

PEMANFAATAN ARANG AKTIF SABUT KELAPA SAWIT SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA SINTETIS *REACTIVE RED-120* DAN *DIRECT GREEN -26*

Melfi Puspita*¹, M. Lutfi Firdaus², Nurhamidah³

Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA, FKIP, Universitas Bengkulu

*¹e-mail: melfipuspita@gmail.com

Abstract

The problem of environmental pollution caused by waste of batik industry lately is increasing, so it needed a method to overcome that problem. The aim of this study was to determine the ability of activated charcoal from coconut fiber palm in adsorbing *Reactive Red-120* and *Direct Green-26* dyes in waste of batik along with determining the parameters of isotherms adsorption using UV-Vis Spectrophotometer analysis method. Variations of pH, contact time, adsorbent weight and temperature were carried out as variable to obtain optimum conditions of the adsorption process. The optimum of conditions for *Reactive Red-120* occurred at pH 3 and a contact time of 30 minutes, while *Direct Green-26* occurred at pH 4 and a contact time of 40 minutes, with each adsorbent weight 150 mg and the temperature 30°C. Adsorption isotherms determined by Freundlich and Langmuir models with maximum adsorption capacity (Q_{max}) were obtained for the *Reactive Red-120* was 400 mg/g, while *Direct Green-26* is 169 mg/g.

Keywords : Activated charcoal, coconut fiber palm, *reactive red-120*, *direct green-26*

Abstrak

Masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan limbah industri batik belakangan ini semakin meningkat, sehingga dibutuhkan suatu metode untuk menanggulangi masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif yang dibuat dari sabut kelapa sawit (AASKS) untuk mengadsorpsi zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* dalam limbah batik beserta penentuan parameter isoterm adsorpsi menggunakan metode analisis Spektrofotometer UV-Vis. Variabel penelitian adalah berupa variasi pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan suhu yang dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimum proses adsorpsi. Kondisi optimum adsorpsi zat warna *Reactive Red -120* terjadi pada pH 3 dan waktu kontak 30 menit, sedangkan *Direct Green -26* terjadi pada pH 4 dan waktu kontak 40 menit, dengan masing-masing berat adsorben 150 mg dan suhu 30 °C. Isoterm adsorpsi ditentukan melalui model Freundlich dan Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum (Q_{max}) AASKS yang diperoleh untuk *Reactive Red-120* adalah 400 mg/g sedangkan *Direct Green-26* adalah 169 mg/g.

Kata kunci : Arang aktif, sabut kelapa sawit, *reactive red-120*, *direct green-26*

PENDAHULUAN

Berbagai bahan kimia digunakan dalam pembuatan batik antara lain zat warna seperti zat warna asam, basa, direk, reaktif, naphthol dan bejana. Semua buangan cair yang berasal dari hasil kegiatan proses produksi batik yang tidak digunakan lagi disebut limbah cair industri [1]. Jika limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi batik dibuang langsung ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu, maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama ekosistem perairan [2].

Untuk menanggulangi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan senyawa dari zat warna industri batik telah dikembangkan berbagai metode diantaranya, koagulasi, oksidasi, ozonisasi dan adsorpsi. Proses adsorpsi dapat menggunakan berbagai macam adsorben seperti zeolit, silika gel, arang aktif, kitosan dan bentonit [3]. Arang aktif adalah arang yang pori-porinya terbuka, sehingga memiliki daya

adsorpsi tinggi, sehingga banyak digunakan dalam proses pemurnian air, gas, larutan atau cairan, *safety mask* dan respirator, industri nuklir, penyerap rasa dan bau pada air, penghilang senyawa organik dalam air dan masih banyak manfaat lainnya. Salah satu material yang dapat digunakan untuk membuat arang aktif adalah limbah dari kelapa sawit berupa sabut, karena kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang cukup tinggi, karena itu diperkirakan dapat dibuat menjadi arang aktif karena banyak mengandung unsur karbon[4,5].

