

PENYISIHAN ZAT WARNA *REACTIVE YELLOW 4R* OLEH *FLY ASH* YANG DIAKTIVASI SECARA ALKALI HIDROTERMAL

Angela Deviliana S^{*}), Fadjari Lucia Nugroho ^{}),**

Deni Rusmaya ^{})**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pasundan
Bandung

Email : angeladeviliana@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia sekitar 10.000 jenis pewarna digunakan pada industri tekstil dan lebih dari 7×10^5 ton bahan pewarna diproduksi setiap tahunnya. Selama proses pewarnaan, 10–15 % dari zat warna tekstil yang digunakan akan terbuang bersama limbah. Rata-rata produksi *fly ash* dan *bottom ash* setiap tahunnya di Indonesia sebanyak 10.886.400 ton, dari PLN sebanyak 5.234.400 ton. Proses adsorpsi memiliki keunggulan dibanding metode yang lain karena paling efektif, efisien dan ekonomis untuk mengurangi intensitas warna. Uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM-EDAX) dapat melihat secara morfologi permukaan sedangkan Fluoresensi Sinar-X (XRF) dapat mengetahui komposisi dari *fly ash*. Proses aktivasi secara alkali hidrotermal mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi *Reactive Yellow 4R* oleh *fly ash* karena memperbesar permukaan. Kondisi optimum untuk proses adsorpsi zat warna *Reactive Yellow 4R* (36.45%) dengan konsentrasi awal 100 mg/L oleh *fly ash* adalah pH 6, suhu 25°C selama 180 menit. Proses yang terjadi mengikuti pola isotherm Freundlich dan model kinetika adsorpsi *Pseudo-second order* dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2.6476 mg/gr, konstanta kinetika sebesar 0.5086 gr/mg.min dan tingkat penyerapan awal sebesar 3.5652 gr/mg.min. Dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi secara kimia (*chemisorptions*).

Kata Kunci : Fly ash, Reactive Yellow 4R, Isotherm Freundlich, Pseudo-second order

^{*})Penulis

^{**}) Dosen Pembimbing

THE ELIMINATION OF REACTIVE YELLOW 4R BY FLY ASH THAT ACTIVATED ALKALI HIDROTERMALLY

Angela Deviliana S*), Fadjari Lucia Nugroho **),

Deni Rusmaya **)

Environmental Engineering Study of Engineering Faculty of Pasundan University

Bandung

Email : angeladeviliana@gmail.com

Abstract

In Indonesia there are about 10.000 kinds of dye used in textile industries, and more than 7×10^5 tons of dye is produced annually. In the process of dye, about 10-15% of the textile dye used in the process of dyeing will be discharged with the waste. The average of fly ash and bottom ash production in Indonesia is about 10.886.400 tons annually, and about 5.234.400 tons produced by PLN or known as State Electricity Company. The process of adsorption has the advantage compared to the other methods because it is more effective, efficient, and cheap to reduce the color intensity. *Scanning Electron Microscopy* Test (SEM-EDAX) can observe the surface morphologically, while the X-ray *Fluororensensi* (XRF) can determine the composition of fly ash. The alkali hydrothermally activation process is able to increase the ability of Reactive Yellow 4R adsorption by fly ash, because it enlarges the surface. The optimum condition to adsorption process of Reactive Yellow 4R (36.45%) with initial concentration of 100 mg/L by fly ash is pH 6, with the temperature of 25°C for 180 minutes. The ongoing process follows Freundlich isotherm pattern and Pseudo-second order kinetic adsorption model with the adsorption capacity of 2.6476 mg/gr, kinetic constant of 0.5086 gr/mg.min and initial adsorption rate of 3.5652 gr/mg.min. From the data above, can be stated that adsorption that happen is chemically adsorbed (chemisorptions).

Keyword: Fly ash, Reactive Yellow 4R, Isotherm Freundlich, Pseudo-second order

*) Writer

***) Supervisor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semenjak memasuki revolusi industri, perkembangan industri terus meningkat. Jika dilihat dari aspek ekonomi hal tersebut membawa dampak positif karena dapat membuka lapangan pekerjaan sehingga taraf hidup masyarakat meningkat. Namun perkembangan industri ini juga memiliki dampak negatif karena menghasilkan limbah, baik berupa padatan, cairan maupun gas. Salah satu industri yang menghasilkan limbah cair terbanyak adalah industri tekstil. Limbah cair tersebut berasal dari proses pewarnaan (*dyeing*) yaitu berupa zat warna yang tercampur dalam air. Menurut Selvam, K., *et al.*, (2003), di Indonesia sekitar 10.000 jenis pewarna digunakan pada industri tekstil dan lebih dari 7×10^5 ton bahan pewarna diproduksi setiap tahunnya. Selama proses pewarnaan, 10–15 % dari zat warna tekstil yang digunakan akan terbuang bersama limbah.

Direktur Jenderal Ketahanan dan Pengembangan Akses Industri Internasional Kementerian Perindustrian I Gusti Putu Suryawirawan menyatakan pada tahun 2018 sekitar 50 persen atau 444 perusahaan tekstil di Jawa Barat berada di DAS Citarum. Terdapat 380 perusahaan yang memiliki IPAL dan 64 perusahaan tekstil tidak memiliki IPAL ([http://globalnusanantara.net/2018/01/12/lebih-dari-64-industri-tekstil-diduga-buang-limbah-ke-citarum/diakses : 20:25, 25/03/2019](http://globalnusanantara.net/2018/01/12/lebih-dari-64-industri-tekstil-diduga-buang-limbah-ke-citarum/diakses%3A20:25,25/03/2019)). Hal tersebut membuat kondisi sungai Citarum sangat buruk hingga masuk dalam daftar 10 tempat paling tercemar di dunia (*Blacksmith Institute dan Green Cross Swiss, 2013*)

Walaupun tidak ada aturan mengenai batasan konsentrasi zat warna yang dapat dibuang ke sungai, tetapi zat warna ini dapat menimbulkan pencemaran berupa : perubahan warna, bau dan rasa pada air; terhambatnya dan hilangnya aktivitas biologi perairan; pencemaran tanah dan air tanah; serta perubahan fisik tumbuhan, binatang dan manusia oleh zat kimia (Laksono, S., 2012).

