

**SINTESIS SENYAWA HIDROKSI LAPIS GANDA Ni/AI
DAN Ni/Cr SERTA APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN
ZAT WARNA CONGO RED**

SKRIPSI

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



**LENY LISMAYANTI
08031281419023**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS SENYAWA HIDROKSI LAPIS GANDA Ni/AI DAN Ni/Cr SERTA APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *CONGO RED*

SKRIPSI

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

Oleh:

LENY LISMAYANTI

08031281419023

Indralaya, Agustus 2018

Pembimbing I



Prof. Aldes Lesbani, Ph.D.

NIP. 197408121998021001

Pembimbing II



Nurlisa Hidayati, M.Si.

NIP. 197211092000032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Senyawa Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna *Congo Red*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 1 Agustus 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Agustus 2018

Ketua :

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

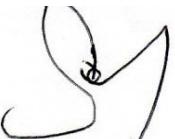
()

Anggota :

- 2. Nurlisa Hidayati, M.Si.
NIP. 197211092000032001**

()

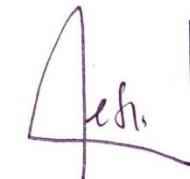
- 3. Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si
NIP. 197711272005011003**

()

- 4. Drs. Almunadi T. Panagan, M.Si.
NIP. 196912251997022001**

()

- 5. Dra. Desnelli, M.Si
NIP. 196912251997022001**

()

Mengetahui,



SUMMARY

SYNTHESIS OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES Ni/Al AND Ni/Cr AND ITS APPLICATION AS ADSORBENT OF CONGO RED DYE

Leny : Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani Ph.D dan Nurlisa Hidayati, M.Si. Departement Of Chemistry, Faculty of Mathematics And Natural Sciences, Sriwijaya University

87 pages, 11 pictures, 4 tables, 13 attachments

The layered double hydroxides synthesis of Ni/Al and Ni/Cr have been done by coprecipitation method which followed by characterization using FT-IR spectrophotometer and XRD analysis. The materials of layered double hydroxides Ni/Al and Ni/Cr were used as congo red dye adsorbents. The result of XRD analysis showed that the layered double hydroxide Ni/Al has diffraction angles of 2θ at 10° and 60° that indicated the layered double hydroxide peak diffractions of Ni/Al at 11.7° , 23.6° , 35.1° , 39.7° , and 47.3° and also Ni/Cr at peak diffractions and different angles at 10° , 23° , 35° , and 39° . FT-IR spectrum showed the vibrations of Al-O, Ni-O, and O-H groups appeared wavenumbers at 563.21 cm^{-1} , 840.96 cm^{-1} , and 3471.87 cm^{-1} for both of layered double hydroxides. pH pzc of Ni/Al and Ni/Cr were resulted the early pH equal to the final pH as pH 10 that were considered stable and as the optimum pH for the adsorption process. The adsorption process of congo red use the pseudo-second-order equation where the effect of time variations on the layered double hydroxides of adsorption rate Ni/Cr (0.1003 min^{-1}) is greater than Ni/Al (0.0052 min^{-1}) so the reactivity of Ni/Cr is greater than Ni/Al. The equation of Feundlich shows a Gibbs free energy (ΔG) is negative value that shows the congo red dye process occurs spontaneously. The adsorption capacity increased from Ni/Al $0.6293\text{-}5.9966\text{ mg.g}^{-1}$ and Ni/Cr $0.7381\text{-}6.8875\text{ mg.g}^{-1}$ along the increasing of the layered double hydroxides concentration where the layered double hydroxides of Ni/Cr is higher than Ni/Al.

Keywords: the layered double hydroxide Ni/Al, the layered double hydroxide Ni/Cr, adsorpstion, *congo red* dye.

