

Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis Guneensis Jacq*)

Utami¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Yelmida Aziz³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Lingkungan S1 ²⁾Dosen Teknik Lingkungan S1 ³⁾Dosen Teknik Kimia D3

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru

Email: Utami2609@gmail.com

ABSTRACT

Textile industry is one of the most dominant developed industries in Indonesia. Waste textile industries were dominated by dyes pollution from the production process. One way to pigment used in textile industry is pigment Rhodamin B. Method to reduce dyes waste pollution is through adsorption. The adsorbent that used was activated carbon from waste palm empty fruit bunches which are activation physics in temperature 300°C and chemical activation is done by using H₃PO₄ activator. This research aims to study the activated carbon capabilities in adsorption Rhodamin B in the variation of the mass of adsorbent 1, 3 and 5 grams, sieve size 0,595-250 mm, 0,250-125 mm and 0,105 mm and a contact time of 15, 30, 45 and 60 minutes. The results showed that the optimum occurs at mass 5 grams, sieve size 0,105 mm and a contact time of 45 minutes with an efficiency of 99,50%. While the lowest efficiency is 27% to mass 5 grams, particle size 0,595-0,250 mm and a contact time 15 minutes.

Keywords: Adsorption, Activated carbon palm empty fruit bunches, Adsorbent mass, Sieve size, Contact time, Rhodamin B

PENDAHULUAN

Limbah cair industri tekstil merupakan buangan yang dihasilkan dari berbagai proses produksi di industri (Quek dkk., 1998 dalam Kusmiyati dkk., 2012). Limbah cair ini mengandung polutan yang menyebabkan air tersebut menjadi berwarna. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa

organik *no-biodegradable*, yang menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Wijaya *et al.*, 2008). Perlu adanya pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak merusak ekosistem badan air dan tidak menjadi racun bagi organisme air. Zat warna yang sering dipakai dalam industri tekstil seperti pabrik kertas, cat,

sutera dan wool adalah zat warna Rhodamin B. Senyawa ini mengandung gugus amino yang bersifat basa dan inti benzen, sehingga Rhodamin B termasuk senyawa yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami. Banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk penyerapan zat warna dari air limbah, seperti pengolahan biologis, koagulasi/flokulasi, ozonisasi, membran filtrasi, *Ion-Exchange*, degradasi fotokatalitik dan adsorpsi (Wuland, 2012). 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, et al., 2012 dalam Mizwar, 2012).

Karbon aktif adalah salah satu jenis adsorben yang digunakan dan banyak dikembangkan untuk adsorpsi zat warna dan logam berat dikarenakan memiliki kapasitas adsorpsi yang besar dan dapat diregenerasi ulang (Zawani *et al.*, 2009). Besarnya kapasitas adsorpsi ini disebabkan karbon aktif memiliki luas permukaan besar, porositas tinggi dan gugus-gugus fungsi misal hidroksil, karboksil dan karbonil pada permukaannya (Devi *et al.*, 2012; Wahi *et al.*, 2009). Karbon aktif dapat dipreparasi dari berbagai bahan yang mengandung lignoselulosa (Kouotou *et al.*, 2013; Sugumaran *etal.*, 2012), seperti tandan kosong kelapa sawit. Limbah pabrik kelapa sawit yang mengandung sejumlah padatan tersuspensi, terlarut, dan mengambang

merupakan bahan-bahan organik dengan konsentrasi tinggi. Setiap ton tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menghasilkan limbah sebesar 900 kg yang berasal dari unit sterilisasi, klasifikasi, dan unit hidrosiklon (Kasnawati, 2011). Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu hasil limbah padat industri kelapa sawit berkisar 20 hingga 23 persen dari jumlah panen tandan buah sawit (TBS) yang dipasok kepengolahan (Akmad, 2012). Pengolahan atau pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit oleh pabrik kelapa sawit masih sangat terbatas yaitu dibakar dalam *incinerator* yang menimbulkan pencemaran udara, ditimbun (*open dumping*) yang menimbulkan pencemaran tanah, dijadikan mulsa di perkebunan kelapa sawit atau diolah menjadi kompos.

Secara fisik tandan kosong kelapa sawit terdiri dari berbagai macam serat dengan komposisi antara lain sellulosa sekitar 45.95%; hemisellulosa sekitar 16.49% dan lignin sekitar 22.84% (Darnoko *dkk.*, 2002). Pada tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa yang cukup tinggi, kandungan selulosa ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif dalam menyerap zat warna.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan zat warna Rhodamin B konsentrasi 10 mg/L, Karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit serta bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian zat warna Rhodamin B pada sampel.

A. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecepatan pengadukan 150 rpm.

Variabel Berubah

Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Massa karbon aktif 1, 3 dan 5 gram
- Ukuran ayakan karbon aktif 0,595-250; 250-125 dan 105 mm
- Waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit.

B. Prosedur Penelitian

Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara garis besar, ada 3 tahap pembuatan karbon aktif, yaitu:

a. Proses Dehidrasi

Adalah proses penghilangan kadar air pada bahan baku dengan proses penjemuran tandan kosong kelapa sawit di bawah sinar matahari selama 1 hari.

b. Proses Karbonasi

Proses pembakaran sempurna pada bahan baku yang ditempatkan pada sebuah wadah tertutup (kaleng), kemudian dibakar sampai asap putih hilang (Muzakkar,2001).

c. Proses Aktivasi

Proses aktivasi dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Aktivasi Fisika

Pada proses aktivasi fisika arang di panaskan pada suhu 300°C, selama 1 jam, lalu disimpan dalam desikator.

2. Aktivasi Kimia

Proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Aktivator kimia

yang digunakan yaitu H_3PO_4 5 M (Siaka ,2002).

Percobaan Utama

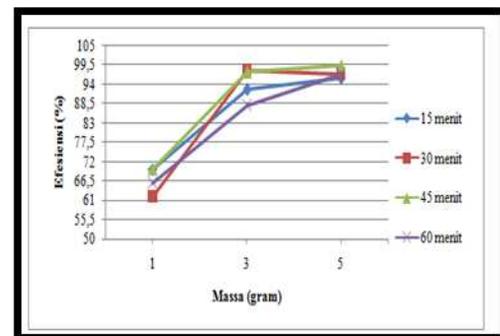
Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah massa adsorben, ukuran karbon aktif dan waktu kontak. Tata cara pengujian sampel :

- Membuat larutan zat warna Rhodamin B 10 ppm (500 mL)
- Menghitung efisiensi larutan zat warna setelah dilakukan pengadukan 150 rpm dengan memvariasikan massa adsorben karbon aktif 1, 3 dan 5 gram pada ukuran ayakan 105 mm,dengan waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Kemudian dilakukan percobaanl yang samauntukmemperoreh efisiensi dari variasi ukuran ayakan 595-250 dan 250-125 mm dan variasi waktu kontak 15 30, 45 dan 60 menit dengan menggunakan massa terbaik dari percobaan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hubungan Variabel terhadap Efisiensi

1. Hubungan antara Massa Adsorben terhadap Nilai Efisiensi

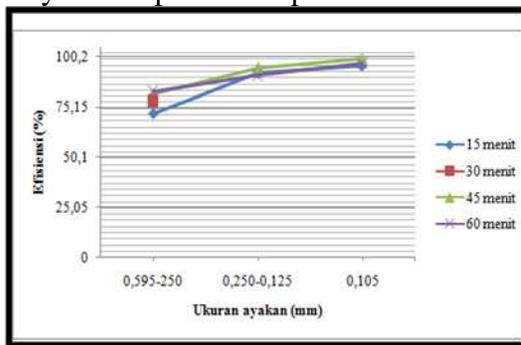


Gambar 1. Hubungan antara Massa Adsorben dengan Nilai Efisiensi Zat Warna Rhodamin B

Dari perbandingan variasi massa adsorben didapatkan bahwa massa terbaik yaitu 5 gram dengan efisiensi 99,50%. Hal ini sama dengan penelitian yenti (2011) yang menggunakan karbon aktif bagas tebu dengan variasi massa 0,8; 1,6; 2,4 dan 3,2 gram. Hasil analisa didapatkan efisiensi penyerapan zat warna metilen biru 97,47 pada massa 3,2 gram. Menurut Sumarni (1993), penambahan massa adsorben dapat memperbesar daya serap adsorbat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak massa adsorben. Semakin banyak gugus aktif yang terdapat pada adsorbat yang terserap.

2. Hubungan antara Ukuran Ayakan terhadap Nilai Efisiensi

Ukuran partikel berbanding terbalik dengan nilai mesh, makin besar nilai *mesh* maka makin kecil ukuran partikel, yang berarti makin luas permukaannya. Variasi ukuran ayakan dapat dilihat pada Gambar 2.



