

**KOMPOSIT HIDROKSI LAPIS GANDA Ca-Al/BIOCHAR SEBAGAI  
ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**

**SKRIPSI**

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



**FIKO ASRI**

**08031181621081**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KOMPOSIT HIDROKSI LAPIS GANDA Ca-Al/BIOCHAR SEBAGAI  
ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**FIKO ASRI**

**08031181621081**

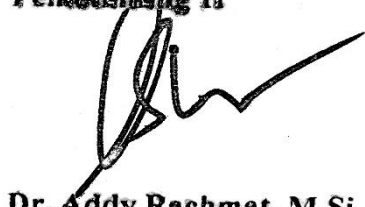
Indralaya, 3 Agustus 2020

**Pembimbing I**



**Prof. Aldes Lesbani, Ph.D**  
**NIP. 197408121998021001**

**Pembimbing II**



**Dr. Addy Rachmat, M.Si.**  
**NIP. 197409282000121001**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc**

**NIP. 197210041997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

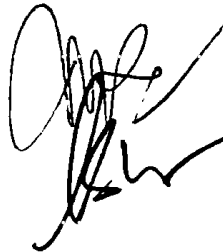
Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Komposit Hidroksi Lapis Ganda Ca-Al/Biochar sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 22 Juli 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 3 Agustus 2020

### Ketua :

1. **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D**

NIP. 197408121998021001

(  )

### Anggota :

2. **Dr. Addy Rachmat, M.Si.**

NIP. 197409282000121001

(  )

3. **Nurlisa Hidayati, M.Si.**

NIP. 197211092000032001

(  )

4. **Prof. Dr. Muharni, M.Si.**

NIP. 196903041994012001

(  )

5. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si.**

NIP. 196808271994022001

(  )

Mengetahui,



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Fiko Asri  
NIM : 08031181621081  
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, 3 Agustus 2020



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

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

Nama Mahasiswa : Fiko Asri  
NIM : 08031181621081  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Komposit Hidroksi Lapis Ganda Ca-Al/Biochar sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive 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, 3 Agustus 2020

Yang menyatakan,



Fiko Asri

NIM. 08031181621081

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Barang siapa menjadikan akhirat tujuannya niscaya Allah akan menjadikan kekayaannya didalam hatinya. Dan barang siapa menjadikan dunia tujuannya, niscaya Allah akan menjadikan kefakiran berada di depan matanya. (HR. Ibnu Majah)*

*Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan (Qs. Al-Insyirah: 5)*

*Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkan ku tidak akan pernah menjadi takdirku. Dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkan ku (Umar bin Khattab)*

*Kamu boleh jatuh*

*Kamu boleh sedih*

*Tapi jangan pernah lupa untuk bangkit (-FA)*

*Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada :*

- ✓ Allah*
- ✓ Rasulullah Muhammad saw*

*Dan kupersembahkan kepada :*

- 1. Ayah dan ibuku tersayang yang senantiasa mendoakan, menyayangi dan memberiku semangat*
- 2. Kakaku yang selalu aku sayangi dan cintai*
- 3. Pembimbingku dan Sahabatku Tersayang*
- 4. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur tak pernah henti dihaturkan kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Komposit Hidroksi Lapis Ganda Ca-Al/biochar sebagai Adsorben zat Warna Metilen Biru”. 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 namun, dengan kesabaran, ketekunan dan nikmat dari Allah SWT yang dilandasi dengan penuh rasa tanggung serta bantuan dari berbagai pihak baik materi maupun moril sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D** dan Bapak **Dr Addy Rachmat, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dana PNPB Hibah Profesi Universitas Sriwijaya selaku pihak yang mendanai penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Nurlisa Hidayati, M.Si, Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si dan Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati, M.Si selaku penguji sidang sarjana.
6. Ibu Ferlina Hayati, M.Si selaku Koordinator Seminar yang membantu dalam segala hal dalam pengurusan jadwal.
7. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa kuliah.

8. Kepada Ayah dan Ibuku tersayang yang selalu mendoakan, memberi semangat, cinta dan kasih sayangnya serta bekerja keras untuk menghidupi kami.
9. Kepada adik-adikku (Laila, Ica dan Haikal) tersayang yang selalu mendoakan serta berbagi kebahagiaan dan keceriaan dirumah.
10. Kepada Kakek-Nenekku, Wakso, Ayuk iga, Ujok dan Ujang tersayang yang selalu mendoakan, mendukung serta membantu penulis selama ini.
11. Kepada Kak Neza, Kak Tarmizi, Vie dan Normah terimakasih telah mengajari dan membantu selama penelitian.
12. Kepada sahabat-sahabatku tersayang (Ayu, Juwita, Dita, Esis dan Nur) tempat berbagi kebahagiaan dan kesedihan, yang selalu membantu disetiap kesulitanku, yang mengingatkan ketika aku lupa, yang menenangkan ketika aku sedih. Terimakasih sudah menjadi bagian hidupku, semoga persahabatan kita tetap awet walau sudah mempunyai kesibukan masing-masing. Aku sayang kalian karena Allah.
13. Kepada keluarga BEM FMIPA Inspiratif yang telah mewarnai masa perkuliahanku serta memberikan banyak pengalaman dan pelajaran yang tak pernah ternilai harganya.
14. Kepada teman-teman basecamp 2 (Patimah, Aldi, Rabel dan Erni) temen seperjuangan dalam dunia per-TAan
15. Teman-teman seperjuangan MIKI 2016 terima kasih atas kebersamaan selama menempuh perkuliahan dan memberikan kesan-kesan terindah selama kuliah. Semangat terus untuk kalian, Sukses selalu.
16. Mbak Novi dan kak Chosiin yang baik hati selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu kelancaran proses tugas akhirku.

