

Pengaruh pH dan Waktu Kontak Pada Adsorpsi *Remazol Brilliant Blue R* Menggunakan Adsorben Ampas Singkong

Asri Wajarwati Khair Wahyuningsih, Ita Ulfin dan Suprpto
Departemen Kimia, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: itau@chem.its.ac.id

Abstrak—Adsorpsi *Remazol Brilliant Blue R* oleh adsorben ampas singkong telah dilakukan. Adsorpsi dilakukan dengan metode *batch* pada variasi pH 1-10 dan waktu kontak 5-90 menit. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kondisi optimum adsorpsi terjadi pada pH 1 dan waktu kontak selama 45 menit dengan konsentrasi awal 200 mg/L. Sehingga diperoleh kapasitas adsorpsi optimum sebesar 16,878 mg/g dan persentase adsorpsi 87,413 %.

Kata Kunci—Adsorben, Adsorpsi, Ampas Singkong, *Remazol Brilliant Blue R*.

I. PENDAHULUAN

SEIRING perkembangan zaman, sektor industri, sektor industri juga berkembang dengan pesat. Adanya perkembangan industri meningkatkan penggunaan zat warna pada berbagai bidang, seperti industri kertas, plastik, tekstil, cat dan industri lainnya yang menggunakan zat warna dalam proses produksinya. Setidaknya ada produksi zat warna dengan total lebih dari 7×10^5 ton setiap tahun. Dimana dari 40.000 zat warna terkandung kurang lebih 7000 struktur kimia yang berbeda dan sekitar 10% dibuang sebagai limbah [1].

Remazol Brilliant Blue R merupakan salah satu zat warna yang tergolong zat warna reaktif. Adanya gugus kromofor pada *Remazol Brilliant Blue R*, mengakibatkan zat warna ini mampu memberikan warna yang cerah dalam serat kain dan tidak mudah luntur, sehingga banyak digunakan dalam industri tekstil [2].

Pencemaran air adalah salah satu masalah yang ditimbulkan oleh limbah industri akibat penggunaan zat warna, terutama *Remazol Brilliant Blue R* ini. Di dalam zat warna *Remazol Brilliant Blue R* terdapat gugus yang mengandung ikatan $C=O$ dan $C=C$ yang menyebabkannya sulit terdegradasi. Sehingga apabila tercemar, zat warna ini dapat membahayakan kesehatan dan menyebabkan beberapa masalah kesehatan seperti iritasi mata, kulit, pernafasan, pencernaan bahkan merangsang tumbuhnya kanker [3]. Beberapa metode telah dikembangkan dengan upaya mengurangi kadar zat warna *Remazol Brilliant Blue R* diantaranya metode koagulasi, ozonasi, ultrafiltrasi, pertukaran ion, fitoremediasi, flokulasi, metode secara biologi serta teknik adsorpsi. Adsorpsi merupakan teknik yang paling banyak dikembangkan, hal ini karena metode ini lebih efektif dan ekonomis [4].

Berdasarkan penelitian Han et al., (2008), lignoselulosa dari biomassa dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan adsorbent untuk adsorpsi zat warna [5]. Lignoselulosa ini umumnya mengandung polimer selulosa, hemiselulosa, dan lignin dimana selulosa memiliki gugus hidroksil ($-OH$) yang menyebabkan adsorben dapat bersifat polar dan mengadsorpsi zat yang sifatnya kurang polar [6]. Lignoselulosa ini banyak ditemukan pada biomassa yang banyak mengandung lignin dan selulosa, termasuk ampas singkong. Dimana ampas singkong yang melimpah dan kurang bermanfaat ini masih mengandung sekitar 40% pati dan 11% selulosa. Sisanya terdiri dari hemiselulosa, lignin, air, protein, lemak dan kadar abu [7].

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Li et al., (2014) menggunakan ampas singkong untuk adsorpsi zat warna merah kongo (*congo red*) [8]. Xie et al., (2014) juga menggunakan ampas singkong untuk adsorpsi Cu (II) [7]. Sementara pada penelitian yang dilakukan oleh Alrozi et al., (2012), selulosa yang terdapat pada kulit rambutan juga dimanfaatkan sebagai adsorben *Remazol Brilliant Blue R* [9]. Pada penelitian lain yang juga memanfaatkan limbah lignoselulosa dilakukan oleh [10], dimana penelitian ini menggunakan kulit jeruk sebagai adsorben untuk zat warna *Remazol Brilliant Blue R* [10].

Penelitian ini bertujuan mengetahui kinerja ampas singkong untuk penurunan konsentrasi zat warna *Remazol Brilliant Blue R*. Penelitian ini menggunakan metode *batch* dengan parameter pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Preparasi dan Karakterisasi Adsorben Ampas Singkong.

