

**HIDROKSI LAPIS GANDA Mg-Fe DAN Ca-Fe SEBAGAI  
ADSORBEN GAS HIDROGEN**

**SKRIPSI**

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



**YURISKA UTAGI SAPUTRI**

**08031281419062**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**HIDROKSI LAPIS GANDA Mg-Fe DAN Ca-Fe SEBAGAI**  
**ADSORBEN GAS HIDROGEN**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**Yuriska Utagi Saputri**

**08031281419062**

Indralaya, 26 November 2018

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



**Fahma Riyanti, M.Si**  
**NIP. 197204082000032001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Dr. Iskrah Iskandar, M.Sc**  
**NIP. 197210041997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe Sebagai Adsorben Gas Hidrogen” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 November 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 26 November 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

**Ketua :**

1. **Prof. Aldes Lesbani, M.Si, Ph.D**  
NIP. 197408121998021001

(  )

**Anggota :**

2. **Fahma Riyanti, M.Si**  
NIP. 197204082000032001

(  )

3. **Dr. Ady Mara, M.Si**  
NIP. 196404301990031003

(  )

4. **Dr. Eliza, M.Si**  
NIP. 196407291991022001

(  )

5. **Dr. Rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si**  
NIP. 197711272005011003

(  )

Mengetahui,



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Yuriska Utagi Saputri  
NIM : 08031281419062  
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.



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

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

Nama Mahasiswa : Yuriska Utagi Saputri

NIM : 08031281419062

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: “Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe Sebagai Adsorben Gas Hidrogen”. 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.

Inderalaya, November 2018

Yang menyatakan,

Yuriska Utagi Saputri

NIM. 08031281419062

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*“ So be patient. Indeed, the promise of ALLAH is Truth (Q.S Ar-Rum: 60)”*

*“Forget what hurt you, But never forget what it taught you”*

*“ dan katakanlah: Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan (Q.S Thaha:114)”*

*“Bersabarlah maka kabar gembira akan datang dengan sendirinya, dan Jangan lah Berputus asa atas apa yang terjadi karena itu tidak akan merubah apapun (Yuriska Utagi)”*

*Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada:*

- ◆ *Allah SWT*
- ◆ *Nabi Muhammad SAW*

*Dan kupersembahkan kepada :*

1. *Papa dan Mama tersayang yang selalu senantiasa mendoakan dan selalu mensupport dalam setiap halnya.*
2. *Adikku Dwi Ambarawa dan Keluarga yang selalu aku sayangi dan cintai.*
3. *Pembimbingku (Prof. Aldes Lesbani, Ph.D & Fahma Riyanti, M.Si) yang selalu memberikan ilmu dan motivasi.*
4. *Seseorang yang selalu kubawa dalam doa dan Sahabatku Tersayang.*
5. *Almamaterku, Kebanggaanku (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan ridho-Nyaa penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe Sebagai Adsorben Gas Hidrogen“. 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 **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D** dan Ibu **Fahma Riyanti, 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. Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc, selaku dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSRI Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T
3. Dosen Penguji yang Baik Hati Bapak Dr. Ady Mara, M,Si, Bapak Dr. rer. Nat. Risfidian Mohadi, M.Si yang Ganteng dan Ibu ku Cantik Dr. Eliza, M.Si yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat membangun dalam skripsi ini
4. Pembimbing Akademik Sekaligus Pembimbing Tugas Akhir saya Ibu Fahma Riyanti, M,Si yang selalu perhatian, yang memberikan motivasi, semangat, nasehat, dan masih banyak lagi terima kasih banyak ibu cantik.
5. Bapak, Ibu Dosen Pengajar selama saya merintis sampai S1 terima kasih bapak ibu buat ilmu yang bermanfaat buat saya.
6. Seluruh Analis, staf dan dosen jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSRI
7. Kedua Orang Tua ku **Papa Harisuki** dan **Mama Yulizar** yang selalu senantiasa mendoakan dalam setiap doa kalian, selalu memberi semangat ketika ku mulai goyah dan ingin menyerah, selalu memberi canda tawa ketika ku bersedih dan selalu mendengar regekan ku seakan aku masih gadis kecil

kalian serta yang selalu memanjakan ku sampai detik ini terimakasih untuk semuanya Ma, Pa tiada kata yang ku ucapkan selain aku sayang kalian, *I LOVE YOU* :\*