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

Indralaya, 3 Agustus 2020

Penulis



## SUMMARY

### Ca-Al Layered Double Hydroxides/Biochar Composite as Adsorbent for Methylene Blue

Fiko asri : supervised by Prof. Aldes Lesbani, Ph.D and Dr. Addy Rachmat, M.Si  
Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science Sriwijaya  
University

xvi + 122 pages, 32 pictures, 17 tables, 38 attachments

Ca-Al layered double hydroxides synthesis and Ca-Al layered double hydroxides/biochar composite have been performed by coprecipitation method and characterized by XRD, FT-IR, BET, TG-DTA and SEM-EDX analyzes. Preparation composite of Ca-Al layered double hydroxides with biochar in this study aims to increase the surface area of the material so that it can increase its effectiveness as an adsorbent for methylene blue dyes. XRD analysis showed Ca-Al/biochar composite still have diffraction peaks which indicate the presence of Ca-Al layer double hydroxide and biochar materials. FT-IR analysis on Ca-Al layer double hydroxide produces vibrations that indicate the presence of O-H, N = O, and Ca-O and Al-O groups and in biochar produces vibrations that indicate the presence of OH, C = O, and Si-O-Si, where in the composite material all functional groups are contained in the Ca-Al double layer hydroxy and biochar. BET analysis shows the surface area of the double layer hydroxy is 29.33 m<sup>2</sup>/g and biochar have a surface area of 50,936 m<sup>2</sup>/g and composites have a surface area of 38,692 m<sup>2</sup>/g; 40,748 m<sup>2</sup>/g and 158,291 m<sup>2</sup>/g. TG-DTA analysis showed that Ca-Al layer double hydroxide material, biochar and Ca-Al/biochar double layer hydroxy composite can be decomposed. SEM-EDX analysis showed that the most component in Ca-Al layer double hydroxide material and composite was oxygen, while in biochar the most component was carbon. Data on the pH variation in Ca-Al bilayer hydroxy material, biochar and Ca-Al/biochar bilayer hydroxy composite showed maximum adsorption occurs at pH 5. The kinetics of adsorption on layer double hydroxide material, biochar and Ca-Al/biochar double layer hydroxy composite show that the pseudo second order kinetics model is more suitable for adsorption of methylene blue dyes. The adsorption isotherm equation in the double layer hydroxy material and biochar is more suitable using the freundlich isotherm model while the Ca-Al/biochar layer double hydroxide composite material is more effective using the Langmuir adsorption isotherm model. The most effective solvent for desorption of methylene blue dyes in double-layer hydroxy adsorbents is HCl while in biochar and composites 1: 0.1 is ethanol, while in composite materials 1:0.5; 1:1, 1:3 and 1:5 are more suitable to use acetone solvents. Regeneration carried out showed that composite materials have better regeneration ability than the constituent materials.

Keywords : Adsorption, biochar, Ca-Al layered double hydroxides, composite, methylene blue

Citation : 46 (2008-2019)

## RINGKASAN

### KOMPOSIT HIDROKSI LAPIS GANDA Ca-Al/BIOCHAR SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU

Fiko Asri : Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani, Ph.D dan Dr. Addy Rachmat, M.Si  
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Sriwijaya

Xvi + 122 halaman, 32 gambar, 17 tabel, 38 lampiran

Telah dilakukan sintesis hidroksi lapis ganda Ca-Al dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar dengan menggunakan metode kopresipitasi dan dikarakterisasi dengan analisis XRD, FT-IR, BET, TG-DTA dan SEM-EDX. Pembentukan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al dengan biochar pada penelitian ini bertujuan untuk memperbesar luas permukaan material sehingga dapat meningkatkan efektivitasnya sebagai adsorben zat warna metilen biru. Hasil analisis XRD menunjukkan komposit hidroksi lapis Ganda Ca-Al/biochar masih tetap memiliki puncak-puncak difraksi yang menandai adanya material hidroksi lapis ganda Ca-Al dan biochar. Analisis FT-IR pada hidroksi lapis ganda Ca-Al menghasilkan vibrasi yang menandakan adanya gugus O-H, N=O, serta Ca-O dan Al-O serta pada biochar menghasilkan vibrasi yang menandakan adanya gugus OH, C=O, dan Si-O-Si, sedangkan pada material komposit terkandung semua gugus fungsi yang terdapat pada hidroksi lapis ganda Ca-Al dan biochar. Analisis BET menunjukkan luas permukaan hidroksi lapis ganda sebesar 29,33 m<sup>2</sup>/g dan biochar memiliki luas permukaan sebesar 50,936 m<sup>2</sup>/g dan komposit memiliki luas permukaan sebesar 38,692 m<sup>2</sup>/g, 40,748 m<sup>2</sup>/g dan 158,291 m<sup>2</sup>/g. Analisis TG-DTA menunjukkan bahwa material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar dapat terdekomposisi. Analisis SEM-EDX menunjukkan komponen yang paling banyak pada material hidroksi lapis ganda Ca-Al dan komposit adalah oksigen, sedangkan pada biochar komponen yang paling banyak adalah karbon. Data variasi pH pada material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar menunjukkan adsorpsi maksimum terjadi pada pH 5. Data kinetika adsorpsi pada material hidroksi lapis ganda, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar menunjukkan bahwa model kinetika *pseudo second order* lebih sesuai untuk adsorpsi zat warna metilen biru. Persamaan isoterm adsorpsi pada material hidroksi lapis ganda dan biochar lebih cocok menggunakan model isoterm freundlich sedangkan pada material komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar lebih efektif menggunakan model isoterm adsorpsi Langmuir. Pelarut yang paling efektif untuk mendesorpsi zat warna metilen biru pada adsorben hidroksi lapis ganda adalah HCl sedangkan pada biochar dan komposit 1:0,1 adalah etanol, adapun pada material komposit 1:0,5; 1:1; 1:3 dan 1:5 lebih cocok menggunakan pelarut aseton. Regenerasi yang dilakukan menunjukkan bahwa material komposit memiliki kemampuan regenerasi yang lebih baik daripada material penyusunnya.

