

Model Keseimbangan Adsorpsi Zat Warna *Direct Brown* Dengan Menggunakan Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara

Sudung Sugiarto Siallagan¹⁾, Rozanna Sri Irianty²⁾, Zultiniar²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Dasar Teknik Kimia II

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl.HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email: sudung.sugiartosial@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The Increasing use of dyes in various industries causes environmental problems that must be addressed. Various methods have been done to reduce the dye waste, one of which is adsorption. Using of inexpensive and easily obtained adsorbents is one of the considerations in choosing the type of adsorbent used. The purpose of this research was to determine the ability of activated fly ash with HCl by adsorbing Direct Brown dyes at equilibrium with variations in concentration of dyes and adsorption temperature and determining the adsorption equilibrium model. This research was carried out by varying the concentration of dyes (10,20, and 30, ppm) and the adsorption temperature (27, and 37, °C). The result showed that the best temperature of adsorbent for adsorbing Direct Brown at 140 minutes was 37 °C with concentration of dyes 30 ppm with mass of adsorbent 2 gram. And 96,59% of adsorption effectiveness. The adsorption mechanism meets the Freundlich isotherm model with a values of R^2 equal to 1. The equilibrium curve Q_e vs C_e showed that equilibrium model is freunlich model with smallest error correction.

Key Words : adsorption, activation, dye waste, fly ash, Direct Brown.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia telah maju dengan pesat, dampak negatif dari pembangunan industri tersebut adalah pencemaran lingkungan. Salah satu nya adalah limbah yang mengandung zat warna dari industri tekstil, kertas, kosmetik, plastik, makanan dan rokok (Sari.I.P dkk, 2010). Apabila air limbahnya dibuang ke lingkungan, seperti ke selokan atau sungai tanpa diolah terlebih dahulu, air selokan menjadi berwarna dan merubah kualitas air selokan atau air sungai sehingga tidak sesuai peruntukannya.

Zat warna berdasarkan cara pewarnaan pada bahan yang akan diwarnai ada beberapa jenis yaitu zat warna asam, zat warna basa, zat warna langsung (*direct*), zat warna mordan, zat warna belerang, zat warna azoat, zat warna disperse dan zat warna reaktif. Zat warna langsung (*direct*) adalah zat warna yang dapat mewarnai

langsung dengan suatu proses penyerapan tanpa bantuan agen pengikat warna (Abdullah, 2010). Zat warna kertas seperti *dye yellow*, *dye red*, *dye blue*, *dye violet* dan *dye brown* adalah zat warna yang sering digunakan pada industri kertas. Zat warna tersebut umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Gugus benzena sangat sulit didegradasi dan membutuhkan waktu yang lama. Senyawa azo memiliki struktur umum $R-N=N-R'$, dengan R dan R' adalah rantai organik yang sama atau berbeda. Senyawa ini memiliki struktur $-N=N-$ yang dinamakan azo (Widjajanti, 2011). Struktur aromatik pada zat warna sulit dibiodegradasi, khususnya zat warna reaktif karena terbentuknya ikatan kovalen yang kuat antara atom C dari zat warna dengan atom O, N atau S dari gugus hidroksi, amina atau *thiol* dari polimer (Widjajanti,2011).

Beberapa penelitian telah melakukan pemisahan zat warna dari limbah dengan metode adsorpsi menggunakan berbagai jenis adsorben seperti karbon aktif, abu terbang (*fly ash*), serbuk gergaji, tongkol jagung, *barley husk*, kulit jeruk, biomassa, dan adsorben lainnya. Adsorben yang paling banyak digunakan untuk tujuan ini adalah karbon aktif, akan tetapi karbon aktif yang tersedia harganya mahal dan tidak ekonomis untuk pengolahan limbah. Apabila karbon aktif dengan kapasitas adsorpsi tinggi untuk pengolahan limbah dapat dihasilkan dari bahan baku yang murah, maka adsorben tersebut juga bernilai ekonomis (zakaria dkk,2012).

Fly ash merupakan limbah industri kimia yang menggunakan bahan bakar berbasis padat yang jumlahnya banyak dan belum banyak dimanfaatkan. *Fly ash* mengandung beberapa logam berat yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Logam-logam berat yang terdapat dalam *fly ash* adalah Fe, Mn, Zn, Cr dan Cd. Logam-logam ini akan terurai ke lingkungan jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut, sehingga perlu dicarikan alternatif baru pemanfaatan *fly ash* yaitu digunakan sebagai adsorben (Jaarsveld dkk,2002).

