

**ADSORPSI GAS KARBON DIOKSIDA MENGGUNAKAN
ADSORBEN HIDROKSI LAPIS GANDA Ni/Al DAN Ni/Cr**

SKRIPSI

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



OLEH

FRISKA YUNITA LUMBAN TOBING

08031181419059

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

HALAMAN PENGESAHAN

**ADSORPSI GAS KARBON DIOKSIDA MENGGUNAKAN
ADSORBEN HIDROKSI LAPIS GANDA Ni/Al DAN Ni/Al**

SKRIPSI

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

Oleh:

FRISKA YUNITA LUMBAN TOBING

08031181419059

Indralaya, Agustus 2018

Pembimbing I



Prof. Aldes Lesbani, Ph.D

NIP. 197408121998021001

Pembimbing II



Nurlisa Hidayati, M.Si

NIP. 197407212001121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

Universitas Sriwijaya

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Adsorpsi Gas Karbon dioksida Menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juli 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Inderalaya, Agustus 2018

Ketua:

1. Prof. Aldes Lesbani, Ph.D

NIP. 197408121998021001

Anggota:

2. Nurlisa Hidayati, M.Si

NIP. 197211092000032001

3. Dr.rer. nat. RisfidianMohadi, M.Si


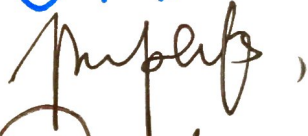



NIP. 197711272005011003

4. Dr. Suheryanto, M.Si

NIP. 196006251989031006


5. Dr. Heni Yohandini, M.Si

NIP. 196903261994122001


()
()
()
()
()

Mengetahui,

Dekan FMIPA


Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan


Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Friska Yunita Lumban Tobing
NIM : 08031181419059
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, Agustus 2018



Penulis

Friska Yunita L Tobing
NIM. 08031181419059

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

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

Nama Mahasiswa : Friska Yunita Lumban Tobing

NIM : 08031181419059

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: “Adsorpsi Gas Karbon Dioksida menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr”. 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, Agustus 2017

Yang menyatakan



Friska Yunita Lumban Tobing

NIM. 080311814190059

MOTTO

- 🌸 Berbahagialah orang-orang yang hidupnya tidak bercela, yang hidup menurut taurat Tuhan (Mazmur 119 : 1)
- 🌸 Mintalah maka akan diberikan kepadamu carilah maka kamu akan mendapat; ketoklah maka pintu akan dibukakan bagimu (Matius 7 : 7)
- 🌸 *It is the LORD who goes before you. He will be with you; he will not leave you or forsake you. Do not fear or be dismayed* (Deuteronomy 31 : 6)
- 🌸 Inti dari kehidupan adalah mengucap syukur (Pika)

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- 🌸 Tuhan Yesus Kristus pemilik kehidupanku
- 🌸 Papa, Mama, Adek Yensen yang selalu mendukung dan mendoakan
- 🌸 Pembimbing 1 Prof. Aldes Lesbani, Ph.D dan Pembimbing 2 Nurlisa Hidayati, M.Si. yang selalu memberikan ilmu dan motivasi
- 🌸 Semua orang yang ku kasihi
- 🌸 Almamaterku Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan, segala puji bagi Tuhanku Yesus Kristus yang telah mengkaruniakan berkat dan kasih karunia-Nya sehingga atas izin-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Adsorpsi Gas Karbon Dioksida Menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr”.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam melaksanakan penelitian sampai terwujudnya skripsi ini penulis telah banyak mendapat bimbingan, pengarahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada **Bapak Prof. Aldes Lesbani, Ph.D dan Ibu Nurlisa Hidayati, M.Si** selaku pembimbing yang memberikan pengarahan, bimbingan dengan penuh kesabaran, perhatian, ikhlas telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran hingga tersusunnya skripsi ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dana PNBP Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian ini.
2. Bapak Dr. Suheryanto, M.Si., Ibu Dr. Heni Yohandini , M. Si, dan Bapak Dr.rer.nat.Risfidian Mohadi,M.Si. sebagai dosen pembahas yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan saran hingga tersusunnya skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si. selaku Pembimbing Akademik penulis.
4. Bapak Drs. Muhammad Irfan, M.T. selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya
5. Bapak Dr. Dedi Rohendi M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
7. Orang tuaku tercinta (**Papa *Jhonny Lumbantobing* dan Mama *Rutna Tampubolon***) terhebat yang selalu ada saat susah atau suka, menerima, memberi motivasi, memberi kasih sayang serta doa yang paling tulus.

