KAJIAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI BIOADSORBEN ZAT WARNA

Afifuddin Muamar[1], Khairun Nisah[1*], Reni Silvia Nasution[1]
[1]Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

[*]E-mail: khairun.nisah@ar-raniry.ac.id

Abstract*: This research provides the information about the processing of agricultural waste used absorb the colour. The pH of the solution, the contact time, and the weight of the adsorbent are variables that have an effect on the large capacity of an adsorbent to absorb adsorbate. From several studies that have been done, it can be used as a reference for finding other absorbent materials in removing the colour.*

Keyword*: Agricultural waste, active charcoal, adsorption colour.*

Abstrak: Penelitian ini memberikan informasi mengenai pengolahan limbah pertanian sebagai adsorpsi zat warna menggunakan adsorben alternatif dengan biaya terjangkau. pH larutan, waktu kontak, dan berat adsorben merupakan variabel yang berpengaruh terhadap besarnya kapasitas suatu adsorben dalam menyerap adsorbat. Dari beberap penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi acuan untuk mencari bahan penyerap lain dalam menghilangkan zat warna berbahaya.

Kata Kunci: Limbah pertanian, arang aktif, adsorpsi zat warna.

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah zat warna akhir-akhir ini terus meningkat. Hal ini terjadi seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menyebabkan banyaknya industri tekstil yang menggunakan zat warna. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Limbah tersebut merupakan limbah cair yang memiliki warna pekat, umumnya berasal dari sisa zat warna yang merupakan suatu senyawa kompleks aromatik yang sulit didegradasi, sehingga keberadaannya dilingkungan dapat menjadi sumber penyakit karena bersifat karsinogenik dan mutagenik (Sa'adah *et al.,* 2013).

Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam menangani pencemaran zat warna adalah adsorpsi dengan arang aktif. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan arang aktif dapat berasal dari limbah pertanian seperti sekam padi, bonggol jagung, ampas penggilingan tebu, sabut kelapa. Penggunaan bioadsorben sebagai penyerap zat warna merupakan alternatif yang sekarang banyak dikembangkan, karena lebih selektif, pendekatan kompetitif, efektif, dan murah. (Erprihana dan Hartanto, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif

untuk meningkatkan daya ekonominya (Lempang, 2014).

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan tinjauan literasi arang aktif dari limbah pertanian sebagai bioadsorben zat warna.

METODE

Zat Warna

Zat warna merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada suatu proses industri. Banyaknya permintaan terhadap zat warna di antaranya berasal dari industri tekstil, kertas, kosmetik, plastik, makanan dan rokok. Selama ini penggunaan zat warna terbesar ada pada industri tekstil, oleh karena itu industri tekstil menjadi penyumbang limbah zat warna terbesar di perairan. Limbah tersebut berasal dari proses pewarnaan (*dyeing*) yaitu berupa zat warna yang larut dalam air (Irawati *et al*., 2018).

Adsorpsi

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan zat warna dari air limbah, antara lain meliputi metode fotokatalisis, ekstraksi pelarut, filtrasi membran, pertukaran ion, elektrokimia, adsorpsi dan bioremoval. Namun, teknik adsorpsi dianggap sebagai *treatment* yang lebih efektif untuk mengatasi zat warna dalam air limbah karena tekniknya yang lebih sederhana, ekonomis dan ramah lingkungan (Sharma *et al*., 2014).

Prinsip kerja arang aktif dalam pengolahan limbah adalah dengan adsorpsi sehingga terjadi akumulasi zat terlarut yang ada dalam larutan (adsorbat) oleh permukaan arang aktif atau zat penyerap (adsorben) (Ramadhani *et al*., 2019).

Kapasitas Serapan Zat Warna

Kapasitas adsorpsi menyatakan banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga ketika proses adsorpsi berlangsung pada kondisi optimum maka akan diperoleh arang aktif dengan kapasitas adsorpsi yang maksimum (Apriyanti *et al*., 2018).