Intensitas warna pada limbah cair dapat dikurangi dengan cara fisika, kimia maupun biologi. Metode dekolorisasi limbah cair industri tekstil antara lain: adsorpsi (Tan,I.A.W., *et al.*, 2008), koagulasi/flokulasi (Ampera,M.P.J., 2018), membran (Ahmad,S.T., *et al.*, 2007), nanofiltrasi (Hassani,A.H., *et al.*, 2008), elektrokoagulasi (Kasman,M., *et al.*, 2012), ozonasi (Faryadi,M., *et al.*, 2015), ultrasonik (Tiehm,A., *et a.l.*, 2001), dan biosorpsi (Abdulsalam,M., *et el.*,2018). Beberapa metode tersebut telah terbukti efektif, meskipun terdapat beberapa kelemahan dan keterbatasan seperti tingginya kebutuhan energi, tidak efisien dan terbentuk limbah baru yang perlu diproses lagi. Proses adsorpsi memiliki keunggulan dibanding metode yang lain karena paling efektif, efisien dan ekonomis (Lu,P.J., *et al.*, 2010)

Fly ash memiliki karakteristik yang mirip dengan karbon aktif, hal ini berdasarkan penelitian *Chemical Engineering Alliance and Innovation* (ChAIN) Center pada tahun 2006, yang memaparkan bahwa *fly ash* memenuhi syarat layak digunakan sebagai adsorben karena luas permukaan dan pori-porinya potensial. Dengan melakukan sedikit intervensi yaitu memperbesar luas permukaannya dengan *chemical activation*, ditambah basa sehingga pori-porinya semakin membesar. yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi bahan lain seperti; fospat, zat warna, CO₂ dan bahan lainnya (Mufrodi,Z., *et al.*, 2008). Tetapi disisi lain abu terbang atau yang lebih dikenal sebagai *fly ash* merupakan produk samping hasil pembakaran batubara yang berkontribusi pada kenaikan limbah industri global (Koshy,N., *et al.*, 2015). Sekitar 80-90 % *fly ash* (abu terbang) dan 10-20% *bottom ash* (abu dasar) dihasilkan baik dari industri – industri berbasis batubara maupun dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara. Pada tahun 2018 Direktur *Human Capital Management* PLN, Muhamad Ali menyebutkan rata-rata produksi *fly ash* dan *buttom ash* setiap tahunnya di Indonesia sebanyak 10.886.400 ton, dari PLN sebanyak 5.234.400 ton (<https://tirto.id/semen-indonesia-akan-manfaatkan-limbah-batu-bara-pltu-cGdR> Diakses : 19.05.1/04/2019). Volume limbah padat terutama *fly ash* akan terus meningkat sehingga pengelolaan limbah yang tidak terencana dengan baik berpotensi membahayakan masyarakat. Sejauh ini industri penghasil *fly ash* dan *bottom ash* hanya menimbun

atau diberikan kepada pihak ketiga untuk mengolahnya. Hal ini dapat menambah pengeluaran perusahaan.

Jika dilihat dari permasalahan diatas, pemanfaatan *fly ash* untuk menghilangkan zat warna dengan cara diadsorpsi bisa menjadi solusi untuk mengolah limbah dengan limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang diatas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Banyaknya limbah zat warna pada industri tekstil yang dibuang ke lingkungan tanpa proses pengolahan.
2. Tingginya konsentrasi zat warna pada air permukaan menimbulkan permasalahan kesehatan dan penurunan kualitas air.
3. Banyaknya limbah dari batubara berupa *fly ash* yang hanya ditimbun.
4. Menambah pengeluaran perusahaan dalam mengolah limbah B3 berupa *fly ash*.

1.3 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh aktivasi pada *fly ash* , mengetahui kondisi optimum, mengetahui kapasitas penyerapan dan kinetika kimia yang terjadi pada proses adsorpsi zat warna *Reactive Yellow 4R* oleh *fly ash*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah limbah buatan zat warna cair dengan memanfaatkan limbah lain berupa *fly ash*.

1.5 Ruang Lingkup

1. Mengetahui karakteristik dari *fly ash* sebelum dan setelah diaktivasi serta setelah digunakan menjadi media adsorpsi.
2. Mengetahui perbedaan efisiensi penurunan zat warna oleh *fly ash* sebelum dan setelah diaktivasi.

3. Mengetahui kondisi optimum adsorpsi zat warna *Reactive Yellow* oleh *fly ash* sebelum/setelah aktivasi yang meliputi pH, waktu kontak, dan suhu pengerjaan.
4. Mengetahui pola isotherm dari *fly ash* yang paling sesuai.
5. Mengetahui kapasitas adsorpsi zat warna *Reactive Yellow* oleh *fly ash* setelah/sebelum aktivasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah upaya untuk mengurangi permasalahan limbah dan dampak terhadap lingkungan melalui pemanfaatan limbah berupa *fly ash* sebagai salah satu bahan baku untuk mengolah limbah lain berupa zat warna tekstil dengan cara adsorpsi.