Ampas singkong diperoleh dari pengolahan singkong yang terletak di Kediri, Jawa Timur. Ampas singkong dicuci dengan aqua DM, dikeringkan di suhu ruangan dan dioven dengan suhu $80^\circ C$ selama 5 jam. Limbah yang telah kering dihaluskan menggunakan *blender* dan serbuk halus yang diperoleh diayak menggunakan ayakan mesh 120. Kemudian serbuk yang telah diayak, dianalisis gugus fungsinya menggunakan FTIR, kadar air dengan metode gravimetri dan dianalisis luas permukaan menggunakan adsorpsi larutan metilen biru.

B. Analisis Luas Permukaan

Larutan metilen biru 4 mg/L diukur absorbansinya

menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui panjang gelombang maksimum pada panjang gelombang 500-700 nm. Kemudian sebanyak 20 mL larutan metilen biru 100 mg/L dimasukkan adsorben sebanyak 0,1 gram dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 20 menit. Setelah diaduk, didiamkan selama 30 menit. Larutan yang telah disaring, filtratnya dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh.

C. Proses Adsorpsi

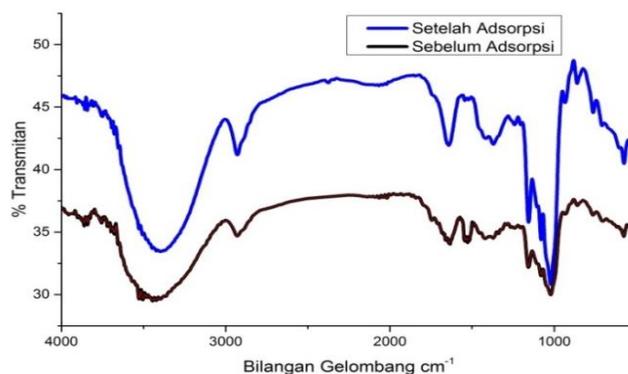
Sebanyak 0,2 gram adsorben ampas singkong dengan ukuran ayakan mesh 120 dimasukkan ke dalam gelas beker 100 mL yang berisi 20 mL larutan *Remazol Brilliant Blue R* 200 mg/L. Larutan adsorbat diatur pHnya menggunakan larutan HCl dan NaOH. Proses adsorpsi dibuat pada pH 1,2,3,4,5,6,7,8,9 dan 10. Kemudian masing-masing larutan diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 20 menit. pH optimum yang diperoleh digunakan untuk variasi waktu kontak selama 5, 10, 20, 30, 45, 60 dan 90 menit. Pada masing-masing variasi, filtratnya dianalisis menggunakan UV-Vis pada $\lambda=591$ nm untuk mengetahui konsentrasi yang tidak teradsorpsi.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Karakterisasi Adsorben Ampas Singkong

Berdasarkan hasil FTIR yang terdapat di Gambar 1, diperoleh informasi mengenai ikatan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben ampas singkong sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi yang dapat dilihat pada Tabel 1. Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri dengan hasil yang telah memenuhi SNI yaitu sebesar 4,174 %. Sedangkan luas permukaan adsorben ampas singkong diperoleh melalui adsorpsi larutan metilen blue menggunakan pada $\lambda=665$ nm. Setelah dilakukan analisis, adsorben ampas singkong memiliki luas permukaan sebesar 71,003 m²/g.

Berdasarkan hasil analisis FTIR pada Gambar 1 dan Tabel 1, terlihat bahwa terdapat perbedaan intensitas pita serapan yang cukup besar pada setiap puncak setelah adsorpsi tetapi tidak merubah puncak serapan pada setiap gugus fungsi pada adsorben ampas singkong sebelum dilakukan adsorpsi dan setelah dilakukan adsorpsi. Pergeseran yang cukup besar terjadi pada pita serapan yang melebar untuk gugus -OH yaitu dari 3444,98 cm⁻¹ menjadi 3371,68 cm⁻¹. Pengurangan intensitas terjadi pada pita serapan yang melebar untuk vibrasi *stretching* gugus -OH dan pada bilangan gelombang 1022,31cm⁻¹ sebagai vibrasi *stretching* gugus C-O. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Hidayati et al., (2015), adanya perubahan intensitas setelah dilakukan adsorpsi pada suatu adsorben merupakan akibat interaksi antara gugus hidroksil (-OH) pada selulosa adsorben yang terprotonasi menjadi H₃O⁺ saat adsorbat dalam kondisi asam dengan anion zat warna RBBR yaitu berupa gugus sulfonat (SO₃⁻) selama proses adsorpsi, sehingga intensitas puncak serapan juga mengalami penurunan. Oleh karenanya dengan adanya gugus hidroksil (OH⁻) dalam selulosa pada adsorben ampas singkong



Gambar 1. Hasil FTIR ampas singkong sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi.