8. Adikku Dwi Ambarawa terima kasih untuk canda tawa yang diberikan selama ini, yang selalu melindungi ku layaknya seperti kakak lelaki, yang memarahiku ketika ku salah. Terima kasih dek, sudah memaklumi ayukmu yang manja ini. Semoga cita2 mu tercapai dan keinginan membahagiakan papa dan mama terwujud. Aamiin.
9. Papa Aisyah dan Mama Aisyah (Kak Ranan dan Yuk Lili) orang tua kedua ku di Palembang yang selalu mensupport ku dan mendukung disetiap langkah kaki ku serta mendoakan ku disetiap saat terimakasih untuk semua yang tlah kalian berikan kepadaku. Adik Aisyah Keponakan tante, cepat besar ya dek dan seoga cita2 aisyah tercapai biar mama papa aisyah bahagia, aamiin. Lidiana my partner, yang selalu mendengar curhatan sebelum tidur terimakasih untuk dukungan yang diberikan selama ini. Aku sayang Kalian.
10. Meiranda adik kecilku yang selalu menantikan kepulanganku terimakasih untuk canda tawa selama ini, rajin belajar ya biar pintar dan cita2 tercapai aamiin. Meirando saudara yang dari kecil dan sampai saat ini selalu melindungiku dan memarahiku ketikaku salah. Nenek ku tercinta serta keluarga besarku, terima kasih untuk semangat yang kalian berikan dan doakan agan ku dapat membahagiakan kalian. Aamiin.
11. Triyo, ucapan terkhusus untuk mu maafkan aku yang selalu merepotkanmu. Terimakasih ku ucapkan untuk 4 tahun ini yang selalu mendengar cerita ku dan keluh kesahku, menghapus air mataku ketika ku menangis dan mengeluh karna kuliah. Engkau orang yang berjasa dalam kuliahku.
12. Sahabat terbaikku NAX LAYO geng seperantauan Wniik orang ku temui ketika maba dan sampai saat ini berteman yang jadi teman parter kalo lagi jalan bareng kalian. Yuk Ratih orang yang paling dewasa dan sudah seperti ibu sendiri selalu perhatian. Dewik baik hati yang kadang ngeselin dan kadang suka lola. Ade teman yang senasib seperjuangan, orang yang paling



pengertian. Faisal cowok gila yang mengaku ganteng tapi dia orang yang selalu melindungi kita, ikhsan yang paling muda dari kita dan manusia polos (katanya) serta guru selama kuliah. Terima kasih untuk selama ini telah saling mendukung, selalu mendoakan yang terbaik, memberi semangat, keceriaan, kebersamaan semoga persahabatan ini tak pernah lekang oleh waktu.

13. My Partner, My Love Wini Nafisyah (udah S.Si) bertemu dari zaman kudel sampe zaman gincu. Terima kasih untuk selama kuliah yang telah mengukir indah persahabatan kita, yang selalu perhatian, pengertian, saling curhat yang berujung ghibah, teman penghilang kegabutan selama kuliah. Semoga persahabatan ini tetap terjaga walau kita telah berpisah. Aku akan merindukanmu.
14. Rumah Kita GGS (Griya Girl Squad) Lisana Maisaroh (makku) teman cerita yang berujung ghibah artis lokal, Winda Haryati teman sekamar yang perhatian dan baik sekali, Adek Lisa dan Adek Dilla yang selalu memberi tawa canda ketika sedang bosan. Jangan pernah lupakan Kenangan Manis kita dirumah tercita kita ini, sukses selalu untuk kita.
15. Tim Lab Pasca Kak Dedi the best asisten lab terimakasih yang telah membeantu selama penelitian, Kak Tarmizi yang baik hati dan senantiasa memberikan ilmu ketika kami tidak tahu. Terima kasih banyak kak.
16. Teman-teman Tim Gas (Wini, Ade, Fika) dan Tim Lab Cantik (Lavini, Riza, Nyanyu, Afifah, Helda, Mia, Maulid, Dwi, Leni dan Tirta) Terima Kasih atas kerempongan saat penelitian dilab serta saling berbagi cerita walau ujung-ujungnya ghibah. Kak Neza dan Kak Danang yang sering mengajari dan memberitau saat penelitian.
17. Teman-temanku kimia 2014 terima kasih semuanya, semoga kita semua jadi orang yang sukses dan bermanfaat. Aamiin
18. Kakak-kakak kimia 2012 dan 2013, adik-adik kimia 2015 dan 2016 semangat kuliahnya semoga sukses.

19. Mbak Novi yang cantik, Kak Roni dan Kak Cosiin selaku admin jurusan kimia yang banyak membantu kelancaran proses perkuliahan dari mabasampai proses tugas akhir.
20. Yuk Nur, Yuk Niar, Yuk Yanti selaku analis kimia yang tlah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir
21. Semua pihak yang telah membantu penulis selama penelitian dan penulisan skripsi ini. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang mempu menjadikan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik untuk kedepannya, demikianlah penulis harapkan agar karya ini mampu berguna bagi kita semua.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini, begitu pula dalam penulisan yang masih banyak terdapat kekurangan. 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.