1.7 Sistematika Laporan

Laporan penelitian Tugas Akhir ini disajikan terbagi dalam 5 (lima) bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi permasalahan buangan industri tekstil berupa limbah warna dan limbah dari kegiatan PLTU yang semakin meningkat setiap tahunnya, tetapi komposisi limbah batu bara (*fly ash*) bisa dimanfaatkan untuk mengurangi limbah pewarna tersebut. Hal tersebut menjadi latar belakang dan rumusan masalah dari penelitian ini sehingga bisa bermanfaat pada penerapannya.

BAB II STUDI PUSTAKA

Berisi landasan-landasan teoritis seperti penggunaan zat warna pada industri tekstil, dampak buruk limbah pewarna tekstil, spesifikasi zat warna *Reactive Yellow*, timbulan limbah PLTU, kandungan *fly ash*, jenis/kelas *fly ash* dan jenis adsorpsi yang mendasari dan mendukung penelitian ini diperoleh dari berbagai buku acuan dan jurnal ilmiah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi prosedur penelitian ini dilakukan. Berawal dari studi literatur, pembuatan kurva kalibrasi, perbandingan penyisihan zat warna antara *fly ash* sebelum dan setelah diaktivasi, penelitian pendahuluan (waktu, pH dan suhu), penentuan tipe isotherm, uji komposisi dan fotomikrograf SEM untuk mengetahui bentuk dari *fly ash* pada setiap perlakuan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi pengolahan data hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan dari data-data yang telah didapat tersebut untuk memperoleh suatu hasil yang dapat mendukung tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari semua data yang diperoleh dan telah dibahas, serta beberapa saran sehubungan dengan hasil penelitian.



**LAPORAN TUGAS AKHIR
(TL-003)**

**PENYISIHAN ZAT WARNA *REACTIVE YELLOW 4R* OLEH *FLY ASH*
YANG DIAKTIVASI SECARA ALKALI HIDROTERMAL**

Disusun oleh:

**ANGELA DEVILIANA S
(153050078)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

475/SEM-TA/TL/VI/2019

**PENYISIHAN ZAT WARNA *REACTIVE YELLOW 4R* OLEH *FLY ASH*
YANG DIAKTIVASI SECARA ALKALI HIDROTERMAL**

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(EV-003)**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program S-1
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Pasundan**

Disusun oleh :

**ANGELA DEVILIANA S
(153050078)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur saya panjatkan Kehadirat Tuhan yang Maha Esa karena berkat dan rahmatnya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Penyisihan Zat Warna *Reactive Yellow 4R* oleh *Fly Ash* yang Diaktivasi Secara Alkali Hidrotermal”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari pihak lain. Untuk itu atas bantuan dan kerjasama semua pihak yang ikut membantu menyelesaikan laporan tugas akhir ini, maka dalam kesempatan ini penulis ingin berterimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang tak henti mendoakan dan memberi semangat kepada penulis.
2. Ibu Dr. Fadjar Lucia Nugroho, Dra., MSc., DEA selaku dosen pembimbing I yang memberikan masukan, petunjuk serta telah meluangkan waktunya dalam membimbing sehingga laporan ini dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Deni Rusmaya, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang memberikan masukan, petunjuk serta telah meluangkan waktunya dalam membimbing penulis sehingga laporan ini dapat selesai dengan baik.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu yang tak ternilai serta pengalaman selama penulis menuntut ilmu di TL UNPAS.
5. Terima kasih kepada penghuni laboratorium, kepada Nongkrongers, Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan, Federasi Mahasiswa dan teman-teman 2015 Teknik Lingkungan.

Penulis menyadari dengan segala kerendahan hati bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan serta masih banyak kekurangan karena terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan laporan ini di masa mendatang.

Bandung, Juli 2019

Angela Deviliana S

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Maksud Penelitian	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Ruang Lingkup	I-3
1.6 Manfaat Penelitian	I-4
1.7 Sistematika Laporan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	II-1
2.2 Limbah Zat Warna Industri Tekstil	II-2
2.3 Zat Warna	II-3
2.3.1 Penggolongan Zat Warna	II-4
2.3.2 Zat Warna Reaktif	II-5
2.3.3 <i>Procion Yellow 4R</i>	II-6
2.4 Karakteristik Air Limbah Tekstil	II-7
2.5 Pengolahan Air Limbah Cair Tekstil	II-9
2.6 Adsorpsi	II-10
2.6.1 Adsorpsi Fisika (<i>Physical Adsorption</i>)	II-11
2.6.2 Adsorpsi Kimia (<i>Chemisorption</i>)	II-12
2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	II-11
2.7.1 Gambaran Umum PLTU	II-11
2.7.2 Limbah PLTU	II-12
2.8 Isoterm Adsorpsi	II-17
2.8.1 Isoterm Freundlich	II-17
2.8.2 Isoterm Langmuir	II-18
2.8.3 Isoterm BET	II-21
2.9 Kinetika Adsorpsi	II-22
2.10 Hasil Penelitian Terdahulu	II-23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Umum	III-1
3.2	Variabel Penelitian	III-2
	3.2.1 Variabel Bebas	III-2
	3.2.2 Variabel Terikat	III-2
3.3	Alat dan Bahan	III-2
	3.3.1 Alat	III-2
	3.3.2 Bahan	III-3
3.4	Prosedur Pengerjaan	III-3
	3.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	III-3
	3.4.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi	III-3
	3.4.3 Persiapan <i>Fly Ash</i>	III-4
	3.4.4 Aktivasi <i>Fly Ash</i>	III-4
	3.4.5 Karakterisasi <i>Fly Ash</i>	III-7
	3.4.6 Penentuan Media Sorpsi Pada Waktu Kontak Optimum	III-7
	3.4.7 Penentuan pH Optimum	III-7
	3.4.8 Pengaruh Suhu Terhadap Penyisihan Zat Warna	III-8
	3.4.9 Penentuan Tipe Isoterm	III-8
3.5	Tipe Isoterm	III-8
3.6	Penentuan Kinetika Adsorpsi	III-9
3.7	Uji Desorpsi	III-9