Banyak aspek yang dapat mempengaruhi adsorpsi zat warna oleh arang aktif seperti, pH media, waktu kontak, berat adsorben, dan suhu, dimana jika adsorpsi dilakukan pada kondisi optimum untuk setiap aspeknya maka proses adsorpsi akan terjadi secara maksimal, sehingga zat warna yang terserap akan semakin banyak yang berarti daya serap dari arang aktif menjadi semakin besar. Hal inilah yang mendasari mengapa pH, waktu kontak, berat adsor-

ben dan suhu optimum itu sangat penting untuk ditentukan.

Proses adsorpsi biasanya diikuti dengan pengamatan isoterm, kinetika dan termodinamika adsorpsi. Isoterm adsorpsi adalah hubungan kesetimbangan antara fase cair (adsorbat) dan konsentrasi di dalam partikel adsorben pada suhu tertentu. Termodinamika menunjukkan keadaan akhir dari proses adsorpsi, sedangkan kinetika ditentukan untuk mengetahui perubahan adsorpsi terhadap waktu. Dengan mengetahui aspek-aspek tersebut maka akan diketahui bagaimana mekanisme proses adsorpsi itu berlangsung. Ini semua berhubungan dengan efektivitas dan efisiensi arang aktif dalam mengadsorpsi.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan arang aktif dalam mengadsorpsi zat warna sintetis dan berapakah pH, waktu kontak, berat adsorben dan suhu optimum pada adsorpsi zat warna oleh arang aktif sabut kelapa sawit (AASKS).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini variasi yang digunakan untuk menentukan proses adsorpsi zat warna adalah pH larutan, waktu kontak, berat adsorben dan suhu. Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pada pH berapa arang aktif memiliki daya serap paling besar terhadap zat warna. Variasi pH yang digunakan berturut-turut pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Penentuan pH optimum dilakukan dengan mengambil larutan standar zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* konsentrasi 100 ppm masing – masing 10 mL lalu dimasukkan ke dalam botol vial. Mengatur pH dengan penambahan NaOH dan HCl menjadi pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8, lalu ditambahkan AASKS sebanyak 100 mg ke dalam masing-masing larutan. Campuran tersebut dengan menggunakan *shaker* selama 60 menit pada suhu kamar dengan kecepatan 150 rpm.

Waktu kontak optimum ditentukan dengan cara mengambil larutan standar zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* konsentrasi 100 ppm masing–masing 10 mL. Dimasukkan ke dalam botol vial, kemudian ditambahkan AASKS sebanyak 100 mg pada suhu kamar. Diaduk menggunakan *shaker* dengan variasi waktu kontak selama 10, 20, 30, 40, 60, dan 90 menit.

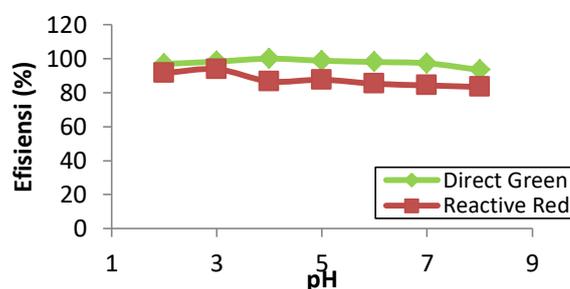
Berat adsorben optimum ditentukan dengan cara mengambil larutan standar zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* konsentrasi 100 ppm masing–masing 10 mL dengan menggunakan pipet ukur. Lalu diatur pada pH optimum dan masukkan ke dalam botol vial. Kemudian ditambahkan AASKS dengan variasi berat 50, 75, 100, 125, 150, dan 175 mg. Diaduk campuran menggunakan *shaker* selama waktu kontak optimum pada suhu kamar.

Penentuan pengaruh suhu terhadap proses adsorpsi dilakukan dengan mengambil 10 mL larutan warna *Reactive Red -120* konsentrasi 100 ppm menggunakan pipet ukur, lalu diatur pada pH optimum. Diberi variasi suhu dengan cara pemanasan pada suhu 30 °C, 40 °C dan 50°C. Ditambah berat AASKS optimum dan diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama waktu kontak optimum.