8. *My lovely brother Yensen Lumbantobing* yang selalu mendukung, membantu dan mengerti setiap apa yang ku kerjakan. Terimakasih untuk setiap canda, tawa, pertengkaran, petemanan, persahabatan, yang selama ini kita lalui berdua.
9. Keluarga, baik yang jauh maupun dekat (Opung, Nantulang/Tulang, Amangboru/Bou, Uda/Inanguda, Paktua/Maktua, Sepupu)
10. Penghuni Lab cantik (Riza Antini, Lavini Indwi S, Ade Nopitasari, Wini Nafisyah, Yuriska Utagi, Nyayu Umu Hanni, Leny Lismayanti, Dwi Rahma Apriliani, Tirta Sari Hardiyanti, Helda, Mia Trianita, Afifah Rahma Dian, Maulidya Jayatri, Kak Neza Rahayu Palapa, S.Si) terimakasih untuk kebersamaan selama ini dalam saling melengkapi, saling menjaga, saling mensupport, saling mengajari, semoga kebersamaan selama ini dapat mejadi kenangan dihari-hari mendatang.
11. Kelompok Kecilku (KK BaPer) Bawa Perubahan Kak Rony Judita Siagian, S.Si., Gusti Pratiwi Lumbanraja, Poppy G Tarigan terimakasih telah menjadi keluarga dalam Kristus yang selalu mendoakanku untuk apapun setiap pegumulanku dan sukacitaku kira dimana pun kita berada akan selalu terhubung dalam kasih Kristus.
12. KTB (Kelompok Tumbuh Bersama) LOG Kak Magdalena Panggabean, S.T., Gusti Pratiwi Lumbanraja, Cathline Limbong terimakasih untuk setiap doa, support, dan kebersamaan yang boleh kita nikmati dalam Kristus. Serta bang Welly Very Sagala, A.Md., Grace Marpaung, Pascal Tarigan terimakasih sudah menjadi keluarga ku bersama satu PKK.
13. Sahabat SMP “Serengo” (Ropita Pahtsia Tinambunan, A.Md., Ria Afriany, A.Md., Fransisca Mawaarni Napitupulu S.Kep) terimakasih buat support kalian selama bertahun-tahun mulai dari SMP sampai sekarang kira persahabatan kita kekal sampai selamanya.
14. Sahabat SMA (Nora Octaviany, S.IP., Siti Nadhilah Ferbrianty, Idris Idul Putra) terima kasih mulai dari SMA selalu bersama-sama mendukung dan support saling mengajari dalam berbagai hal dan menerima ku apa adanya.
15. Mikha Meilinda Christina Barus, S.Si dan Vrysa Noveline Siahaan, S.Si terimakasih banyak untuk kebersamaan selama 3,5 tahun buat (Mike) dan

Selama ku di unsri (icak) banyak kenangan yang baik dan tidak terlupakan yang kita lalui bertiga selama kuliah. Terimakasih untuk kebiasaan berdoa bersama yang selalu kita lakukan. Semoga melalui gelar sarjana yang kita dapatkan kita semakin menyadari bahwa Tuhan segalanya dalam hidup kita. Buat Yuni Marcelina Sianipar, terimakasih telah jadi sahabatku di jurusan kimia, akhirnya nik kita sampai pada titik Mahasiswa akhir berkat Tuhan nian bisa sampai titik ini tetap semangat mejalani studimu dan penelitianmu aku yakin aka nada waktu Tuhan yg terbaik untukmu. Tetaplah semangat dan berdoa God always bless you.


16. Teman-teman kimia 2014 terutama kelas ganjil terimakasih untuk kelas ternyaman selama kuliah yang telah kita ciptakan. Btw aku absen semua ini seangkatan leny, riska, tirta, dwi, lidya, fiul, putri agustina, rama, resta, mirae, della, lisa, ito hasian (robi), oom (rio), rona, wini, ade, yuri tetew, cek anin, marini, meimei, cia, rijak, vini, anisa, aria, ariyanti, bella, claudia, firda, galuh, getari, hengki, hensan, miatun, lulu, ulfa ganjil, musdah, ninu, putri andani, ikik, apah, uswa, nita, pipeh, dzul, ayu, dia, dewi, eka, ical, helda, ikhsan, emak, lulu mia, yuk ratih, nekno (retno), teteh sari, ulfa nadya yesung, winda, aan, muthia).
17. Kakak tingkat terbaik (Bang Martin, Bang Donny, Bang Daniel, Tulang Roy, kakk asuhku Rini Sembiring, S.Si, kak Mitra, kak Monic, Kak Santa, Kak Lora, Ayuk Hasja).
18. Adik-adik tingkat MIKI 2015 (Vero, Theres, Yuli, Vilan, Linda kecil, Novia, Virli, Jeri, Mijik, Danil, Gelbi, dll), MIKI 2016 (Kristina, Irwan, dll), dan MIKI 2017(Jujuk, Nadya, Yohana, Ramdan, Apersi, dll) terimakasih untuk kebersamaan selama ini dan supportnya untuk kak Pika.
19. Kak Tarmizi T, S.Si yang selalu membantu saat kesulitan dalam penelitian dan kak Dedi Iskandar S.HI asisten Lab. Riset Terpadu Pascasarjana Universitas Sriwijaya yang selalu membuat suasana menjadi ceria di lab Ceria Pasca Sarjana.
20. Mbak Novi yang tersayang dan kak Iin yang baik hati selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu kelancaran proses tugas akhir ku, mengurus surat-surat dll.

21. Zwolf Voice, Remaja Naposobulung HKBP Sukarami, Perkantas Palembang, PO Getsemani, PMK Palembang dan Inderalaya terimakasih untuk support kalian semua terkhusus dalam DOA terimakasih telah menjadi wadah persekutuanaku, pelayananku, dan wadahku untuk belajar kebenaran Firman Tuhan.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini, begitu pula dalam penulisannya. Oleh karena itu, penulis akan sangat berterimakasih 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, Agustus 2017

Penulis,



Friska Yunita Lumban Tobing

NIM. 08031181419059

SUMMARY

ADSORPTION CARBON DIOXIDE GAS USING ADSORBENT LAYERED DOUBLE HYDROXIDE Ni/Al AND Ni/Cr

Friska Yunita Lumban Tobing: Supervised by Prof. Aldes Lesbani, Ph.D and
Nurlisa Hidayati, M.Si

