

Adsorpsi Zat Warna Remazol *Brilliant Blue R* Menggunakan *Nata de coco*: Optimasi Dosis Adsorben dan Waktu Kontak

Puspita Hidayati, Ita Ulfin dan Hendro Juwono
Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: itau@chem.its.ac.id

Abstrak— Adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* (RBBR) menggunakan adsorben nata de coco telah dilakukan. Proses adsorpsi dilakukan dengan metode *Batch* pada variasi dosis adsorben 0,02-3 gram dan waktu kontak 5-120 menit. Kondisi adsorpsi yang optimal menghasilkan efisiensi pengurangan kadar zat warna RBBR yang paling tinggi. Hasil adsorpsi zat warna RBBR optimal pada dosis adsorben 0,1 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 95,815% dan waktu kontak 60 menit dengan persentase adsorpsi 96,618%..

Kata Kunci—adsorpsi; nata de coco; Remazol Brilliant Blue R.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor industri memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan penggunaan zat warna. Banyak industri seperti tekstil, kulit, kertas, karet, plastik, kosmetik dan sebagainya menggunakan zat warna dalam proses produksinya. Diperkirakan sekitar 10.000 jenis pewarna tersedia secara komersial dan lebih dari 7×10^5 ton zat warna dihasilkan setiap tahun [1]. Zat warna reaktif merupakan salah satu zat warna komersial yang mendapat perhatian lebih terkait penggunaannya. Zat warna reaktif mempunyai angka penjualan yang tinggi dengan permintaan mencapai empat kali lipat dibanding zat warna lain untuk serat selulosa [2]. Zat warna ini banyak digunakan karena memiliki warna yang cerah, rentang warna yang luas, ketahanan warna yang cukup baik, kelarutannya tinggi dalam air dan penggunaannya mudah.

Salah satu zat warna reaktif tersebut adalah *Remazol Brilliant Blue R* (RBBR) atau *Reactive Blue 19*. Zat warna ini memiliki gugus kromofor yang mudah memberikan warna-warna cerah serta tidak mudah luntur. Selain itu, RBBR sangat tahan terhadap proses oksidasi kimia karena kestabilan struktur aromatik anthraquinon [3].

Penggunaan zat warna dalam industri dapat menimbulkan permasalahan lingkungan akibat limbah yang dihasilkan. Limbah zat warna yang langsung dibuang ke lingkungan dapat memberikan dampak buruk terhadap ekosistem perairan dan kehidupan manusia. Lingkungan perairan yang tercemar limbah tersebut menjadi keruh sehingga menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam air. Hal ini dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan akan mengganggu aktivitas biologi dari mikroba yang ada di dalam air. Berdasarkan data dari lingkungan hidup, banyak ditemukan kasus penyakit kulit disekitar lingkungan yang terdapat limbah tekstil [4]. Bila zat

warna yang bersifat karsinogenik tersebut masuk ke dalam tubuh manusia maka dapat menyebabkan tumbuhnya kanker. Selain itu, struktur aromatik pada zat warna sulit mengalami biodegradasi sehingga limbah zat warna sukar diuraikan pada kondisi aerob [5].

Berbagai metode pengolahan limbah zat warna yang telah dikembangkan antara lain adalah pemisahan menggunakan membran, oksidasi, koagulasi, degradasi, penukar ion dan adsorpsi. Metode adsorpsi dianggap sebagai metode yang paling menguntungkan karena prosesnya sederhana, memiliki efektifitas dan kapasitas adsorpsi tinggi, selektif, biaya operasional rendah dan tidak memberikan efek samping berupa zat beracun [6]. Karbon aktif merupakan adsorben yang paling banyak digunakan. Hal ini dikarenakan karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih besar dari adsorben lainnya, sehingga dapat menyerap lebih banyak molekul. Penelitian oleh Yasin et al (2007) menggunakan karbon aktif komersial untuk menurunkan intensitas zat warna metilen blue [7]. Namun, penggunaan karbon aktif sebagai adsorben zat warna masih memiliki kekurangan yaitu memerlukan biaya produksi dan biaya regenerasi tinggi karena proses desorpsi yang tidak mudah dicapai [8]. Oleh karena itu, penggunaan adsorben alternatif yang murah, ramah lingkungan dan mempunyai daya adsorpsi besar menjadi pilihan yang tepat.

Nata de coco sebagai alternatif bahan baku selulosa memiliki beberapa keuntungan, antara lain pemanfaatan limbah buangan air kelapa, proses pembuatan yang mudah, murah dan bersifat biodegradable. Studi pendahuluan menggunakan selulosa nata de coco untuk adsorpsi kation Ca dan Mg (penyebab kesadahan) dengan metode *Batch* telah dilakukan oleh Sulistyana (2011) [11]. Afrizal (2008) juga telah memanfaatkan selulosa bakterial nata de coco sebagai adsorben untuk adsorpsi logam Cr (III) [12]. Selain itu, penelitian oleh Ulfin (2012), menggunakan nata de coco sebagai membran untuk pengolahan limbah zat warna [13].