Tabel 1. Indikasi ikatan pada adsorben ampas singkong

Indikasi Ikatan	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	
	Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi
OH dan N-H <i>stretching</i>	3444,98	3371,68
C-H <i>stretching</i> dari CH, CH ₂ , CH ₃	2929,97	2928,04
N-H <i>bending</i>	1633,76	1651,12
C-O <i>stretching</i>	1423,51	1415,8
C-N <i>stretching</i>	1242,2	1242,2
C-O <i>stretching</i>	1022,31	1022,31

ini mempunyai pengaruh utama dalam proses adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R*.

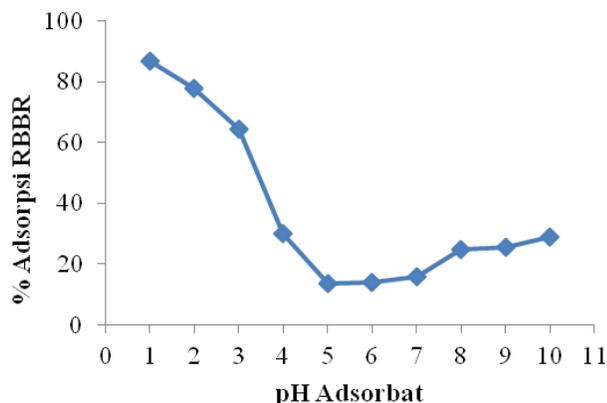
B. Hasil Analisis Pengaruh pH

Derajat keasaman suatu larutan dapat mendorong atau menghambat terjadinya proses adsorpsi pada suatu larutan, hal ini dikarenakan kondisi pH yang terdapat pada larutan mempengaruhi bentuk ion dari zat warna yang diadsorpsi, jenis adsorbat dan muatan pada permukaan adsorben yang digunakan [11]. Pada Gambar 2 terlihat bahwa persentase adsorpsi mengalami penurunan seiring bertambahnya nilai pH. Nilai adsorpsi tertinggi terdapat pada pH 1 dengan presentase sebesar 86,768 %. Dan persentase adsorpsi terendah pada pH 5 sebesar 13,768 %.

Zat warna *Remazol Brilliant Blue R* merupakan salah satu zat warna reaktif dengan rumus molekul C₂₂H₁₆N₂Na₂O₁₁S₃. Saat menjadi larutan, zat warna *Remazol Brilliant Blue R* akan terdisosiasi membentuk anion berupa gugus sulfonat (-SO₃⁻). Gugus hidroksil (-OH) mengalami protonasi dan membentuk H₃O⁺ pada permukaan adsorben yang cenderung elektropositif akibat pH yang rendah. Kemudian gugus tersebut akan berinteraksi dengan gugus sulfonat (-SO₃⁻) dan menyebabkan anion gugus sulfonat tertarik ke permukaan adsorben [1][2].

Begitu juga sebaliknya, apabila nilai pH yang digunakan semakin besar, akan terjadi tolakan antara muatan zat warna dengan permukaan adsorben karena permukaan adsorben yang bermuatan negatif akibat gugus hidroksil (-OH) dan zat warna

RBBR akibat gugus sulfonat ($-\text{SO}_3^-$) sama-sama bersifat elektronegatif pada nilai pH adsorbat yang semakin besar [2]. Sehingga pada penelitian ini diperoleh pH optimum pada pH 1 dengan persentase adsorpsi sebesar 86,768 %.

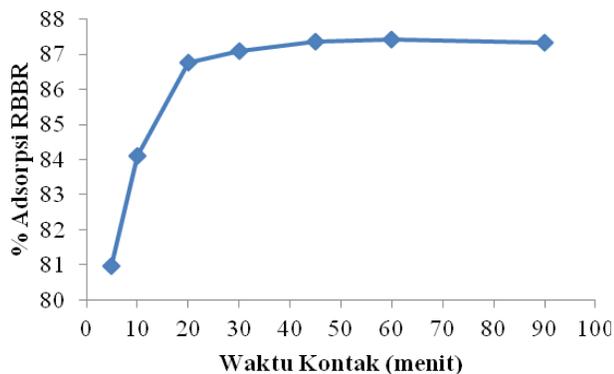


Gambar 2. Pengaruh pH adsorbat terhadap adsorpsi RBBR

C. Hasil Analisis Pengaruh Waktu Kontak

Pada Gambar 3 menunjukkan jika semakin lama waktu kontak yang diberikan, maka semakin besar persentase adsorpsi yang dihasilkan. Saat dilakukan waktu aduk selama 5 menit, persentase sudah mencapai 80,967 %, hal ini dikarenakan penggunaan pH optimum pada variasi sebelumnya. Kemudian mengalami peningkatan yang tidak terlalu besar hingga digunakannya waktu aduk 45 menit.