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sriwijaya University

xi + 66 pages, 1 tables, 18 pictures, 20 attachments

The adsorption of carbon dioxide gas using layered double hydroxide Ni/Al and Ni/Cr as adsorbent has been done. Layered double hydroxide Ni/Al and Ni/Cr were synthesized by coprecipitation method and characterized using FT-IR spectrophotometer, XRD and XRF. Characterization of layered double hydroxide Ni/Al using XRD appeared in diffraction angle (2θ) at 11.544° and 60.96° with basal spacing 7.659 \AA and 1.5186 \AA while in the layered double hydroxide Ni/Cr has (2θ) at 63.35° with basal spacing 1.4669 \AA . The result of characterization using FT-IR spectrophotometer showed Ni-O vibration on layered double hydroxide Ni/Al at wavenumber 840.96 cm^{-1} and Al-O at wavenumber 563.21 cm^{-1} . While layered double hydroxide Ni/Cr has vibration Cr-O at wavenumber 671.23 cm^{-1} and Ni-O at wavenumber 833.25 cm^{-1} . Characterization using XRF showed Ni/Al layered double hydroxide was successfully synthesized with the percentage of composition 72.01% while in the layered double hydroxide Ni/Cr percentage composition of 110.64%. Adsorption of carbon dioxide gas is carried out by pressure variation, carbon dioxide gas time variation, adsorbent mass variation, and variation of adsorbent size. Adsorption of carbon dioxide gas using Ni/Al layered double hydroxide has optimum adsorption at 5 bar pressure, optimum time 60 minutes, with mass as 2 gram, and 200 mesh adsorbent size with adsorption capacity of 529.82 mg/g. While for Ni/Cr layered double hydroxide has optimum adsorption at 2 bar pressure, optimum time 60 minutes, with mass as 2 gram, and 200 mesh adsorbent size with adsorption capacity equal to 514.4 mg/g. Ni/Al and Ni/Cr layered double hydroxide also used to adsorb LPG. Ni/Al and Ni/Cr layered double hydroxide more selectiv to adsorb carbon dioxide gas than LPG adsorption.

Keywords: Layered double hydroxide, adsorption, carbon dioxide gas

RINGKASAN

ADSORPSI GAS KARBON DIOKSIDA MENGGUNAKAN ADSORBEN

HIDROKSI LAPIS GANDA Ni/Al DAN Ni/Cr

Friska Yunita Lumban Tobing: Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani, Ph.D dan Nurlisa Hidayati, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xi + 66 Halaman, 1 Tabel, 18 Gambar, 20 Lampiran

Telah dilakukan penelitian adsorpsi terhadap gas karbon dioksida dengan menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr. Hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr disintesis dengan metode kopresipitasi dan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR, XRD dan XRF. Karakterisasi hidroksi lapis ganda Ni/Al menggunakan XRD menghasilkan sudut difraksi (2θ) pada $11,544^\circ$ dan $60,96^\circ$ dengan jarak antar layar sebesar $7,659 \text{ \AA}$ dan $1,5186 \text{ \AA}$ sedangkan pada hidroksi lapis ganda Ni/Cr sudut difraksi (2θ) muncul $63,35^\circ$ dengan jarak antar layar sebesar $1,4669 \text{ \AA}$. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR menunjukkan vibrasi M-O pada hidroksi lapis ganda Ni/Cr Ni-O pada bilangan gelombang $833,25 \text{ cm}^{-1}$ dan Cr-O pada bilangan gelombang $671,23 \text{ cm}^{-1}$. Sedangkan hidroksi lapis ganda Ni/Al Al-O pada bilangan gelombang $563,21 \text{ cm}^{-1}$ dan Ni-O pada bilangan gelombang $840,96 \text{ cm}^{-1}$. Karakterisasi menggunakan XRF menunjukkan keberhasilan proses sintesis hidroksi lapis ganda Ni/Al dengan persentase komposisi sebesar 72,01 % sedangkan pada hidroksi lapis ganda Ni/Cr komposisi persentase sebesar 110,64 %. Adsorpsi gas karbon dioksida dilakukan dengan variasi tekanan, variasi waktu gas karbon dioksida, variasi massa adsorben, serta variasi ukuran adsorben. Adsorpsi gas karbon dioksida menggunakan hidroksi lapis ganda Ni/Al memiliki adsorpsi optimum pada tekanan 5 bar, waktu optimum 60 menit, dengan massa sebanyak 2 gram, dan ukuran adsorben 200 mesh dengan kapasitas adsorpsi sebesar 529,82 mg/g. Sedangkan untuk hidroksi lapis ganda Ni/Cr memiliki adsorpsi optimum pada tekanan 2 bar, waktu optimum 60 menit, dengan massa sebanyak 2 gram, dan ukuran adsorben 200 mesh dengan kapasitas adsorpsi sebesar 514,4 mg/g. Hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr juga digunakan untuk mengadsorpsi LPG hasil adsorpsi menunjukkan bahwa hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr lebih selektif untuk mengadsorpsi gas karbon dioksida dibandingkan mengadsorpsi LPG.

Kata kunci: Hidroksi lapis ganda, adsorpsi, gas karbon dioksida

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Hidroksi Lapis Ganda.	5
2.1.1. Struktur Hidroksi Lapis Ganda	6
2.1.2. Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda.....	8
2.2. Adsorpsi	9
2.3. Karbon Dioksida	10
2.4. Karakterisasi	11
2.4.1. Spektrofotometer FT-IR	11
2.4.2. X-Ray Difraktometer (XRD)	14
2.4.3. X-Ray Fluorescence (XRF)	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
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 Ni/Al	18
3.3.2. Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	19
3.3.3. Studi Adsorpsi Karbon Dioksida Variasi Waktu, Berat, dan Tekanan dengan Sistem Batch.....	19
3.3.3.1 Variasi Tekanan Gas Karbon Dioksida	19
3.3.3.2 Variasi Waktu Gas Karbon Dioksida	20
3.3.3.3 Variasi Massa Adsorben pada Adsorpsi Karbon Dioksida..	20
3.3.3.4 Variasi Ukuran Adsorben pada Adsorpsi Karbon Dioksida	20
3.3.4. Selektivitas Adsorpsi Gas Karbon Dioksida Terhadap LPG menggunakan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr	21
3.3.5. Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Karakterisasi Material Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Menggunakan Difraksi Sinar X	23
4.2 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Menggunakan FT-IR	24
4.3 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Menggunakan <i>Fluoresence</i> Sinar-X	25
4.4 Karakteristik adsorpsi gas karbon dioksida menggunakan material hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr	27
4.4.1. Pengaruh Tekanan gas	27
4.4.2. Pengaruh waktu adsorpsi.....	28
4.4.3. Pengaruh massa adsorben	29
4.4.4. Pengaruh ukuran adsorben	30

