan menjadi adsorpsi berkelanjutan. Proses desorpsi dengan alat ultrasonik bertujuan untuk meregenerasi adsorben dalam waktu yang lebih singkat, ramah lingkungan dan pemakaian energi yang lebih efisien.

Pada penelitian ini komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa digunakan sebagai adsorben untuk zat warna malasit hijau. Proses sintesis hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa dapat ditinjau keberhasilannya dari hasil karakterisasi XRD, spektrofotometer FT-IR dan SEM-EDS. Oleh karena hidroksi lapis ganda dibuat pada sistem berair, maka diperlukan uji pengaruh pH, waktu, temperatur dan konsentrasi optimum adsorpsi pada zat warna malasit hijau. Hasil yang didapatkan selanjutnya dibandingkan dengan hidroksi lapis ganda Zn-Cr yang tidak terkomposit dan selulosa.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara preparasi komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa yang hasilnya lalu dikarakterisasi dengan analisis XRD, FT-IR dan SEM-EDS ?
2. Bagaimana stabilitas struktur dari komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa yang dilihat dari kemampuan regenerasinya pada proses adsorpsi zat warna malasit hijau?
3. Bagaimana kemampuan adsorpsi komposit hidroksi lapis ganda

Zn-Cr/Selulosa terhadap zat warna malasit hijau dengan variasi pengaruh pH, waktu kontak, konsentrasi adsorbat dan temperatur.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa serta mengkarakterisasi material tersebut menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
2. Mempelajari stabilitas struktur dari komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa yang dilihat dari kemampuan regenerasinya pada proses adsorpsi zat warna malasit hijau.
3. Mempelajari kemampuan komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/Selulosa dalam proses adsorpsi malasit hijau dengan variasi pengaruh pH, waktu kontak, konsentrasi adsorbat dan temperatur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan informasi untuk preparasi komposit hidroksi lapis ganda Zn-Cr/selulosa serta pengaplikasiannya sebagai adsorben untuk malasit hijau dengan tujuan mengurangi pencemaran air dan lingkungan serta sebagai sumber referensi bagi peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguiar, J.E., Bezerra, B.T.C., Braga, B., Lima, P.D., Nogueira, R.E., Lucena, S.M., and Silva, I.J. (2013). Adsorption of Anionic and Cationic Dyes from Aqueous Solution on Non-Calcined Mg-Al Layered Double Hydroxide: Experimental and Theoretical Study. *Separation Science and Technology*, 48(15): 2307-2316.
- Anirudhan, T. S. and Suchithra, P. S. (2010). Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Modelling for The Adsorption of Heavy Metals Onto Chemically Modified Hydrotalcite. *Indian Journal of Chemical Technology*, 17 (1): 247-259.
- Bencherif, S. D., Juan, J. G., Iván, C. B., Abdellah, B. and Javier, N. (2021). Synthesis, Characterization and Photocatalytic Performance of Calcined ZnCr-Layered Double Hydroxides. *Nanomaterials*, 11(3501): 1-19.
- Cahyono, D. A. dan Agung, R. T. (2012). Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Absorben Dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Domestik Rumah Susun Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1): 1-9.
- Chaillot, D., Simona, B. and Jocelyne, B. (2020). Layered Double Hydroxides and LDH-Derived Materials in Chosen Environmental Applications: A Review. *Environmental Science and Pollution Research*, 1 (1): 1-31.
- Chen, C., Wang, Q., Lei, P., Song, W., Ma, W. and Zhao, J. (2006). Photodegradation of Dye Pollutants Catalyzed by Porous K3PW12O40 under Visible Irradiation. *Environmental Science and Technology*. 40(12): 3965– 3970.
- Chen, Y., Zou, C., Mastalerz, M., Hu, S., Gasaway, C. and Tao, X. (2015). Applications of Micro-Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) in the Geological Sciences. *International Journal of Molecular Sciences*, 16 (1): 30223-30250.
- Daneshvar, E., Vazirzadeh, A., Niazi, A., Kousha, M., Naushad. and Bhatnagar, A. (2017). Desorption of Methylene Blue Dye from Brown Macroalga: Effects of Operating Parameters Isotherms Study and Kinetic Modeling. *Journal of Cleaner Production*, 152 (1): 443-453.