Persentase adsorpsi mengalami kesetimbangan pada saat dilakukan kontak selama 45 menit dengan persentase sebesar 87,373 %. Kemudian pada waktu kontak 60 dan 90 menit, persentase adsorpsi cenderung konstan. Hal ini karena adsorben ampas singkong telah melewati waktu kesetimbangan sehingga menyebabkan sebagian molekul zat warna terlepas akibat waktu kontak yang melebihi batas optimum. Waktu kontak optimum yang diperoleh adalah selama 45 menit.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi RBBR pada pH 1

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ampas singkong dapat digunakan sebagai adsorben untuk *Remazol Brilliant Blue R* dengan kadar air sebesar 4,174% dan luas permukaan sebesar 71,003 m²/g. Adsorpsi *Remazol Brilliant Blue R* menggunakan adsorben ampas singkong optimum pada pH 1 dan waktu kontak selama 45 menit dengan kapasitas adsorpsi optimum sebesar 16,878 mg/g dan persentase adsorpsi 87,413 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Ada, K. Ergene, A. Tan, Sema dan Yalcin, "Adsorption of Remazol Brilliant Blue R using ZnO fine powder: Equilibrium, kinetic and thermodynamic modeling studies," *J. Hazard. Mater.*, vol. 165, pp. 637–644, 2009.
- [2] H. Hidayati, P. Ulfan, I. dan Juwono, "Adsorpsi Zat Warna Remazol Brilliant Blue R Menggunakan Nata de coco: Optimasi Dosis Adsorben dan Waktu Kontak," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [3] T. Srinivasan, A. dan Viraraghavan, "Decolorization of Dye wastewater by Biosorbents: Review," *J. Environ. Manage.*, vol. 91, pp. 1915–1929, 2010.
- [4] E. Dagdelen, S., Acemioglu, B., Baran, "Removal of Remazol Brilliant Blue R From Aqueous Solution by Pirina Pretreated with Nitric Acid and Commercial Activated Carbon," *Water Air Soil Pollut.*, vol. 225, 1899.
- [5] L. Han, R., Ding, D., Xu, Y., Zou, W., Wang, Y., Li, Y., dan Zou, "Use of rice husk for the adsorption of congo red from aqueous solution in column mode," *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 8, pp. 2938–2946, 2008.
- [6] M. L. J. J Lopjic, Z. R., Stojanovic, M. D, Markovic, S. B., Milojkovic, J. V., Mihajlovic, M. L. Radoicic, T. S. K., Kijevcanin, "Effects of different mechanical treatments on structural changes of lignocellulosic waste biomass and subsequent Cu(II) removal kinetics," *Arab. J. Chem.*, 2016.
- [7] Z. Xie, X., Xiong, H., Zhang, Y., Tong, Z., Liao, A., Qin, "Preparation magnetic cassava residue microspheres and its application for Cu(II) adsorption," *J. Environmental Chem. Eng.*, vol. 5, pp. 2800–2806, 2017.
- [8] M. Li, H. X., Zhang, R., Tang, L., Zhang, J., "Use of Cassava Residue for the Removal of Congo Red from Aqueous Solution by a Novel Process Incorporating Adsorption and In Vivo Decolorization," *Bioresources*, vol. 9, no. 4, pp. 6682–6698, 2014.
- [9] M. S. Alrozi, R., Zaamanhuri, A. N., an Osman, "Adsorption of reactive dye Remazol Brilliant Blue R from aqueous solutions by rambutan peel," *IEEE Symp. Humanit. Sci. Eng. Res.*, 2012.
- [10] M. A. Mafra, M. R., Mafra, I., Zuim, D. R., Vasques, C dan Ferreira, "Adsorption Of Remazol Brilliant Blue On An Orange Peel Adsorbent," *Brazilian J. Chem. Eng.*, vol. 30, pp. 657–665, 2013.
- [11] J. Lacerda, V., Sotelo, J., Guimaraes, A., Navarro, S., Bascones, M., Gracia, L., Ramos, P., dan Gil, "Rhodamine B removal with activated carbons obtained from lignocellulosic waste," *J. Environ. Manag.*, vol. 155, pp. 67–76, 2015.