Indralaya, Agustus 2018

Pembimbing I

Prof. Aldes Lesbani, Ph.D
NIP. 197408121998021001

Pembimbing II

Nurlisa Hidayati, M.Si
NIP. 197211092000032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Universitas Sriwijaya

RINGKASAN

SINTESIS SENYAWA HIDROOKSI LAPIS GANDA Ni/Al DAN Ni/Cr SERTA APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *CONGO RED*

Leny : Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani Ph.D dan Nurlisa Hidayati, M.Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
87 halaman, 11 gambar, 4 tabel, 13 lampiran

Telah dilakukan sintesis hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr melalui metode kopresipitasi yang dilanjutkan dengan karakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR dan analisis XRD. Selanjutnya material hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr digunakan sebagai adsorben zat warna *congo red*. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa hidroksi lapis ganda Ni/Al memiliki sudut difraksi pada 2θ di 10° dan 60° yang menunjukkan puncak hidroksi lapis ganda Ni/Al pada $11,7^\circ$; $23,6^\circ$; $35,1^\circ$; $39,7^\circ$ dan $47,3^\circ$ serta Ni/Cr pada sudut difraksi dan puncak lainnya pada 10° ; 23° ; 35° dan 39° . Spektrum FT-IR menunjukkan vibrasi gugus Al-O, Ni-O, dan O-H muncul pada bilangan gelombang $563,21\text{ cm}^{-1}$; $840,96\text{ cm}^{-1}$ dan $3471,87\text{ cm}^{-1}$ untuk kedua hidroksi lapis ganda. pH pzc Ni/Al dan Ni/Cr dihasilkan pH awal sama dengan pH akhir yaitu pH 10 dianggap stabil dan digunakan sebagai pH optimum untuk proses adsorpsi. Proses adsorpsi *congo red* pada hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr menggunakan persamaan *pseudo-second-order* dimana pengaruh waktu terhadap laju adsorpsi hidroksi lapis ganda Ni/Cr ($0,1003\text{ min}^{-1}$) lebih besar daripada Ni/Al ($0,0052\text{ min}^{-1}$) sehingga reaktifitas Ni/Cr lebih besar dibandingkan Ni/Al. Persamaan Feundlich menunjukkan adsorpsi secara fisika dengan energi bebas Gibbs (ΔG) bernilai negatif yang menunjukkan bahwa proses adsorpsi zat warna *congo red* terjadi secara spontan. Kapasitas adsorpsi yang meningkat dari Ni/Al 0,6292-5,9966 kJ/mol dan Ni/Cr 0,7381-6,8875 kJ/mol seiring meningkatnya konsentrasi dimana hidroksi lapis ganda Ni/Cr memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan Ni/Al.

Kata kunci: hidroksi lapis ganda Ni/Al, hidroksi lapis ganda Ni/Cr, adsorpsi, zat warna *congo red*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
	vii
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sintesis Senyawa Anorganik	4
2.2 Hidroksi Lapis Ganda	5
2.2.1 Struktur Hidroksi Lapis Ganda	6
2.2.2 Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda	6
2.3 Adsorpsi	7
2.4 Zat Warna Congo Red	10
2.5 Metode Karakterisasi Absorben	11
2.5.1 Spektrofotometer FT-IR	11
2.5.2 X-Ray Difraktometer (XRD)	12
2.5.3 Spektrofotometer UV-Vis	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15