- Demirbas, A. (2009). Agricultural Based Activated Carbons for The Removal of Dyes from Aqueous Solutions: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 167 (1–3): 1–9.
- Dinari, M., Mohamad, M. M. and Yousef, G. (2016). Photodegradation of Organic Dye by ZnCrLa-Layered Double Hydroxide as Visible-Light Photocatalysts. *Journal of Materials Science : Materials in Electronics*, 1 (1): 1-9.
- Edison, Andarini, D. and Ela, D. S. (2019). Karakteristik Selulosa Mikrokrystalin dari Rumpun Laut Merah *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22 (3): 483-489.
- Elena, J. and Lucia, M. D. (2012). Application of X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM) Methods to the Portland Cement Hydration Processes. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 2 (1): 35–42.
- ElNahrawy, A. M., Ahmed, A. H., Imad, H., Ammar, H. A. D. and Samir, K. (2017). Conducting Cellulose/TiO₂ composites by in Situ Polymerization of Pyrrole. *Carbohydrate Polymers*, 168 (1): 182-190.
- Eltaweil, A. S., Mohamed, H. A., Monaem, E. M. and El-Subruiti, G. M. (2020). Mesoporous Magnetic Biochar Composite for Enhanced Adsorption of Malachite Green Dye: Characterization, Adsorption Kinetic, Thermodynamic and Isotherms. *Advanced Powder Technology The Society of Powder Technology Japan*, 1 (1): 1-11.
- Gandhimathi, R., Vijayaraj, S. and Jyothirmaie, M. P. (2012). Analytical Process of Drugs by Ultraviolet (UV) Spectroscopy - A Review. *International Journal of Pharmaceutical Research & Analysis*, 2 (2): 72–78.
- Gaspar, D., Fernandes, S. N., Oliveira, A. G., Fernandes, J. G., Grey, P., Pontes, R. V., Pereira, L., Martins, R., Godinho, M. H. and Fortunato, E. (2014). Nanocrystalline Cellulose Applied Simultaneously as The Gate Dielectric and The Substrate in Flexible Field Effect Transistors. *Nanotechnology*, 25 (1): 1-11.

- Gupta, S., Agarwal, D.D., and Banerjee, S. (2012). Lithium Aluminium Layered Double Hydroxides: Synthesis and Application in Poly (Vinyl Chloride). *International Journal of Polymeric Materials*, 61 (13): 985-998.
- Hasyim, U. H. dan Fitriyano, G. (2017). Pengaruh Konsentrasi HCl dan Massa Adsorben dalam Pengolahan Limbah Pelumas Bekas dengan Kajian Keseimbangan Adsorpsi Bentonit Terhadap Logam Fe. *Jurnal Integrasi Proses*, 6 (4): 191-196.
- Hirata, N., Tadanaga, K. and Tatsumisago, M. (2015). Photocatalytic O₂ Evolution from Water Over Zn/Cr Layered Double Hydroxides Intercalated with Inorganic Anions. *Materials Research Bulletin*, 62 (1): 1-4.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjamin Mutu Hasil Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian, *Indonesian Journal of Laboratory*, 1 (2): 1-9.
- Jasinska, A., Katarzyna, P., Anna, S. and Jerzy, D. (2015). Malachite Green Decolorization by the Filamentous Fungus *Myrothecium Roridum* – Mechanistic Study and Process Optimization. *Bioresource Technology*, 194 (1): 43-48.
- Kino, D., Tokudome, Y., Pedro, D. V. and Nunes, C. (2017). Synthesis of Co-Al Layered Double Hydroxide Nanocluster as Reduction Nanocatalyst in Aqueous Media. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 5 (1): 466-471.
- Kumar, B. and Kumar, U. (2015). Adsorption of Malachite Green in Aqueous Solution onto Sodium Carbonate Treated Rice Husk. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 32 (8): 1655-1666.
- Kurniawan, M. I., Munaf, E. and Zein, R. (2015). Adsorption Isotherm and Kinetic Modelings of Pb (II) and Cu (II) Uptake by *Dimocarpus Longan* Peels. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7 (8): 847-861.
- Lee, Y. C., Jin, Y. K. and Hyun, J. S. (2014). Removal of Malachite Green (MG) From Aqueous Solutions by Adsorption, Precipitation, and Alkaline Fading Using Talc. *Separation Science and Technology*, 48 (7): 1093-1101,
- Lei, C., Pi, M., Kuang, P., Guo, Y. and Zhang, F. (2017). Organic dye removal from aqueous solutions by hierarchical calcined Ni-Fe layered double