Pada penelitian ini, selulosa nata de coco dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar zat warna *Remazol Brilliant Blue R* dengan menggunakan metode *Batch*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis adsorben dan waktu kontak pada adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* menggunakan adsorben nata de coco.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Preparasi dan Karakterisasi Adsorben Nata de coco

Air kelapa yang sudah disaring ditambahkan gula pasir

dan urea dengan perbandingan 250 : 25 : 1, lalu dipanaskan sampai mendidih sambil diaduk hingga larut sempurna. Selanjutnya, larutan tersebut didinginkan hingga suhu kamar. Kemudian ditambahkan asam cuka komersial hingga pH menjadi 4. Larutan dituangkan ke dalam wadah pencetak dan ditambah starter nata de coco (*A. xylinum*) sebanyak 10% dari volume media. Selanjutnya dilakukan fermentasi selama 7 hari. Nata de coco yang dihasilkan dicuci dengan air panas, kemudian dicuci beberapa kali dengan aquades. Selanjutnya, dikurangi kandungan airnya menggunakan alat press hidrolik dengan tekanan 250 kgf/cm. Kemudian, nata de coco dikeringkan dalam oven selama 15 menit pada suhu 80°C. Setelah itu, nata de coco dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan mesh ukuran 30 dan 40. Serbuk nata de coco yang lolos ayakan mesh ukuran 30 digunakan untuk proses adsorpsi [11].

Adsorben nata de coco yang dihasilkan dikarakterisasi kandungan gugus fungsinya menggunakan FTIR, luas permukaan dan struktur pori menggunakan BJH. Analisa kadar air dilakukan dengan menimbang adsorben nata de coco sebelum dan setelah dipanaskan dalam oven hingga diperoleh berat konstan.

B. Percobaan Adsorpsi

Percobaan adsorpsi dilakukan menggunakan metode *Batch* dengan mencampurkan adsorben nata de coco ke dalam 15 mL larutan *Remazol Brilliant Blue R* 150 mg/L yang telah diatur pH 2. Dosis adsorben divariasi dari 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1; 0,15; 0,2 dan 0,3. Selanjutnya, diaduk dengan kecepatan 500 rpm pada suhu ruang. Variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90 dan 120 menit. Setelah itu campuran dipisahkan dengan sentrifuse dan filtratnya dianalisa menggunakan UV-Vis pada $\lambda = 590$ nm untuk mengetahui konsentrasi adsorbat yang tidak teradsorpsi serta kapasitas adsorpsinya.

III. HASIL DAN DISKUSI

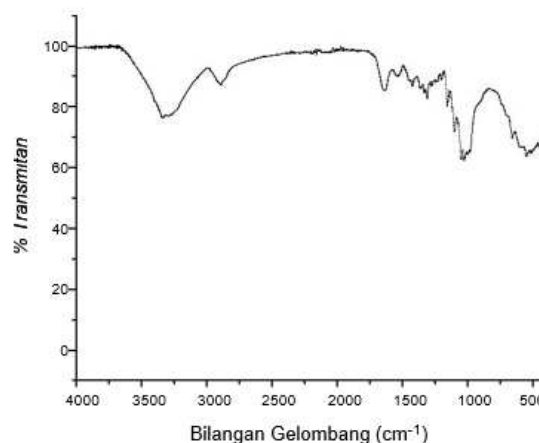
A. Preparasi Adsorben Nata de coco

Nata de coco dihasilkan dari proses fermentasi bakteri *A. xylinum* dalam media air kelapa yang telah diperkaya dengan sumber karbon dari gula pasir dan sumber nitrogen dari urea. Diatur pH larutan sekitar 4 dengan menambahkan asam cuka komersial. Sebelum penambahan starter, media tersebut harus didinginkan terlebih dahulu. Proses pendinginan dilakukan karena suhu optimal untuk pertumbuhan bakteri *A. xylinum* adalah 27-28°C. Selanjutnya, proses fermentasi dilakukan selama 7 hari.

Nata de coco yang dihasilkan dicuci dengan air lalu ditekan dengan alat press hidrolik untuk mengurangi kandungan airnya sehingga memudahkan proses pengeringan. Selanjutnya, nata de coco dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 15 menit. Nata de coco yang telah kering, kemudian dihancurkan menggunakan blender untuk memperbesar luas permukaan dari nata de coco. Kemudian serbuk nata diayak menggunakan ayakan mesh ukuran 30 dan 40 untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Serbuk nata yang lolos ayakan mesh ukuran 30 digunakan untuk proses adsorpsi.