Kata kunci : Adsorpsi, biochar, hidroksi lapis ganda Ca-Al, komposit, metilen biru  
Sitasi : 46 (2008-2019)

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>Halaman judul</b> .....  | <b>i</b>       |
| <b>Halaman pengesahan</b> .....   | <b>ii</b>      |
| <b>Halaman persetujuan</b> .....  | <b>iii</b>     |
| <b>Summary</b> .....  | <b>iv</b>      |
| <b>Ringkasan</b> .....  | <b>v</b>       |
| <b>Daftar isi</b> .....   | <b>viii</b>    |
| <b>Daftar gambar</b> .....  | <b>xi</b>      |
| <b>Daftar tabel</b> .....   | <b>xiii</b>    |
| <b>Daftar lampiran</b> .....  | <b>xv</b>      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....  | <b>1</b>       |
| 1.1. Latar belakang .....   | 1              |
| 1.2. Rumusan masalah.....   | 3              |
| 1.3. Tujuan penelitian.....   | 4              |
| 1.4. Manfaat penelitian .....   | 4              |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....  | <b>5</b>       |
| 2.1. Hidroksi lapis ganda.....  | 5              |
| 2.1.1. Struktur hidroksi lapis ganda .....  | 5              |
| 2.1.2. Aplikasi hidroksi lapis ganda .....  | 6              |
| 2.2. Biochar .....  | 6              |
| 2.3. Adsorpsi .....   | 7              |
| 2.4. Desorpsi .....   | 7              |
| 2.5. Regenerasi .....   | 7              |
| 2.6. Metilen Biru .....   | 8              |
| 2.7. Karakterisasi.....   | 8              |
| 2.7.1. Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....                              | 8              |
| 2.7.2. Analisis <i>Fourier Transform-Infra Red</i> (FT-IR).....                   | 10             |
| 2.7.3. Analisis Brunauer Emmet Teller (BET).....                                  | 11             |
| 2.7.4. Analisis Thermo Gravimetri-Differential Thermal Analyzer<br>(TG- DTA)..... | 13             |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.7.5. Analisis <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray</i> (SEM-EDX) .....   | 13        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>  | <b>16</b> |
| 3.1. Waktu & tempat .....   | 16        |
| 3.2. Alat dan bahan .....   | 16        |
| 3.2.1. Alat .....   | 16        |
| 3.2.2. Bahan .....  | 16        |
| 3.3. Prosedur penelitian .....  | 16        |
| 3.3.1. Analisis biochar .....   | 17        |
| 3.3.2. Sintesis hidroksi lapis ganda Ca-Al .....  | 17        |
| 3.3.3. Preparasi komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar.....   | 17        |
| 3.3.4. Pembuatan larutan stok metilen biru konsentrasi 1000 mg/L .....  | 18        |
| 3.3.5. Penentuan panjang gelombang pada absorbansi maksimum zat warna metilen biru .....  | 18        |
| 3.3.5. Pembuatan larutan standar dan penentuan kurva kalibrasi zat warna metilen Biru .....   | 18        |
| 3.3.6. Adsorpsi zat warna metilen biru oleh komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....   | 18        |
| 3.3.6.1. Pengaruh pH adsorpsi .....   | 18        |
| 3.3.6.2. Pengaruh waktu adsorpsi .....  | 19        |
| 3.3.6.3. Pengaruh temperatur dan konsentrasi adsorpsi.....  | 19        |
| 3.3.7. Desorpsi zat warna metilen biru oleh komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....   | 20        |
| 3.3.8. Regenerasi komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....   | 20        |
| 3.4. Analisis data .....  | 21        |
| 3.4.1. Analisis data karakterisasi .....  | 21        |
| 3.4.2. Analisis data adsorpsi .....   | 21        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>24</b> |
| 4.1. Analisis X-Ray Diffraction (XRD) material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....                    | 24        |
| 4.2. Analisis <i>Fourier Transform-Infra Red</i> (FT-IR) material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar ..... | 26        |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 4.3                                     | Analisis Brunnaeur Emmet Teller (BET) material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....   | 28        |
| 4.4.                                    | Analisis <i>Thermo Gravimetri-Differential Thermal Analysis</i> (TG-DTA) material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis Ganda Ca-Al/biochar .....                                  | 30        |
| 4.5.                                    | Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....  | 33        |
| 4.6.                                    | Penentuan panjang gelombang pada absorbansi maksimum zat warna metilen biru.....   | 34        |
| 4.7.                                    | Pengaruh pH adsorpsi .....   | 35        |
| 4.8.                                    | Pengaruh waktu adsorpsi metilen biru oleh adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar, komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar perbandingan 1:0,1; 1:0,5 dan 1:1 .....                                  | 36        |
| 4.9.                                    | Pengaruh konsentrasi dan temperatur terhadap adsorpsi metilen biru oleh adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar perbandingan 1:0,1; 1:0,5 dan 1:1 ..... | 45        |
| 4.11.                                   | Desorpsi zat warna metilen biru .....  | 56        |
| 4.12.                                   | Regenerasi adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar dengan perbandingan 1:0,1; 1:0,5 dan 1:1 .....   | 61        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |  | <b>64</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |  | <b>65</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |  | <b>70</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Gambar 1. Skema struktur hidroksi lapis ganda.....  | 6              |
| Gambar 2. Struktur metilen biru.....  | 8              |
| Gambar 3. Difraktogram hidroksi lapis ganda Ca-Al.....  | 9              |
| Gambar 4. Difraktogram komposit hidroksi lapis ganda Mg-Al/biochar .....  | 10             |
| Gambar 5. Spektrum FTIR hidroksi lapis ganda Fe-Cu, biochar dan komposit Mg-Al/biochar .....  | 11             |
| Gambar 6. Grafik N <sub>2</sub> adsorpsi-desorpsi isoterm .....   | 12             |
| Gambar 7. Pola TG-DTA komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....   | 13             |
| Gambar 8. SEM (a) biochar,(b) komposit Mg/Fe-biochar .....  | 14             |
| Gambar 9. EDX biochar sekam padi .....  | 15             |
| Gambar 10. Pola difraktogram biochar, hidroksi lapis ganda Ca-Al dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar .....  | 24             |
| Gambar 11. Spektrum FT-IR material biochar, hidroksi lapis ganda Ca-Al dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar .....  | 27             |
| Gambar 12. Profil adsorpsi-desorpsi nitrogen hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar, dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar .....                                     | 28             |
| Gambar 13. Pola TG-DTA hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar, komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar .....   | 32             |
| Gambar 14. Hasil Analisis SEM hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit 1:0,1 .....  | 33             |
| Gambar 15. Spektrum UV-Vis zat warna metilen biru pada berbagai konsentrasi pada rentang panjang gelombang 600-270 nm.....  | 34             |
| Gambar 16. Data pengaruh variasi pH Adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar ..... | 35             |
| Gambar 17. Pengaruh waktu waktu adsorpsi terhadap zat warna metilen biru oleh adsorben Hidroksi lapis ganda Ca-Al.....  | 37             |
| Gambar 18. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap zat warna metilen biru oleh adsorben biochar .....  | 39             |
| Gambar 19. Pengaruh waktu adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar 1:0,1 .....   | 40             |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 20. Pengaruh waktu adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar 1:0,5 .....  | 42 |
| Gambar 21. Pengaruh waktu adsorpsi zat warna metilen biru oleh komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar 1:1 .....   | 43 |
| Gambar 22. Pengaruh konsentrasi dan temperatur pada adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al .....  | 45 |
| Gambar 23. Pengaruh konsentrasi dan temperatur pada adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben biochar .....   | 48 |
| Gambar 24. Pengaruh konsentrasi dan temperatur pada adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben komposit 1:0,1 .....  | 50 |
| Gambar 25. Pengaruh konsentrasi dan temperatur pada adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben komposit 1:0,5 .....  | 52 |
| Gambar 26. Pengaruh konsentrasi dan temperatur pada adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben komposit 1:1 .....  | 54 |
| Gambar 27. Pengaruh jenis pelarut terhadap proses desorpsi zat warna metilen biru pada adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al .....   | 57 |
| Gambar 28. Pengaruh jenis pelarut terhadap proses desorpsi zat warna metilen biru pada adsorben biochar .....  | 58 |
| Gambar 29. Pengaruh jenis pelarut terhadap proses desorpsi zat warna metilen biru pada adsorben komposit 1:0,1 .....   | 59 |
| Gambar 30. Pengaruh jenis pelarut terhadap proses desorpsi zat warna metilen biru pada komposit 1:0,5 .....  | 60 |
| Gambar 31. Pengaruh jenis pelarut terhadap proses desorpsi zat warna metilen biru pada komposit 1:1 .....  | 60 |
| Gambar 32. Hubungan siklus regenerasi adsorben dengan jumlah zat warna teradsorpsi pada adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar ..... | 62 |