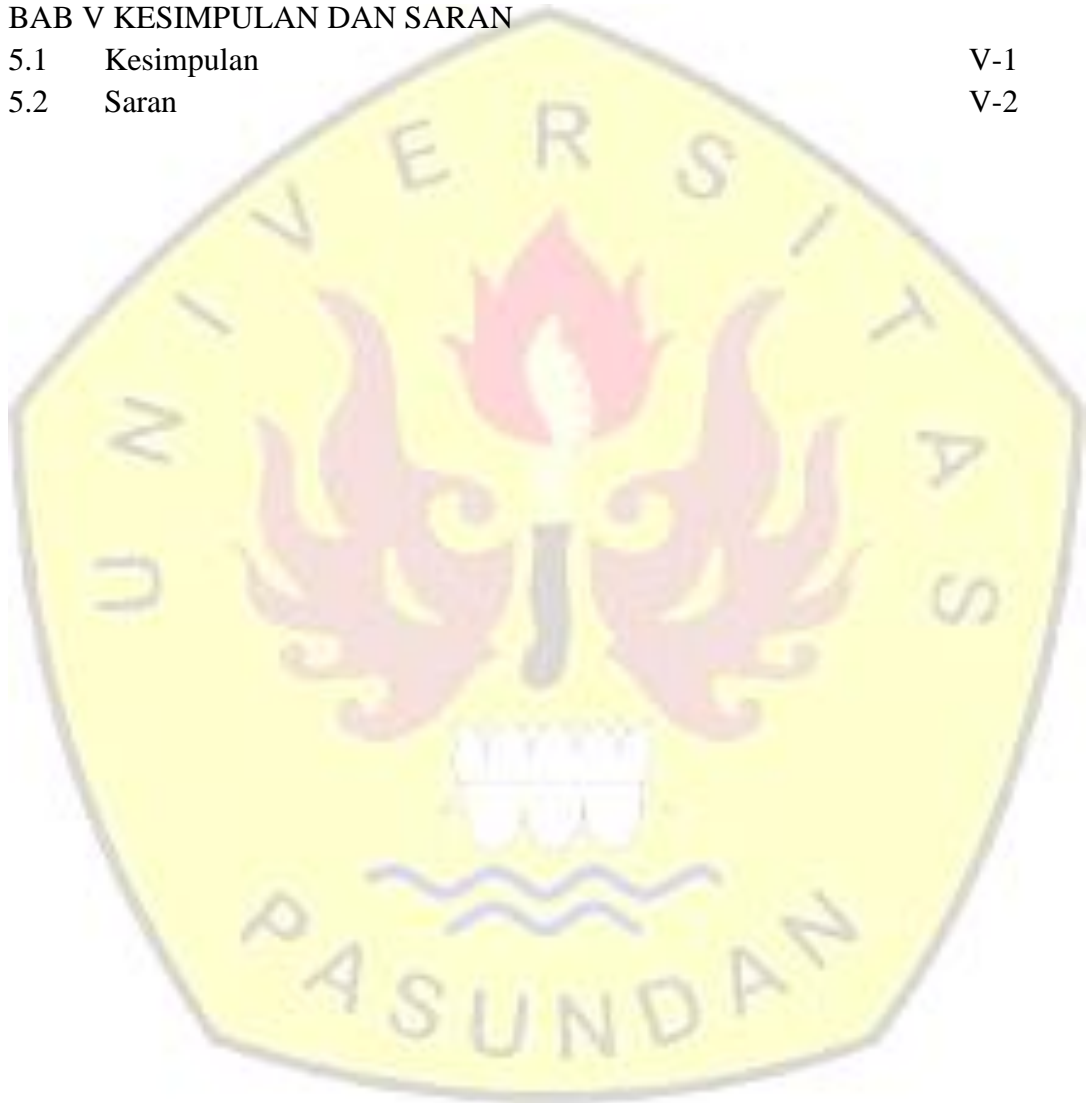
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Penentuan Panjang Gelombang	IV-1
4.2	Pembuatan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-2
4.3	Perbandingan Karakterisasi dan Bentuk Pori-Pori <i>Fly Ash</i> Sebelum dan Setelah Diaktivasi	IV-3
4.4	Penentuan Kemampuan Adsorpsi <i>Fly Ash</i> Sebelum dan Setelah Diaktivasi	IV-7
4.5	Penentuan Waktu Optimum untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-8
4.6	Penentuan pH Optimum untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-9
4.7	Pengaruh Suhu untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-11
4.8	Pengaruh Massa <i>Fly Ash</i> Terhadap Adsorpsi Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-13
4.9	Penentuan Pola Persamaan Isoterm Sorpsi Freundlich, Langmuir dan BET	IV-14
	4.9.1 Persamaan Isoterm Freundlich	IV-14
	4.9.2 Persamaan Isoterm Langmuir	IV-17
	4.9.3 Persamaan Isoterm BET	IV-19
	4.9.4 Penentuan Tipe Isoterm yang Paling Sesuai	IV-21