- hydroxide: Isotherm, kinetic and mechanism studies. *Journal of Colloid and Interface Science*, 496 (10): 158-166.
- Lesbani, A., Tarmizi, T., Neza, R. P., Risfidian, M., Addy, R. and Mardiyanto. (2020). Preparation and Utilization of Keggin-type Polyoxometalate Intercalated Ni–Fe Layered Double Hydroxides for Enhanced Adsorptive Removal of Cationic Dye. *SN Applied Sciences*, 2 (1): 470.
- Lequin, S., Chassagne, D., Karbowiak, T., Gougeon, R., Brachais, L. and Bellat, J. (2010). Adsorption Equilibria of Water Vapor on Cork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (6): 3438-3445.
- Lyu, F., Yu, H., Hou, T., Yan, L., Zhang, X. and Du, B. (2019). Efficient and Fast Removal of Pb^{2+} and Cd^{2+} from An Aqueous Solution Using A Chitosan/Mg- Al-Layered Double Hydroxide Nanocomposite. *Journal of Colloid and Interface Science*, 539 (1): 184–193.
- Mahmudah, R. A. dan Cahyaningrum, S. E. (2013). Penentuan Konstanta Laju Adsorpsi Ion Logam Cd(II) pada Kitosan Bead dan Kitosan-Silika Bead. *Journal of Chemistry*, 2 (1): 94-99.
- Mamat, M., Abdullah, M.A., Jaafar, A.M., Rahman, R.A., and Safuan, S.S. (2018). Synthesis of Nickel/Aluminium-Layered Double Hydroxide As Potential Adsorbent for Methyl Orange and Crystal Violet Dyes. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7 (452): 223- 226.
- Melo, J. M. O., José, L. S. D., Alice, B. F., Lucas, M. and Carmen, L. P. S. Z. (2020). Comparing Electrochemical and Fenton-Based Processes for Aquaculture Biocide Degradation. *Water, Air and Soil Pollution*, 231 (79): 1-14.
- Mohammed, A. and Abdullah, A. (2018). Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics*, 1454 – 8003: 1-9.
- Momina, Mohammad, S. and Suzylawati, I. (2020). Study of The Adsorption/Desorption of MB Dye Solution Using Bentonite Adsorbent Coating. *Journal of Water Process Engineering*, 34 (1): 1-10.