Sejauh ini *fly ash* hanya dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan beton, semen, batako, pavin blok, dan lain-lain. Pada penelitian ini, *fly ash* digunakan sebagai adsorben pada adsorpsi zat warna dari limbah kertas.

Komponen utama dari *fly ash* batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang (Mufrodi dkk, 2008). Kandungan silika dan alumina dalam *fly ash* batubara yang cukup besar yang memungkinkan *fly ash* digunakan sebagai adsorben yang potensial. Dengan besarnya kadar kedua komponen tersebut berarti banyak pusat-pusat aktif dari permukaan padatan yang dapat berinteraksi dengan adsorbat.

Ada banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk penyerapan zat warna

dari air limbah, seperti pengolahan biologis, koagulasi/flokulasi, ozonisasi, membran filtrasi, *ion-exchange*, degradasi foto elektrokatalitik dan adsorpsi (Sari, 2012; Utami, S, & Y, 2017). Saat ini, pengolahan limbah dengan teknik adsorpsi dengan menggunakan berbagai macam adsorben masih merupakan metode yang paling menguntungkan karena efektifitas dan kapasitas adsorpsinya yang tinggi serta biaya operasionalnya yang rendah (Syafalni, Ismail, Irvan, Chan, & Genius, 2012).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya adsorpsi zat warna *Direct Brown* dari limbah *paper* menggunakan *fly ash* batubara sebagai adsorben dalam skala laboratorium dengan memvariasikan konsentrasi zat warna 10,20, dan 30 ppm dan suhu adsorpsi 27°C, dan 37°C, pada waktu kesetimbangan dengan proses *batch*. *Fly ash* yang diperoleh dari pembakaran batubara di boiler akan di murnikan, kemudian di keringkan sehingga dapat digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *Direct Brown*.

2. BAHAN DAN METODOLOGI

2.1 Bahan Dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zat warna *direct brown* limbah *paper*, aquadest, asam Klorida 1 M (HCl), *fly ash* (limbah PLTU PT RAPP). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah gelas beaker, gelas ukur, alat spektrofotometer UV-Vis, neraca analitik, timbangan, *centrifuge*, *shaker*, *magnetic stirrer*, *hot plate*, oven, desikator, pH meter, pipet volume, bola hisap, pipet 1 ml, labu ukur, erlenmeyer, spatula, stop watch, termometer.

2.1 Metodologi

Persiapan Adsorben *Fly ash* batu bara yang diperoleh dari PT. Riau Andalan Pulp And Paper (PT. RAPP) di peroleh dalam bentuk kasar, artinya masih terdapat zat-zat pengotor lain didalamnya. Preparasi ini bertujuan untuk membersihkan atau memurnikan *fly ash* batu bara. Preparasi

ini dilakukan dengan cara mengaktifasi *fly ash* batubara dengan larutan asam klorida (HCl) 1M. Penggunaan larutan HCl 1M ini bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang terdapat dalam *fly ash* batubara, sehingga dapat meningkatkan luas permukaan dan volume pori *fly ash* batubara. Proses aktifasi ini dilakukan selama 48 jam untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal (Mufrodi dkk, 2008).

Pembuatan larutan induk *Direct Brown* ($C_{31}H_{22}N_8Na_2O_6S$) dengan konsentrasi 1000 ppm dengan cara menimbang 2 gram *Direct Brown* pada neraca analitik lalu dilarutkan dalam labu ukur 1000 ml dengan aquadest sampai larut sempurna. Pembuatan larutan zat warna *Direct Brown* 20 ppm dalam 1000 ml dengan mengencerkan larutan induk *Direct Brown*. Larutan zat warna 20 ppm tersebut digunakan untuk penentuan panjang gelombang, pembuatan larutan standar, waktu kesetimbangan, dan penentuan model kesetimbangan adsorpsi.

Penentuan Panjang Gelombang

Pengukuran absorbansi larutan zat warna *Direct Brown* 50 ppm menggunakan spektrofotometer pada variasi panjang gelombang 380 – 440 nm (Ignat dkk, 2012) untuk mendapatkan panjang gelombang optimum.