3.2.1 Alat	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Prosedur Penelitian	15
3.3.1 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al	15
3.3.2 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	16
3.3.3 Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr sebagai Adsorben Zat Warna <i>Congo Red</i>	16
3.3.3.1 Pembuatan Larutan Stok <i>Congo red</i>	16
3.3.3.2 Pembuatan Larutan Standar <i>Congo red</i>	16
3.3.3.3 Penentuan λ Maksimal Zat Warna <i>Congo Red</i>	17
3.3.3.4 Analisis pH pzc (<i>point of zero charge</i>)	17
3.3.3.5 Pengaruh Waktu Interaksi	17
3.3.3.6 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur	17
3.3.4 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Karakterisasi Material Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Menggunakan Difraksi Sinar X	20
4.2 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr Menggunakan Spektrofotometer FT-IR	21
4.3 Penentuan λ Maksimal Zat Warna <i>Congo Red</i>	22
4.4 Pengukuran pH <i>Point Zero Charge</i> Pada Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr	23
4.5 Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr sebagai Adsorben Zat Warna <i>Congo Red</i>	25
4.5.1 Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna <i>Congored</i> oleh Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Ni/Cr	26
4.5.2 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna <i>Congored</i> dengan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	27
BAB V KESIMPULAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Konstanta model kinetik dalam adsorpsi zat warna <i>congo red</i> terhadap pengaruh waktu adsorpsi	26
Tabel 2. Data isoterm adsorpsi menggunakan model kinetik Freundlich pada hidroksi lapis ganda Ni/Al dan hidroksi lapis ganda Ni/Cr dengan zat warna <i>congo red</i>	28
Tabel 3. Data energi adsorpsi (E), entropi (ΔS), entalpi (ΔH), dan kapasitas adsorpsi (q_e) pada adsorpsi zat warna <i>congo red</i> dengan adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al terhadap pengaruh temperatur	31
Tabel 4. Data energi adsorpsi (E), entropi (ΔS), entalpi (ΔH), dan kapasitas adsorpsi (q_e) pada adsorpsi zat warna <i>congo red</i> dengan adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Cr terhadap pengaruh temperatur	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema struktur hidroksi lapis ganda	6
Gambar 2. Kurva Adsorbsi Isotherm Freundlich	9
Gambar 3. Struktur zat warna <i>congo red</i>	10
Gambar 4. Panjang gelombang spektrofotometri UV-Vis	14
Gambar 5. Pola difraksi XRD hidroksi lapis ganda Ni/Al dan hidroksi lapis ganda Ni/Cr	20
Gambar 6. Spektrum FT-IR Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	21
Gambar 7. Kurva panjang gelombang maksimum <i>congo red</i>	23
Gambar 8. Grafik penentuan <i>point zero charge</i> hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr	24
Gambar 9. Pengaruh waktu adsorpsi <i>congo red</i> menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al dan hidroksi lapis ganda Ni/Cr	25
Gambar 10. Pengaruh temperatur adsorpsi dan konsentrasi zat warna <i>congo red</i> hidroksi lapis ganda Ni/Al terhadap jumlah <i>congo red</i> teradsorpsi	29
Gambar 11. Pengaruh temperatur adsorpsi dan konsentrasi zat warna <i>congo red</i> hidroksi lapis ganda Ni/Cr terhadap jumlah <i>congo red</i> teradsorpsi	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data digital spektrum XRD hidroksi lapis ganda Ni/Al	39
Lampiran 2. Data digital spektrum XRD hidroksi lapis ganda Ni/Cr	40
Lampiran 3. Data digital FT-IR material hidroksi lapis ganda Ni/Al	41
Lampiran 4. Data digital FT-IR material hidroksi lapis ganda Ni/Cr	42
Lampiran 5. Data Penentuan Uji Stabilitas Zat Warna <i>Congo Red</i>	43
Lampiran 6. Data dan garfik pH pzc (<i>point zero charge</i>)	50
Lampiran 7. Absorbansi larutan standart parameter kinetic	51
Lampiran 8. Pengaruh waktu adsorpsi zat warna <i>congo red</i> dengan adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al dan hidroksi lapis ganda Ni/Cr	52
Lampiran 9. Perhitungan parameter kinetik adsorpsi zat warna <i>congo red</i> dengan adsorben hidroksi lapis ganda Ni/Al dan hidroksi lapis ganda Ni/Cr	54
Lampiran 10. Data Pengaruh Konsentrasi Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> oleh Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	57
Lampiran 11. Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	60
Lampiran 12. Data Pengaruh Temperatur Adsorpsi Zat Warna Congo Red dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	72
Lampiran 13. Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ni/Al dan Hidroksi Lapis Ganda Ni/Cr	75