Kondisi yang mempengaruhi besarnya kapasitas suatu adsorben dalam menyerap adsorbat yaitu pH larutan, waktu kontak, dan berat adsorben (Sari *et al*., 2017). pH larutan akan mempengaruhi aktivitas gugus fungsi adsorben. Variasi waktu kontak perlu dilakukan untuk melihat banyaknya arang aktif yang dibutuhkan untuk menyerap zat warna secara optimal. Berat adsorben akan mempengaruhi gugus aktif dari adsorben itu sendiri sedangkan suhu akan mempengaruhi daya serap adsorben terhadap adsorbat (Madina *et al*., 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun studi literasi tentang pemanfaatan arang aktif dari limbah pertanian ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Pertanian.

Referensi	Sumber Bahan Baku Arang Aktif	Zat Warna	Kemampuan dan Efektifitas Adsorbsi
Purnamawati *et al*. (2014)	Kulit buah kakao (*Theobro-ma cocoa L.)*	*Rhodamin B*	Kapasitas serapan sebesar 98,78%
Tanasale *et al*. (2014)	Kulit durian (*Durio zibethinus*)	*Rhodamin B*	Kapasitas serapan sebesar 21,542 mg/g
Liem *et al*. (2015)	Kulit salak	metilen biru	Karbon aktif terbaik diperoleh pada rendemen berurut sebesar 1939,033 m^2/gr, 1,088 cc/gr, 22,446 Å dan 14,5%
Sari *et al*. (2017)	Ampas tebu	zat warna	Kapasitas serapan sebesar 76,3%

		procion merah	
Puspita *et al*. (2017)	Sabut kelapa sawit	Reactive Red-120 dan Direct Green-26	Kapasitas adsorpsi maksimum diperoleh untuk *Reactive Red*-120 adalah 400 mg/g sedangkan Direct Green-26 adalah 169 mg/g.
Aisyahlika *et al*. (2018)	Cang-kang bintaro (*Cerbera odollam*)	*Reactive red-120* dan *Reactive blue-198*	Kondisi optimum adsorpsi zat warna *Reactive red* sebesar 322,6 mg/g sedangkan untuk zat warna *Reactive blue* sebesar 243,9 mg/g
Sahara et al. (2018)	Tanaman Gumitir	Rhodamin B	Kondisi optimum adalah 2,6320 mg/g
Irawati *et al*. (2018)	Kulit Singkong (Manihot esculenta)	Kristal violet	Kapasitas adsorpsi 19,41 mg/g.
Utomo *et al*. (2019)	Ampas tebu	*Naphthol yellow s*	Kapasitas adsorpsi 95,81% atau jumlah zat warna teradsorpi sebesar 143,72 mg/g

Arang Aktif sebagai adsorben zat warna

Pemanfaatan adsorben dari limbah pertanian merupakan salah satu alternatif dalam pengolahan limbah zat warna. Alamsyah (2007), melaporkan bahwa limbah dari kulit buah kakao juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna biru metilen dari limbah tekstil, hal tersebut menunjukkan bahwa limbah pertanian yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin dapat digunakan sebagai adsorben. Purnamawati *et al*., (2014) dalam penelitiannya melaporkan bahwa interaksi karbon aktif dari limbah kulit kakao dengan zat warna *rhodamin B* adalah secara kimia dan fisika, tetapi cenderung secara kimia. Proses adsorpsi yang terjadi secara kimia yaitu melalui interaksi antara gugus –OH yang terdapat dalam selulosa dari adsorben dengan zat warna *rhodamin B*. Interaksi inilah yang menyebabkan penurunan zat warna *rhodamin B* dalam larutan (terjadi proses adsorbsi secara kimia). Sedangkan pada proses adsorpsi secara fisika, zat warna *rhodamin B* hanya menempel pada permukaan selulosa saja dan terikat tidak kuat sehingga mudah lepas.

