

Dekolorisasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Menggunakan Karbon Aktif

Lara Puspita Ningrum, Retno Ariadi Lusiana, Rahmad Nuryanto

Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA,
Universitas Diponegoro, Semarang

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang Dekolorisasi *Remazol Brilliant Blue* dengan Menggunakan Karbon Aktif. Penelitian ini menggunakan karbon aktif sebagai adsorben untuk mengurangi kadar warna dari *Remazol Brilliant Blue* yang diawali dengan penentuan panjang gelombang maksimum dan penentuan kurva kalibrasi. Analisis hasil adsorpsi dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: variasi pH larutan (3-13), waktu kontak (15-150 menit) dan konsentrasi (25-250 ppm) dalam zat warna *Remazol Brilliant Blue* yang akan digunakan dalam isoterm Langmuir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum *Remazol Brilliant Blue* adalah 135 menit pada pH 11, dengan kapasitas adsorpsi maksimum 10,101 mg/g. Sehingga dapat disimpulkan bahwa karbon aktif merupakan adsorben yang baik untuk jenis zat warna reaktif.

Kata kunci: *dekolorisasi, zat warna, karbon aktif*

1. Pendahuluan

Industri batik dalam proses produksinya menggunakan bahan pewarna. Salah satu yang perlu mendapat perhatian pada usaha kerajinan batik adalah limbah hasil produksinya yang dapat mencemari lingkungan. Limbah usaha kerajinan batik sebagian besar dalam bentuk cair yang dihasilkan dari proses pembilasan/pencucian. Umumnya usaha kerajinan batik ini membuang limbahnya langsung ke selokan di sekitar rumah atau lokasi pembatikan yang akan menimbulkan dampak merugikan bagi lingkungan, karena lingkungan mempunyai kemampuan terbatas untuk mendegradasi zat warna tersebut^[16].

Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna. Zat warna reaktif merupakan zat warna yang banyak digunakan untuk pewarnaan batik^[16]. *Remazol Brilliant Blue* merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri batik^[10].

Metode-metode yang digunakan untuk mengurangi intensitas warna pada limbah diantaranya adalah koagulasi, filtrasi, elektrokolorisasi, dan adsorpsi^[10]. Dalam penelitian ini digunakan metode adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif. Metode ini merupakan salah satu cara penanganan limbah yang cukup mudah dan ekonomis. Karbon aktif merupakan karbon yang telah melalui proses aktivasi dan mempunyai daya serap tinggi terhadap gas, cair dan koloid^[4]. Karbon aktif merupakan adsorben yang sering digunakan pada industri tekstil untuk menghilangkan warna dan mempunyai efektivitas tinggi untuk menyerap

berbagai tipe zat warna diantaranya zat warna reaktif, asam, mordant dan dispersi^[17]. Daya serap dari karbon aktif umumnya tergantung kepada jumlah senyawaan karbon yang berkisar antara 85% sampai 95%^[2].

Menurut penelitian Marmagne^[11] pengurangan warna pada limbah tekstil dengan karbon aktif memberikan hasil jenis pewarna mordant dan asam dapat berkurang 90%, jenis pewarna direk dan dispersi dapat berkurang 40%^[17], menggunakan berbagai adsorben untuk mengurangi zat warna dan mendapatkan hasil bahwa karbon aktif adalah yang paling efektif dengan pengurangan warna hingga 90%. Sedangkan pada penelitian Somboon^[14], menggunakan karbon aktif berbahan dasar kayu untuk mengadsorpsi jenis pewarna direk dengan intensitas penyerapan mencapai 57-80%. Yassin^[18] menggunakan karbon aktif komersial untuk menurunkan intensitas zat warna *metilen blue* memberikan hasil pengurangan sebesar 80-90% .

Berdasarkan keberhasilan diatas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan penurunan intensitas warna dari *Remazol Brilliant Blue* dalam skala laboratorium dengan menggunakan karbon aktif. Uji daya serap yang dilakukan menggunakan beberapa parameter yaitu variasi waktu kontak, pH dan konsentrasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dan menginterpretasikan hasil percobaan dengan Isoterm Langmuir.