- Oktasari, A. (2018). Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) sebagai Adsorben Ion Pb (II). *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2 (1): 17-27.
- Oktriyanti, M., Neza, R. P., Risfidian, M. and Aldes, L. (2020). Effective Removal of Iron (II) from Aqueous Solution by Adsorption using Zn/Cr Layered Double Hydroxides Intercalated with Keggin Ion. *Journal of Ecological Engineering*, 21 (5): 63–71.
- Ozcan, A., Omeroglu, C., Erdogan, Y. and Ozcan, A. (2007). Modification of Bentonite with A Cationic Surfactant: An Adsorption Study of Textile Dye Reactive Blue 19. *Journal of Hazardous*, 140 (1):173-179.
- Ozen, E., Yildirim, N., Dalkilic, B. and Mehmet, E. E. (2021). Effects of Microcrystalline Cellulose on Some Performance Properties of Chitosan Aerogels. *Maderas: Ciencia y tecnología*, 26 (23): 1-10.
- Palapa, N. R., Tarmizi, T., Bakri, R. R., Risfidian, M., Addy, R. and Aldes, L. (2020). CuAl LDH/Rice Husk Biochar Composite for Enhanced Adsorptive Removal of Cationic Dye from Aqueous Solution. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*, 15 (2): 525-537.
- Paredes, S. P., Miguel, A. V., Geolar, F. and Sergio, O. F. (2011). TiO₂/Mg-Al Layered Double Hydroxides Mechanical Mixtures as Efficient Photocatalysts in Phenol Degradation. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 72 (1): 914–919
- Polaczyk, A.M., Guterl, C.V., and Frackowiak, E. (2010). Carbon/Layered Double Hydroxide (LDH) Composites for Supercapacitor Application. *Journal of Energy Fuels*. 24 (1): 3346-3351.
- Putri, L. E. (2017). Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO₄ dengan Metoda Spektroskopi UV Visible. *Natural Science Journal* 4(3): 391–398.
- Rohaeti, E. (2009). Karakterisasi Biodegradasi Polimer. *Proseding Seminar Nasional Penelitian dan Penerapan Mipa*.
- Shlieout, G., Arnold, K. and Muller, G. (2002). Powder and mechanical properties of microcrystalline cellulose with different degrees of polymerization. *American Association of Pharmaceutical Scientists*, 3 (2): 1-10.
- Sukmawati, P. dan Budi, U. (2014). Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil Malachite Green Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao *Theobroma cacao*

- Teraktivasi HNO_3 . *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, 5 (1): 19-25.
- Swan, N. B. and Muhammad, A. A. Z. (2019). Adsorption of Malachite Green and Congo Red Dyes from Water Recent Progress and Future Outlook. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 26 (1): 119-132.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H.A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12 (1): 11-20.
- Taher, T., Christina, M. M., Said, M., Hidayati, N., Ferlinahayati, F., and Lesbani, A. (2019). Removal of Iron (II) Using Intercalated Ca/Al Layered Double Hydroxide with $[\square\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]^{4-}$. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*, 14 (2): 260-267.
- Taher, T., Irianty, Y., Mohadi, R., Said, M., Andreas, R and Lesbani, A. (2019). Adsorption of Cadmium(II) Using Ca/Al Layered Double Hydroxides Intercalated with Keggin Ion. *Indonesian Journal Chemistry*, 19 (4): 873-881.
- Tutu, R., Subaer. dan Usman. (2015). Studi Analisis Karakterisasi dan Mikrostruktur Mineral Sedimen Sumber Air Panas Sulili di Kabupaten Pinrang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 11 (2): 192-201.
- Tyas, A. H., Zaharah, T. A. dan Shofiyani, A. (2018). Penentuan Kemampuan Penggunaan Ulang Komposit Kitosan-Karbon Pada Proses Adsorpsi Ce (IV). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7 (2): 61–68.
- Wang, Q. and O'Hare, D. (2012). Recent Advances in the Synthesis and Application of Layered Double Hydroxide (LDH) Nanosheets. *Chemical Reviews*, 112 (7): 4124-4155.
- Wulandari, W. S. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Nanoselulosa dari Jerami Padi dengan Metode Hidrolisis Asam (Variasi Volume Penambahan Asam). *Skripsi*. Padang : Universitas Perintis Indonesia.
- Zhang, B., Dong, Z., Sun, D., Wu, T. and Li, Y. (2017). Enhanced Adsorption Capacity of Dyes by Surfactant-Modified Layered Double Hydroxides from Aqueous Solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 49 (2016), 208–218.

Zhou, T., Jianping, A., Weixiu, L., Lihong, C., Yue, Z., Rui, J., Zhiqin, C. and Wenkui, L. (2018). Zn-Cr Layered Double Hydroxides Composites for Methyl Orange (MO) Absorption. *Solid State Phenomen*, 281 (1): 836-841.