4.5 Seletivitas Adsorpsi Gas Karbon Dioksida Terhadap <i>Liquefied Petroleum Gas</i> (LPG) Menggunakan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr	31
4.6 Karakterisasi Material Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Setelah Adsorpsi Gas Karbon Dioksida Menggunakan Spektrometer FT-IR	33
BAB V KESIMPULAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL**Halaman**

Tabel 1.	Data komposisi hidroksi lapis ganda Ni/Al Ni/Cr menggunakan <i>Fluoresence Sinar-X (XRF)</i>	26
----------	---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema Struktur Hidroksi Lapis Ganda	7
Gambar 2. Skema alat spektroskopi FT-IR.....	12
Gambar 3. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Al.....	13
Gambar 4. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Cr.....	14
Gambar 5. Skema Kerja XRD	15
Gambar 6. Pola XRD hidroksi lapis ganda Ni/Al.....	16
Gambar 7. Pola XRD hidroksi lapis ganda Ni/Cr.....	16
Gambar 8. Pola difraksi XRD hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr	23
Gambar 9. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr.....	25
Gambar 10. Grafik XRF hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr	27
Gambar 11. Pengaruh tekanan adsorpsi gas karbon dioksida terhadap hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr.....	28
Gambar 12. Pengaruh waktu adsorpsi gas karbon dioksida terhadap hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr.....	29
Gambar 13. Pengaruh massa adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr terhadap gas karbon dioksida	30
Gambar 14. Pengaruh ukuran adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr terhadap adsorpsi gas karbon dioksida.....	31
Gambar 15. Selektivitas Adsorpsi Gas Karbon Dioksida terhadap Gas Liquefied Petroleum Gass Menggunakan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al.....	32
Gambar 16. Selektivitas Adsorpsi Gas Karbon Dioksida terhadap Gas Liquefied Petroleum Gass Menggunakan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr.....	33
Gambar 17. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Al sebelum dan setelah adsorpsi menggunakan gas karbon dioksida.....	34
Gambar 18. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Cr sebelum dan setelah adsorpsi menggunakan gas karbon dioksida.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Al.....	44
Lampiran 2. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda Ni/Cr.....	45
Lampiran 3. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda Ni/Al	46
Lampiran 4. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda Ni/Cr.....	46
Lampiran 5. Data digital komposisi XRF hidroksi lapis ganda Ni/Al	46
Lampiran 6. Data digital komposisi XRF hidroksi lapis ganda Ni/Cr	46
Lampiran 7. Data digital spektrum XRF hidroksi lapis ganda Ni/Al	47
Lampiran 8. Data digital spektrum XRF hidroksi lapis ganda Ni/Cr	48
Lampiran 9. Data variasi tekanan material hidroksi lapis ganda Ni/Al gas CO ₂	49
Lampiran 10. Data variasi waktu material hidroksi lapis ganda Ni/Al gas CO ₂	50
Lampiran 11. Data variasi massa material hidroksi lapis ganda Ni/Al gas CO ₂	51
Lampiran 12. Data variasi ukuran material hidroksi lapis ganda Ni/Al gas CO ₂	52
Lampiran 13. Data variasi tekanan hidroksi lapis ganda Ni/Cr gas CO ₂	53
Lampiran 14. Data variasi waktu material hidroksi lapis ganda Ni/Cr gas CO ₂	54
Lampiran 15. Data variasi massa material hidroksi lapis ganda Ni/Cr gas CO ₂	55
Lampiran 16. Data variasi ukuran material hidroksi lapis ganda Ni/Cr gas CO ₂	56
Lampiran 17. Data selektivitas gas LPG terhadap material hidroksi lapis ganda Ni/Al	57
Lampiran 18. Data selektivitas gas LPG terhadap material hidroksi lapis ganda Ni/Al	58
Lampiran 19. Karakterisasi Vibrasi imfrared senyawa organik.....	59
Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksi lapis ganda merupakan material berlapis yang terdiri dari hidroksida logam campuran yang memiliki muatan positif dan anion antar lapisan yang dapat bertukar (Kim *et al*, 2014). Hidroksi lapis ganda memiliki rumus umum $[M^{2+}_{(1-x)}M^{3+}_x(OH)_2]^{x+} \cdot A^{n-}_{-x/n} \cdot mH_2O$ dengan M^{2+} berupa kation divalent seperti (Ni^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) dan M^{3+} berupa kation trivalen seperti (Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{3+} , Cr^{3+}) yang dapat saling tersubstitusi dan dinetralkan oleh anion seperti (NO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , OH^- , SO_4^{2-}) maupun molekul air di dalam interlayer (Ladewig *et al*, 2009).

Hidroksi lapis ganda jarang ditemukan di alam tetapi mudah disintesis dan tidak memerlukan biaya yang mahal untuk sintesis (Wright, 2002). Jing He *et al* (2005) menyatakan ada beberapa metode yang digunakan untuk sintesis hidroksi lapis ganda, antara lain sintesis hidrotermal, elektrokimia, pertukaran anion, dan sintesis langsung dengan kopresipitasi. Metode yang paling sering digunakan untuk sintesis hidroksi lapis ganda adalah metode sintesis kopresipitasi secara langsung. Metode ini juga disebut sebagai metode pengendapan. Metode kopresipitasi secara langsung banyak dipilih karena tidak ditemui kesulitan dalam pencegahan kontaminasi dari karbon dioksida pada daerah interlayer (Newman *et al*, 1998).

