

ADSORPSI ZAT WARNA METHYLENE BLUE DENGAN MENGGUNAKAN ABU SAWIT SEBAGAI ADSORBEN

Rizaldi Riski Irawan¹⁾, Edy Saputra²⁾, David Andrio³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ^{2,3)}Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

*Email: Rizaldi_ri@yahoo.com

ABSTRACT

The industrial waste especially textile waste is one of the causes of environmental problems that require effective and efficient processing. Adsorption is a separation method that is simple, easy to operate, flexible, affordable cost and does not produce toxic products. The purpose of this study calculates the efficiency of decreasing the concentration of the colors contained in methylene blue dye and studying the adsorption capacity to variations in pH 2, 4, 6, and 8, adsorbent mass variation 1; 1,5; 2; and temperature variation 40°, 60°, and 80°. The maximum wavelength of the dye methylene blue 660 nm. The efficiency of 98,07 % decline in the highest concentration. Isotherm corresponding to methylene blue dye adsorption by spent bleaching earth is Langmuir isotherm with adsorption capacity to variations in pH of 4,592 mg/g, the adsorbent mass variation of 4,592 mg/g, the temperature variation of 3,565 mg/g.

Keywords: Adsorption, Methylene Blue, Fly Ash, Efficiency Decreased Concentration, Adsorption Capacity

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak sawit terbesar di dunia. Perkembangan produksi minyak sawit Indonesia meningkat sejalan dengan luas arealnya, yakni 3,38 sampai 10,25% dari tahun 2008-2014. Produksi minyak sawit pada tahun 2008 sebesar 19,40 juta ton, dan pada tahun 2012 meningkat menjadi 26,02 juta ton. Produksi minyak sawit terbesar di Indonesia terdapat di Provinsi Riau dengan jumlah produksi sebesar 6,38 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2013).

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi pabrik minyak sawit terdiri dari limbah padat, cair, dan gas. Limbah yang dihasilkan mencapai 6 juta ton pertahun atau setara dengan 26% produksi nasional. Setiap ton minyak sawit akan menghasilkan limbah padat sebanyak 2,1 ton dengan berat abu sebesar 0,315 ton yang diperoleh dari sisa pembakaran di boiler (Saputra dkk, 2004).

Abu sawit adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus. Pemanfaatan abu sawit selama ini masih terbatas sebagai bahan campuran beton. Abu sawit juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Pemanfaatan abu sawit sebagai adsorben merupakan contoh pemanfaatan yang efektif, biayanya murah, ramah lingkungan dan adsorben ini juga dapat digunakan dalam pengolahan limbah gas maupun limbah cair, terutama pada limbah zat warna tekstil. Abu sawit dapat menjadi salah satu alternatif pengganti karbon aktif dan zeolit. Abu sawit ini juga memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki kualitas setara dengan karbon aktif, sehingga berpotensi meningkatkan nilai ekonomis abu sawit dan dapat dijadikan alternatif yang menjanjikan dimasa depan. Abu sawit ini dapat dipakai secara langsung sebagai

adsorben atau dapat juga melalui perlakuan kimia dan fisik tertentu sebelum menjadi adsorben. Metode yang umum digunakan adalah *hydrothermal alkali treatment* yaitu memanaskan campuran abu terbang dengan larutan alkali (KOH, NaOH). (Querol dkk, 2002).

Zat warna adalah bahan yang tidak lepas dari proses industri. Hampir 9000 zat warna yang telah ada didaftar indeks dan banyak permintaan terhadap zat warna tersebut berasal dari industri tekstil, kertas, kosmetik, plastik, makanan dan rokok. Selama ini industri tekstil memiliki peringkat tertinggi untuk penggunaan zat warna (Garg dkk, 2003). Zat warna banyak mengandung bahan karsinogenik yang dapat membahayakan ekosistem di sekitar pembuangan limbah. Dengan demikian, penghilangan zat warna dari air limbah merupakan masalah lingkungan yang sangat penting untuk diselesaikan.