BAB 1

PENDAHULUAN

Limbah-limbah industri semakin meningkat seiring dengan pesatnya tingkat perkembangan industri, mulai dari meningkatnya volume maupun jenis limbahnya. Limbah-limbah industri seperti limbah industri tekstil, kertas, kosmetik, makanan, obat-obatan, dan sebagainya menjadi penyebab munculnya masalah lingkungan. Sekitar 10-15% limbah tersebut berasal dari zat warna industri tekstil yang sudah tidak lagi terpakai dan harus dibuang (Selvam *et al.*, 2013). Tetapi, pembuangan ini dilakukan secara bebas dan cukup mengganggu lingkungan terutama di lingkungan perairan. Akibatnya, kualitas perairan tersebut semakin berkurang serta mengancam kehidupan biota didalamnya. Hal ini terjadi karena banyak sekali terjadi pembuangan air limbah yang dilakukan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Padahal pengolahan terlebih dahulu dapat berguna untuk menghilangkan maupun mengurangi kandungan polutan-polutan yang terlarut.

Dalam industri tekstil, untuk memberikan warna merah biasanya digunakan zat warna *congo red*. Zat warna *congo red* merupakan salah satu zat warna reaktif yang tidak dapat terdegradasi secara biologis dan sangat larut dalam air (Catanho, 2006). Zat warna *congo red* ini dapat mengganggu kesehatan, misalnya iritasi kulit dan iritasi mata hingga menyebabkan kanker. Selain itu, zat warna *congo red* ini juga dapat menyebabkan terjadinya mutagen (Mathur, 2005). Zat warna *congo red* ini juga memberikan efek terhadap organisme akuatik dimana berkurangnya intensitas cahaya matahari dan dapat bersifat toksik bagi fauna dan flora di lingkungan perairan tersebut (Dhaneshvar *et al.*, 2007).

Untuk mengurangi konsentrasi logam di perairan, metode adsorpsi telah terbukti efektif untuk digunakan (Barros, 2003). Metode adsorpsi umumnya berdasarkan interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah perairan tersebut yaitu dengan cara adsorpsi menggunakan material

hidroksi lapis ganda (Subhrajyoti Das, 2010). Beberapa tahun belakangan, adsorben seperti hidroksi lapis ganda mulai banyak dikembangkan (Ardyanti and Santosa, 2016). Adsorpsi merupakan metode yang paling umum digunakan untuk mengolah limbah zat warna *congo red* karena memiliki konsep yang sederhana. Adsorpsi dengan adsorben merupakan metode yang efisien dan banyak dikembangkan dengan bahan yang digunakan untuk mengolah limbah murah dan mudah diperoleh (Munawaroh, 2012). Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi seperti, jenis adsorben yang digunakan, waktu kontak, temperature yang digunakan, konsentrasi, dan faktor pH (Atkins, 1994).

Namun, hidroksi lapis ganda masih perlu untuk dieksplorasi lagi sebagai adsorben dengan kemampuan adsorpsi tinggi. Keberadaan material hidroksi lapis ganda perlu dipelajari guna mendukung aplikasi yang tepat dari material tersebut terutama yang memanfaatkan sifat penukaran ion. Hidroksi lapis ganda merupakan lempung anionik yang secara struktur dapat dijelaskan sebagai tumpukan lapisan muatan positif dengan anion pada ruang antar lapisan (Cavani *et al*, 1991). Hidroksi lapis ganda digunakan sebagai wadah untuk terjadinya reaksi pertukaran anion dalam proses insersi senyawa polianion (Hassania and Yodollahi, 2015). Rumus umum dari hidroksi lapis ganda ialah $[M^{2+}_{(1-x)}M^{3+}_x(OH)_2](A^{n-})_{x/n} \cdot mH_2O$ dimana M^{2+} dan M^{3+} adalah divalen dan trivalent metal kation dan A^n adalah ruang antar lapisan yang terisi oleh senyawa hidra (Zhao *et al*, 2011). Hidroksi Lapis Ganda adalah bahan adsorben yang sangat baik untuk pengolahan air limbah karena luas permukaannya yang tinggi, struktur berlapis dan pertukaran ion interlayernya yang menunjukkan perilaku adsorpsi terhadap polutan beracun dan menarik banyak perhatian untuk limbah pengolahan air.