## DAFTAR TABEL

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Tabel 1. Data hasil pengukuran isoterm BET pada material hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar, dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al.....  | 29             |
| Tabel 2. Data EDX hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al :0,1 .....  | 34             |
| Tabel 3. Model kinetik adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al .....   | 38             |
| Tabel 4. Model kinetik adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben biochar.....   | 39             |
| Tabel 5. Model kinetik adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben komposit 1:0,1 .....   | 41             |
| Tabel 6. Model kinetika adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar 1:0,5 .....   | 42             |
| Tabel 7. Model kinetika adsorpsi zat warna metilen biru oleh adsorben komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar 1:1 .....   | 44             |
| Tabel 8. Data isoterm adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich dengan adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al .....                                | 46             |
| Tabel 9. Data entalpi ( $\Delta H$ ), entropi ( $\Delta S$ ), Energi bebas gibbs ( $\Delta G$ ) dan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) metilen biru oleh adsorben biochar .....         | 47             |
| Tabel 10. Data isoterm adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich dengan adsorben biochar .....  | 48             |
| Tabel 11. Data entalpi ( $\Delta H$ ), entropi ( $\Delta S$ ), energi bebas gibbs ( $\Delta G$ ) dan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) metilen biru oleh adsorben biochar .....        | 49             |
| Tabel 12. Data isoterm adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich dengan adsorben komposit 1:0,1 .....   | 50             |
| Tabel 13. Data entalpi ( $\Delta H$ ), entropi ( $\Delta S$ ), Energi bebas gibbs ( $\Delta G$ ) dan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) metilen biru oleh adsorben komposit 1:0,1 ..... | 51             |
| Tabel 14. Data isoterm adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich dengan adsorben komposit 1:0,5 .....   | 53             |



|   |    |
|---|----|
| Tabel 15. Data entalpi ( $\Delta H$ ), entropi ( $\Delta S$ ), Energi bebas gibbs ( $\Delta G$ ) dan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) metilen biru oleh adsorben komposit 1:0,5 ..... | 53 |
| Tabel 16. Data isoterm adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan model isoterm Langmuir dan Freundlich dengan adsorben komposit 1:1 .....                                       | 55 |
| Tabel 17. Data entalpi ( $\Delta H$ ), entropi ( $\Delta S$ ), Energi bebas Gibbs ( $\Delta G$ ) dan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) metilen biru oleh adsorben komposit 1:1 .....   | 56 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Lampiran 1. Data XRD material hidroksi lapis ganda Ca/Al .....  | 71             |
| Lampiran 2. Data digital XRD biochar .....  | 72             |
| Lampiran 3. Data digital XRD komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar dengan perbandingan 1:0,1 ..... | 73             |
| Lampiran 4. Data digital XRD komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar dengan perbandingan 1:0,5 ..... | 74             |
| Lampiran 5. Data digital XRD komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar dengan perbandingan 1:1 .....   | 75             |
| Lampiran 6. Data digital XRD komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar dengan perbandingan 1:3 .....   | 76             |
| Lampiran 7. Data digital XRD komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca- Al/biochar dengan perbandingan 1:5 .....  | 77             |
| Lampiran 8. Data digital FTIR hidroksi lapis ganda Ca/Al .....  | 78             |
| Lampiran 9. Data digital FTIR biochar.....  | 79             |
| Lampiran 10. Data digital FTIR komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca/Al-biochar 1:0,1 .....                   | 80             |
| Lampiran 11. Data digital FTIR komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca/Al-biochar 1:0,5 .....                   | 81             |
| Lampiran 12. Data digital FTIR komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca/Al-biochar 1:1 .....                     | 82             |
| Lampiran 13. Data digital FTIR komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca/Al-biochar 1:3 .....                     | 83             |
| Lampiran 14. Data digital FTIR komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca/Al-biochar 1:5 .....                     | 84             |
| Lampiran 15. Profil BET hidroksi lapis ganda Ca-Al .....  | 85             |
| Lampiran 16. Profil BET biochar .....   | 86             |
| Lampiran 17. Profil BET komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar<br>1:0,1 .....                          | 87             |
| Lampiran 18. Profil BET komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar<br>1:0,5 .....                          | 88             |