Dalam pengolahan zat warna ada beberapa metode yang digunakan seperti pengaktifan *sludge*, koagulasi kimia, elektrokimia, osmosis, katalis hydrogen peroksida, maupun pengaktifan karbon, dari beberapa metode yang ada metode adsorpsi yang lebih unggul dalam pengolahan zat warna dibandingkan dengan metode lainnya (Cui, 2008). Hal ini disebabkan karena adsorpsi merupakan metode pemisahan yang sederhana dalam pengolahan zat warna, mudah dioperasikan, terjangkau harganya murah, dan tidak menghasilkan produk beracun (Gupta dkk, 2009).

Methylene blue merupakan salah satu zat warna yang digunakan pada industri tekstil. *Methylene blue* digunakan sekitar 5% dalam pewarnaan sedangkan sisanya 95% akan dibuang ke badan air, sehingga dapat mencemari lingkungan. *Methylene Blue* memiliki rumus kimia $C_{16}H_{18}ClN_3S$, adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan zat warna kationatik dengan gaya adsorpsi yang kuat (Palupi, 2006).

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan oleh suatu adsorben atau daya serap yang dihasilkan dari zat penyerap yang terjadi pada permukaan. Proses adsorpsi

dapat dijelaskan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds,1982). Adsorpsi fisika terutama disebabkan oleh gaya *Van Der Waals* dan merupakan kejadian yang reversibel (bisa bolak-balik). Ketika gaya tarik molekul antara zat terlarut dan adsorben lebih besar dari gaya tarik zat terlarut dan zat pelarut, zat terlarut akan terserap ke permukaan adsorben. Pada adsorpsi kimia terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang diserap, dan reaksi biasanya ireversibel (tidak bisa bolak-balik). Adsorpsi kimia jarang digunakan dalam teknik lingkungan, namun adsorpsi fisika digunakan secara luas (Reynold, 1982).

Methylene blue merupakan salah satu zat warna yang sering digunakan dalam pewarna kulit maupun kain dan *methylene blue* juga sangat mudah untuk diperoleh karena harganya yang lebih ekonomis. Pada proses pewarnaan ini ada pewarna yang teradsorpsi dan ada yang tidak teradsorpsi, kemudian tertinggal di badan air sehingga memberikan dampak pada pencemaran air.

Penyerapan zat warna metilen biru dengan memanfaatkan bagas tebu dengan variasi berat adsorben 0,8, 1,6, 2,4 dan 3,2 gram dan variasi waktu kontak 30, 60, 90 dan 120 menit dengan perbandingan konsentrasi 50 ppm dan 100 ppm. Didapatkan hasil daya serap pada menit terakhir 120 menit dengan konsentrasi metilen biru 100 ppm dengan adsorben 3,2 gram yaitu 98,87% dan pada konsentrasi metilen biru 50 ppm pada menit ke 90 dengan berat adsorben 3,2 gram yaitu 97,47%, (Yenti dkk, 2011).

Menyimpulkan bahwa abu dasar memiliki waktu setimbang 720 menit sedangkan zeolit bekarbon 180 menit. Penelitian ini mempelajari tentang kapasitas adsorpsi dari abu dasar dan zeolit bekarbon dengan cara penentuan waktu setimbang, penentuan konsentrasi awal, dan pH optimum. Variasi konsentrasi awal *methylene blue* dengan variasi konsentrasi 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 80, 100, 120, dan 140 ppm dengan waktu pengadukan selama

12 jam dan kecepatan pengadukan 400rpm dengan menggunakan adsorben sebanyak 0,5 gram (Sari dkk, 2010).

Adsorpsi zat warna dengan abu terbang yang berukuran 200 mesh. Variasi yang digunakan adalah massa adsorben 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 gram serta variasi suhu yang digunakan 40, 50, 60, 70, dan 80° C. nilai yang optimum di dapat pada variasi massa adsorben 1,5 gram dan suhu 60° C dengan persentase sebesar 32,5625% (Mufrodi, 2008).