Hidroksi lapis ganda memiliki beberapa kelebihan diantaranya luas permukaan yang besar, memiliki kemampuan menukar anion, proses pembuatan yang mudah dan biaya yang murah, serta mampu diregenerasi sebagai adsorben kembali setelah digunakan karena mempunyai kemampuan *memory effect* (Duan *et al*, 2016). Penelitian menggunakan hidroksi lapis ganda telah banyak dilakukan. Peng *et al* (2014) menggunakan material hidroksi lapis ganda Mg/Fe untuk mengadsorpsi arsen di dalam air. Zhang *et al* (2012) juga menggunakan Ca/Al sebagai material hidroksi lapis ganda untuk mengadsorpsi zat warna metilen orange.

Hidroksi lapis ganda sebagai adsorben digunakan untuk mengadsopsi fluida baik dalam bentuk larutan maupun gas. Penelitian tentang adsopsi hidroksi lapis ganda mengadsopsi larutan telah banyak dilakukan seperti beberapa penelitian di atas. Namun, penelitian adsorpsi gas dengan menggunakan hidroksi lapis ganda belum banyak dilakukan. Salah satu gas yang telah banyak dilakukan penelitian yaitu gas karbon dioksida, namun penelitian gas karbon dioksida menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda belum banyak diteliti.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode adsorpsi. Metode adsorpsi dinilai metode yang relatif lebih murah, lebih mudah dilakukan dan lebih hemat waktu (Martin dkk., 2010). Pada sistem adsorpsi, material penyerap atau adsorben adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan larutan atau gas di dalamnya. Beberapa jenis adsorben yang digunakan dalam kajian adsorpsi gas di antaranya yaitu zeolit (Saleh dkk., 2015); karbon aktif (Martin dkk., 2010); dan *silica gel* (Wang *et al.*, 2012).

Beberapa penelitian tentang penyerapan gas CO₂ diantaranya dengan menggunakan adsorben berupa mikroalga (Purba, 2011; Santoso, 2011), air laut (Morse, 1997; Fang, 2010), batu bara (Mursito, 2011), limbah semen (Bocheńczyk, 2011), mineral Serpentine (Alexander, 2008), mineral Olivine (O'Connor, 2001), mineral Wollastonite (Huijgen, 2006), mineral Magnesium Silikat (Zevenhoven, 2001). Widyastuti dkk (2013) menggunakan karbon aktif memiliki kapasitas adsorpsi CO₂ sebesar 6,1%. Pamurtya (2016) menggunakan zeolit memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 0,25 mmol CO₂/g adsorben. Surbakti (2016) menggunakan hidroksi lapis ganda Mg/Al yang memiliki kapasitas adsorpsi CO₂ sebesar $2,98 \times 10^{-4}$ mol g⁻¹. Surbakti (2016) melakukan sintesis hidrotalsit Mg/Al dengan metode kopresipitasi dan aplikasinya sebagai adsorben CO₂.

Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan proses penyerapan gas CO₂ dengan menggunakan material hidroksi lapis Ni/Al dan Ni/Cr. Dimana Al dan Cr sebagai trivalen (M³⁺) yang digunakan untuk melihat perbedaan antara logam Ni sebagai divalen (M²⁺) yang digunakan sebagai anion yang akan menyeimbangkan antar lapisannya. Nikel mempunyai sifat keras, mudah ditempa, sedikit ferromagnetis, dan merupakan konduktor yang baik terhadap panas dan listrik.

Aluminium merupakan konduktor [listrik](#) yang baik, ringan, kuat, konduktor yang baik, dapat ditempa, dan tahan terhadap [korosi](#). Kromium pada keadaan oksidasi III adalah yang paling stabil, dan sejumlah besar krom (III) senyawa yang diketahui memiliki titik lebur yang tinggi, sedang ekspansi termal, dan stabil struktur kristal. Dari beberapa sifat nikel, aluminium, dan kromium tersebut diharapkan dengan sifat-sifat tersebut hidroksi lapis ganda hasil sintesis akan menghasilkan kemampuan mengadsorpsi yang baik.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis material hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dengan perbedaan tingkat oksidasi +2 dan +3. Sintesis hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dilakukan untuk mempelajari efek M^{2+} dan M^{3+} dalam hidroksi lapis ganda. Pada aplikasinya sebagai adsorben, hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr diharapkan memiliki jarak antar lapisan yang tinggi dan mampu mengadsorpsi gas karbon dioksida secara sempurna dan efektif pada sistem batch dengan optimal yang ditunjukkan berdasarkan parameter adsorpsi dengan variasi tekanan, variasi waktu, variasi berat adsorben dan variasi ukuran adsorben.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sintesis hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dapat dilakukan sehingga mampu mengadsorpsi gas karbon dioksida ?
2. Apakah hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dapat menyerap karbon dioksida secara optimal dengan menggunakan sistem batch pada variasi waktu, variasi tekanan, variasi berat, dan variasi ukuran adsorben ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Sintesis material hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dengan metode kopresipitasi. Karakterisasi menggunakan analisis XRD untuk melihat difraksi dan jarak antar layer, identifikasi dengan spektrofotometer FTIR untuk menunjukkan gugus fungsi pada material hidroksi lapis ganda, serta XRF untuk menganalisis komposisi pada material hidroksi lapis ganda.
2. Adsorpsi gas CO_2 menggunakan hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dengan sistem *batch* dengan variasi waktu, variasi tekanan, variasi berat, dan variasi ukuran adsorben.