Pembuatan Kurva Standar untuk Spektroskopi UV-Vis Pembuatan larutan standar zat warna *Direct Brown* 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 ppm untuk kurva kalibrasi dilakukan dengan cara pengenceran larutan zat warna 50 ppm dalam 100 ml. Pengukuran absorbansi larutan standar tersebut dengan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang optimum.

Penentuan Waktu Kesetimbangan penentuan waktu kesetimbangan dilakukan dengan menimbang *fly ash* sebanyak 2 gram ke dalam erlenmeyer yang telah berisi larutan *Direct Brown* 500 ml. Waktu kesetimbangan diperoleh apabila nilai absorbansi larutan zat warna *Direct Brown* sudah konstan/tidak berubah secara berturut-turut.

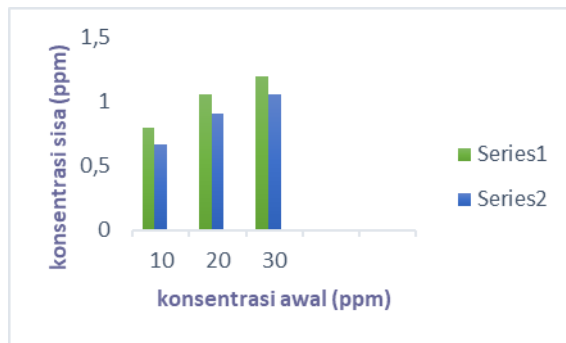
Pengujian Adsorpsi. Dalam penelitian ini, pengujian model kesetimbangan adsorpsi dengan melakukan pengaruh jumlah massa adsorben dan suhu proses adsorpsi. Larutan warna *Direct Brown* 100 ml (10,20 dan 30ppm) diadsorpsi dengan massa *fly ash* 2 gram untuk masing-masing suhu proses adsorpsi (27°C dan 37°C) dengan menggunakan *magnetic stirrer hot plate*. Pemisahan larutan dan filtrat menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 400 rpm/rcf dalam 20 min/sec (Yudendi, 2014).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh konsentrasi awal *Direct Brown* dan Suhu Adsorpsi Terhadap Konsentrasi *Direct Brown* Setelah Proses Penyerapan

Tujuan dari variasi konsentrasi awal *Direct Brown* dan suhu adsorpsi adalah untuk mengetahui seberapa besar daya adsorpsi *fly ash* terhadap zat warna. Konsentrasi awal *Direct Brown* di variasikan dari 10,20, dan 30 ppm dan suhu 27,37, °C. untuk mengetahui kemampuan adsorpsi *fly ash* sebelumnya dibuat kurva kalibrasi sehingga diperoleh persamaan linear $y = 0,0226x - 0,0014$. Dari persamaan kurva kalibrasi digunakan untuk menghitung zat warna teradsorpsi sehingga dapat diketahui kemampuan adsorpsi *fly ash* pada konsentrasi zat warna yang berbeda.

Dari gambar 1 dan 2 dapat dilihat hubungan antara konsentrasi awal *Direct Brown* terhadap konsentrasi akhir *Direct Brown* yang diserap dan efektifitas adsorpsi. Konsentrasi awal mempengaruhi konsentrasi *Direct Brown* yang terserap dengan massa adsorben tetap. Dari gambar 1 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi awal maka konsentrasi *Direct Brown* yang sisa semakin besar yaitu pada suhu 27 °C dan konsentrasi awal 30 ppm. Pengaruh konsentrasi awal *Direct Brown* dan suhu adsorpsi terhadap konsentrasi akhir *Direct Brown* ini ditunjukkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Grafik Pengaruh Konsentrasi Awal Zat Warna *Direct Brown* Dan Suhu Adsorpsi Terhadap Konsentrasi Zat Warna *Direct Brown* Setelah Penyerapan.