Inderalaya, November 2018

Penulis,

Yuriska Utagi Saputri

NIM. 08031281419062

## RINGKASAN

### HIDROKSI LAPIS GANDA Mg-Fe DAN Ca-Fe SEBAGAI ADSORBEN GAS HIDROGEN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, November 2018

Yuriska Utagi Saputri: Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani, Ph.D dan Fahma Riyanti, M.Si.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xx+ 70 Halaman, 2 Tabel, 20 Gambar, 24 Lampiran

Senyawa hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe telah berhasil disintesis dengan menggunakan metode koprinsipitasi. Hidroksi lapis ganda hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X (XRD), XRF dan spektrofotometer FT-IR. Hasil karakterisasi menggunakan difraksi sinar-X (XRD) menunjukkan keberhasilan sintesis yang dibuktikan dengan adanya puncak tajam pada sudut difraksi  $2\theta$  pada  $10^\circ$  masing-masing memiliki jarak antar lapis sebesar 7,809 Å untuk hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan 8,084 Å untuk Ca-Fe. Untuk mengetahui komposisi logam pada hidroksi lapis ganda dikarakterisasi menggunakan XRF diperoleh persentase sebesar 96,25% untuk hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan 98,12% untuk Ca-Fe. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR menunjukkan adanya hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe adanya serapan pada  $500-700\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan vibrasi M-O pada kedua hidroksi lapis ganda. Hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe digunakan sebagai adsorben gas hidrogen dengan menggunakan variasi tekanan gas, waktu adsorpsi, berat adsorben dan ukuran adsorben. Adsorpsi hidrogen oleh hidroksi lapis ganda Ca-Fe optimum pada tekanan 5 bar dan waktu 60 menit, berat adsorben 0,1 g dan ukuran 200 mesh dengan adsorpsi gas hidrogen sebesar 59,936 mg/g. Hidroksi lapis ganda Mg-Fe pada tekanan 3 bar, waktu 60 menit, berat adsorben 0,1 g dan ukuran adsorben 200 mesh menghasilkan adsorpsi gas hidrogen sebesar 34,021 mg/g. Hasil adsorpsi menunjukkan bahwa hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe lebih selektif terhadap gas hidrogen dibanding gas oksigen dan gas nitrogen.

**Kata kunci** : hidroksi lapis ganda, adsorpsi, hidrogen, XRD, XRF, FTIR.

**Kutipan** : 45 (1969-2017)

## SUMMARY

Layered Double Hydroxide Mg-Fe and Ca-Fe as the Adsorbent of Hydrogen  
Scientific Paper in the form of Skripsi, November 2018

Yuriska Utagi Saputri : Supervised by Prof. Aldes Lesbani, Ph.D and Fahma  
Riyanti, M.Si

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

xx+70 pages, 2 tables, 20 pictures, 24 attachments

Layered double hydroxide Mg-Fe and Ca-Fe have successfully synthesized using coprecipitation method layered double hydroxide that has been synthesis characterized by X-Ray Diffraction (XRD), XRF, and spectrofotometer FT-IR. The characterization using X-ray diffraction showed sharp peak  $2\theta$  at the  $10^\circ$  with each basal spacing 7.809 Å for Mg-Fe layered double hydroxide and 8.084 Å for layered double hydroxide Ca-Fe. The information about metal composition in layered double hydroxide characterized using XRF showed that layered double hydroxide has metal percentage 96.25% for Mg-Fe and 98.12% for layered double hydroxide Ca-Fe. The characterization using FT-IR spectrophotometer showed the characteristic of layered double hydroxide Mg-Fe dan Ca-Fe by the vibration at wavenumber 500-700  $\text{cm}^{-1}$  indicate vibration of M-O in both of layered double hydroxide . Layered double hydroxide Mg-Fe and Ca-Fe were used as the hydrogen adsorbent with pressure variation, adsorption time, adsorbent weight, and adsorbent size. Adsorption of hydrogen using Ca-Fe layered double hydroxide optimum at the pressure 5 bar, time of 60 min, weight of adsorbent 1,5 g and size 200 mesh with the hydrogen adsorption was 59,936 mg/g. Adsorption of hydrogen using layered double hidroxide Mg-Fe has the best result at the pressure 3 bar, time of 60 min, weight of adsorbent 1.5 g and size 200 mesh with the hydrogen adsorption gas of 34.021 mg/g. The adsorption results showed that the layered double hydroxide Mg-Fe and Ca-Fe are more selective to hydrogen gas than oxygen and nitrogen gas.