4.9.5	Penentuan Kapasitas Adsorpsi	IV-21
4.10	Kinetika Adsorpsi	IV-22
4.10.1	Model Kinetika <i>Pseudo-First Order</i>	IV-22
4.10.2	Model Kinetika <i>Pseudo-Second Order</i>	IV-24
4.11	<i>Fly Ash</i> Setelah Digunakan Sebagai Adsorben	IV-26
4.12	Uji Desorpsi	IV-28

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spektrum Cahaya Tampak dan Warna-Warna Komplementer	II-3
Tabel 2.2 Klasifikasi Zat Warna Berdasarkan Struktur Kimia	II-5
Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Cair Industri Tekstil	II-8
Tabel 2.4 Sifat Kimia <i>Bottom Ash</i>	II-13
Tabel 2.5 Komposisi dan Klasifikasi <i>Fly Ash</i> Menurut Jenis Batubara	II-14
Tabel 2.6 Nilai R_L Langmuir	II-20
Tabel 4.1 Hasil Foto SEM Terhadap <i>Fly Ash</i>	IV-3
Tabel 4.2 Karakterisasi <i>Fly Ash</i> Sebelum dan Setelah Diaktivasi dengan XRF	IV-5
Tabel 4.3 Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> Setiap 30 Menit pada pH 7 dengan Konsentrasi Awal 100 mg/L	IV-8
Tabel 4.4 Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan Konsentrasi Awal 100 mg/L pada Variasi pH Selama 180 Menit	IV-9
Tabel 4.5 Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan Konsentrasi Awal 100 mg/L, pH 6, Selama 180 Menit, pada Variasi Suhu	IV-12
Tabel 4.6 Persamaan Isoterm Freundlich untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i> dengan pH 6, suhu 25°C, Selama 180 Menit	IV-15
Tabel 4.7 Koefisien Konstanta Isoterm Freundlich untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i> dengan pH 6, suhu 25°C, Selama 180 Menit	IV-16
Tabel 4.8 Persamaan Isoterm Langmuir untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i> dengan pH 6, suhu 25°C, Selama 180 Menit	IV-17
Tabel 4.9 Persamaan Isoterm BET untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i> dengan pH 6, suhu 25°C, Selama 180 Menit	IV-19
Tabel 4.10 Perbandingan Tipe Isoterm yang Paling Sesuai	IV-21
Tabel 4.11 Persamaan BET, Langmuir dan Freundlich Berdasarkan Nilai Koefisien Konstanta	IV-21
Tabel 4.12 Penentuan Model Kinetika <i>Pseudo-First Order</i> untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i>	IV-22
Tabel 4.13 Penentuan Model Kinetika <i>Pseudo-Second Order</i> untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i>	IV-24
Tabel 4.14 Hasil Foto SEM Terhadap <i>Fly Ash</i> Setelah Diaktivasi dan Setelah Digunakan untuk Mengadsorpsi	IV-26
Tabel 4.15 Komposisi Adsorben Setelah Mengadsorpsi	IV-28
Tabel 4.16 Persentase Desorpsi Selama 30 Menit	IV-29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Molekul <i>Procion Yellow 4R</i>	II-6
Gambar 2.2 <i>Fly Ash</i>	II-14
Gambar 2.3 Grafik Freundlich	II-18
Gambar 2.4 Grafik Langmuir	II-19
Gambar 2.5 Keakuratan Isoterm Langmuir	II-20
Gambar 2.6 Grafik BET	II-21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	III-1
Gambar 3.2 Kurva Panjang Gelombang Maksimum	III-3
Gambar 3.3 Kurva Kalibrasi	III-4
Gambar 3.4 Proses Aktivasi	III-5
Gambar 4.1 Kurva Panjang Gelombang Maksimum <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-1
Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i>	IV-2
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Penyisihan Zat Warna untuk Konsentrasi Awal 100 mg/L dengan pH 7	IV-7
Gambar 4.4 Grafik Penyisihan Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> Terhadap Waktu pada pH 7 dengan Konsentrasi Awal 100 mg/L	IV-8
Gambar 4.5 Grafik Penyisihan Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan Konsentrasi Awal 100 mg/L pada Variasi pH Selama 180 Menit	IV-10
Gambar 4.6 Pengaruh Massa <i>Fly Ash</i> Terhadap Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan pH 6, suhu 25°C Selama 180 Menit	IV-14
Gambar 4.7 Grafik Isoterm Freundlich untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan pH 6, suhu 25°C Selama 180 Menit	IV-16
Gambar 4.8 Grafik Isoterm Langmuir untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan pH 6, suhu 25°C Selama 180 Menit	IV-18
Gambar 4.9 Grafik Isoterm BET untuk Penyisihan Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> dengan pH 6, suhu 25°C Selama 180 Menit	IV-20
Gambar 4.10 <i>Pseudo-first Order</i> untuk Adsorpsi Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i>	IV-23
Gambar 4.12 <i>Pseudo-Second Order</i> untuk Adsorpsi Zat Warna <i>Reactive Yellow 4R</i> oleh <i>Fly Ash</i>	IV-25