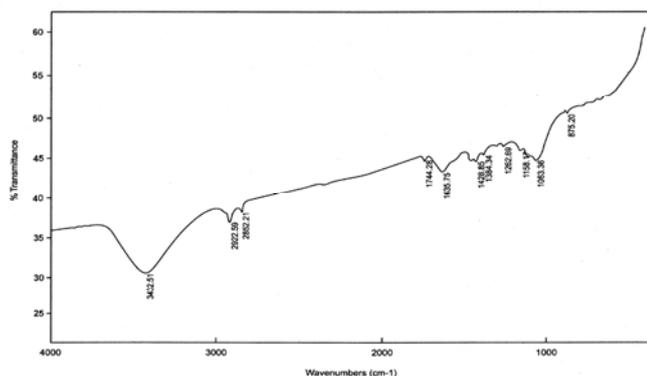
2. Eksperimen

Dengan mengoptimasi parameter-parameter dekolonisasi zat warna *Remazol Brilliant Blue* dengan menggunakan karbon aktif yakni pH, Waktu Kontak, dan Isoterm Adsorpsi dapat diketahui kemampuan karbon aktif untuk menurunkan kadar warna didalam limbah. Adsorben yang digunakan adalah karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa, sedangkan adsorbat yang digunakan adalah larutan *Remazol Brilliant Blue*. Selanjutnya adsorbat diadsorpsi dengan karbon aktif dengan variasi lama waktu kontak adsorpsi selama 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dan 165 menit, variasi konsentrasi zat warna 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225 dan 250 ppm dan variasi pH larutan 3, 5, 7, 9, 11, 12 dan 13 serta menginterpretasikan hasil percobaan dengan isoterm adsorpsi Langmuir.

Uji daya serap menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum.

3. Hasil dan Diskusi

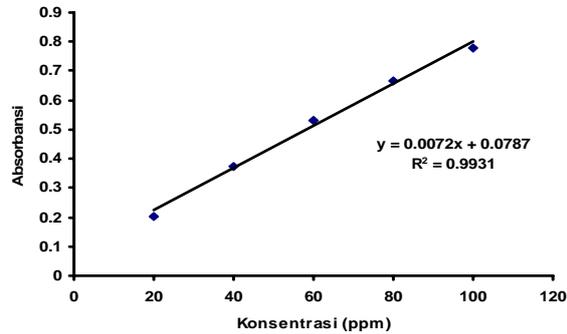
Penentuan gugus aktif didalam karbon aktif dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR.



Spektra FTIR Karbon Aktif Sebelum Adsorpsi

Dalam spektrum tersebut terlihat adanya pita yang tajam pada daerah 3443 cm^{-1} yang disebabkan adanya gugus hidroksil (-OH). Spektra inframerah karbon aktif dari tempurung kelapa menunjukkan adanya pita absorbansi spesifik karbonil C=O yaitu pada puncak didaerah bilangan gelombang sekitar 1740 cm^{-1} dengan overtonenya dekat dengan daerah 3400 cm^{-1} . Pita agak kuat pada daerah antara 1420-1600 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa aromatik. Sementara itu adanya absorbansi gugus -CH dari cincin aromatis yang tumpah tindih dengan absorbansi -OH pada daerah sekitar 3400 cm^{-1} , serta absorbansi gugus C=C aromatik didaerah bilangan gelombang 1430 cm^{-1} , menunjukkan adanya gugus fenolik pada karbon. Pita lemah pada sekitar 1630 cm^{-1} menunjukkan sistem konjugasi dari alkena (C=C). Pita-pita lemah pada daerah antara 1250-1150 cm^{-1} kemungkinan disebabkan adanya gugus ester. Tidak adanya pita tajam-tajam pada daerah sidik jari yaitu daerah 800-700 cm^{-1} menunjukkan senyawa tidak mengandung rantai alkil yang panjang.