3. Adsorpsi gas karbon dioksida dan LPG menggunakan variasi waktu, variasi tekanan, variasi berat, dan variasi ukuran adsorben untuk melihat selektifitas dari gas karbon dioksida dan LPG.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui penggunaan hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr sebagai adsorben gas CO₂. Hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr diharapkan memiliki kapasitas adsorpsi gas CO₂ yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammam, M. 2000. Polyoxometalates: Formation, Structures, Principal Properties, Main Deposition Methods and Application in Sensing. *Journal of Materials Chemistry A*. 1-57.
- Anam, Choirul., Sirojudin. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. *Berkala Fisika*. Vol 10(1): 79 –85.
- Alexander, G. 2008. Serpentine and single stage mineral carbonation for the storage of carbon dioxide. *Enero*. 6(1): 7-10.
- Arco, M. D., Gutierrez, S., Martin, C., Rives, V. 2003. Intercalation of $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ Complex in Mg,Al Layered Double Hydroxides. *Inorganic Chemistry Article*. 42(1): 4232-4240.
- Arnas. 2008. Kapasitas Penyerapan CO_2 pada Karbon Aktif yang Berasal dari Batu Bara Sumatera Selatan dengan Tekanan Maksimum 2,3 bar. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Basuki, K, T. 2007. Penurunan Konsentrasi CO dan NO_2 pada Emisi Gas Buang menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO_2 : *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. 1(2): 57
- 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*. Cetakan ke-2. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Brisdon, A. K. 1998. *Inorganic Spectroscopic Methods*. New York: Oxford University Press.
- Bocheńczyk, A. U. 2011. Mineral sequestration of CO_2 with the use of cement waste. *Energy Procedia* 4: 2855-2860.
- Buckingham, P. 1964. Fluor Solvent Process Plants: How They are Working. *Hydrocarbon Process*. 4(3):113.
- Cavani, F., Trifiro, F., Vaccari, A. 1991. *Hydrotalcite-Type Anionic Clays : Preparation, Properties and Applications*. Amsterdam : Elsevier Science Publishers.
- Cao, D., Zeng, H., Yang, B Zhao, X. 2010. Mn Assited Electrochemical Generation of Two-Dimensional Fe-Mn Layered Double Hydroxides for Efficient Sb(V) Removal. *Journal of Hazardous Materials*. 1(1) : 1-37.
- Centi, F and Perathoner H, C. 2008. In Vitro Antioxidant Acivity and In Vivo Antifague Effect of Layered Double Hydroxyde Nanoparticles as Delivery Vehicles for Folic Acid. *International Journal of Nanomedicine*. 9 : 5701-5710.

- Chang, H. M., Chung, M. J., Kim, M.J., Park, S. B., 2010. Integrated Cryogenic System for CO₂ Separation and LNG production from Landfill Gas. *Journal Physics-Chemistry*. American Institute of Physics.
- Chiu, S.Y., Kao, C.Y., Chen, C.H., Kuan, T.C., Ong, S.C., and Lin, C.S. 2008. Reduction of CO₂ by a high-density culture of *Chlorella* sp. in a semicontinuous photobioreactor, *Bioresour. Technol.* 9(9). 3389-3396.
- Chiu, S.Y., Kao, C.Y., Tsai, M.T., Ong, S.C., Chen, C.H., and Lin, C.S. 2009. Lipid accumulation and CO₂ utilization of *Nannochloropsis oculata* in response to CO₂ aeration, *Bioresour Technol.* 100(1). 833-838.
- de Morais, M.G. and Costa, J.A. 2007a. Isolation and selection of microalgae from coal fired thermoelectric power plant for biofixation of carbon dioxide. *Energy Convers. Manage.*, 4(8). 2169-2173.
- de Morais, M.G. and Costa, J.A. 2007b. Biofixation of carbon dioxide by *Spirulina* sp. And *Scenedesmus obliquus* cultivated in a three-stage serial tubular photobioreactor, *J. Biotechnol.*, 12(9). 439-445.
- de Morais, M.G. and Costa, J.A. 2007c. Carbon dioxide fixation by *Chlorella kessleri*, *C. vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina* sp. cultivated in flasks and vertical tubular photobioreactors, *Biotechnol. Lett.*, 2(9). 1349-1352.
- Dote, Y. 1994. Hydrocarbon-Rich Microalgae by Thermochemical Liquefaction. *Recovery of Liquid Fuel.* 7(3): 1855-1857.
- Duan, S., Ma, W., Cheng, Z., Zong, P., Sha, X., and Meng, F. 2016. Preparation of Modified Mg/Al Layered Double Hydroxide in Saccharidesystem and Its Application to Remove As(V) from Glucose Solution. *Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng. Aspects.* 490: 250–257.
- Duan, X., Lu, Jun., Evans, D.G., 2011. Assembly Chemistry of Anion-intercalated Layered Materials. *Journal Modern Inorganic Synthetic Chemistry.* 5(2) : 375-402.
- Edward Tandy. Ismail Fahmi Hsb. Hamidah Hrp. 2012. Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas Dalam Air. *Jurnal Teknik Kimia USU.* 1(2).123-125.
- Fang, Y. 2010. *Characteristics of CO₂ Sequestration In Saline Aquifers.* *Pet. Sci.* 7. 83-92.
- Fritzsche, A., J. Kurz. 1990. The separation of gases by membrans. *Handbook of industrial membran technology porte.* 4(1): 559-593.
- Guo, Y., Zhu, Z., Qiu, Y., Zhao, J. 2013. Synthesis of Mesoporous Cu/Mg/Fe Layered Double Hydroxide and Its Adsorption Performance for Arsenatein Aqueous Solutions. *Journal of Environmental Sciences.* 25(5): 944-953.