B. Karakterisasi Adsorben Nata de coco

Kandungan gugus fungsi dari adsorben nata de coco dianalisa menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) yang ditunjukkan pada Gambar 1.



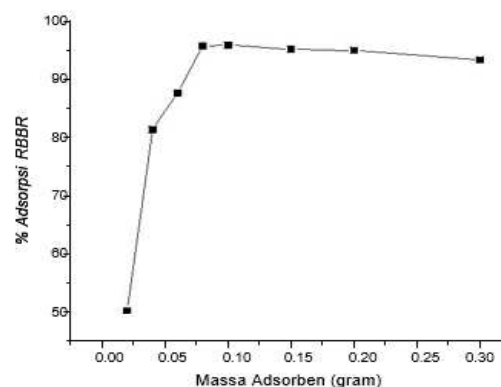
Gambar 1. Spektra FTIR Adsorben Nata de coco

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat adanya puncak serapan yang lebar sekitar 3338,41 cm⁻¹ yang berasal dari vibrasi ulur -OH dari selulosa. Puncak serapan gugus C-H alifatik dengan vibrasi ulur dan tekuk ditunjukkan pada daerah 2893,46 dan 1427,39 cm⁻¹. Puncak serapan pada 1637,01 cm⁻¹ berasal dari vibrasi tekuk -OH. Puncak tersebut muncul karena adsorpsi H₂O pada permukaan adsorben. Puncak serapan pada 1053,65 cm⁻¹ disebabkan oleh vibrasi ulur gugus C-O yang berasal dari ikatan glikosida selulosa dan ikatan pada cincin piranosa dari monomer glukosa.

Selanjutnya dilakukan pengukuran luas permukaan dan struktur pori menggunakan metode BJH. Hasil analisa BJH yang diperoleh menunjukkan bahwa selulosa nata de coco memiliki luas permukaan sebesar 1,662 m²/g, diameter pori sebesar 3,442 nm dengan volume pori 0,002 cc/g. Sedangkan dari hasil analisa kadar air, diperoleh bahwa adsorben nata de coco mengandung air yang relatif kecil dan telah memenuhi SNI dengan persentase sebesar 0,66%.

C. Hasil Adsorpsi Pengaruh Dosis Adsorben

Dosis adsorben yang ditambahkan dapat menentukan daerah kontak antara adsorben dan adsorbat. Pengaruh dosis adsorben dipelajari dengan memberikan variasi dosis mulai 0,02 sampai 0,3 gram kedalam 15 mL larutan *Remazol Brilliant Blue R* 150 mgL⁻¹. Hasil pengaruh dosis adsorben ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Dosis Adsorben Terhadap Adsorpsi RBRR

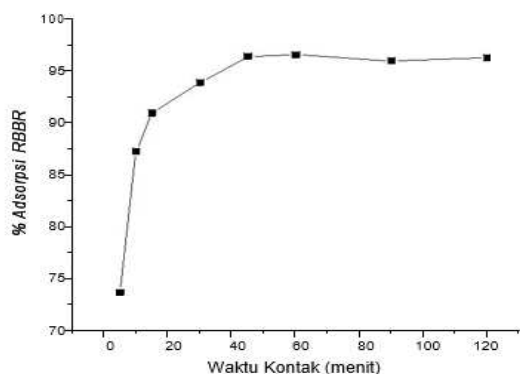
Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan persentase adsorpsi terjadi seiring dengan

bertambahnya dosis adsorben. Peningkatan tersebut berhubungan dengan banyaknya sisi aktif yang tersedia pada permukaan adsorben nata de coco. Semakin banyak sisi aktif yang tersedia maka kontak antara adsorben dan adsorbat semakin besar, sehingga persentase adsorpsi meningkat [14]. Adsorpsi zat warna RBBR optimal pada dosis adsorben 0,1 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 95,815%.

Namun, persentase adsorpsi terus mengalami penurunan pada penambahan adsorben yang melebihi dosis optimal (Gambar 2). Persentase RBBR yang teradsorpsi pada dosis adsorben 0,15; 0,2; dan 0,3 gram berturut-turut adalah 95,079%, 94,882% dan 93,261%. Terjadinya penurunan diakibatkan oleh adsorben yang mengalami *swelling* selama proses adsorpsi. Proses *swelling* dapat menurunkan kekuatan mekanik dari adsorben dan menyebabkan adsorben rentan hancur saat pengadukan, sehingga larutan adsorbat menjadi keruh. Oleh sebab itu, pada saat pengukuran dengan UV-Vis diperoleh konsentrasi adsorbat yang tersisa menjadi tinggi dan persentase adsorpsi menurun.