Mengingat adanya kemudahan dalam sintesis hidroksi lapis ganda serta kemampuannya sebagai adsorben dan sebagai penukar anion yang cukup baik, maka pada penelitian ini dilakukan sintesis hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr untuk mengadsorbsi zat warna *congo red*. Adsorben yang dihasilkan digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *congo red*. Pengukuran kadar *congo red* yang terserap oleh hidroksi lapis ganda dilakukan dengan metode Spektrofotometri UV-Vis. Material hidroksi lapis ganda hasil sintesis dikarakterisasi dengan X-Ray Difraktometer dan spektrofotometer FT-IR. Variabel yang digunakan untuk

mempelajari proses adsorpsi adalah pH point zero charge (pH PZC), waktu interaksi, konsentrasi dan temperatur zat warna *congo red*.

1.2 Rumusan Masalah

Zat warna *congo red* merupakan zat yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu teknik untuk pengurangan zat warna *congo red* yakni metode adsorpsi. Material yang memiliki potensi untuk adsorpsi zat warna *congo red* yakni hidroksi lapis ganda. Pada penelitian ini zat warna *congo red* diadsorpsi menggunakan material hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr yang disintesis dengan metode kopresipitasi. Material hidroksi lapis ganda hasil sintesis dikarakterisasi dengan XRD dan FT-IR. Proses adsorpsi zat warna *congo red* dipelajari melalui penentuan pH pzc, waktu interaksi, konsentrasi zat warna *congo red*, dan temperatur.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Sintesis material hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr dengan metode kopresipitasi dan karakterisasinya menggunakan analisis XRD dan FT-IR.
2. Studi adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr melalui pH pzc, variasi waktu, suhu dan konsentrasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui kapasitas adsorpsi yang besar terhadap penggunaan hidroksi lapis ganda Ni/Al dan Ni/Cr sebagai material adsorpsi zat warna *congo red*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardyanti LI, Santosa SJ. 2016. Syntesis of Magnetic-Mg/Al hydrotalcite and its application as adsorbent for navy blue and yellow F3G dyes. *Proc. Eng.* 148: 1380-1387.
- Atkins, P., W. 1994. *Physical Chemistry Fifth Edition*. Oxford: Oxford University Press.
- Atkins. P., Overton. T., Rourke. J., Weller. M., Armstrong. F. 1994. *Inorganic Chemistry 4th Ed.* Oxford University Press. UK.
- Aviles, G, A., Aranda, P., and Hitsky, R, E., 2015. Layered Double Hydroxide/Sepolite Heterostructure Materials, *Applied Clay Science*. 130 : 83-92.
- Barros LM. 2003. Biosorption of Cadmium Using The fungus Aspergillus Niger. *Braz J Chem Eng.* 20:3.
- Bi, X., Zhang, H., and Dou, L., 2014. Layered Doble Hydroxide-Based Nanocarriers for Drug Delivery. *Pharmautics.* 6 (2): 298-332.
- Bhoi. K, S. 2010. *Adsorption Characteristic of Coneored Dye onto PAC and GAC Based on S/N Ratio*. Thesis. India: National Institute of Techonology Roulkela.
- Bulut E, Ozacar M, Sengil IA. 2007. Equilibrium and kinetic data and process design for adsorption of Congo Red onto bentonite. *J Hazard Mat.* 154: 613-622.
- Cahyono A. D., dan Agung R. T. 2012. Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Domestik Rumah Susun Wonorejo Surabaya. *Jurnal ilmiah teknik Lingkungan*, 4 (2).
- Catanho, M. 2006. Avaliacao Dos Tratamentos Eletroquimico E Fotoeletroquimico Na Degradacao De Corantes Texteis. *Quim Nova*. 29.
- Cavani. F., Trifiro. F and Vaccari. A. 1991. Hydrotalcite-type Anionic Clays: Preparation, Properties and Applications. *Catalysis Today*. 11: 173-301.
- Centi. G and Perathoner. S. 2008. Catalysis by Layered Materials : A Review. *Microporous and Mesoporous Materaialas*. 107: 3-15.
- Cretescu, I., Lupascu, T., Buciscanu, I., Mindru, B, T., and Soreanu, G. 2016. Low-Cost Sorbents for Removal of Acid Dyes from Aqueous SSolutions. Process Aafetyand Eviromenal Protection. 778: 1-10.