Untuk mengetahui kapasitas adsorpsi maksimum dengan cara diambil 10 mL menggunakan pipet ukur larutan *Reactive red-120* dan *Direct green-26* masing – masing dengan variasi konsentrasi yaitu 25, 50, 75, 100, 125, 150, 250, 500 dan 1000 ppm yang telah diatur pada pH optimum. Ditambah AASKS dengan berat optimum dan diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm dalam waktu kontak optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

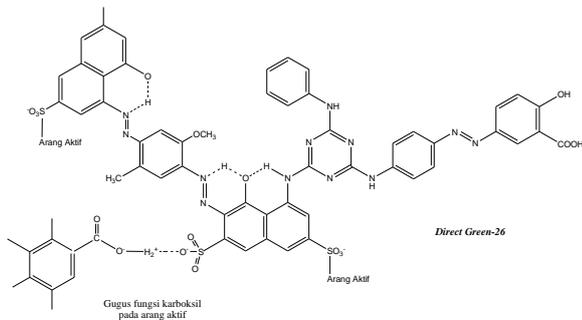
Hasil yang diperoleh dari penentuan pH optimum dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini :



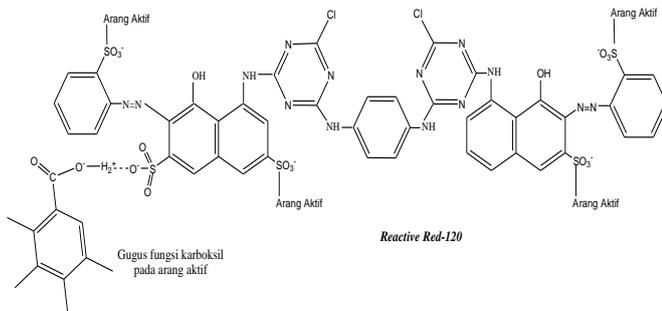
Gambar 1. Kurva Adsorpsi zat warna pada Variasi pH

Gambar 1 memperlihatkan bahwa adsorpsi optimum AASKS terhadap kedua zat warna terjadi pada pH asam. Pada *Direct Green-26* adsorpsi optimum AASKS terjadi pada pH 4, dan untuk *Reactive Red-120* terjadi pada pH 3. Pengaruh pH asam larutan terhadap adsorpsi zat warna kemungkinan dikarenakan adanya gaya antara arang aktif dengan zat warna, dimana H⁺ dari zat warna akan memprotonasi OH⁻ dari gugus aktif adsorben (COOH) menjadi H₂O⁺, gugus inilah yang nantinya akan berikatan dengan gugus sulfonat terdissosiasi (SO₃⁻) pada zat warna. Kemungkinan gaya yang terjadi antara arang aktif dengan zat warna *Direct Green-26* dan *Reactive Red-120* adalah gaya Van der Waals [6], seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan 3.

Waktu kontak optimum merupakan waktu yang dibutuhkan arang aktif untuk menyerap zat warna secara optimal. pada pH optimum yang didapatkan pada percobaan sebelumnya. Dari percobaan tersebut didapatkan kurva hubungan efisiensi terhadap waktu.

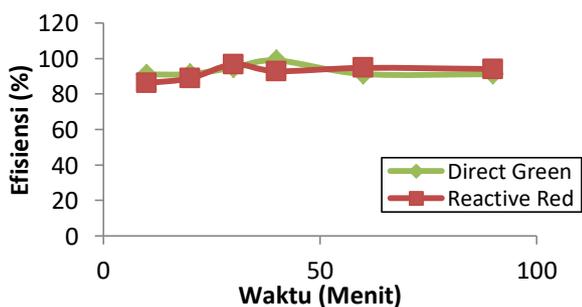


Gambar 2. Kemungkinan Ikatan Arang Aktif dengan *Direct Green-26*



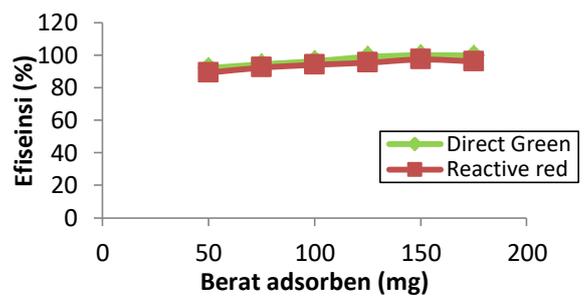
Gambar 3. Kemungkinan Ikatan Arang Aktif dengan *Reactive Red-120*