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsalam,M., Man,H.C., Idris,A.I., Abidin,Z.Z., Yunos,K.F., 2018. **The Pertinence of Microwave Irradiated Coconut Shell Bio-Sorbent for Wastewater Decolourization: Structural Morphology and Adsorption Optimization Using the Response Surface Method (RSM).**International Journal Of Environmental Research and Public Health 15.2200.
- Adi, Purnomo,A., Sulardjaka, 2012. **Pengaruh Waktu Penahanan Hirotermal Terhadap Karakteristik Zeolit yang Disintesis Dari Limbah Geothermal.** Undergraduate Thesis. Mechanical Engineering Departement.Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ahmaruzzaman,M., 2010. **A review On The Utilization Of Fly Ash.** Departement Of Chemistry. Nation Institute Of Technology Silchar. Assam. India. Journal Of Progress In Energy And Combustion Science 36. Pp : 327-363
- Ahmad,S.T., Natochin,M., Artemyev,N.O., O'Tousa,J.E., 2007. **The Drosophila Rhodopsin Cytoplasmic Tail Domain is Required For Maintenance of Rhabdomere Structure.** The FASEB Journal Vol.21. No.2. pp:449-455
- Alif,A., Verlyna,W.V., Yusuf,I.H., 2012. **Penyerapan Pada Permukaan Gas-Padat.** Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar. <https://www.slideshare.net/fhyaalfiah/makalah-koloid> (Diakses : 19:07, 1/04/2019)
- Ampera,M.P.J., 2018. **Penurunan Kekeruhan Air Baku IPA Badak Singa Dengan Penggunaan Koagulan PAC dan Plat Alumunium Pada Proses Koagulasi-Elektrokoagulasi.** Tugas Akhir. Teknik Lingkungan Universitas Pasundan. Bandung
- Anonim. 2018. **Global Nusantara. Lebih dari 64 Industri Tekstil Diduga Buang Limbah Ke Citarum.** <http://globalnusantara.net/2018/01/12/lebih-dari-64-industri-tekstil-diduga-buang-limbah-ke-citarum/> (Diakses : 20:25, 25/03/2019)
- Anonim. 2013. **Media Information. The Ten Polluted Places Of 2013.** https://www.greencross.ch/wp-content/uploads/uploads/media/media_2013_11_05_top_ten_wvpp_en.pdf (Diakses : 21:10, 25/03/2019)

- Anonim. 2016. **Digital Network Telekomunikasi And Electrical Business. PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap).** <https://achmadjaelani89.wordpress.com/2016/09/13/pltu-pembangkit-listrik-tenaga-uap/> (Diakses : 21:25, 1/04/2019)
- Anonim. Lauw Tjun Nji. 2018. **Fly Ash : Overview.** <https://lauwtjunnji.weebly.com/> (Diakses : 22:25, 27/04/2019)
- Anonim. <http://www.chemnet.com/cas/my/12226-45-8/Reactive%20Yellow%204.html> (Diakses : 20:00, 17/04/2019)
- Atkins,P.W., 1999. **Kimia Fisika Edisi Kedua.** Erlangga. Jakrta
- Bokau,N.S., 2013. **Sintesis Membran Kitosan Termodifikasi Silika Abu Sekam Padi Untuk Proses Dekolorisasi.** Skripsi Universitas Negri Semarang.
- Budiyono. 2008. **Kriya Tekstil Untuk SMK.** Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Darmono. 2001. **Lingkungan Hidup dan Pencemaran.** Penerbit Universitas Indonesia.
- Day,R,A., Underwood,A.L., 2002. **Analisis Kimia Kuantitatif.** Edisi, Keenam. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Dizge,N., Aydiner,C., Demirbas,E., Kobya,M., Kara,S., 2008. **Adsorption Of Reactive Dye From Aqueous Solutions By Fly Ash: Kinetic And Equilibrium Studies.** Journal Of Hazardous Material 150, pp : 737-746
- Faryadi,M., Rahimi,M., Akbari,M., 2015. **Process Modeling and Optimization of Rhodamine B Dye Ozonation in A Novel Microreactor Equipped with High Frequency Ultrasound Wave.** The Korean Journal of Chemical Engineering.
- Fauziyah,R., Fitriani,N., Handayani,S., Nikmah,S.K., 2017. **Penerapan Termodinamika Pada PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap).** https://www.academia.edu/35198257/PENERAPAN_TERMODINAMIKA_PADA_PLTU_PEMBANGKIT_LISTRIK_TENAGA_UAP (Diakses : 23.45, 1/04/2019)
- Fisher, G.L., Prentice, B.A., Silberman, D., Ondov, J.M., Bierman, A.H., Ragaini, R.C.,McFarland, A.R., 1978. **Physical and morphological studies of size-classified coal fly ash.** Environ. Sci. Technol. 12, 447-451.