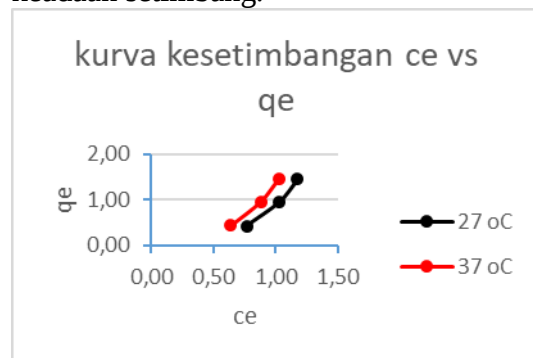
Pengaruh konsentrasi awal *Direct Brown* dan suhu adsorpsi terhadap efisiensi adsorpsi zat warna *Direct Brown* ini ditunjukkan pada **Gambar 2** berikut:

Gambar 2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Awal *Direct Brown* Dan Suhu Adsorpsi terhadap Efisiensi Adsorpsi Zat Warna *Direct Brown* Setelah Penyerapan

Dari **Gambar 1** menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi awal dan suhu adsorpsi mempengaruhi konsentrasi zat warna yang teradsorpsi. Semakin besar konsentrasi awal zat warna maka konsentrasi sisa akan semakin besar, sebaliknya semakin tinggi suhu adsorpsi maka konsentrasi sisa semakin kecil, dimana pada penelitian ini konsentrasi sisa terbesar adalah pada suhu 27 °C dan konsentrasi awal 30 ppm dimana konsentrasi sisa adalah sebesar 1,65 ppm. Sedangkan pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu adsorpsi dan konsentrasi awal zat warna. Kondisi terbaik adalah pada temperature 37 °C dan konsentrasi awal 30 ppm yaitu efisiensi penyerapan sebesar 96,59%.

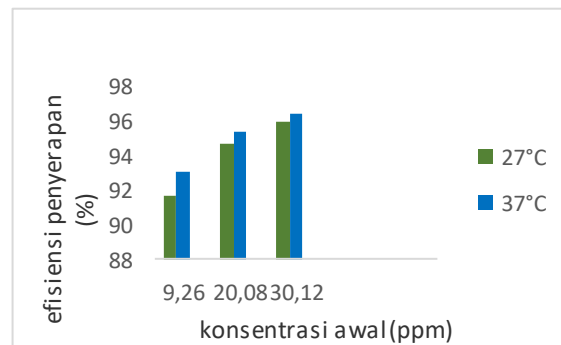
Pengaruh Suhu Terhadap Kapasitas Dan Daya Jerap. Pada proses adsorpsi selanjutnya akan mempelajari pengaruh variasi pada suhu operasi saat proses adsorpsi zat warna *Direct Brown* dengan beberapa variasi konsentrasi adsorbat. Kurva kesetimbangan merupakan hubungan Antara konsentrasi larutan pada saat keadaan setimbang dengan jumlah

adsorbat terserap per massa adsorben pada keadaan setimbang.



Gambar 3. Hubungan Ce terhadap Qe pada berbagai suhu

Berdasarkan kurva kesetimbangan yang ditunjukkan pada gambar 3 bahwa jumlah adsorbat terserap per satuan massa adsorben terbesar adalah pada suhu 37 °C dan konsentrasi larutan sebesar 30 ppm



yaitu sebesar 1,46 mg/g. sedangkan konsentrasi adsorbat sisa yang paling besar adalah pada suhu 27 °C dan konsentrasi larutan 30 ppm yaitu sebesar 1,65ppm. Gambar 3 memperlihatkan hubungan Ce (konsentrasi adsorbat pada keadaan setimbang) dengan Qe (kapasitas jerap adsorben pada keadaan setimbang). Dari gambar tersebut dapat dilihat pengaruh berbagai suhu terhadap daya jerap. Pada suhu 37°C merupakan suhu yang paling optimal terjadinya penyerapan adsorbat oleh adsorben pada konsentrasi 30 ppm.

4.5. Model Kesetimbangan Isoterm Adsorpsi

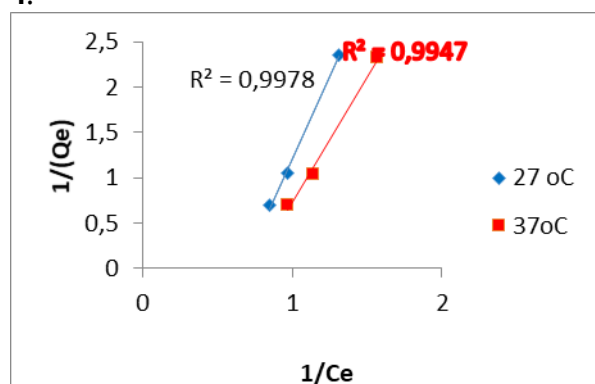
Pengujian model dilakukan menggunakan metode regresi linier, dimana pada metode ini akan didapatkan nilai *Correclation Factor* (R^2). Model kesetimbangan yang diuji adalah model kesetimbangan *Langmuir* dan *Freundlich*.