- Harvey, D. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. United States : The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Huijgen. W, J, J. 2006. Mechanism of Aqueous Wollastonite carbonation as a possible CO₂ sequestration process. *Chemical Engineering Science*.
- Jaiswal, A., Chattopadhyaya, M. C. Synthesis and Characterization of Novel Co/Bi-Layered Double Hydroxides and Their Adsorption Performance for Lead in Aqueous Solution. *Arabian Journal of Chemistry*. 1(1): 1-7.
- Jeon, S., Lei, J., and Kim. 2008. Dye Adsorption Characteristic of Alginate/Polyaspartate Hydrogels. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 14: 726-738.
- Jing, He., Ming, Wei, Bo., Li, Yu, Kang., David G. Evan, and Xue Daun. 2005. Preparation of Layered Double Hydroxides. *Struct Bond*, 1(19):89-119.
- Joseph, P. H. 1999. Teaching NMR Using Online Textbooks. *Journal Molecules* 4(12): 353-365.
- Jobbágy, Matías., Miguel, A, B., Alberto, E, R. 2007. Homogeneous precipitation of layered Ni(II)–Cr(III) double hydroxides. *Journal of Colloid and Interface Science*. 30(9). 73-75.
- Kim, T. H., Lee, J.A., Choi, S., J., Oh, J, M., 2014. Polymer Coated CaAl-Layered Double Hydroxide Nanomaterials for Potential Calcium Supplement. *International Journal of Molecular Science*. 15(1) : 22563-22579.
- Kuang, Y., Zhao, L., Zhang, S., Zhang, F., Dong, M., Xu, S., 2010. Morphology, Preparation, and Application of LDH Micro/Nanostructure. *Materials*. 3 : 5220-5235.
- Kubo, D., Kiyoharu, T., Akitoshi, H., Masahiro T. 2012. Improvement of electrochemical performance in alkaline fuel cell by hydroxide ion conducting NiAl layered double hydroxide. *Journal of Power Sources*. Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University.
- Kusminingrum, N. 2008. Potensi Tanaman dalam Menyerap CO₂ dan CO untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. *Jurnal Permukiman*. 3(2):97-98.
- Ladewig, K., Xu, Z.P., and Lu, G.Q.M. 2009. *Layered Double Hydroxides Nanoparticles in Gene and Drug Delivery: A Review*. Australia: Univeristy of Queensland.
- Lambert, J.B. and Mazolla, E.P. 2004. *Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy: An Introduction to Principles, Applications, and Experimental Methods*. Pearson Education.
- Lu, Y., Jiang, B., Fang, L., Ling, F., Gao, J., Wu, F., Zhang, X. 2016. High Performance NiFe

- Layered Double Hydroxide for Methyl Orange Dye and Cr(VI) Adsorption. *Chemosphere*. 152 (1): 415-422.
- Leofanti, G., Tozzola, G., Padavon, M., Petrini, G., Bordiga, S., and Zeechina, A. 1997. Catalyst characterization: characterization techniques. *Catalysis Today*. 34: 329-352.
- Liu, Huili., Tinting, Yu., Dongqin, Su., Zehua, T., Junhao, Z., Yuanjun, Liu., Aihua, Yuan., and Qinghong, K. 2013. Ultrathin Ni-Al layered double hydroxide nanosheets with enhanced supercapacitor performance. *Journal Ceramics International*. 8(5): 3-4.
- Ma'mun, S. 2005. Selection and characterization of new absorbents for carbon dioxide capture. *Doctoral Thesis*. Norwegian University of Science and Technology.
- Mandal, S., Tripathy, S., Padhi, T., Sahu, M. K., Patel, R. K. 2013. Removal Efficiency of Fluoride by Novel Mg-Cr-Cl Layered Double Hydroxide by Batch Process from Water. *Journal of Environmental Sciences*. 25(5): 993-1000.
- Martin, Awaludin., Bambang, Suryawan., Muhammad, I, A., Nasruddin. 2010. Adsorpsi Isotermal CO₂ Bertekanan Tinggi pada Karbon Aktif dengan Metoda Volumetrik. *Makara, Teknologi*. 14(2): 128-132.
- Miao, X. L. and Wu, Q. Y. 2006. Biodiesel production from heterotrophic microalgal oil. *Bioresour Technol*. 9(7): 841-846.
- Minowa, T. 1995. Oil production from algal cells of *Dunaliella tertiolecta* by direct thermochemical liquefaction, *Journal of Biology-Chemistry*, 7(4): 1735-1738.
- Morse, J, W. 1997. Influence of Temperature and Mg:Ca ratio on CaCO₃ precipitates from seawater. *Geology*. 25: 85-87.
- Mursito, A. T. 2011. Alkaline hydrothermal de-ashing and desulfurization of low quality coal and its application to hydrogen-rich gas generation. *Energy Conversion and Management* 52: 762-769.
- Newman, S.P. and W, Jones. 1998. Synthesis, Characterization and Application of Layered Double Hydroxides Containing Organic Guests, *New J. Chem*. 21(8): 105-115.
- O'Connor, W. K. 2001. *Aqueous Mineral Carbonation Studies Using Olivine and Serpentine*. Albany Research Center Office of Fossil Energy. Pittsburg.
- Ota, M., Kato, Y., Watanabe, H., Watanabe, M., Sato, Y., Smith, R.L., and Inomata, H. 2009. Fatty acid production from a highly CO₂ tolerant alga, *Chlorococcum littorale*, in the presence of inorganic carbon and nitrate. *Bioresour Technol*. 12(5). 5237-5242.