Pengaruh pH adsorpsi

Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pada pH berapa arang aktif memiliki daya serap paling besar terhadap zat warna. Pada penelitian yang dilakukan oleh Puspita *et al*. (2017) dengan variasi pH yang digunakan berturut-turut pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Dari hasil yang dilaporkan bahwa adsorpsi optimum terhadap kedua zat warna terjadi pada pH asam. Pada *Direct Green*-26 adsorpsi optimum 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 mem-protonasi OH^- dari gugus aktif adsorben (COOH) menjadi H_2O^+, gugus inilah yang nantinya akan berikatan dengan gugus sulfonat terdisosiasi (SO_3^-) pada zat warna.

Hal serupa juga dilaporkan oleh Sahara *et al*., (2018) dimana semakin meningkat pH larutan rhodamin B yang digunakan maka persentase penurunan kapasitas adsorpsi akan semakin mengingkat pula hingga tercapai pH optimum pada pH 3-4 dan mengalami penurunan kapasitas setelah pH 4. Pada pH 1 sampai 3 terjadi peningkatan jumlah adsorbat yang teradsorpsi, akan tetapi terjadi penurunan pada pH 5, pada pH yang lebih tinggi kapasitas adsorspsi cenderung konstan dan pada pH 11 mengalami penurunan kapasitas adsorpsi.

Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh sejumlah adsorben untuk menyerap

adsorbat sampai pada keadaan jenuh. Keadaan jenuh tercapai apabila ketika adsorben direaksikan dengan adsorbat dan adsorben tidak mampu lagi menyerap adsorbat (Tabak *et al*., 2010).

Aisyahlika *et al*., (2018) melaporkan pada penelitiannya proses adsorpsi larutan zat warna pada waktu kontak awal yaitu 10, 20, dan 30 menit mengalami kenaikan cukup tinggi karena pada awal adsorpsi seluruh permukaan pori masih kosong dan molekul zat warna akan menempel dan membentuk suatu lapisan pada permukaan sehingga laju berlangsung cepat. Namun pada waktu kontak 40 menit mampu mengadsorpsi larutan zat warna *reactivered* dengan jumlah maksimal yaitu sebesar 95,70 ppm dan larutan zat warna *reactive blue* yaitu selama 60 menit dengan jumlah larutan zat warna yang teradsorpsi sebesar 96,57 ppm, larutan zat warna *reactive red* setelah melebihi 40 menit mengalami penurunan begitupun setelah melebihi 60 menit adsorpsi larutan zat warna *reactive blue* juga mengalami penurunan.

Fenomena ini disebabkan karena ketika telah mencapai waktu kontak optimum maka adsorben terlalu banyak mengalami desoprsi diakibatkan sisi aktif yang tersedia pada permukaan adsorben berkurang karena larutan zat warna membentuk suatu lapisan baru di permukaan adsorben sehingga menutupi lapisan adsorben. Jadi ketika telah melebihi waktu kontak optimum maka daya adsorpsi arang aktif akan berkurang. Hal inilah yang mendasari mengapa waktu kontak sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi**.**

Pengaruh Massa Adsorben

Secara umum, persen adsorpsi zat warna semakin meningkat. Bertambahnya massa biosorben menyebabkan bertambahnya jumlah partikel biosorben sehingga meningkatkan luas permukaan biosorben. Oleh karena itu jumlah gugus aktif pada permukaan biosorben yang dapat menyerap zat warna juga ikut meningkat sehingga menyebabkan meningkatnya persen adsorpsi (Irawati *et al.,* 2018).

KESIMPULAN

Dari data yang dikumpulkan pada umumnya penelitian dilakukan dengan sistem *batch* dengan variasi pH, waktu kontak dan berat adsorben. Arang dengan bahan baku dari limbah pertanian dengan cara aktivasi dan modifikasi dapat digunakan sebagai adsorben zat warna.

DAFTAR RUJUKAN

Aisyahlika, S. Z., Firdaus, M. L., dan Elvia, R. (2018). Kapasitas adsorpsi arang aktif cangkang bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap zat warna sintetis *reactive red*-120 dan *reactive blue*-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2 (2), hal.148-155.

