

## ADSORPSI PEWARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN SENYAWA XANTHAT PULPA KOPI

Lilik Wuri Hadayani\*, Indah Riwayati, Rita Dwi Ratnani

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang  
Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang 50236

\*Email: lilikwuri.handayani32@gmail.com

### Abstrak

*Pencemaran zat warna dalam perairan dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan dan dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup. Zat warna yang banyak terdapat dalam limbah perairan salah satunya adalah metilen biru. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi bahaya dari limbah zat warna adalah metode adsorpsi. Penelitian yang banyak dilakukan baru-baru ini membuktikan bahwa modifikasi adsorben dengan proses xanthasi merupakan salah satu cara yang efektif dalam pengolahan limbah cair. Adsorben terxanthasi dapat dibuat dari biomassa yang mengandung gugus hidroksil dengan cara mereaksikan biomassa dengan gugus pembawa sulfur (karbon disulfide). Penelitian ini menggunakan senyawa xanthat pulpa kopi sebagai adsorben zat warna metilen biru. Pulpa kopi merupakan salah satu bahan yang kaya akan gugus hidroksil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari variabel proses yang meliputi pH, rasio adsorben:larutan, dan waktu kontak terhadap proses adsorpsi metilen biru dari larutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum metilen biru dalam pulpa kopi terxanthasi diperoleh sebesar 16,161 mg/g pada pH 2, rasio adsorben dalam larutan 0,5:100 dan waktu kontak 1,5 jam.*

**Kata kunci:** *xanthat, pulpa kopi, adsorpsi, metilen biru*

### PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan yang pesat menimbulkan masalah bagi lingkungan terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair pewarnaan. Limbah cair tersebut mengandung bahan-bahan yang beracun dan berbahaya. Keberadaan limbah cair dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses biologis yang terjadi di dalamnya (Krim dkk., 2006).

Zat warna yang digunakan dalam perindustrian antara lain metilen biru. Metilen biru dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit jika tersentuh oleh kulit (Hamdaoui dan Chiha, 2006). Berdasarkan bahaya yang ditimbulkan maka metilen biru yang diperbolehkan di lingkungan relatif rendah. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup yaitu Kep-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair, konsentrasi maksimum metilen biru yang diperbolehkan yaitu 5-10 mg/L.

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi bahaya dari limbah zat warna adalah dengan adsorpsi. Adsorpsi merupakan

metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah cair (Kartika dkk., 2009). Adsorpsi dengan adsorben merupakan metode efisien dan banyak dikembangkan. Bahan yang digunakan untuk mengolah limbah diharapkan murah dan mudah diperoleh (Munawaroh, 2012). Dewasa ini sedang digalakkan penelitian tentang adsorben alternatif yang berasal dari alam, dimana selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik juga ekonomis (Jalali dkk., 2002)

Kelemahan dari penggunaan adsorben biologis secara langsung adalah kapasitas adsorpsi yang rendah. Cara mengatasi kelemahan tersebut adalah memodifikasi permukaan adsorben salah satunya adalah dengan cara xanthisasi. Proses xanthisasi merupakan proses pengikatan gugus hidroksil dengan gugus pembawa sulfur. Proses ini dapat meningkatkan afinitas adsorben dan meningkatkan kapasitas adsorpsi hingga tiga kali lipat dan memiliki kestabilan yang tinggi saat membentuk kompleks. Senyawa xanthat dibuat dengan mereaksikan substrat yang mengandung gugus hidroksil dengan karbon bisulfida dalam suasana basa. Salah satu bahan yang kaya akan gugus hidroksil adalah pulpa kopi (Endeen dan Calvert, 2002). Pulpa kopi

mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang cukup tinggi, yakni 45%, 25% dan 25% (Etika, 2007). Indonesia menempati urutan ketiga didunia sebagai eksportir kopi (ICO, 2012) dan produksinya mencapai 657.138 ton (Dirjen perkebunan, 2013). Pada proses pengolahan kopi dihasilkan 40-45% limbah kulit biji kopi dan menurut Esquivel dan Jimenez (2012) yang dikatakan limbah kulit biji kopi adalah pulp (bagian mesocarp), skin (bagian eksocarp), mucilage dan parchment (bagian endocarp). Di Indonesia pemanfaatan limbah ini dapat dikatakan belum maksimal yaitu hanya digunakan sebagai pakan ternak dan sebagai pupuk di perkebunan dimana nilai ekonomi yang dihasilkan sangat rendah. Oleh karena itu perlu digali potensi lain pada limbah pulpa kopi, agar nilai tambah pada pulpa kopi meningkat.