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 19. Profil BET komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar 1:1 .....   | 89  |
| Lampiran 20. Profil data TG-DTA hidroksi lapis ganda Ca-Al .....  | 90  |
| Lampiran 21. Profil data TG-DTA biochar .....   | 91  |
| Lampiran 22. Profil data TG-DTA komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar 1:0,1 .....  | 92  |
| Lampiran 23. Profil data TG-DTA komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar 1:0,5 .....  | 93  |
| Lampiran 24. Profil data TG-DTA komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar 1:1 .....  | 94  |
| Lampiran 25. Profil data TG-DTA komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar 1:3 .....  | 95  |
| Lampiran 26. Profil data TG-DTA komposit hidroksi lapis ganda<br>Ca-Al/biochar 1:5 .....  | 96  |
| Lampiran 27. Perhitungan rumus empiris dan jumlah mol air material<br>hidroksi lapis ganda Ca-Al .....  | 97  |
| Lampiran 28. Perhitungan rumus empiris dan jumlah mol air material<br>biochar .....   | 98  |
| Lampiran 29. Data panjang gelombang metilen biru.....   | 99  |
| Lampiran 30. Kurva kalibrasi larutan standar metilen biru .....   | 100 |
| Lampiran 31. Data variasi pH .....  | 101 |
| Lampiran 32. Variasi waktu adsorpsi zat warna metilen biru.....   | 102 |
| Lampiran 33. Perhitungan parameter kinetik adsorpsi zat warna metilen<br>biru .....   | 103 |
| Lampiran 34. Data pengaruh konsentrasi adsorpsi zat warna metilen<br>biru.....  | 105 |
| Lampiran 35. Perhitungan parameter isoterm adsorpsi zat warna metilen<br>biru oleh hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan<br>kompositnya .....   | 107 |
| Lampiran 36. Perhitungan parameter termodinamika adsorpsi zat warna<br>metilen biru dengan adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al,<br>biochar dan komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/Biochar..... | 113 |
| Lampiran 37. Perhitungan desorpsi zat warna metilen biru pada adsorben<br>hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan kompositnya.....  | 119 |
| Lampiran 38. Perhitungan regenerasi zat warna metilen biru pada<br>adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Al, biochar dan<br>kompositnya .....  | 121 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri yang pesat di bidang tekstil, plastik, makanan maupun kosmetik yang menggunakan zat warna organik dapat menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan. Limbah tersebut dapat mengganggu kesetimbangan ekosistem baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang (Zhang *et al.*, 2017). Zat warna yang paling sering digunakan di industri tekstil diantaranya metilen biru, metil merah, metil oranye, kongo merah dan malasit hijau. Metilen biru merupakan zat warna kationik sintetik yang memiliki tingkat kelarutan yang tinggi didalam air karena metilen biru dapat terionisasi di dalam air menjadi sebuah kation metilen biru dan anion klorida (Youcef *et al.*, 2019). Metilen biru sulit didegradasi dan memiliki tingkat toksisitas yang tinggi sehingga bisa merusak ekosistem perairan. Zat warna metilen biru juga dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia jika masuk ke dalam tubuh dengan jumlah yang besar seperti matinya sel saraf, peradangan pada kulit, dan meiningkatnya kadar methemoglobin dalam darah yang menyebabkan menurunnya kadar oksigen dalam darah. Permasalahan tersebut dapat diatasi melalui suatu metode penghilangan zat warna yang efektif untuk mengurangi atau menghilangkan zat warna dari limbah sebelum masuk ke perairan (Ravi & Pandey, 2019).

Metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan kontaminan zat warna dari limbah cair diantaranya, adsorpsi, koagulasi, osmosis balik, dan filtrasi membran. Adsorpsi merupakan metode yang paling sering digunakan karena paling efektif dan efisien dalam menghilangkan zat warna (Allafchian *et al.*, 2019). Berbagai cara dilakukan untuk menghilangkan zat warna melalui metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben anorganik ataupun organik. Adsorben anorganik secara umum memiliki struktur berpori dan berlapis yang dapat bertindak sebagai sisi aktif adsorben. Material yang termasuk adsorben anorganik diantaranya, zeolit, karbon aktif, bentonit dan hidroksi lapis ganda (Wardalia, 2016).

Hidroksi lapis ganda termasuk jenis lempung anionik yang baik digunakan sebagai adsorben. Hal tersebut ditunjukkan dengan kapasitas adsorpsi hidroksi lapis ganda Ca-Al terhadap zat warna kuning cerah sebesar 398,41 mg/g (De sa *et al.*, 2012). Hidroksi lapis ganda memiliki struktur berlapis yang terdiri dari senyawa kationik yang berupa logam dan memiliki interlayer yang mengandung anion dan air. Interlayer tersebut memiliki struktur yang mudah rapuh sehingga tidak bisa digunakan secara berulang (Mohammadi *et al.*, 2016). Hidroksi lapis ganda dapat dimodifikasi melalui proses pembentukan komposit dengan material lain untuk memperkuat struktur lapisan hidroksi lapis ganda dan mendapatkan luas permukaan yang lebih besar sehingga keefektifan dalam aplikasinya sebagai adsorben dapat meningkat serta dapat diregenerasi. Keuntungan dari adsorben yang dapat diregenerasi diantaranya yaitu dapat mengurangi limbah adsorben yang dihasilkan dari proses adsorpsi serta dapat meminimalisasi biaya yang dibutuhkan untuk proses adsorpsi.