**Keywords** : layered double hydroxide, adsorption, hydrogen, XRD, XRF, FTIR.

**Citation** : 45 (1969-2017)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	xi
<b>SUMMARY</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Hidrogen.....	4
2.1.1 Sifat Hidrogen.....	5
2.2. Penyimpanan Hidrogen.....	6
2.3. Material Penyimpan Hidrogen.....	7
2.3.1. Metal Organic Framework (MOF).....	7
2.3.2. Pori-pori pada Graphene.....	8
2.3.3. Hibrida.....	8
2.3.4. Keramik.....	8
2.3.5. Zeloit.....	9

2.4. Hidroksi Lapis Ganda.....	9
2.4.1. Struktur Hidroksi Lapis Ganda.....	10
2.5 Adsorpsi.....	10
2.6 Karakterisasi Padatan.....	11
2.6.1. Spektrofotometer FT-IR.....	11
2.6.2. X-Ray Diffraction (XRD).....	14
2.6.3. X-Ray Fluoresence (XRF).....	16
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.2.1. Alat.....	18
3.2.2. Bahan.....	18
3.3. Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1. Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe.....	18
3.3.2. Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Ca-Fe.....	19
3.3.3. Studi Adsorpsi Hidrogen Menggunakan Variasi Waktu, Tekanan, Berat, dan Ukuran dengan Sistem Batch.....	19
3.3.3.1. Variasi Tekanan Gas Hidrogen.....	19
3.3.3.2. Variasi Waktu Adsorpsi gas Hidrogen.....	19
3.3.3.3. Variasi Massa Adsorben pada Adsorpsi Hidrogen.....	20
3.3.3.4. Variasi Ukuran Adsorben pada Adsorpsi Hidrogen.....	20
3.3.4. Selektivitas Adsorpsi Gas Diatomik menggunakan Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe.....	20
3.3.5. Selektivitas Adsorpsi Gas Diatomik menggunakan Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe Penjenuhan dengan air.....	21
3.4. Analisis Data.....	21
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe	

Menggunakan Analisis <i>X-ray diffractometer</i> (XRD).....	22
4.2 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe menggunakan analisis X-Ray Fluorescence (XRF).....	23
4.3 Karakterisasi Material Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca- Fe menggunakan Spektrofotometer FT-IR.....	25
4.4 Karakterisasi Adsorpsi Gas Hidrogen menggunakan Material hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe.....	26
4.4.1 Pengaruh Tekanan Gas Hidrogen.....	26
4.4.2 Pengaruh Waktu Adsorpsi Hidrogen.....	27
4.5.3 Pengaruh Massa Adsorben .....	28
4.5.4 Pengaruh Ukuran Adsorben.....	29
4.5 Sektivitas adsorpsi gas diatomik terhadap hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe.....	31
4.6 Selektivitas adsorpsi gas diatomik terhadap hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe Penjenuhan dengan air.....	32
4.8 Karakterisasi Material Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca- Fe Setelah Adsorpsi Gas H <sub>2</sub> menggunakan Spektrofotometer FT-IR.....	34
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	38
<b>LAMPIRAN.....</b>	42

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Sifat Gas Hidrogen.....	6
Tabel 2	Data Persentase Logam Menggunakan XRF Material Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe dan Ca-Fe.....	24



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.	Skema struktur hidroksi lapis ganda..... 10
Gambar 2.	Ilustrasi proses adsorpsi..... 11
Gambar 3.	Spektra FT-IR hidroksi lapis ganda Mg-Fe..... 13
Gambar 4.	(a)Spektra FT-IR hidroksi lapis ganda Ca-Fe-Cl dan (b) hidroksi lapis ganda Ca-Fe-NO <sub>3</sub> ..... 12
Gambar 5.	Skema kerja XRD..... 15
Gambar 6.	Pola XRD dan Foto SEM hidroksi lapis ganda Mg- Fe..... 15
Gambar 7.	(a)Pola XRD dari hidroksi lapis ganda Ca-Fe-Cl dan, (b) Hidroksi lapis ganda Ca-Fe-NO <sub>3</sub> dengan rasio molar Ca-Fe 2:1 sampai 4:1..... 16
Gambar 8.	(a) Pola difraksi sinar-X untuk material hidroksi lapis ganda Ca-Fe, (b) Pola difraksi sinar-X material hidroksi lapis ganda Mg-Fe..... 22
Gambar 9.	Grafik X-Ray Fluoresence (XRF) material Hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe..... 24
Gambar 10.	(a) Spektrum FT-IR Material hidroksi lapis ganda Ca-Fe, (b) Spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda Mg-Fe..... 25
Gambar 11.	Pengaruh Tekanan gas hidrogen terhadap hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe..... 27
Gambar 12.	Pengaruh Waktu adsorpsi gas hidrogen terhadap hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe..... 28
Gambar 13.	Pengaruh Massa adsorben hidroksi lapis ganda Mg- Fe dan Ca-Fe terhadap adsorpsi gas hidrogen..... 29
Gambar 14.	Pengaruh Ukuran adsorben hidroksi lapis ganda Mg- Fe dan Ca-Fe terhadap adsorpsi gas hidrogen..... 30
Gambar 15.	Selektivitas adsorpsi gas diatomik menggunakan hidroksi lapis ganda Mg-Fe..... 31