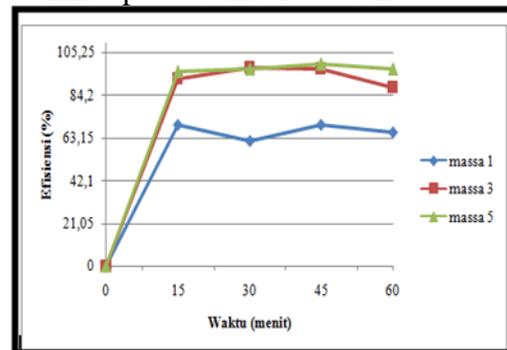
Gambar 2. Grafik Perbandingan Antara Ukuran Ayakan dengan Efisiensi Zat Warna Rhodamin B

Berdasarkan Gambar 2 diatas, menyatakan bahwa efisiensi penyerapan zat warna Rhodamin B terendah pada ukuran ayakan 0,595-0,250 mm sebesar 82% dan efisiensi

penyerapan zat warna Rhodamin B tertinggi pada ukuran ayakan 0,105 mm sebesar 99,50 %. Menurut Handiyatmo (1999), semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin banyak adsorbat yang terserap. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik. Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif (Rojikhi, 2012)

3. Hubungan antara Waktu Kontak terhadap Nilai Efisiensi

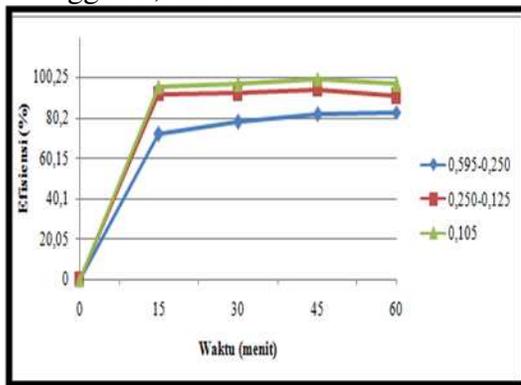
Waktu kontak menjadi salah satu faktor dalam pencapaian kondisi maksimum pada penyerapan zat warna Rhodamin B. Hasil pengukuran penyerapan zat warna Rhodamin B terhadap variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 3 a dan b.



Gambar 3 a) Grafik Perbandingan antara Waktu Kontak dengan Efisiensi Penyerapan Zat Warna Pada Variasi Massa.

Berdasarkan Gambar 3 a) diatas, bahwa setelah proses adsorpsi pada ukuran ayakan yang sama yaitu 0,105 mm dengan waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit, didapatkan hasil peningkatan penyerapan zat warna

Rhodamin B yang terus menerus meningkat seiring bertambahnya massa adsorben, terbukti dengan rentang efisiensi yaitu sebesar 70 % hingga 99,50% .



Gambar 3 b) Grafik Perbandingan Antara Waktu Kontak Dengan Efisiensi Penyerapan Zat Warna pada Variasi Ukuran Ayakan

Berdasarkan Gambar 3 a) dan Gambar 3 b) menunjukkan bahwa terjadi kesetimbangan adsorpsi pada waktu 45 menit dengan massa 5 gram karbon aktif tandan kosong kelapa sawit. pada percobaan ini hasil konsentrasi zat warna Rhodamin B terendah yaitu sebesar 0,05 mg/l dengan efisiensi sebesar 99,50.

Pada pengamatan yang melipti waktu kontak, dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum pada percobaan ini yaitu pada menit ke-45. Hal ini disebabkan karena banyaknya zat warna Rhodamin B yang teakumulasi pada lapisan film adsorben singga penyerapan semakin lambat dari waktu sebelumnya. Menurut teori tumbukan, kecepatan reaksi tergantung pada jumlah tumbukan persatuan waktu. Makin banyak tumbukan yang terjadi maka

reaksi semakin cepat berlangsung sampai terjadi kondisi setimbang.

Kesetimbangan merupakan kondisi yang menghasilkan nilai yang tetap dimana tidak ada lagi yang diserap maupun larut kembali dari dalam larutan (Afrianita, 2014). Pada waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat, dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat. Waktu ketika laju adsorpsi adalah sama dengan laju desorpsi sering disebut sebagai keadaan berkesetimbangan. Secara umum waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan), ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif), serta ion yang terlibat dalam sistem adsorpsi (Cossich *et al*, 2002).