Dari Gambar 4 di bawah ini dapat diketahui bahwa waktu kontak optimum *Direct Green-26* terjadi pada waktu 40 menit, sedangkan *Reactive Red-120* waktu kontak optimumnya adalah 30 menit. Pada awal adsorpsi laju berlangsung cepat karena seluruh permukaan pori masih kosong dan molekul zat warna akan menempel dan membentuk suatu lapisan pada permukaan. Namun setelah waktu kontak semakin lama permukaan yang kosong akan semakin berkurang sehingga kemampuan adsorben untuk menyerap molekul zat warna menurun, bersamaan dengan ini laju pelepasan kembali molekul zat warna justru meningkat hingga mencapai suatu kesetimbangan. Dengan kata lain, pada kondisi ini proses adsorpsi dan desorpsi adalah sama [7]. Hal itulah yang mendasari mengapa waktu kontak sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi.



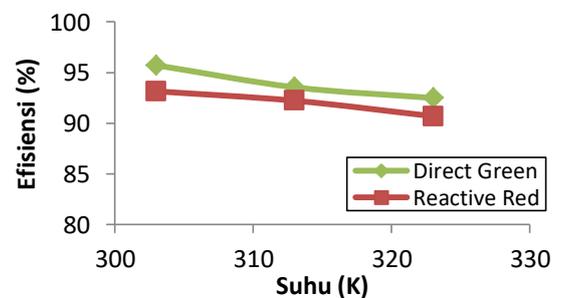
Gambar 4. Kurva adsorpsi zat warna pada variasi waktu

Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa penambahan AASKS akan meningkatkan daya serap terhadap zat warna. Hal ini dikarenakan penambahan arang aktif akan menyebabkan peningkatan luas permukaan yang berarti akan semakin banyak pula sisi aktif dari arang aktif yang dapat menyerap zat warna. Tetapi daya serap AASKS juga dapat mengalami penurunan ketika telah mencapai titik kesetimbangan, sehingga pada penambahan 175 mg daya serap zat warna mengalami penurunan. Zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* memiliki berat adsorben optimum yang sama yaitu 150 mg. Variasi suhu yang digunakan pada Penentuan suhu optimum penelitian ini adalah 303, 313 dan 323 K.



Gambar 5. Kurva adsorpsi zat warna pada variasi berat adsorben

Gambar 6 menunjukkan bahwa daya serap arang aktif terhadap zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* paling besar yaitu pada suhu 303 K. Seiring kenaikan suhu adsorpsi zat warna terus mengalami penurunan daya serap yang dikarenakan semakin tinggi suhu maka semakin besar rata-rata energi kinetik, sehingga partikel-partikel di dalam larutan akan bergerak lebih cepat yang mengakibatkan adsorbat yang telah berhasil diserap akan terlepas kembali dari pori-pori arang aktif.



Gambar 6. Kurva adsorpsi zat warna pada variasi suhu.

Model isoterm yang digunakan untuk menentukan pola adsorpsi zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* pada permukaan AASKS

adalah model Freundlich dan model Langmuir. Penentuan model isoterm tergantung pada nilai koefisien determinasi (R^2) dengan nilai yang paling besar.

Pada penelitian ini proses adsorpsi kedua zat warna mengikuti model Freundlich yang didasarkan atas terbentuknya lapisan multilayer oleh molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben dan adsorpsi berlangsung secara fisika (fisorpsi). Sedangkan proses adsorpsi model Langmuir berlangsung secara kimia (kemisorpsi) dan didasarkan pada terbentuknya lapisan monolayer pada permukaan adsorben, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* berlangsung secara fisorpsi. Ikatan yang terjadi pada mekanisme fisorpsi itu biasanya lemah, karena hanya terikat oleh gaya Van der Waals..

Dari hasil uji penentuan kapasitas adsorpsi AASKS terhadap zat warna *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas adsorpsi AAKS terhadap *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26*.