Gambar 16.	Selektivitas Adsorpsi gas diatomik menggunakan hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	32
Gambar 17.	Selektivitas adsorpsi gas diatomik menggunakan hidroksi lapis ganda Mg-Fe penjenuhan dengan air.....	33
Gambar 18.	Selektivitas adsorpsi gas diatomik menggunakan hidroksi lapis ganda Ca-Fe penjenuhan dengan air.....	34
Gambar 19.	(a) Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Mg-Fe sebelum adsorpsi gas H <sub>2</sub> , (b) Hidroksi lapis ganda Mg-Fe setelah adsorpsi gas H <sub>2</sub> , (c) Hidroksi lapis ganda Mg-Fe penjenuhan H <sub>2</sub> O setelah adsorpsi gas H <sub>2</sub> .....	35
Gambar 20.	(a) Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ca-Fe sebelum adsorpsi gas H <sub>2</sub> , (b) Hidroksi lapis ganda Ca-Fe setelah adsorpsi gas H <sub>2</sub> , (c) Hidroksi lapis ganda Ca-Fe penjenuhan H <sub>2</sub> O setelah adsorpsi gas H <sub>2</sub> .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data digital difraksi XRD material hidroksi lapis ganda Mg-Fe.....	43
Lampiran 2. Data digital difraksi XRD material hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	44
Lampiran 3. Data Spektrum XRF Material Hidroksi Lapis Ganda Mg-Fe.....	45
Lampiran 4. Data Spektrum XRF Material Hidroksi Lapis Ganda Ca-Fe.....	46
Lampiran 5. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Mg-Fe.....	47
Lampiran 6. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Mg-Fe setelah adsorpsi gas Hidrogen.....	48
Lampiran 7. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Mg-Fe penjuenan dengan air Setelah Adsorpsi gas hidrogen.....	49
Lampiran 8. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	50
Lampiran 9. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ca-Fe Setelah Adsorpsi gas hidrogen.....	51
Lampiran 10. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ca-Fe Penjuenan dengan air Setelah Adsorpsi gas hidrogen.....	52
Lampiran 11. Karakterisasi Vibrasi Infrared Senyawa Anorganik.....	53
Lampiran 12. Data variasi tekanan gas hidroksi lapis ganda Mg-Fe...	54
Lampiran 13. Data variasi tekanan gas hidroksi lapis ganda Ca-Fe....	55
Lampiran 14. Data variasi waktu adsorpsi material hidroksi lapis ganda Mg-Fe.....	56
Lampiran 15. Data variasi waktu adsorpsi material hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	57

Lampiran 16.	Data variasi massa adsorben hidroksi lapis ganda Mg-Fe.....	58
Lampiran 17.	Data variasi massa adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	59
Lampiran 18.	Data variasi ukuran adsorben hidroksi lapis ganda Mg-Fe.....	60
Lampiran 19.	Data variasi ukuran adsorben hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	61
Lampiran 20.	Data selektivitas adsorpsi gas diatomik terhadap hidroksi lapis ganda Mg-Fe.....	62
Lampiran 21.	Data selektivitas adsorpsi gas diatomik terhadap hidroksi lapis ganda Ca-Fe.....	64
Lampiran 22.	Data selektivitas adsorpsi gas diatomik terhadap hidroksi lapis ganda Mg-Fe penjuhan dengan air.....	66
Lampiran 23.	Data selektivitas adsorpsi gas diatomik terhadap hidroksi lapis ganda Ca-Fe penjuhan dengan air.....	68
Lampiran 24.	Gambar Alat Adsorpsi Gas Hidrogen.....	70

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia salah satu negara yang memiliki sumber daya energi yang melimpah akan tetapi lama-kelamaan akan habis maka dari itu proses pencarian bahan bakar yang terbarukan terus meningkat dengan menggunakan sumber-sumber yang tidak akan habis untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil (gas alam dan batu bara). Hidrogen adalah salah satu sumber energi terbarukan yang paling melimpah di alam dan kemungkinan tidak akan habis (Won et.al, 2017).

Hidrogen adalah sumber energi untuk aplikasi domestik dan komersial oleh memasak listrik dan pemanasan misalnya dapat digunakan untuk bahan bakar (Alhamdani et al, 2016). Hidrogen pula termasuk unsur paling melimpah di alam semesta karena termasuk unsur kesepuluh dalam bumi dan yang paling sederhana karena hanya mengandung satu proton dan electron. Hidrogen memiliki banyak kelebihan antaranya adalah bebas polusi dan diproduksi secara alami oleh tumbuhan dan hewan (Ayesh, 2016).