Penelitian ini sama dengan penelitian agustianingsih (2013) yang menggunakan ampas teh sebagai adsorben untuk penyerapan zat warna tekstil yaitu Rhodamin B dengan variasi waktu kontak 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 menit. Hasil analisa didapatkan waktu optimum yaitu 25 menit dengan efisiensi penyerapan zat warna Rhodamin B 66,67%. Pada waktu 25 menit sampai dengan 35 menit konsentrasi Rhodamin B yang terserap berkurang. Hal ini dikarenakan setelah waktu optimum adsorpsi tercapai, kapasitas adsorpsi cenderung menurun yang disebabkan jumlah adsorben yang berikatan dengan adsorbat sudah dalam keadaan jenuhnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian mengenai penyerapan zat warna Rhodamin B

menggunakan Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Efisiensi penyerapan zat warna Rhodamin B dengan memanfaatkan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai karbon aktif yaitu sebesar 99,50%.
2. Adsorpsi karbon aktif dalam penyerapan zat warna rhodamin b dengan konsentrasi awal 10 mg/l dan konsentrasi akhir zat warna rhodamin b yaitu 0,05 mg/l dengan nilai efisiensi tertinggi yaitu pada ukuran ayakan karbon aktif 0,105 mm, massa adsorben 5 gram dan waktu kontak 45 menit dengan efisiensi 99,50% sedangkan nilai efisiensi terendah yaitu pada ukuran ayakan 0,250 mm, massa adsorben 5 gram dan waktu kontak 15 menit dengan efisiensi 72%.

DAFTAR PUSTAKA

Abechi, E.S., Gimba, C.E., Uzairu, A., and Kagbu, J. A. 2011, Kinetics of Adsorption of Methylene Blue into Activated Carbon Prepared from Palm Kernel shell, *Arch. Appl. Sci. Res.*, Vol. 3 (1): 154-164.

Afrianita, R. Anita, S. dan Hanifah. T.A. 2014. Potensi Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri. *Jurnal Teknik Unand* 11 (1) : 67-73

Ahayla, N., Ramachandra, T.V., dan Kanamadi, R.D. 2005. Biosorption of Chromium VI) from

Aqueous Solution by The Husk of Bengal Gram (Cicer Arientinum). *Electronic Journal of biotechnology*. Vol 8, No. 3.

Agusriyadin., Ahmad, O. L., dan Halimahtussaddiyah, R. 2012. Adsorpsi Rhodamin B Menggunakan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Yang Diaktivasi Secara Fisika Dan Kimia. *Jurnal FMIPA kimia* Vol. 16 (1) : 67-81

Cossich. Sala, E., Tavares., Granhen, R.C., dan Ravagnani. 2002. Biosorption of Chromium (III) by *Sargassum* sp. Biomass. *Electronics Journal of Biotecchnology*, Vol.5, No.2

Danarto, Y.C., dan Samun, T. 2008. Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI). *Ekulilibrium*. Vol. 7 No.1: 13 – 16.

Kusmiyati., Puspita, A, L., dan Kunthi, P. (2012). Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (KAAB) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu^{2+} Dan Ag^+ Pada Limbah Cair Industri. *Jurnal Reaktor*. Vol. 14 : 51-60.

Manurung, R., dan Irvan. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara*.

Mizwar, A. (2012). Penyisihan Warna Pada Limbah Cair Industri Sasirangan dengan Adsorpsi

- Karbon Aktif. Jurnal TEKNIK. Vol. 13 (I): 11-16.
- Mu'jizah, S. 2010, Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera. Lamk*) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Fakultas Sains dan Teknologi, Malang.
- Kusmiyati., Puspita, A, L., dan Kunthi, P. (2012). Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (KAAB) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu^{2+} Dan Ag^+ Pada Limbah Cair Industri. *Jurnal Reaktor*. Vol. 14 : 51-60.
- Sudrajat, R., dan Salim, S. 1994. "Petunjuk Pembuatan Arang Aktif. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan.
- Yenti, R. S., dan Zultniar. (2011). Penyerapan Zat Warna Rhodamin B dengan Memanfaatkan Bagas Tebu . *Journal Pilar Sains* No. 1, Vol. 11
- Zawani, Z., Luqman, C., and Thomas, S. Y. C. 2009, Equilibrium, Kinetics and Thermodynamic Studies: Adsorption of Remazol Black 5 on the Palm Kernel Shell Activated Carbon (PKS-AC), *European J. Sci. Research.*, Vol.37 (1): 63-71.