Tujuan dari pada penelitian adsorpsi metilen biru menggunakan senyawa xanthat pulpa kopi ini adalah untuk mempelajari pengaruh variabel proses yang meliputi pH, rasio adsorben:larutan, dan waktu kontak terhadap proses adsorpsi metilen biru dari larutan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pulpa kopi dan bahan-bahan kimia yaitu, metilen biru, etanol, NaOH, HCl, Aceton, Karbon disulfide, kertas saring dan aquades.

### Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Oven, Vakum drying, Peralatan gelas (Erlenmeyer, Beaker glass, Pipet volume, Labu takar, Gelas ukur), pH meter, Magnetik stirer, Timbangan digital. Untuk analisa hasil adsorpsi digunakan Spektrofotometer UV-Vis.

### Prosedur Penelitian

Terdapat tiga tahapan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

#### 1. Pembuatan Senyawa Xanthat

Proses pembuatan senyawa xanthat dapat dilakukan dengan cara pulpa kopi dicuci dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 70°C. 50 gram PK (produk hasil oven) direndam dalam 250 ml etanol dan 250 ml larutan NaOH 1 % pada suhu ruang selama 24 jam. Campuran didekantasi, disaring dan dicuci dengan distilat water hingga pH netral serta dikeringkan pada suhu 70°C. Selanjutnya 15

gram PKK (produk pulpa kopi kering) ditambah 200 ml larutan NaOH 4 M dan 10 ml larutan karbon disulfide. Campuran diaduk selama 3 jam pada setiap penambahan larutan. Campuran dibiarkan mengendap dan supernatan didekantasi. Alkali berlebih dihilangkan dengan cara dicuci menggunakan destilat water dan aceton hingga pH netral. Residu yang dihasilkan dikeringkan dengan oven dan adsorben pulpa kopi terxanthasi siap digunakan.

#### 2. Pembuatan Kurva Standar Larutan Metilen Biru

Proses pembuatan kurva standar larutan metilen biru dapat dilakukan dengan cara membuat larutan standar metilen biru dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40 dan 50 mg/L. Masing-masing larutan standar metilen biru tersebut kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 560,5 nm. Tahap selanjutnya yaitu membuat kurva standar metilen biru dengan memplot konsentrasi vs absorbansi.

#### 3. Studi Kondisi Optimum

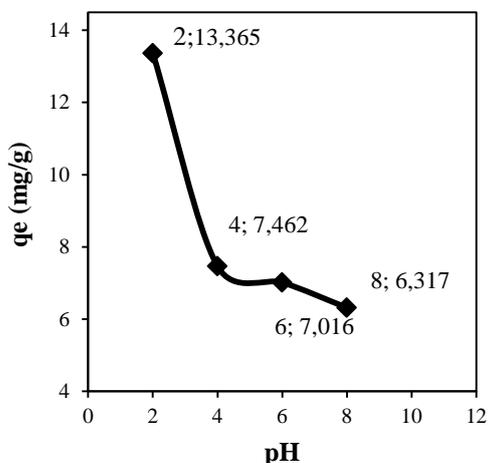
Proses penentuan kondisi optimum dapat dilakukan dengan cara 0,5 gram adsorben pulpa kopi terxanthasi ditambahkan kedalam 100 ml larutan metilen biru 100 ppm. Larutan diaduk pada suhu 25°C menggunakan magnetik stirer selama 0,5 jam dengan variasi pH 2, 4, 6 dan 8. pH larutan metilen biru diatur menggunakan 1 N NaOH dan 1 N HCl. Konsentrasi metilen biru pada filtrat dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Adapun sebelumnya adsorben disaring menggunakan kertas saring Whatman. Selanjutnya setelah didapatkan pH optimum, dengan prosedur yang sama dilakukan kembali pada pH optimum dengan variasi rasio adsorben:larutan 0,5:100, 0,5:80, 0,5:60, dan 0,5:40. Kemudian pada pH dan rasio adsorben:larutan optimum dilakukan adsorpsi kembali pada variasi waktu 0,5; 1; 1,5; dan 2 jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh pH

Adsorpsi metilen biru oleh pulpa kopi terxanthasi dalam larutan bergantung dari pH larutan tersebut. Dimana pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben, derajat ionisasi dan spesi apa saja yang dapat terserap dalam adsorpsi tersebut. Pengaruh pH

terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru menggunakan xanthat pulpa kopi dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru (qe)

Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi zat warna metilen biru yang teradsorpsi berkurang seiring dengan kenaikan pH. Adsorpsi tertinggi diperoleh pada saat pH 2 dimana kapasitas metilen biru yang teradsorpsi sebesar 13,365 mg/g adsorben.