D. Hasil Adsorpsi Pengaruh Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan parameter penting untuk mengevaluasi sifat adsorpsi dari adsorben. Penentuan pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi zat warna RBBR dilakukan dengan variasi waktu kontak mulai 5 sampai 120 menit. Hasil pengaruh waktu kontak ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi RBBR

Persentase adsorpsi zat warna terlihat meningkat tajam dari waktu kontak 5 hingga 15 menit dan mencapai kesetimbangan maksimal dalam waktu 60 menit, yaitu sebesar 96,618% (Gambar 3). Hal ini terjadi karena pada awal penyerapan. Permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan molekul zat warna sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif. Seiring meningkatnya waktu kontak, semakin banyak zat warna yang menempati sisi aktif adsorben sehingga persentase adsorpsi meningkat. Pada waktu kontak 90 menit hingga 120 menit, penyerapan zat warna cenderung konstan. Pada keadaan tersebut sisi aktif dari adsorben nata de coco telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara molekul zat warna dalam adsorben. Peningkatan waktu kontak setelah kondisi optimum justru menyebabkan sebagian molekul zat warna terlepas akibat lamanya waktu kontak.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant*

Blue R optimum pada dosis adsorben 0,1 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 95,815% dan waktu kontak 60 menit dengan persentase adsorpsi 96,618%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ketua jurusan Kimia, ketua laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik, para dosen Kimia dan para analis atas bantuannya selama penelitian. Terima kasih kepada keluarga dan teman - teman yang setia memberi dukungan dan doa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Selvam, K., Swaminathan, K. and Chae, K. S., 2003. Decolourization of Azo Dyes and a Dye Industry Effluent by White Rot Fungus *Thelphora* Sp. *Bioresource Technology*, Volume 88, pp. 115-119.
- [2] Jang, S. J., Kim, M. S. and Kim, B. W., 2004. Photodegradation of Reactive Black 5 in Photoreactors Using TiO₂ Immobilized on a Glass Tube. *Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 10, pp. 554-560.
- [3] Pelegrini, R., Peralta, Z. P. and Andrade, A. R. d., 1999. Electrochemically Assisted Photocatalytic Degradation of Reactive Dyes. *Applied Catalysis B: Environmental*, Volume 22, pp. 83-90.
- [4] Irvan, R., 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [5] Franck, C. L., 1995. Toksikologi Dasar Edisi Kedua. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [6] Volesky, B. and Naja, G., 2005. Biosorption Application Strategies. Capetown South Africa, IBS Compress Co.
- [7] Yasin, Y., Husein, M. Z. and Ahmad, F. H., 2007. Adsorption of Methylene Blue onto Treated Activated Carbon. *Analytical Science*, Volume 11, pp. 400-406.
- [8] Srivastava, V. C., Mall, I. D., Agarwal, N. K. and Mishra, I. M., 2005. Removal of Congo Red from Aqueous Solution by Bagasse Fly Ash and Activated Carbon: Kinetic Study and Equilibrium Isotherm Analyses. *Chemosphere*, pp. 492-50.
- [9] Philip, G. O. and Williams, P. A., 2000. Handbook of Hydrocolloids. Cambridge: woodhead Publishing limited.
- [10] Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M. and Kalinowska, H., 2005. Bacterial Cellulose. *Biotechnology of Biopolymers*, Volume 1, pp. 381-434.
- [11] Sulistiya dan Ulfin, I., 2011. Studi Adsorpsi Kation Ca dan Mg (Penyebab Kesadahan) Menggunakan Selulosa Bakteri Nata De coco dengan Metode Batch. *Prosiding Seminar Nasional Waste Management I*. ISBN 978-602-95595-4-5, pp. 432-438.
- [12] Afrizal, 2008. Selulosa Bakteri Nata de coco Sebagai Adsorben pada Proses Adsorpsi Logam (III). *Jurnal Gradien*, Volume 4, pp. 308-313.
- [13] Ulfin, I., Widiastuti, N., Kusumawati, Y., Yatim Lailun Ni'mah dan Farahnaz, R.R., 2012. Studi Transport Zat Warna Metilen Biru, Gentian Violet dan Congo Merah melalui Membran Nata de coco. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Universitas Negeri Surabaya. ISBN 978-979-028-550-7, pp. 6-12.
- [14] Thinakaran, N. I., Panneerselvam, P., Baskaralingam, P., Elango, D. and Sivanesan, S., 2008. Equilibrium and Kinetic Studies on the Removal of Acid Red 114 from Aqueous Solutions Using Activated Carbons Prepared from Seed Shells. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 158, pp. 142-150.