Adsorpsi *metyhlene blue* menggunakan serbuk cangkang telur terkalsinasi dengan proses batch. Variasi yang digunakan waktu kontak (30 menit rentang waktu 2,5 menit), pH 2, 4, 6, 8, dan 10, massa adsorben 0,2; 0,6; 1; 1,5; 2 gram, dan temperatur 27°, 35°, dan 50°C dengan tujuan mempelajari pengaruh pH, massa adsorben, dan temperatur. Hasil yang didapat pada variasi pH (77,3%), variasi massa adsorben didapat hasil (59,3%), dan pada variasi temperatur di dapat hasil penurunan zat warna *metyhlene blue* sebesar 62,9% (Tito, 2014).

2. METODE PENELITIAN

Bahan penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah abu sawit, *metyhlene blue*, aquadest, natrium hidroksida (NaOH), hidrogen klorida (HCl).

Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas piala, gelas ukur, labu ukur, sendok, pH meter, *stopwatch*, *magnetic stirrer*, *hot plate*, termometer, oven, dan ayakan 200 *mesh*.

A. Variabel Penelitian

Variabel Terikat

Konsentrasi *metyhlene blue* 100 ppm dengan lama pengadukan 120 menit (Yenti dkk, 2011) dan menggunakan saringan 200 *mesh* dengan kecepatan pengadukan 200 rpm (Mufrodi dkk, 2008).

Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Berat adsorben 1 gram, 1,5 gram, dan 2 gram.
2. pH larutan divariasikan 2, 4, 6, dan 8 dengan penambahan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N.
3. Temperatur divariasikan 40°, 60°, dan 80°.

B. Prosedur Penelitian

Aktifasi Abu Sawit

Abu sawit dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C untuk proses penghilangan kadar air dan diayak dengan menggunakan ayakan 200 *mesh*. Abu sawit diaktifasi dengan menggunakan NaOH 1,4 N dengan perbandingan 1 : 5, kemudian dipanaskan selama 1 jam di dalam beaker glass dengan suhu 100°C dan abu sawit dicuci dengan aquadest samapi pH mendekati 7 atau pH normal dan di keringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2-3 jam.

Larutan *Metyhlene Blue*

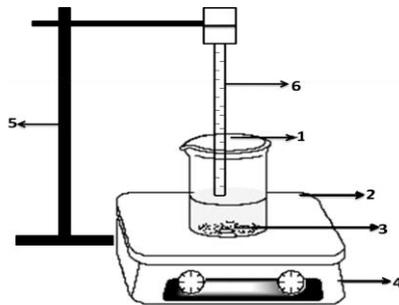
Pembuatan larutan standar, *metyhlene blue* ditimbang sebanyak 1000 mg dimasukkan kedalam gelas kimia dan dilarutkan dengan 1000 mL aquadest. Larutan tersebut dimasukkan ke labu ukur 1 liter, dan ditambahkan aquadest sampai ambang batas. Kemudian pH larutan di variasikan 2, 4, 6 dan 8 dengan menggunakan larutan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Setelah itu untuk penentuan panjang gelombang digunakan spektrofotometer uv-vis dengan panjang gelombang 600 – 700 nm.

Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi larutan *metyhlene blue* dibuat dengan menentukan pH, massa adsorben dan temperatur optimum. Larutan *metyhlene blue* dengan konsentrasi 100 ppm diambil 50 mL dan dimasukkan ke gelas kimia. Kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 200 rpm selama 120 menit.

Selanjutnya larutan disaring dengan menggunakan kertas saring whatman 42, disimpan pada botol sampel untuk dilakukan analisa warna.

3.5 Rangkaian Alat



Gambar 1 Rangkaian Alat Adsorpsi *Metyhlene Blue* dengan Abu Sawit

Keterangan :

1. Gelas piala
2. Hot plate
3. *Magnetic bar*
4. *Magnetic stirrer*
5. Statif
6. Termometer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

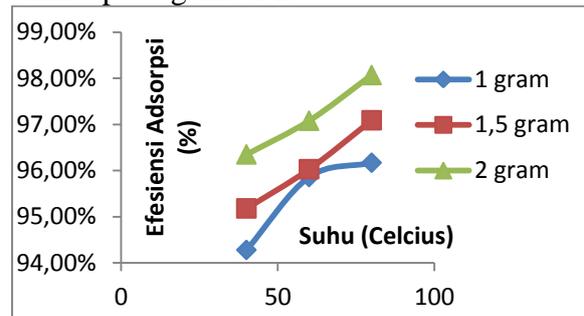
Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna *Methylene Blue*

Pada larutan zat warna *methylene blue* dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum dari panjang gelombang 600-700 nm dengan spektrofotometer UV-VIS. Panjang gelombang optimum adalah panjang gelombang yang memiliki kepekaan yang optimum, bentuk kurva absorbansi datar, serta jika dilakukan pengukuran ulang maka kesalahan yang disebabkan oleh pemasangan ulang panjang gelombang akan sangat kecil.