Membuat bahan bakar dari hidrogen lebih mudah akan tetapi kendala yang harus dihadapi antara lain hidrogen harus disimpan terlebih dahulu sebelum diproduksi menjadi bahan bakar. Untuk menyimpan hidrogen dapat digunakan pada beberapa material-material anorganik seperti oksida logam dengan jumlah hidrogen yang tersimpan diketahui 1,2 wt% (Kaur and Pal, 2016), hibrida dengan kapasitas hidrogen yang terserap 7,6 wt% (Sadhasivam et al, 2017), keramik dengan kandungan adsorpsi hidrogen mencapai 1,25, 2,5, 1,34, dan 1,9 wt% (Abdel-Hameed et al, 2017), zeolit dengan kapasitas adsorpsi hidrogen 1,43 wt% (Roy and Dash, 2017), Graphene dengan kapasitas menyerap hidrogen 1,2 wt% dan 0,1 wt% (Srivinas, 2009), serta material gabungan dari anorganik dan organik yang dikenal *metal organic framework* (MOF) dengan kapasitas 1,38 wt% menyerap hidrogen (Ren et al, 2015; Oh et al, 2017). Sampai saat ini para ilmuwan terus menerus meneliti berbagai jenis material untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi hidrogen.

Material hidroksi lapis ganda telah menjadi kandidat untuk proses penyimpanan hidrogen (Ensafi et al, 2016). Hidroksi lapis ganda berlapis memiliki struktur seperti lempung serta memiliki jarak antar lapisan yang memungkinkan dapat menyimpan gas atau cairan diantara lapisan atau kisi dikristalnya. Dalam penelitian sebelumnya (Abrianto, 2017) telah melakukan adsorpsi gas hidrogen dengan hidroksi lapis ganda Mg-Al dan Ca-Al terinterkalasi polioksometalat  $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  dengan kapasitas penyerapan hidrogen sebesar 9% pada pengaruh tekanan, pengaruh waktu sebesar 43,148 mg/g pada hidroksi lapis ganda Mg-Al dan 30,757 mg/g untuk Ca-Al, sedangkan pada pengaruh massa sebesar 7,17%.

Pada penelitian ini disintesis hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe untuk mempelajari efek  $M^{2+}$  dan  $M^{3+}$  dalam hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe akan digunakan adsorben gas hidrogen dengan sistem batch dengan mempelajari variasi tekanan, waktu, massa dan ukuran adsorben. Selanjutnya hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe akan digunakan pula selektivitas terhadap gas diatomik yakni gas oksigen dan gas nitrogen. Hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe dikarakterisasi dengan XRD, XRF, dan spektrometer FT-IR.

## 1.2 Rumusan Masalah

Hidrogen merupakan energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar dari fosil dan banyak sekali kegunaannya untuk masa depan sehingga penelitian tentang hidrogen dikembangkan terus menerus. Kendala dalam pengembangan hidrogen adalah penyimpanan hidrogen. Penyimpanan hidrogen dapat digunakan dengan berbagai macam material salah satunya menggunakan hidroksi lapis ganda. Pada penelitian ini akan disintesis hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe yang akan digunakan sebagai material penyimpan hidrogen. Penyimpanan hidrogen dilakukan dengan menerapkan sistem batch yang melalui variasi tekanan, waktu, berat dan ukuran adsorben. Diharapkan senyawa hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe mempunyai kemampuan untuk penyimpanan hidrogen dengan kapasitas besar.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Sintesis material hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe serta karakterisasinya menggunakan spektrofotometer FT-IR, analisis XRD, dan analisis XRF.
2. Adsorpsi hidrogen pada material hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe hasil sintesis melalui pengamatan pengaruh variasi tekanan, waktu adsorpsi, berat adsorben, dan ukuran adsorben.
3. Selektivitas adsorpsi gas diatomic yakni hidrogen, oksigen dan nitrogen menggunakan hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang sintesis material hidroksi lapis ganda Mg-Fe dan Ca-Fe serta karakterisasinya dan aplikasinya sebagai material penyimpan hidrogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe, I. 2010. Energy Carriers and Conversion System. *Physical and Chemical Properties of Hydrogen*. 1:1-3.
- Abdel-Hamed, S.A.M., Ismail, N., Youssef, H.F., Sadek, H.E.H., and Marzouk, M.A., 2017. Preparation and Characterization of Mica Glass-Ceramics as Hydrogen Storage Materials. *International Journal of Hydrogen Energy*. 42(10): 6829-6839.
- Abdelkader., B, et al. 2011. Synthesis and Characterization of Mg-Fe Layer Double Hydroxide and its Application on Adsorption of Orange G from Aqueous Solution. *Journal Chemical Engineering*. 10(69): 231-238.
- Aljaber., M. Naile., S. Dossot., M. Ruby., C. 2015. Interlayer interaction in Ca-Fe Layered Double Hydroxide Intercalated With Nitrate and Chloride Species. *Journal Of Molucular Structur*. 11(02): 253-260.
- Alhamdani., Y., A. Hassim., M., H. Hurme., M. The Estimation Of Fugitive Gas Emissions From Hydrogen Production By Natural Gas Steam Reforming. *International Journal Hydrogen Energy*. 1(12): 1-10.
- Alonso, J. A., Cabria I. dan López, María J., 2012. The Storage of Hydrogen in Nanoporous Carbons, *Journal Mexican Chemica Society*.
- Amoo, L.M. and Fagbenle, R.L., 2014. An Integrated Impact Assessment of Hydrogen as a Future Energy Carrier in Nigeria's Transportation, Energy and Power Sectors. *International Journal of Hydrogen Energy*. 39: 12409-12433.
- Andreani., G., F. el al. 2016. Characterization Of Hidrpgen Storage Properties Of Mg-Fe-CNT Coposites Prepared by Ball Milling, Hot-Extrusion and Severe Plastic Deformation Methods. *International Journal Of Hydrogen Energy*. 11(31): 1-7.
- Ayesh., A, I. Linear Hydrogen Gas Sensors Based On Bimatallic Nanoclusters. *Journal Of Alloys And Compounds*. 6(89): 1-5.
- Bi, X., Zhang, H., and Dou, L. 2014. Layered Doble Hydroxide-Based Nanocarriers for Drug Delivery. *Pharmautics*. 6(2): 298-332.
- Bird, T. 1993. *Kimia Fisika untuk Universitas*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama
- Cao, Y., Zhao, Y., and Jiao, Q., 2010. Fe-Based Catalyst from Mg/Fe Layered Double Hydroxides for Preparation of N-Doped Carbon Nanotubes. *Materials Chemistry and Physics*. 122(2): 612-616.