Salah satu material yang dapat digunakan untuk membuat komposit hidroksi lapis ganda yaitu dengan menggunakan biochar. Biochar merupakan material yang tersusun oleh karbon, memiliki struktur berpori dan luas permukaan yang besar dan diproduksi melalui limbah biomassa yang diproses secara pirolisis. Salah satu bahan biomassa yang sering dijadikan sebagai biochar adalah sekam padi. Biochar merupakan adsorben yang ramah lingkungan dan efektif untuk menghilangkan polutan pada air (Tang *et al.*, 2019). Karakteristik biochar sangat dipengaruhi oleh temperatur pada saat pirolisis. Umumnya proses pirolisis yang dilakukan pada temperatur tinggi akan memberikan luas permukaan dan mikroporositas yang besar (Zhi-liang *et al.*, 2019).

Biochar memiliki luas permukaan sebesar 94,387 m<sup>2</sup>/g, dan ketika dilakukan pembentukan komposit hidroksi lapis ganda Mg-Al/biochar dengan perbandingan 1:4 terjadi peningkatan luas permukaan menjadi 151, 2591 m<sup>2</sup>/g. Peningkatan luas permukaan ini dikarenakan pada proses pembentukan komposit, material hidroksi lapis ganda akan mengalami penurunan agregat dan memasuki pori-pori biochar sehingga pori-pori material akan menurun. serta terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi dimana material biochar hanya memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 44,231 mg/g, hidroksi lapis ganda Mg/Al memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 46,450 mg/g

dan kapasitas adsorpsi komposit meningkat menjadi 68, 244 mg/g. (Meili *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini dilakukan sintesis material hidroksi lapis ganda Ca/Al dan dimodifikasi melalui pembentukan komposit dengan senyawa biochar menggunakan perbandingan 1:0,1; 1:0,5; 1:1, 1:3 dan 1:5 dengan metode kopresipitasi. Material yang jumlahnya divariasikan dalam perbandingan tersebut adalah biochar sedangkan jumlah hidroksi lapis ganda yang digunakan tetap yaitu rasio 1. Material komposit yang disintesis diharapkan memiliki struktur yang kokoh dan luas permukaan yang lebih besar sehingga dapat digunakan secara berulang dan kapasitas adsorpsi yang meningkat. Komposisi Biochar yang digunakan pada penelitian ini diketahui dengan melakukan analisis EDX (Energy Dispersive X-ray). Material hasil sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan analisis *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Fourier Transform-Infra Red (FT-IR)*, *BET (Brunauer Emmet Teller)*, *Thermogravity-Differential Thermal Analyzer (TG-DTA)* dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Material tersebut kemudian diaplikasikan sebagai adsorben zat warna metilen biru. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yakni pengaruh perubahan beberapa variabel bebas seperti pengaruh pH dan parameter kinetika serta termodinamika dalam proses adsorpsi, seperti pengaruh temperatur, konsentrasi adsorbat, dan waktu adsorpsi. Adsorben yang telah digunakan untuk mengadsorpsi zat warna metilen biru selanjutnya didesorpsi untuk melepaskan kembali zat warna yang telah diserap dan dilakukan regenerasi untuk melihat kemampuan adsorpsi adsorben setelah digunakan berulang kali.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Metilen biru merupakan zat warna sintesis yang sering digunakan oleh industri terutama industri tekstil yang bersifat beracun dan sulit terdegradasi sehingga keberadaan limbah zat warna ini dapat membahayakan ekosistem dan manusia. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara menghilangkan zat warna tersebut dari pencemaran air pada lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben berupa material hidroksi lapis ganda. Kapasitas adsorpsi hidroksi lapis ganda dapat ditingkatkan dengan melakukan modifikasi

melalui pembentukan komposit dengan material biochar untuk mendapatkan luas permukaan hidroksi lapis ganda yang lebih besar.

Komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar dengan perbandingan 1:0,1, 1:0,5 dan 1:1 yang telah disintesis diaplikasikan sebagai adsorben metilen biru serta diamati perubahan beberapa variabel bebas seperti pengaruh pH serta parameter kinetika dan termodinamika dalam proses adsorpsi seperti pengaruh konsentrasi adsorbat, waktu adsorpsi dan temperatur. Adsorben yang telah digunakan untuk mengadsorpsi zat warna kemudian didesorpsi dan diregenerasi untuk melihat kemampuan adsorpsi suatu adsorben setelah digunakan berulang.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Sintesis hidroksi lapis ganda Ca/Al dan preparasi komposit hidroksi lapis ganda Ca/Al-biochar dengan perbandingan 1:0,1; 1:0,5; 1:1; 1:3 dan 1:5 serta karakterisasinya dengan menggunakan analisis XRD, analisis FT-IR, analisis BET, analisis TG-DTA dan analisis SEM.
2. Mempelajari adsorpsi zat warna metilen biru pada adsorben komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar melalui pengaruh pH, pengaruh waktu adsorpsi, pengaruh konsentrasi dan pengaruh temperatur.
3. Mempelajari proses desorpsi dan regenerasi zat warna metilen biru oleh adsorben komposit hidroksi lapis ganda Ca-Al/biochar.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai proses sintesis komposit hidroksi lapis ganda Ca/Al-biochar, dan mempelajari aplikasinya sebagai adsorben zat warna metilen biru untuk mengurangi pencemaran zat warna metilen biru pada lingkungan serta kemampuannya untuk digunakan sebagai adsorben secara berulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, E. A., Hegazey, R. M., & El-Azabawy, R. E. 2019. Efficient Removal of Methylene Blue Dye From aqueous Media Using Fe/Si, Cr/Si, Ni/Si, and Zn/Siamorphous Novel Adsorbents. *Journal of Materials Research and Technology*, 6(8), 1–13.
- Ahmed, I. M., & Gasser, M. S. 2012. Adsorption Study of Anionic Reactive Dye from Aqueous Solution to Mg-Fe-CO<sub>3</sub> Layered Double Hydroxide (LDH). *Applied Surface Science*, 259(1), 650–656.
- Ali, M. H. M., Al-saad, K., Popelka, A., & Tilborg, G. Van. 2016. Application of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy and Atomic Force Microscopy in Stroke- Affected Brain Tissue . *Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2(2), 11–24.
- Allafchian, A., Mousavi, Z. S., & Hosseini, S. S. 2019. Application of Cress Seed Musilage Magnetic Nanocomposites for Removal of Methylene Blue Dye from Water. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136(1), 199–208.
- Asip, F., Mardhiah, R & Husna. 2008. Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(15), 22-26.
- Ariyanto, T., Prasetyo, I., & Rochmadi, R. 2012. Pengaruh Struktur Pori terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor yang Dibuat dari Karbon Nanopori. *Reaktor*, 1(14), 25–32.
- Chen, D., Li, Y., Zhang, J., Li, W., Zhou, J., Shao, L., & Qian, G. 2012. Efficient Removal of Dyes by a Novel Magnetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/ZnCr-Layered Double Hydroxide Adsorbent from Heavy Metal Wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 243(1), 152–160.
- Choi, J., Wangyun, W., & Sergio, C. C. 2019. The Economical Production of Functionalized Ashe Juniper Derived-Biochar with High Hazardous Dye Removal Efficiency. *Industrial Crops & Products*, 137(1), 672–680.
- Cuong, N. M., Ishizaka, S., & Kitamura, N. 2012. Donnan Electric Potential Dependence of Intraparticle Diffusion of Malachite Green in Single Cation Exchange Resin Particles : A Laser Trapping-Microspectroscopy Study. *American Journal of Analytical Chemistry*, 3(3), 188–194.
- Cyprianus, S., & Muzakky, M. 2010. Proses Desorpsi Logam Berat Pada Sedimen Sungai Daerah Muria Dengan Pelarut Asam. *Ganendra Majalah IPTEK Nuklir*, 13(1), 11–18.
- De Sá, F. P., Cunha, B. N., & Nunes, L. M. 2013. Effect of pH on the Adsorption of Sunset Yellow FCF Food Dye into a Layered Double Hydroxide (CaAl-



- LDH-NO<sub>3</sub>). *Chemical Engineering Journal*, 215(1), 122–127.
- Divband Hafshejani, L., Hooshmand, A., Naseri, A. A., Mohammadi, A. S., Abbasi, F., & Bhatnagar, A. 2016. Removal of Nitrate from Aqueous Solution by Modified Sugarcane Bagasse Biochar. *Ecological Engineering*, 95(1), 101–111.
- Dole, M. N., Patel, P. A., Sawant, S. D., & Shedpure, P. S. 2011. Advance Applications of Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 7(2), 159–166.
- Elena, J., & 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(15), 35–42.
- Elmoubarki, R., Mahjoubi, F. Z., Elhalil, A., Tounsadi, H., Abdennouri, M., Sadiq, M., & Barka, N. 2017. Ni/Fe and Mg/Fe Layered Double Hydroxides and Their Calcined Derivatives: Preparation, Characterization and Application on Textile Dyes Removal. *Journal of Materials Research and Technology*, 6(3), 271–283.
- Gholami, P., Dinpazhoh, L., Khataee, A., Hassani, A., & Bhatnagar, A. 2019. Facile Hydrothermal Synthesis of Novel Fe-Cu Layered Double Hydroxide/Biochar Nanocomposite with Enhanced Sonocatalytic Activity for Degradation of Cefazolin Sodium. *Journal of Hazardous Materials*, 381(1), 1-16.
- Gwenzi, W., Chaukura, N., Noubactep, C., & Mukome, F. N. D. 2017. Biochar-Based Water Treatment Systems as a Potential Low-cost and Sustainable Technology for Clean Water Provision. *Journal of Environmental Management*, 197(1), 732–749.
- Hasnowo, L. A., Santosa, S. J., Rusdiarso, B., Tinggi, S., Nuklir, T., & Mada, U. G. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Material Hibrida Mg/Al-LDH Termobilisasi Asam Para Hidroksibenzoat. *Jurnal Forum Nuklir*, 11(2), 81–88.
- Hidayah, M., Sulistyaningsih, T., & Susatyo, B. 2018. Adsorpsi Ion H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> Menggunakan Komposit Mg/Al-NO<sub>3</sub> Hidrotalsit Magnetit. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(3), 7–12.
- Jia, Y., Zhang, Y., Fu, J., Yuan, L., Li, Z., Liu, C., & Wang, X. 2019. A Novel Magnetic Biochar/MgFe-Layered Double Hydroxides Composite Removing Pb<sup>2+</sup> from Aqueous Solution: Isotherms, Kinetics and Thermodynamics. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 567(1), 278–287.
- Julinawati., Marlina., Nasution, R., & Sheilatina. 2015. Applying SEM-EDX Techniques to Identifying the Types of Jades (Giok) Takengon, Aceh. *Jurnal Natural*, 2(15), 44-48.
- Kang, D., Yu, X., Tong, S., Ge, M., Zuo, J., Cao, C., & Song, W. 2013. Performance