- Gupta,V.K., Suhas. 2009. **Application Of Low-Cost Adsorbents For Dye Removal – A Review**. Journal Of Environmental Management 90, pp : 2313-2342
- Hall,K.R., Eagleton,LC., Acrivos,A., Vermeulen,T., 1996. **Pore and solid-diffusion kinetics in fixed-bed adsorption under constant-pattern conditions**, Ind. Eng. Chem. Fundam, pp : 212–223.
- Hastuti,S., Mawahib,S.H., Setyoningsih. 2012. **Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Red Mx 8b**. Jurnal EKOSAINS. Volume IV. No.1. pp :41-47
- Ho,Y.S., Mckay,G., 1998. **A Comparison of Chemisorption Kinetic Models Applied to Pollutant Removal on Various Sorbents**. Process Safety and Environmental Protection. Volume 76. Issue 4. PP : 332-340
- Huang, W. Y., Li, D., Liu Z. Q., Tao, Q., Zhu, Y., Yang, J., Zang, Y. M. (2014). **Kinetics, Isotherm, Thermodynamic, and Adsorption Mechanism of La(OH)₃-modified Exfoliated Vermiculites as Highly Efficient Phosphate Adsorbents**. Chemical Engineering Journal, 236, 191-201.
- Hunger,K., 2003. **Industrial Dyes**. Chemistry, Properties, Applications. Third, Completely Revised Edition.
- Hassani,A.H., Mirzayee,R., Nasser,S., Borghei,M., Gholami,M., Torabifar,B., 2008. **Nanofiltration Process on Dye Removal From Simulated Textile Wastewater**. University Of Tehran. Tehran. Iran, pp : 401-408.
- Izquierdoa, M., Querol, X., 2012. **Leaching Behaviour of Elements From Coal Combustion Fly Ash: An Overview**. Int. J. Coal Geol. 94, 54–66.
- Kara,S., Aydiner,C., Demirbas,E., Kobya,M., Dizge,N., 2007. **Modeling the Effects of Adsorbent Dose and Particle Size on The Adsorption of Reactive Textile Dye by Fly Ash**. Journal Of Desalination 212. PP :282-293
- Kasman,M., Kalsum,S.U., Aditia,A.S., 2012. **Reduksi pH, BOD dan COD dalam Grey Water dengan Proses Elektrokoagulasi-Sedimentasi**. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol.12 No.3
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995 tentang **Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri** lampiran A IX
- Koko. 2011. **Warna Batik**. <http://kokobaht.iar.blogspot.com> (Diakses : 19:35, 25/04/2019)

- Kolbe, J.L., Lee, L.S., Jafvert, C.T., Murarka, I.P., 2011. **Use of Alkaline Coal Ash for Reclamation of A Former Strip Mine**. Proceedings of 2011 World of Coal Ash (WOCA) Conference, May 9–12, 2011, Denver, CO, USA.
- Koshy,N., Singh,D.N., Jha,B., Kadali,S., Patil,J., 2015. **Characterization of Na and Ca Zeolites Synthesized by Various Hydrothermal Treatments of Fly Ash**. Journal Of Civil Engineering Material Vol.4. No.1, PP : 131-143
- Kriswiyanti,A., Enny, Danarto, 2007. **Model Kesetimbangan Adsorpsi Cr Dengan Rumput Laut**. Ekuilibrium 6. Pp :47-52
- Laksono, S., 2012. **Biological Treatment For Batik Waste Using Biofilter Process**. Tugas Akhir Environmental Engineering Study Program Universitas Indonesia. Depok
- Lasryza,A., Sawitri,D., 2012. **Pemanfaatan Fly ash Batubara Sebagai Adsorben Emisi Gas CO Pada Kendaraan Bermotor**. Jurnal Teknik Pomits.
- Lu,P.J., Lin,H.C. Yu,W.T., Chern,J.M., 2010. **Chemical regeneration of activated carbon used for dye adsorption**. Journal Of The Taiwan Institute of Chemical Engineers 42. PP:305-311
- Mufrodi,Z., Widiastuti,N., Kardika,R.C., 2008. **Adsorpsi Zat Warna Tekstil Dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi**. Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.
- Musyoka,N.M., 2009. **Hydrothermal Synthesis And Optimisation of Zeolite Na-P1 From South African Coal Fly Ash**. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Magister Scientiae in the Department of Chemistry, University of the Western Cape.
- Nasution,H., Mayudendi, Siregar,S.H., 2015. **Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Zat Warna Direct Yellow Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara**. Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA. Universitas Tanjungpura. Pontianak, pp : 747-756.
- Notodarmojo,S., 2005. **Pencemaran Tanah dan Air Tanah**. Penerbit ITB Bandung.
- Ojha,K., Pradhan,N.C., Samanta,A.N., 2004. **Zeolite From Fly Ash: Synthesis and Characterization**. Bull. Mater. Sci. Volume 27. No.6. pp: 555-564
- Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001 tentang **Pengendalian Pencemaran Air**

Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014 tentang **Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3)**

Petrik, Hendricks, Ellendt, Burgers. 2007. **Toxic Element Removal From Water Using Zeolit Adsorbents Made From Solid Waste Residues**. Research Commission. WRC Report.

Purnama, H., Kurnianto, A.R., 2016. **Pemanfaatan Tongkol Jagung Untuk Adsorpsi Zat Warna Reactive Blue 19**. Universitas Muhammadiyah Surakarta. The 3rd University Research Coloquim.

Qui, H., LV, L., Pan, B., Zhang, Q., Zhang, W., Zhang, Q. (2009). **Critical Review in Adsorption Kinetic Models**. J Zhejiang University Sci A, 10(5), 716-724.

Rahmawati, I., 2011, **Kimia Asyik Kimia Menarik**, <http://irizlovely.blogspot.com/011/08/industri-bahan-pewarna-danpencelup.html> , (Diakses : 20:50, 26/04/2019)

Riffat, R., 2012. **Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering**, CRC Press

Ristinah. Zacoeb, A., Soehardjono, A., Setyowulan, D., 2012. **Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako**. Jurnal Rekeyasa Sipil Vol.6. No.3. pp:264-271

Rout, P. R., Bhunia, P., dan Dash, R. R. (2014). **Modeling Isotherms, Kinetics, and Understanding The Mechanism of Phosphate Adsorption onto A Solid Waste: Ground Burn Patties**. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10, 1016

Sari, D.K., Lestiani, D.D., Adventini, N., 2013. **Evaluasi Kinerja Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) Epsilon 5**. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR-Batan. Bandung

Sakkayawong, N., Thiravetyan, P., Nakbanpote, W., 2005. **Adsorption Mechanism of Synthetic Reactive Dye Wastewater by Chitosan**. Journal of Colloid and Interface Science. Volume 286. Issue 1. Pp :36-42

Salleh, M.A.M., Mahmoud, D.K., Karim, W.A.W.A., Idris, A., 2011. **Cationic and Anionic Dye Adsorption by Agricultural Solid Wastes : A Comprehensive Review**. Science Direct, pp : 1-13

Saputra, R., 2006. **Pemanfaatan Zeolit Sintesis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri**.