- Daneshvar, N., D. Salari, and A.R. Khataee. 2007. Photocatalytic Degradation of Azo Dye Acid Red 14 In Water: Investigation of The Effect of Operational Parameters. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 157 (1): 111-116.
- Filipovic. 2000. Biosorption Of Chromium, Copper, Nickel And Zinc Ions Onto Fungal Pellets Of Aspergillus Niger 405 from Aqueous Solutions. *Food technol. Biotechnol.* 38: 211-216.
- Guo, J. Dan Lua, A., C. 2000. Preparation and Characterization of Adsorbents from oil Palm Fruit Solid Waste. *Journal of palm research*. 12: 64-70.
- Gunawan. B dan Azhari, D. 2011. Karakterisasi Spektrometri IR dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Polyethelyn Glycol (PEG). *Jurnal Teknik Universitas Maria Kudus*. 2 (2): 1-17.
- Hassannia, S., and Yadollahi, B. 2015. Zn-Al LDH Nanostructure Pillared by Fe Substituted Keggin Type Polyoxometalate: Synthetic and Characterization. *Polyhedron*. 1(99): 260-265.
- He, J., M. Wei, B. Li, D.G. Evans, dan D. Xue. 2006. Preparation of Layered Double Hydroxides. *Structure Bonding*. 89-119.
- 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.
- Langkau, T., Baltruschat, H. 2001. *The point of zero charge of adsorbed monolayers: Pt(111) covered by Ag*. Germany: Institut far Physikalische und Theoretische Chemie, Universitat Bonn, Romerstrabe.
- Liewelyn, P. 2011. *Supported Heteropoly Acids for Acid Catalysed Reactions*. Theses and Disertation. United State. ProQuest LCC.
- Liu, H., Zhao, X., & Qu, J. 2010. Electrochemistry for The Environment. C. Comninellis & G. Chen, Eds.
- Mahmoud, M. E., Nabil, G., El-Mallah, N., El-Mallah, N., Bassiouny, H., Kumar, S., and Abdel, F. T. 2016. Kinetics, Isotherm, and Thermodynamic Studies of the Adsorption of Reactive Red 195 A Dye from Water by Modified Switchgrass Biochar Adsorbent. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 1(34): 321-330.
- Mathur, N., Badnagar, P., Bakre, P. 2005. Assesing Mutagenicity of Textile Dyes From Pali (Rajasthan) Using Ames Bioassay. *Applied Ecology and Environmental Research*. 4 (1).