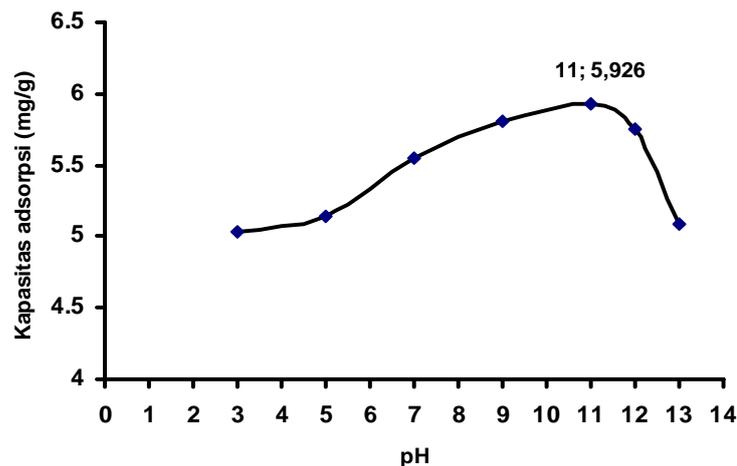
Penentuan konsentrasi suatu analit dapat dilakukan dengan penentuan kurva kalibrasi, yaitu dengan cara membuat beberapa larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. Kemudian larutan standar dianalisis sehingga didapat data absorbansi dari larutan standar tersebut setelah itu larutan sampel dianalisis. Dengan membuat kurva antara absorbansi dengan konsentrasi akan didapatkan suatu persamaan yang digunakan untuk menghitung konsentrasi dalam sampel.



Kurva kalibrasi zat warna *Remazol Brilliant Blue*

Pengaruh pH terhadap proses adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi *Remazol Brilliant Blue* oleh karbon aktif pada range pH 3-11 meningkat seiring dengan meningkatnya pH. Fenomena ini dapat diterangkan sebagai berikut, pada permukaan karbon aktif terdapat gugus aktif yang bermuatan parsial positif yaitu gugus karboksil, sehingga pada waktu penambahan basa zat warna *Remazol Brilliant Blue* cenderung menjadi bermuatan parsial negatif yang akan menyebabkan terjadinya interaksi antara dipol-dipol dipermukaan karbon aktif sehingga adsorpsi akan meningkat.

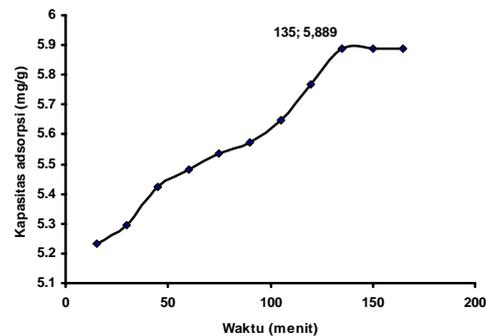
Pada kondisi asam dengan penambahan H^+ mengakibatkan zat warna cenderung bermuatan parsial positif, yang akan mengakibatkan terjadinya tolakan elektrostatik antara zat warna dengan permukaan karbon aktif yang juga bermuatan parsial positif sehingga adsorpsi yang terjadi relatif rendah. pH optimal diperoleh pada pH 11 dimana terjadinya kesetimbangan antara zat warna dengan ion hidroksil didalam larutan, sehingga zat warna mampu menangkap ion hidroksil yang ditambahkan.



Kurva pengaruh pH terhadap adsorpsi *Remazol Brilliant Blue*

Pada pH 12 sampai 13 terjadi penurunan kapasitas adsorpsi, hal ini dikarenakan ion OH^- yang terlalu banyak dalam larutan tidak mampu ditangkap oleh zat warna, sehingga masih banyak ion OH^- yang bebas didalam larutan yang menyebabkan terjadinya kompetisi antara zat warna dengan ion OH^- bebas untuk menempati permukaan karbon aktif yang akan menurunkan daya adsorpsi zat warna dengan karbon aktif.