Pengaruh Variasi pH, Massa, dan Suhu Adsorpsi Terhadap Penurunan Konsentrasi Zat Warna *Methylene Blue*

Pengaruh pH, Massa, dan Suhu dalam proses adsorpsi zat warna *Metyhlene Blue* sangatlah berpengaruh. Hasil penurunan kadar zat warna *Metyhlene Blue* dengan

memvariasikan pH, massa, dan suhu dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Variasi Suhu Adsorpsi Terhadap Penurunan Konsentrasi Zat Warna *Methylene Blue* Pada Massa Adsorben pH 6

Dari Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa selalu terjadi peningkatan efisiensi penurunan konsentrasi pada zat warna *methylene blue* di setiap kenaikan suhu adsorpsi. Suhu adsorpsi 80° C selalu memiliki efisiensi penurunan yang paling tinggi untuk tiap pH dan konsentrasi adsorben yang telah divariasikan. pH optimal yang terjadi pada pH 6 dengan hasil efisiensi penurunan konsentrasi pada zat warna *methylene blue* sebesar 98,07%, hal ini dimungkinkan titik isoelektronik *methylene blue* terletak pada pH 6 dan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben dapat mengikat zat warna secara maksimal. Massa adsorben 2 gr selalu memiliki efisiensi penurunan yang paling tinggi. Hal ini berbanding lurus dengan teori yang dikemukakan oleh Anggriawan [2015] yaitu semakin banyak massa adsorben yang digunakan semakin tinggi pula tingkat efisiensinya.

Isoterm yang cocok untuk adsorpsi *methylene blue* oleh *fly ash* pada variasi pH, massa, dan suhu adalah isoterm Langmuir karena memiliki koefisien determinasi (r^2) yang lebih tinggi yaitu 0,9998 sedangkan untuk isoterm Freundlich koefisien determinasinya hanya 0,9991, maka isoterm yang dipakai adalah isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi (Q_e) sebesar 4,493 mg/g. Hasil ini sejalan dengan apa yang dikemukakan oleh Tanasale dkk [2012], bahwa adsorpsi zat warna *methylene blue* mengikuti isoterm Langmuir. Hasil ini menunjukkan bahwa kemungkinan proses

adsorpsi yang terjadi melibatkan pembentukan ikatan kimia lebih besar dari pada fisika.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi zat warna *methylene blue* yang tertinggi yaitu pada pH 6, massa adsorben 2 gram, dan suhu 80° C pada kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu pengadukan 120 menit dengan efisiensi penurunan konsentrasi sebesar 98,07% dengan koefisien determinasinya (r^2) adalah isotherm Langmuir.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah. Z. 2007. *Biosorpsi Metilen Biru Oleh Kulit Buah Kakao*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Bhattacharyya, KG and Gupta, S.S. 2008. *Immobilization of Pb(II), Cd(II) and Ni(II) Ions on Kaolinite and Montmorillonite Surface from Aqueous*. *Journal of Environmental management* 87: 45-58
- Cui, L. 2008. *Performance and Mechanisme of Metyhlene Blue Biosorption on Orange Peel*. *Environmental Technology*, 29:9, 1021-1030
- Tito. 2014. *Adsorpsi Metyhlene Blue Menggunakan Serbuk Cangkak Telur Terkalsinasi Dengan Proses Batch*. Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Yenti, S.R., & Zultiniar. 2011. Penerapan Zat Warna Metilena Biru Dengan Memanfaatkan Bagas Tebu. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau. *Jurnal Pilar Sains.11 (1) 01-01:2011*, ISSN 1412-5595