- Munawaroh, I., 2012. Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Adsorben Rhodamin B dan Metanil Yellow. *Skripsi*. Yogyakarta: fakultas sains dan Teknologi UIN Sunan Kaligaga.
- Muller, T. 1999. The Common Reflection Surface Stack Seismic Imaging without Explicit Knowledge of The Velocity Model. *Der Andere Verlag, Bad Ibburg*.
- Okuhara, T., Noritaka, M.,and Misono, M., 2001. Catalytic Chemistry of Heteropoly Compounds. *Advance in Catalysis*. 41: 129-131.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- Ozcan, A., Omeroglu, C., Erdogan, Y., and Ozcan, A, S. 2007. Modification of Bentonite with A Cationic Surfactant; An Adsorption Study of Textile Dye Reactive Blue 19. *Journal of Hazardous*. 140: 173-179.
- Ozcan, H., N.Aydin, and Bayramoglu. 2007. Yield Stability and Correlation amongthe Stability Parameters in Wheat. *Tarim Bilimleri Dergisi*. 11(1): 21-25.
- Ozcan, S, A., and Ozcan, A. 2004. Adsorption of Acid Dyes from Aqueos Solutions onto Acid-Activated Bentonite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 276: 39-46.
- Prameswari, T., Eko, B, S., Agung, T, P. 2014. Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi untuk Dekolorisasi Zat warna Congo Red.*Indonesian Journal of Chemical Science*.3(1):2.
- R., Derrick, I., M et al. 1999. *Infrared Spektroscopy in Conservation Science*. Los Angles: The Getty Conservation Institute.
- Sartono, A., A. 2006. *Difraksi Sinar-X (X-RD)*. *Tugas Akhir Mata Kuliah Proyek laboratorium*. Departemen Fisika fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Selvam, K., Swaminathan, K and Chae, K. S. 2013. Decolourization of Azo Dyes and a Dye Industry Effluent by White Rot Fungus Thelephora Sp. *Bioresource Technology*. 88 (1): 115-119.
- Setiono, H, M., dan Dewi, A, A. 2013. Penentuan Jenis Solven dan pH Optimum pada Analisis Senyawa Delphinidin dengan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2 (2): 91-96.
- Subhrajyoti, D. 2010. Removal Of Congo Red Dye Onto Coconut (Cocos nucifera) Shell and Bael (Aegle marmelos) Extracts UsingTaguchi Approach. *Department of Chemical Engineering National Institute of Technology Rourkela,India*. 6 : 87-98.

- Sudibyo M. 2008. Visible Spectrophotometric Determination of Cefadroxil Using Ethyl Acetoacetate and Formaldehyde Reagents. Majalah Farmasi Indonesia. Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 19: 1.
- Underwood, A, L., dan Day, R, A. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta. Erlangga.
- Unuabonah El, Adebawale KO, Olu-Owulabi BI. 2008. Kinetic and Thermodynamic Studies of the adsorption lead (II) ions Onto Phosphate Modified Kaolinite Clay. *Journal of Hazardous Materials*. 144: 386.
- Vicente, G.M., dan Serio, M.D. 2013. Main technologies in biodiesel production ; State of the art and future challenges. *Catalysisist*. 195: 2-13.
- Weller, M., T. 2005. *Inorganic Materials chemistry*. Oxford University Press Inc., New York.
- Widjanarko dan Soetaredjo. 2006. Kinetika Adsorben Zat Warna Congo Red dan Rhodamin B dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Tebu. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Yang, R.T., 1999, Structural Aspects of Metal Oxide Pillared Sheet Silicates, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*
- Zakaria., 2003. Analisis Kandungan Mineal Magnetik pada Batuan Beku dengan Metode X-Ray Difraction. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kendari. Kendari.
- Zhao. S., Xu,J.,Wei, M and Song,. F, Y. 2011. Synergistic Catalysisby Polyoxometalate-Intercalated Layered Double Hydroxide: Oximation of Aromatic Aldehyd. *Green Chem.* 13: 384-388.
- Zubair, M. 2018. Starch-NiFe-layered double hydroxide composites: Efficient removal of methyl orange from aqueous phase. *Journal of Molecular Liquids*. 249 (2): 54–264.