- and Mechanism of Mg/Fe Layered Double Hydroxides for Fluoride and Arsenate Removal from Aqueous Solution. *Chemical Engineering Journal*, 228(1), 731–740.
- Lee, S. Y., Choi, J. W., Song, K. G., Choi, K., Lee, Y. J., & Jung, K. W. 2019. Adsorption and Mechanistic Study for Phosphate Removal by Rice Husk-Derived Biochar Functionalized with Mg/Al-Calcined Layered Double Hydroxides Via Co-pyrolysis. *Composites Part B: Engineering*, 176(1), 1-15.
- Li, T., Miras, H., & Song, Y.-F. 2017. Polyoxometalate (POM)-Layered Double Hydroxides (LDH) Composite Materials: Design and Catalytic Applications. *Catalysts*, 7(9), 1–17.
- Li, Y., Bi, H. Y., Liang, Y. Q., Mao, X. M., & Li, H. 2019. A Magnetic Core-shell Dodecyl Sulfate Intercalated Layered Double Hydroxide Nanocomposite for the Adsorption of Cationic and Anionic Organic Dyes. *Applied Clay Science*, 183(1), 105309.
- Lyu, F., Yu, H., Hou, T., Yan, L., Zhang, X., & 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.
- Meili, L., Lins, P. V., Zanta, C. L. P. S., Soletti, J. I., Ribeiro, L. M. O., Dornelas, C. B., Vieira, M. G. A. (2019). MgAl-LDH/Biochar Composites for Methylene Blue Removal by Adsorption. *Applied Clay Science*, 168(1), 11–20.
- Mohammadi, M., Bahmanyar, M. A., Sadeghzadeh, F., & Biparva, P. 2016. Synthesis of Mg/Al Layered Double Hydroxide (LDH) Nanoplates for Efficient Removal of Nitrate from Aqueous Solutions. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 8(2), 1058-1071.
- Moller, M and Adrij, P. 2017. Development of Modified Layered Silicates with Superior Adsorption Properties for Uptake of Pollutant from Air and Water. Dissertation. University zur Erlangun: Germany.
- Moriyama, S., Sasaki, K., & Hirajima, T. 2016. Effect of Freeze Drying on Characteristics of Mg–Al Layered Double Hydroxides and Bimetallic Oxide Synthesis and Implications for Fluoride Sorption. *Applied Clay Science*, 132–133, 460–467.
- Parida, K. M., & Mohapatra, L. 2012. Carbonate Intercalated Zn/Fe Layered Double Hydroxide: A Novel Photocatalyst for The Enhanced Photo Degradation of Azo Dyes. *Chemical Engineering Journal*, 179, 131–139.
- Ravi, & Pandey, L. M. 2019. Enhanced Adsorption Capacity of Designed Bentonite and Alginate Beads for the Effective Removal of Methylene Blue. *Applied Clay Science*, 169(1), 102–111.
- Sigit., Ginting, A. B., dan Wahyono, H. 2005. Analisis Termal Garam Campuran

- MgCl<sub>2</sub>-NaCl. *Jurnal Teknik Bahan Nuklir*, 1(1), 1-57.
- Singh., A, Singh, A.P., Singh, S.K., Rai, S., & Kumar, D. 2016. Impact of Addition of Biochar Along with PGPR on Rice Yield, Availability of Nutrients and their Uptake in Alluvial Soil. *Jurnal of Pure and Applied Microbiology*. 10(3). 2181.
- Sujatno, A., Salam, R., Dimiyati, A., & Bandriyana. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy(SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(2), 44–50.
- Wahyuni, M.S., & Hastuti, E. 2010. Karakterisasi Cangkang Kerang Menggunakan XRD dan X Ray Physics Basic Unit. *Jurnal Neutrino*, 1(3), 32-43.
- Wan, S., Wang, S., Li, Y., & Gao, B. 2017. Functionalizing Biochar with Mg–Al and Mg–Fe Layered Double Hydroxides for Removal of Phosphate from Aqueous Solutions. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 47(1), 246–253.
- Wang, X., Yan, H., Zhang, J., Hong, X., Yang, S., Wang, C., & Li, Z. 2019. Stamen-petal-like CeO<sub>2</sub>/NiMn Layered Double Hydroxides Composite for High-Rate-Performance Supercapacitor. *Journal of Alloys and Compounds*, 810(1), 151911.
- Wardalia. 2016. Karakterisasi Pembuatan Adsorben dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal pada Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 2(6), 83-88.
- Wei, L., Frederik, Z., Luuk, C. R., & Doris van Halem. 2019. Fluoride Removal by Ca-Al-CO<sub>3</sub> Layered Double Hydroxides at Environmentally Relevant Concentrations. *Journal Pre-proof*, 243(1),1-8.
- Xue, L., Gao, B., Wan, Y., Fang, J., Wang, S., Li, Y., Carpena, R. M., & Yang, L. 2016. High Efficiency and Selectivity of MgFe-LDH Modified Wheat-Straw Biochar in the Removal of Nitrate from Aqueous Solutions. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 1(1), 1–6.
- Yang, X. J., Zhang, P., Li, P., Li, Z., Xia, W., Zhang, H., Di, Z., Wang., M., Zhang, H., & Niu, Q.J. 2019. Layered Double Hydroxide/Polyacrylamide Nanocomposite Hydrogels: Green Preparation, Rheology and Application in Methyl Orange Removal from Aqueous Solution. *Journal of Molecular Liquids*, 280(1), 128–134.
- Youcef, L. D., Belaroui, L. S., & López-Galindo, A. (2019). Adsorption of a Cationic Methylene Blue Dye on an Algerian Palygorskite. *Applied Clay Science*, 179(1), 105145.
- Zhang, B., Dong, Z., Sun, D., Wu, T., & Li, Y. (2017). Enhanced Adsorption Capacity of Dyes by Surfactant-Modified Layered Double Hydroxides from Aqueous Solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 49(1), 208–218.

- Zhang, M., Gao, B., Yao, Y., & Inyang, M. (2013). Phosphate Removal Ability of Biochar/MgAl-LDH Ultra-fine Composites Prepared by Liquid-Phase Deposition. *Chemosphere*, 92(8), 1042-1047.
- Zhi-liang, C., Jian-qiang, Z., Ling, H., Zhi-hui, Y., Zhao-jun, L., & Min-chao, L. (2019). Removal of Cd and Pb with Biochar Made From Dairy Manure at Low Temperature. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1), 201–210.