- Selvam,K., Swaminathan,K., Chae,K.S., 2003. **Decolourinzation Of Azo Dye and A Dye Industry Effluent By A White Rot Fungus Thelephora sp.** Journal Of Bioresource Technology. Vol.88, pp : 115-119
- Setiawan,B., 2018. **Ilmu Lingkungan. Pengertian Limbah.** <https://ilmulingkungan.com/pengertian-limbah/> (Diakses : 22:35, 21/04/2019)
- Sicca,S.P., 2018. Tito.id. **Semen Indonesia Akan Memanfaatkan Limbah Batu Bara PLTU.** <https://tirto.id/semen-indonesia-akan-memanfaatkan-limbah-batu-bara-pltu-cGdR> (Diakses : 19.05, 1/04/2019)
- Solener,M., Tunali,S., Ozcan,S., Ozcan,A., Gedikbey,T., 2008. **Adsorption Characteristics of Lead (II) Ions Onto The Clay/Poly(Methoxyethyl)acrylamide (PMEA) Composite from Aqueous Solutions.** Desalination. Volume 223. Issue 1-3. PP: 308-322.
- Sutrisno,B., Hidayat,A., Mufrodi,Z., 2014. **Modifikasi Limbah Abu Layang Menjadi Adsorben Untuk Mengurangi Limbah Zat Warna Pada Industri Tekstil.** Yogyakarta. Journal Of Chemica. Vol.1. No.2, pp : 57-66 .
- Syauqiah,I., Amalia,M., Katini,H.A., 2011. **Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif.** Info Teknik. Vol 12. No.1
- Syofyan,E.R., Aguskar. 2013. **Peranan Masyarakat Dalam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Sungai.** Jurnal Teknik Sipil. Politeknik Negri Padang Kampus UNAND. Padang. Poli Rekayasa. Vol.8. No.2, pp : 20-29
- Tan,I.A.W., Ahmad, A.L., Hameed, B.H., 2008. **Adsorption of basic dye on high-surface-area activated carbon prepared from coconut husk: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies.** Journal Of Hazardous Materials 154, pp : 337-346
- Taufiq,A., Hidayat,P., Hidayat,A., 2018. **Modified Coal Fly Ash As Low Cost Adsorbent for Removal Reactive Dyes From Batik Industry.** MATEC Web of Conferences 154. Chemical Engineering Departemenr. Universitas Islam Indonesia. Indonesia.
- Tiehm,A., Nickel,K., Zellhorn,M., Neis,U., 2001. **Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization.** Journal of Wat. Res. Vol. 35 No 8, ppp : 2003-2009
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Pasal 1 Nomor 14 tentang **Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup**

- Ward, C.R., French, D., Jankowski, J., Dubikova, M., Li, Z., Riley, K.W., 2009. **Element mobility from fresh and long-stored acidic fly ashes associated with an Australian power station.** Int. J. Coal Geol. 80, 224–236.
- Wardani, Retno,S.P., 2008. **Pemanfaatan Limbah Batubara (fly ash) untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan.** Jurnal : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Widhiati,I.A.G., Oka,R., Yunita,A., 2010. **Karakterisasi Keasaman dan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (Cocos Nucifera) dan Pemanfaatannya sebagai Biosorben Ion Cd²⁺.** Jurnal Kimia, pp : 7-14
- Woodard,F., 2001. **Industrial Waste Treatment.** Butterworth-Heinemann. Massachussets
- Yagub,M.T., Sen,T.K., Afroze,S., Ang,H.M., 2014. **Advance in Colloid and Interface Science.**
- Yamada,K., Haraguchi,K., Gacho,C.C., Wongsiri,B.P., Pena,M.L., 2003. **Removal of Dyes From Aqueous Solution by Sorption With Coal Fly Ash.** International Ash Utilization. Center for Apllied Energy Research. University of Kentucky.
- Yao,Z.T., Ji,X.S., Sarker,P.K., Tang,J.H., Ge,L.Q., Xia,M.S., Xi,Y.Q., 2015. **A Comprehensive Review On the Applications Of Coal Fly Ash.** Journal Of Earth-Science Review 141, pp : 105 – 121
- Zakaria,A., 2011. **Adsorpsi Cu (II) Menggunakan Zeolit Sintesis Dari Abu Terbang Batu Bara.** Tesis Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zille,A., Gornacka,B., Rehorek,A., Paulo,A.C., 2005. **Degradation Laccase Over Long Periods Of Oxidative Condition.** Applied and Environmental Microbiology. Vol.71. no.11

HALAMAN PENGESAHAN

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(EV-003)**

**PENYISIHAN ZAT WARNA REACTIVE YELLOW 4R OLEH FLY ASH
YANG DIAKTIVASI SECARA ALKALI HIDROTERMAL**

Disusun oleh :

ANGELA DEVILIANA S

(153050078)



**Telah disetujui dan disahkan pada,
Juli 2019**

Pembimbing I

Pembimbing II

(Dr. F. Lucia Nugroho, Dra., MSc., DEA)

(Deni Rusmaya, ST., MT.)

**Mengetahui
Koordinator Seminar Tugas Akhir**

(Sri Wahyuni, Ir., MT.)