- Derrick, M. R., Dustan, S., Landry., and James, M. 1999. *Infrared Spectroscopy in Conversation Science*. The Getty Conservation Institute: Los Angeles.
- Dolidovich, I., and Palkovits, R., 2015. Structure Performance Corelation of Mg/Al Hydrotalcite Catalysis for the Isomeration of Glucose Into Fructose. *Journal of Chemistry*. 92(7) : 1234-1239.
- Dzulfahmi, A. 2012. Simulasi Dinamika Molekular Adsorpsi Hidrogen Pada Carbon Nanutbe (CNT) Dengan Variasi Panjang. *Skripsi*. Fakultas Teknik: Universitas Indonesia.
- Elmoubarki., R. et al. 2017. Ni/Fe and Mg/Fe Layered Double Hydroxides and Their Calcined Derivatives: Preparation, Characterization and Application On Textile Dyes Removal. *Journal of Meterials Research and Technology*. 1(1): 1-13.
- Ensafi, A.A., Jafari-Asl, M., Nabiyan, A., Rezaei, B., Dinari, M. 2016. Hydrogen Storage in Hybrid of Layered Double Hydroxides/Reduced Graphene Oxide Using Spillover Mechanism, *Energy*, 99, 103-114.
- Giyatmi. 2008. *Penurunan Kadar Cu, Cr Dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak Di Kota Agede Setelah Diadsorpsi Dengan Tanah Liat Dari Daerah Godean*. Jurnal seminar Nasional IV. Yogyakarta.
- Gunawan, B dan Azhari, D, C. 2011. *Karakterisasi Spektrofotometri I R dan Scanning Electron Microscopy (S E M) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (P E G)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hassannia, S., and Yadollahi, B. 2015. Zn-Al LDH Nanostructure Pillared by Fe Subtituted Keggin Type Polyoxometalate: Synthetic and Characterization. *Polyhedron*. 99: 260-265.
- Huda, N. 2013. Penentuan Kapasitas Produksi Hidrogen Dari Perengkahan Air Berdasarkan Distribubusi Klaor RGTT-KOGENERASI. *Sigma Epsilon ISSN 0853-9103*. 17(2): 54-61.
- Jia, Y ., Fang, Y., Zhang, Y., Miras, H, N., and Song, Y, F. 2015. Classical Keggin Intercalated into Layered Double Hydroxides: Facile Preparation and Catalytic Efficiency in Knoevenagel Condensation Reactions. *Chemistry A European Journal*, 21, 14862-14870.
- Kang, D., Yu, X., Tong, S., Ge, M., Zuo, J., Cao, C., and Song, W. 2013. Performance and mechanism of Mg/Fe layered double hydroxides for fluoride and arsenate removal from aqueous solution. *Journal Chemical Engineering*. 228: 731–740.