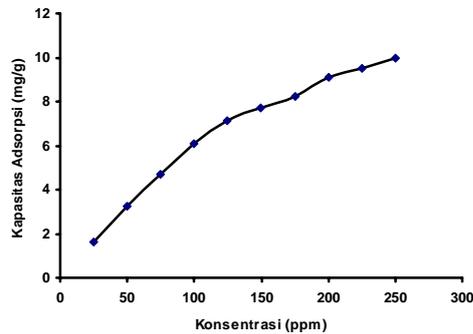
Penentuan waktu optimum terjadinya proses adsorpsi karbon aktif terhadap *Remazol Brilliant Blue* dipelajari dengan melakukan adsorpsi pada konsentrasi 100 ppm dengan 0,3 gram karbon aktif. Tujuan perlakuan ini adalah untuk mendapatkan waktu adsorpsi optimum dari suatu adsorben. Semakin lama waktu kontak, maka semakin besar pula adsorpsinya. Dari gambar 4.5. didapatkan kemampuan adsorpsi terhadap *Remazol Brilliant Blue* terbesar pada 15 menit pertama yaitu sebesar 78,47%, kemudian kapasitas adsorpsi meningkat tidak terlalu signifikan.



Kurva pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi *Remazol Brilliant Blue*

Waktu optimum diperoleh pada waktu 135 menit, karena kapasitas adsorpsi terbesar dan konstan pada waktu 135 menit, yang menunjukkan terjadinya kesetimbangan laju reaksi adsorpsi, yaitu laju tertutupnya permukaan adsorben oleh adsorbat. Dalam waktu 135 menit *Remazol Brilliant Blue* yang dapat dihilangkan oleh karbon aktif sebanyak 88,33 % dengan kapasitas adsorpsi 5,880 mg/g.

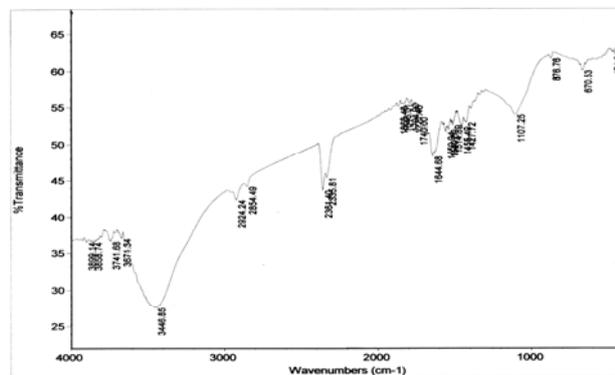
Isoterm adalah hubungan kesetimbangan antara konsentrasi dari bahan adsorbat pada fase padat dengan konsentrasi dalam fase cair. Pada perlakuan ini menggunakan variasi konsentrasi 25-250 ppm dengan pH 11 dan waktu kontak 135 menit.



Kurva pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi *Remazol Brilliant Blue*

Dari kurva terlihat bahwa semakin besar konsentrasi *Remazol Brilliant Blue*, semakin banyak pula jumlah zat warna yang terserap. Berdasarkan persamaan isoterm adsorpsi yang diperoleh (berdasarkan perhitungan pada lampiran E.7), dengan mengalurkan C_e/q vs C_eq , akan diperoleh nilai dari Q^0 sebesar 10,101 mg/g, yang menandakan jumlah maksimum *Remazol Brilliant Blue* yang terserap pada 0,3 gram karbon aktif sebesar 10,101 mg/g. Sedangkan b merupakan suatu konstanta Langmuir yang nilainya relatif terhadap energi sebesar 0,168.

Hasil analisis karbon aktif dengan spektrofotometer FTIR setelah adsorpsi



Spektra FTIR Karbon Akif Setelah Adsorpsi

Dalam spektra karbon aktif setelah adsorpsi dapat terlihat terjadinya penambahan gugus yang berasal dari zat warna yang diserap. Pada daerah 3446,85 cm^{-1} terlihat adanya pita tajam yang menunjukkan adanya gugus OH. Pita lemah pada daerah 3671 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus NH, sedangkan pada daerah 1700-1800 cm^{-1} adanya gugus karbonil yang tumpang tindih yang berasal dari karbon aktif pada daerah 1740,00 cm^{-1} dan juga zat warna *Remazol Brilliant Blue* pada daerah 1771,46 cm^{-1} . Pada daerah 1427,72 cm^{-1} , 1514,89 cm^{-1} , 1540,50 cm^{-1} , 1559,94 cm^{-1} menunjukkan adanya tumpang tindih dari gugus C=C aromatik dari karbon aktif dan juga zat warna *Remazol Brilliant Blue*. Pada daerah 1107,25 terlihat adanya gugus C-O dari karbon aktif dan pada daerah 876,76 menunjukkan adanya substitusi pada cincin benzena, yang diperkuat pada daerah