- Pamurtya, I., C. 2016. Studi Adsorpsi Gas CO₂ Menggunakan Adsorben *Beads* Ca-Alginat-Zeolit. *Skripsi*. Universitas Gajah Mada.
- Peng, F., Luo, T., and Yuan, Y. 2014. Controllable Synthesis of Mg-Fe Layered Double Hydroxide Nanoplates with Specific Mg/Fe Ratios and Their Effect on Adsorption of As(V) from Water. *Journal Royal Society of Chemistry*. 3(8): 4427-4433.
- Plate, N., Y. P. Yampolskii. 1994. Relationship between structure and transport properties for high free volume polymeric materials, in: Polymeric Gas Separation Membrans. *Baton Rouge: CRC Press*. 4(7): 115-208.
- Purba, E. 2011. Perbandingan Profil Volume dan Periode Penggantian Mikroalga Dalam Penyerapan Gas CO₂ dalam Udara Menggunakan Tetraselmis chuii dan Nannochloropsis oculata. Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi – IV.
- Rahmanian, O., Maleki, M, H., and Dinari, M. 2017. Ultrasonically assisted solvothermal synthesis of novel Ni/Al layered double hydroxide for capturing of Cd(II) from contaminated water. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 110: 195-201.
- Rahman, R. 2008. Pengaruh Proses Pengeringan, Anil dan Hidrotermal terhadap Kristalinitas Nanopartikel TiO₂ Hasil Proses Sol-Gel. *Skripsi*. Depok : Universitas Indonesia.
- Rao , A. B., and Rubin, E. S. 2002. A Technical, Economic, and Environmental Assessment of Amine-Based CO₂ Capture Technology for Power Plant Greenhouse Gas Control. *Technical Progress Report*. West Virginia: National Energy Technology Laboratory.
- Rives, Vicente. 2001. *Layered Double Hydroxides Present and Future*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Ruan, X., Yuhan, Chen., Hua, Chen, Guangren, Qian., Ray, L, Frost. 2016. Sorption Behavior of Methyl Orange from Aqueous Solution on Organic matter and Reduced Graphene Oxides Modified Ni-Cr Layered Double Hydroxides. *Chemical Engineering Journal*. 3(2): 265-266.
- Saleh, Abdullah., Dede, A, P., Riki Yuliandita. 2015. Pengaruh Komposisi Adsorben Campuran (Zeolit-Semen Putih) dan Waktu Adsorpsi Produk Gas Metana terhadap Kualitas Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(21): 1-6.
- Santoso, A, D. 2011. Mikro Alga Untuk Penyerapan Emisi CO₂ dan Pengolahan Limbah Cair Di Lokal Industri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 3(2): 62-70.
- Schechter, I., Barzilai, I., and Bulatov, V. 1997. Online Remote Prediction of Gasoline Properties by Combined Optical Method. *Ana. Chim.Acta*. 339:193-199.

- Seron, A., and Delorme, F., 2008, Synthesis of Layered Double Hydroxides (LDHs) with Varying pH: A Valuable Contribution to The Study of Mg/Al LDH Formation Mechanism, *J. Phhys. Chem. Od Solids*, 69, 1088-1090.
- Shofa. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Silverstein, R. M., Webster, F. X. and Kiemle, D. J. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds. 7th edition*. State University of New York. John Wiley & Sons, Inc.
- Sudibandryo, M., Lydia. 2011. Karakterisasi Luas Permukaan Karbon Aktif dari Ampas Tebu dengan Aktivasi Kimia. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Sugiyono, A. 2006. Penanggulangan Pemanasan Global di Sektor Pengguna Energi. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*.7(2):16.
- Surbakti, Putri, S. 2016. Sintesis Hidrotalsit Mg/Al dengan Metode Kopresipitasi dan Aplikasinya Sebagai Adsorben CO₂. *Thesis*. Universitas Gadjah Mada
- Skjanes, K., Lindblad, P., and Muller, J., 2007. BiO CO₂ – a multidisciplinary, biological approach using solar energy to capture CO₂ while producing H-2 and high value products, *Biomol Eng.*, 2(4): 405-413.
- Sydney, E.B., Sturm, W., de Carvalho, J.C., Thomaz-Soccol, V., Larroche, C., Pandey, A., and Soccol, C.R. 2010. Potential carbon dioxide fixation by industrially important microalgae. *Bioresour Technol.* 101(15). 5892-5896.
- Tiarani, M. S. A., Sutarno., dan Suyanta. 2006. Studi Adsorpsi CO₂ untuk Meminimalisir Efek Rumah Kaca. *Jurnal LAPAN*. 18(3): 123-135.
- Umardani, Y. 2016. Komparasi Analisis Komposisi Paduan Aimsil Dengan menggunakan Teknik X-Ray Fluorocency (XRF) dan Emission Spectroscopy. *Prosiding PPI Pusat Teknologi Bahan Nuklir*. 2(16):121
- 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.
- Wang, Ke., Hongyan, Shang., Lin, Li., Xinlong Yan., Chenguang, Liu., Qingfang, Zha. 2012. Efficient CO₂ Capture on Low-Cost Silica Gel Modified by Polyethyleneimine. 12(15): 319–323.
- Warren, E. 1969. *X-ray Diffraction*. Addition-wesley. Public : Messachssusset.
- Wenten, I. G. 2014. Intensifikasi Proses Berbasis Membran. *Jurnal Teknik Kimia*. Institut Teknologi Bandung. 3(1): 453

- Widyastuti, A., Sitorus., Jayuska. 2013. Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Sawit Sebagai Adsorben Gas Dalam Biogas Hasil Fermentasi Anaerobik Sampah Organik. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 2(1): 30.
- Wright, J. 2002. Removal of Organic Colours From Row Water Using Hydrotalcite. Brisbane. *Chem Sci*. University of Queensland. 1(13):5.
- Xie, W., Peng, H., Chen, L. 2006. Calcined Mg-Al Hydrotalcite as solid base catalysts Methanolysis of Soybean Oil. *J. Mol. Catal. A: Chem* 246:24
- Yang, Q.Z., Zhang, C.G., Sun, D.J., Jin, Z.L. 2003, Studies and Properties of Mg/Al Nitrate Layered Double Hydroxides, *Chin. Chem. Lett*, 1, 79-82.
- Yildirim, O., Kiss A.A., Huser, N., Lessman, K., Kenig, E.Y. 2012. Reactive absorption in chemical process industry: a review on current activities. *Chemical Engineering Journal*.1(213): 371-391.
- Zevenhoven, R. 2001. *CO₂ Sequestration by Magnesium Silicate Mineral Carbonation in Finland. Second Nordic Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage.*
- Zhang, Y., Su, J., Pang, Q., and Qu, W. 2012. Polyoxometalate intercalated MgAl Layered Double Hydroxide And its Photocatalytic Performance. *Journal of Material Science and Engineering*. 2(1):59-63.