- Kovanda, F., Jindova, E., Dousova, B., Kolousek, D., Plestil, J., and Sedlakova, Z. 2010. Layered Double Hydroxide Intercalated with Organic Anions and Their Application in Preparation of LDH/Polymers Nanocomposites *Acta Geodynamica et Geomaterials*. 6 (1) : 111-119.
- Kroschwitz, J. 1990. *Polymer Characterization and Analysis*. Canada: University of Alberta.
- Kurniady, A., Putra, Y, S., Faryuni., I., D. Studi Analisis Pengaruh Suhu, Tekanan dan Ukuran Pori Graphene Terhadap Dinamika Molekular Adsorpsi Hidrogen. *Jurnal Prisma Fisika*. 2(2): 49-56.
- Kaur, M., and Pal, K. 2016. An Investigation For Hydrogen Storage Capability of Zirconia-Reduced Graphene Oxide Nanocomposites. *International Journal of Hydrogen Energy*. 41(47): 21861-21869.
- Ladewig, K., Xu, p., Z., & Lu., M., Q., G. 2009. Layered Double Hydroxide Nanoparticles In Gene And Drug Delivery. *Expert Opin*. 6(9): 907-922.
- Leofanti, G., Tozzola, G., Padavon, M., Petrini, G., Bordiga, S., and Zecchina, A. 1997. Catalyst characterization: characterization techniques *Catalysis Today*. 34: 329-352.
- Oh, H., Maurer, S., Balderas-Xicohtencai, R., Arnold, L., Magdysyuk, O.V, Schutz, G., Muller, U., and Hirscher, M., 2017. Efficient Synthesis For Large-Scale Production and Characterization For Hydrogen Storage of Ligand Exchanged MOF-74/174/184-M (M= Mg<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>). *International Journal of Hydrogen Energy*. 42(2): 1027-1035.
- Porier, E. 2004. Storage of Hydrogen on Single Walled Carbon Nanotube and Other Carbon Nano. *Journal Application Physics*. 961- 967.
- Ren, J., Musyoka, N.M., Langmi, H.W., North, B.C., Mathe, M., Kang, X., and Liao, S., 2015. Hydrogen Storage in Zr-Fumarate MOF. *International Journal of Hydrogen Energy*. 40(33): 10542-10546.
- Richardson, J.T. 1989. *Principles of Catalyst Development*. Plenum Press: New York.
- Roy, P., and Das, N. 2017. Ultrasonic Assisted Synthesis of Bikitaita Zeloid: A Potential Material For Hydrogen Storage Application, *Ultrasonic Sonochemistry*, 36, 466-473.
- Sadhasivam, T., Kim, H-T., Jung, S., Roh, S-H., Park J-H., and Jung, H-Y., 2017. Dimensional Effect of Nanostructured Mg/MgH<sub>2</sub> For Hydrogen Storage Applications: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 72: 523-534.

- Sartono, A. 2006. Difraksi Sinar XRD. *Tugas Akhir Matakuliah Proyek Laboratorium Departement Fisika FMIPA*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Schechter, I., Barzilai, I., and Bulatov, V. 1997. Online Remote Prediction of Gasoline Properties by Combined Optical Method. *Analytica Chimica Acta*. 339: 193-199.
- Srinivas G., Zhu Y., Piner R., S. Neal, E. Mark dan R. Rod. 2009. Synthesis Of Grapheme Like Nano Sheets and Their Hydrogen Adsorption Capacity. *Carbon*.
- Sukardjo. 2002. kimia fisika. Rineka cipta. Yogyakarta.
- Sun, Y. 2007. Impact Of Supercritical Adsorption Mechanism On Research Of Hydrogen Carrier. *Chinese Science Bulletin*. 1146-1152.
- Umardani, Y. 2016. *X-Ray Fluoresence (XRF)*. <http://lppt.ugm.ac.id/Posts/read/16>. Diakses pada tanggal 4 Mei 2018.
- Utomo, S. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dengan Aktivator NaOH. *Seminar Nasional Sain dan Teknologi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
- Vivi, S. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Kecepatan Putar Terhadap Adsorpsi Zirkonium Sulfat dalam Resin Penukar Anion menggunakan *Continuous Annular Chromatography (CAC)*. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
- Warren, E. 1969. *X-Ray Diffraction, Addittion-Wesley Public*: Messachssuset.
- Won, W., Kwon, H., Han, J-H., Kim, J. 2017. Design and Opration of Renewable Energy Sources Based Hydrogen Supply System: Technology Integration and Optimization, *Renewable Energy*, 103, 226-238.
- Zakaria. 2003. Analisis Kandungan Mineal Magnetik pada Batuan Beku dengan Metode X-Ray Difrraction. *Skripsi*. Kendari: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kendari.
- Zulkarnain. 2011. Material Penyimpan Hidrogen Sistem  $MgH_2-SiC$  yang Dipreparasi Melalui Rute Reaktif Mechanical Alloying. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Indonesia.