2924,24 cm^{-1} . Dari spektra karbon aktif sebelum dan setelah adsorpsi dapat terlihat tidak adanya pergeseran bilangan gelombang pada gugus didalam karbon aktif yang menandakan adsorpsi yang terjadi antara karbon aktif dan zat warna adalah adsorpsi fisik, hanya terjadi interaksi dipol-dipol saja dan tidak membentuk suatu ikatan kimia.

4. Kesimpulan

1. Kondisi optimum dekolonisasi zat warna *Remazol Brilliant Blue* menggunakan karbon aktif adalah pada pH 11 dan waktu kontak 135 menit.
2. Kapasitas adsorpsi maksimum karbon aktif terhadap *Remazol Brilliant Blue* sesuai perhitungan isoterm Langmuir adalah sebesar 10,101 mg/g.

Daftar Pustaka

1. Adamson, A. W., 1990, *Physical Chemistry of Surfaces*, fifth edition, John wiley & sons (SEA) PTELTLD, Singapore.
2. Brady ,R. D. , 1992, *Activated Carbon Process in Waste Water Plant Design*, 3rd edition., Mc Graw-Hill Book, New York.
3. Chatib, W. dan Oriyati, S., 1980, *Teori Penyempurnaan Tekstil*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
4. Cheremisinoff, P. N., 1978, *Carbon Adsorption for Pollutant Control*, Prentice-Hall, New Jersey.
5. Fessenden, 1990, *Kimia Organik*, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
6. Hendra , D.J.dan Pari, G., 1999, Pembuatan Arang Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, Jakarta.
7. Isminingsih, R., Jufri., 1973, *Pengantar Kimia Zat Warna*, ITB, Bandung.
8. Kara, S., Aydiner, C., Demirbas, E., Kobyas, M., and Dizge, N., 2006, *Modeling the Effects of Adsorbent Dose and Particle Size on the Adsorption of Reactive Textile Dyes by Fly Ash*, Gebze Institute of Technology, Department of Environmental Engineering, Turkey, 288-293.
9. Kirk, O., 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Third Edition, Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York.

10. Mahmoud, A. S., 2007, Influence of Temperature and pH on the Stability and Colorimetric Measurement Of Textile Dyes, *American Journal of Biotechnology and Biochemistry*, Vol 3, 33-41.
11. Marmagne, O.& Cate, C., 1996, *Color Removal From Textile Plant Effluents American Dyestuff Reporter*, Degremon S.A.,France.
12. Mc Cabe, 1993, *Operasi Teknik Kimia*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
13. Oscik, J., 1982, *Adsorption*, John Willey and Sons, Chichester.
14. Somboon, W., Mutitamongkol, P., & Tanpaiboonkul, P., 2001, *Removal Of Colored Wastewater Generated From Hand-Made Textile Weaving Industry*, Departement of Chemistry, Faculty Science, King Mongkut University of Tecnology.
15. Sudirjo, E., 2005, *Penentuan Distribusi Benzena Toluena Pada Kolom Adsorpsi Fixed Karbon Aktif*, Skripsi FT UI, Jakarta.
16. Suteu, D., & Bilba, D., 2005, *Equilibrium And Kinetic Study Of Reactive Dye Brilliant Red HE- 3B Adsorption by Activated Charcoal*, Departement of Analytical Chemistry, Technical University of Lasi, Romania.
17. Vourdrias, E., Fytianos, K., & Bozani, E., 2002, Sorption-Desorption Isoterm of Dyes from Aqueous Solution And Wastewater with Different Sorbent Materials, *global nest, the int, J. Vol 4, no. 1*.
18. Yasin, Y., Husein, M.Z., and Ahmad, F.H.J., 2007, Adsorption of Methylene Blue onto Treated Activated Carbon, The Malaysian, *Journal of Analytical Science*, Vol. 11, No.11 : 400-406.