Tabel 1 Perbandingan *Correlation Factor* (R^2) Model Kesetimbangan Pada Suhu 27°C, Suhu 37°C, dan Suhu 47°C

Suhu (°C)	R^2	
	Langmuir	Freundlich
27	0,9978	1
37	0,9947	0,9993

Berdasarkan **Tabel 1** Hasil plot data adsorpsi untuk tiap model yang direkapitulasi menunjukkan nilai R^2 tertinggi adalah pada isotherm Freundlich sebesar 1 pada suhu 27 °C . Hal ini mengindikasikan bahwa penyerapan sesuai dengan metode model kesetimbangan Freundlich karena bisa dilihat nilai *Correlation Factor* (R^2) nya yang paling mendekati nilai 1.

Penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan model isotherm Langmuir dikaji pada kurva isotherm adsorpsi yang dibuat dengan cara memplotkan konsentrasi *Direct Brown* sisa dalam kesetimbangan versus jumlah adsorbat yang diserap. Kurva isotherm adsorpsi *Direct Brown* pada adsorben *fly ash* disajikan dalam **Gambar 4**.

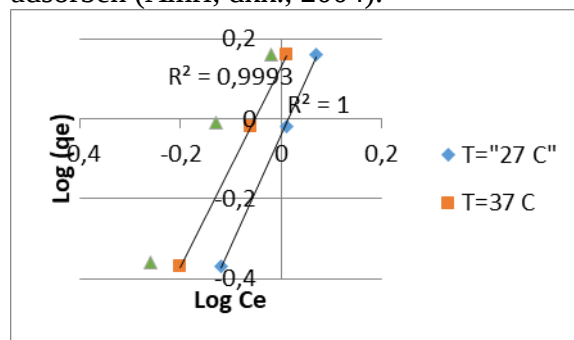


Gambar 4 Grafik Penyerapan *Direct Brown* Model *Langmuir* Pada Berbagai Suhu

Berdasarkan kurva linear hubungan antara $1/(Q_e)$ dengan $1/C_e$ dapat ditentukan harga kapasitas adsorpsi (q_m) dan tetapan kesetimbangan (b) dari intersep kurva.

Nilai q_m (maksimum adsorbat yang dapat diserap) dari isotherm Langmuir pada temperature 27°C sebesar 1,7170 mg/g, temperature 37°C sebesar 2,6553 mg/g, dan pada temperature 47°C sebesar 3,2206 mg/g. Dapat dilihat maksimum adsorbat yang terserap adalah pada suhu 27 °C

Model isotherm Langmuir mengasumsikan bahwa permukaan adsorben adalah homogen dan besarnya energi adsorpsi ekuivalen untuk setiap situs adsorpsi. Adsorpsi secara kimia terjadi karena adanya interaksi antara situs aktif adsorben dengan zat teradsorpsi dan interaksi hanya terjadi pada lapisan penyerapan tunggal (*monolayer adsorption*) permukaan dinding sel adsorben (Amri, dkk., 2004).



Gambar 5 Grafik Penyerapan *Direct Brown* Model *Freundlich* Pada Berbagai Suhu

Gambar 5 menunjukkan linearisasi data penelitian terhadap model *Freundlich*. Plot antara $\log C$ dan $\log (x/m)$ menghasilkan nilai K dan $1/n$. Nilai K menunjukkan kapasitas penyerapan dan nilai $1/n$ adalah nilai heterogenitas suatu permukaan. Kapasitas penyerapan maksimum pada saat penyerapan suhu 47°C sebesar 0,8915, sedangkan pada suhu 27°C dan 37°C masing-masing sebesar 0,9888 dan 0,8480. Menurut (Shaker dan Yakout, 2016), semakin tinggi nilai K , maka semakin besar pula kapasitas penyerapannya.