Jenis Adsorben	Zat warna	Q_{max} (mg/g)
Sabut Kelapa Sawit	<i>Reactive Red-120</i>	400
Sabut Kelapa Sawit	<i>Direct Green-26</i>	169.5

Tabel 1 menunjukkan bahwa arang aktif dari sabut kelapa sawit memiliki daya serap maksimum yang cukup baik, dimana untuk *Reactive Red-120* daya serap mencapai 400 mg/g dan untuk *Direct Green-26* mencapai 169,49 mg/g yang berarti menyamai karbon aktif standard (merck) [8] dan lebih baik dari adsorben kitosan [9]. Zat warna *Reactive Red-120* lebih banyak terserap daripada *Direct Green-26* dikarenakan strukturnya yang memanjang sehingga lebih mudah membentuk dipol sesaat pada molekul [10].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : Arang aktif sabut kelapa sawit mampu mengadsorpsi zat warna *Reactive Red* dan *Direct Green* dengan daya serap yang dimiliki sebesar 32 mg/g untuk *Reactive Red* sedangkan untuk *Direct Green* sebesar 27 mg/g. pH larutan optimum untuk adsorpsi zat warna *Reactive Red* dan *Direct Green* oleh arang aktif sabut kelapa sawit berturut-turut adalah pada pH 3 dan pH 4. Waktu kontak optimum adsorpsi zat warna oleh arang aktif untuk *Reactive Red* terjadi pada waktu 30 menit sedangkan *Direct Green* terjadi pada waktu 40 menit. Berat adsorben optimum arang aktif untuk meng-

adsorpsi zat warna *Reactive Red* dan *Direct Green* adalah 150 mg. Suhu larutan optimum zat warna *Reactive Red* dan *Direct Green* dalam proses adsorpsi adalah 30 °C.

SARAN

Pembuatan arang aktif dalam ukuran nano perlu dicoba untuk meningkatkan daya serap arang aktif. Mencoba memodifikasi arang aktif dengan materi lain untuk meningkatkan daya serap arang terhadap zat warna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusmiyati, R.I Setyawan, D. Vitasari, A.M Fuadi, 2009. Kinetika dan Termodinamika Adsorpsi Vertigo Blue 49 dengan Adsorben Karbon Aktif Arang Batu Bara. Simposium Nasional RAPI VIII Desember 2009, Fakultas Teknik UMS, Surakarta.
- [2] Kurniawan, M W., Purwanto dan Sudarno. 2013. Kajian Pengelolaan Air Limbah Sentra Industri Kecil Dan Menengah Batik Dalam Perspektif Good Governance Di Kabupaten Sukoharjo. Prosiding Seminar *Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan 2013*.
- [3] Muna, N. 2014. Adsorpsi Zat Warna Malachite Green (MG) Oleh Komposit Kitosan-Bentonit. *Skripsi: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*.
- [4] Pakpahan, Iyung. 2006. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- [5] Muthia, F. 1998. Pembuatan Arang Aktif Dari Sabut Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penjernih Air. *Tugas Akhir Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor*.
- [6] Herlina, A. 2012. Perbandingan Pemanfaatan Kitosan dan Arang Aktif Sebagai Adsorben Zat Warna Remazol Violet Dan Remazol Blue. <http://repository.unib.ac.id>.
- [7] Tabak, A. Baltas N, Afsin, B, Emirik, M, Caglar, B, Eren, E,. 2010. Adsorption of Reactive Red 120 from Aqueous Solutions by Cetylpiradinium-bentonit. *Journal Chemistry Technology Biotechnology*, 85: 1199-1207.
- [8] Kharaisheh, MAM., Al-Degs, Y.S., Allen, S.J., Ahmad, M.N. . 2002. Elucidation on controlling steps of reactive dye adsorption on activated carbon. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry Research*. 41 : 1651-1657.

- [9] Annadurai., G, Ling , LY, Lee, JF, 2008. Adsorption of Reactive Dye from an Aqueous Solution by Chitosan: Isotherm, Kinetic and Thermodynamic Analisis. *Journal of Hazardous Materials*. 152:337-346.
- [10] Syarifuddin, Nuraini. 1994. *Ikatan Kimia*. Gadjah Mada University Yogyakarta

Penulisan Sitasi Artikel ini ialah :

Puspita, M, Firdaus, M.L, Nurhamidah, 2017, Pemanfaatan Arang Aktif Sabut Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Zat Warna Sintetis *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26*, *Alotrop*, 1(1):75-79.