Alamsyah, Z. (2007). *Biosorpsi biru metilen oleh kulit buah kakao*. (Skripsi). Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Apriyanti, H., I Nyoman Candra, Elvinawati. (2018). Karakterisasi Isoterm Adsorpsi Dari Ion Logam Besi (Fe) Pada Tanah di Kota Bengkulu, *jurnal Alotrop*, 2(1) hal. 14-19.

Erprihana, A., A., dan Hartanto, D. (2014). Pembuatan karbon aktif dari kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) untuk adsorbs pewarna *Remazol brilliant blue*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3 (2), hal. 25-32.

Irawati, H. Aprilita, N. H. dan Sugiharto, E. (2018). Adsorpsi Zat Warna Kristal Violet Menggunakan Limbah Kulit Singkong *(Manihot esculenta).*

Jurnal Berkala MIPA, 25(1). hal 17-31.

Lempang, M. (2014). Pembuatan dan kegunaan arang aktif. *Info Teknis EBONI,* 11 (2), hal. 65 – 80.

Liem, V., Putranto, A., dan Andreas, A. (2015). *Sintesis karbon aktif dari kulit salak aktivasi kimia-senyawa KOH sebagai adsorben proses adosprsi zat warna metilen biru*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Yogyakarta, Indonesia.

Madina, F.E, Rina Elvia, I Nyoman Chandra. (2017). Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B. *Jurnal Alotrop*, 1(2) hal. 98-101.

Purnamawati, H dan Utami, B. (2014). *Pemanfaatan limbah kulit buah kakao (Theobroma cocoa L.) sebagai adsorben zat warna Rhodamin B*. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) (edisi ke-5) 2014*. Surakarta. Indonesia.

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) hal. 75-79.

Ramadhani, P., Zein, R., Chaidir. Z., Zilfa., dan Hevira. L. (2019). Pemanfaatan limbah padat pertanian dan perikanan sebagai biosorben untuk penyerap berbagai zat warna: suatu tinjauan. *Jurnal Zarah,* 7 (2), hal. 46-56.

Sa'adah, N. Hastuti, R. Prasetya, N. B. A. (2013). Pengaruh Asam Formiat pada Bulu Ayam Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Larutan Zat Warna Rekstil *Remazol Golden Yellow RNL*, Journal Chem Info Vol 1, No 1 , hal 202 - 209.

Sahara, E. Gayatri, P. S. dan Suarya, P. (2018). Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gumitir Teraktivasi Asam Fosfat. Journal of Applied Chemistry, 6 (1), hal. 37-45.

Sari, M., F., P., Loekitowatib, P. dan Mohadib, R. (2017). Penggunaan karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben zat warna *procion* merah limbah cair industri songket. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*,7 (1), hal. 37-40. doi: 10.19081/jpsl.2017.7.1.37.

Sari, R.A. M. Firdaus, L. Elvia, R. (2017). Penentuan Kesetimbangan, Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna Reactive Red dan Direct Blue. *Alotrop*.: 1 (1), hal. 10-14.

Sharma, S., Saxena, R., & Gaur, G. (2014). Study of Removal Techniques for Azo Dyes by Biosorption: A Review. *IOSR Journal of Applied Chemistry,7* (10), 6–21. Retrieved from www.iosrjournals.org.

Tabak, A. Baltas N, Afsin, B, Emirik, M, Caglar, B, Eren, E. (2010). Adsorption of Reactive Red 120 from Aqueous Solutions by Cetylpiradinium-bentonite. *Journal Chemistry Technology Biotechnology*, 85: 1199-1207.

Tanasale, M., F., J., D., P. Sutapa, I., W. dan Topurtawy, R. R. (2014). Adsorption of rhodamine b dye by active carbon from durian shell (*Durio zibethinus*). *Ind. J. Chem*, hal. 116 – 121.

Utomo, E., W., Santoso, P., Yuhaneka, G., Triantini, G., A., I., Fatqi, M., R., Huda, M., F. dan Nurfitria, N. (2019). Studi adsorpsi zat warna *naphthol yellow S* pada limbah cair menggunakan karbon aktif dari ampas tebu. *Jurnal kimia (journal of chemistry)* 13 (1), hal. 104 - 116.