Isotherm Freundlich dikembangkan untuk adsorpsi yang terjadi pada lebih dari satu lapisan tunggal (*multilayer*) dan permukaan yang heterogen. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adsorpsi *Direct Brown* oleh *fly ash* berlangsung pada

multilayer dan heterogen. Sifat adsorpsi yang pada lebih satu lapisan ini dapat terjadi pada adsorpsi fisik. (Larasati, A. 2014).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :*Fly ash* teraktivasi dengan HCl 1M dapat mengadsorpsi zat warna *Direct Brown* pada waktu kesetimbangan selama 140 menit dengan konsentrasi awal 20 ppm menjadi 5,04 ppm pada larutan. Efektifitas penyerapan paling tinggi diperoleh pada konsentrasi awal *Direct Brown* 30 ppm (dari variasi 10 sampai dengan 30 ppm) dengan suhu penyerapan 37 °C (dari variasi 27 °C – 37 °C) yaitu sebesar 96,59%. Dimana massa *fly ash* adalah tetap sebesar 2 gram. Mekanisme adsorpsi *Direct Brown* menggunakan *fly ash* teraktivasi sebagai adsorben memenuhi model isotherm *Freundlich* dengan nilai R^2 yaitu 1.

UCAPAN TERIMAKASIH

penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan yang bersangkutan karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, UF. 2010. Penurunan Kadar Zat Warna Remazol Yellow FG Menggunakan Adsorben Semen Portland. *Skripsi S1 Kimia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Amri, A., Supranto., dan Fakhrurozi, M. 2004. Kesetimbangan adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan zeolit alam terimpregnasi 2-merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia* 6 (2): 111-117 (2004). ISSN 1410-9379
- Ghahremani, D., Mobasherpour I., Salahi, E., Ebrahimi, M., Manafi S., & Keramatpour L. 2012. Potential of Nano Crystalline Calcium Hydroxyapatite for Tin (II) Removal from Aqueous Solutions: Equilibria and Kinetic Processes. *Arabian Journal of Chemistry*.
- Ignat Maurusa-Elena., Dulman, Viorica., Onofrei, Tinca. 2012. Reactive Red 3 and Direct Brown 95 Dyes Adsorption onto Chitosan. *Cellulose Chemistry and Technology*.,46 (5-6). 357-367.
- Jaarsveld, V.J.G., Deventer, J.S.J., Lukey, G.J.(2002). The effect of composition and temperature on the properties of fly ash and kaolinite-based geopolymer. *Chemical Engineering Journal*, 89, 63-73.
- Larasati, A., Suprihanto Notodarmojo. (2014). Kesetimbangan dan Kinetika Penyisihan Orthofosfat dari Dalam Air dengan Metode Adsorpsi-Desorpsi. *Jurnal Teknik Lingkungan* Volume 20, Nomor 1, Mei 2014 (Hal 38-47). Institut Teknologi Bandung.
- Mufrodi, Z., Widiastuti, N., dan Ranny C.K.,2008. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil Dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Untuk Varasi Massa Adsorben Dan Suhu Operasi*. Seminar Teknik Kimia, Yogyakarta.
- Sari, I.P., dan N., Widiastuti., 2010. Adsorpsi Methylen Blue dengan Abu Dasar PT.IPMOMI Probolinggo Jawa Timur dan Zeolit Berkarbon. Prosiding Skripsi Semester Gasal. ITS. Surabaya
- Sari, P. A. (2012). *Degradasi Foto elektro katalitik Rhodamin B pada Elektroda Lapis Tipis TiO2 Tersensitisasi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Syafalni, S., Ismail, A., Irvan, D., Chan, K. W., & Genius, U. (2012). Treatment of Dye Wastewater Using Granular Activated Carbon and Zeolite Filter. *Modern Applied Science*, 6(2), 37-51.
- Utami, S, Elystia., & Y, Aziz. (2017). *Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*

- (*Elaeis Guneensis Jacq*). *Jom FTEKNIK*, 4(1).
- Widjajanti, E., Regina, T.P.dan Pranjoto, M.U. (2011). *Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian. Pendidikan dan Penerapan MIPA. Universitas Negeri Jogjakarta. Jogjakarta
- Yudendi, M. (2014). *Adsorpsi Zat Warna Direct Yellow Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara*. Skripsi S1. Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Muhammadiyah Riau. Riau
- Zakaria, Ahmad., Henny R., Wittri, D., Yustinus, P., dan Agus T. 2012. *Karakterisasi dan Pemanfaatan Abu Terbang Aktivasi Fisika Dalam Menjerap Ion Logam Cu 2+* Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan. Serpong. ISSN 14411-2213