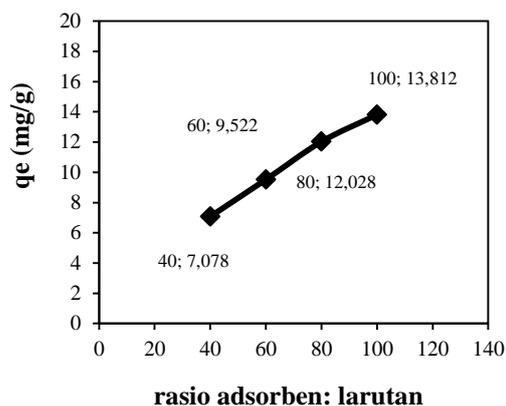
Hasil percobaan ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa semakin rendah pH maka semakin tinggi tingkat adsorpsi suatu senyawa. Hal ini diperkuat oleh Amirullah (2006) yang menggunakan ganggang cokelat sebagai adsorben metilen biru, yang menyebutkan pada pH rendah efisiensi dan kapasitas adsorpsi cenderung meningkat karena sifat kationik metilen biru memainkan peranan penting pada mekanisme adsorpsi. Sifat kationik dari metilen biru baru akan tampak pada pH asam, sehingga metilen biru yang bermuatan positif akan berikatan dengan sisi adsorben yang bermuatan negatif. Sifat inilah yang menyebabkan efisiensi dan kapasitas adsorpsi cenderung meningkat pada saat pH larutan diturunkan.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Purnomo (2010) untuk aplikasi arang aktif kulit kopi sebagai adsorben metilen biru diperoleh kondisi optimum pada pH 6 dengan kapasitas adsorpsi 0,33 mg/g adsorben sementara pada penelitian ini diperoleh kondisi optimum pada pH 2 dengan kapasitas adsorpsi 13,365 mg/g. Dari hasil tersebut menunjukkan

bahwa adsorben yang telah dimodifikasi xanthate lebih efektif dalam mengadsorpsi zat warna terbukti dengan kapasitas adsorpsi yang meningkat.

**Pengaruh rasio adsorben:larutan**

Pengaruh rasio adsorben:larutan pada kapasitas adsorpsi metilen biru dengan pulpa kopi terxanthasi dapat dilihat pada Gambar 2.



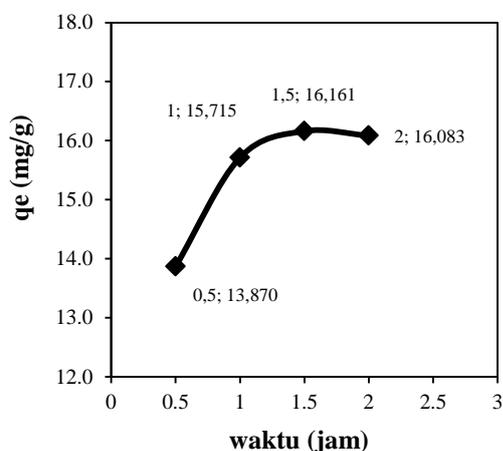
**Gambar 2.** Pengaruh rasio adsorben dalam larutan terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru (qe)

Pengaruh rasio adsorben:larutan mempengaruhi kapasitas dan presentase adsorpsi. Dari hasil penelitian pada waktu dan massa adsorben yang tetap diperoleh kapasitas adsorpsi tertinggi pada volume larutan 100 ml dengan kapasitas metilen biru yang teradsorpsi sebanyak 13,812 mg/g adsorben. Kapasitas adsorpsi berangsur-angsur menurun pada volume larutan 80 ml, 60 ml dan kapasitas terendah pada volume larutan 40 ml. Menurut Yuh dkk (2009), perubahan volume larutan sama dengan perubahan konsentrasi adsorbat dalam larutan. Jadi, semakin besar volume larutan, semakin besar pula jumlah molekul adsorbat dalam larutan sehingga akan meningkatkan pula interaksi molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Menurut Baros (2003), jika molekul adsorbat dinaikkan, maka kapasitas adsorpsi meningkat pula. Peningkatan kapasitas adsorpsi disebabkan adanya penambahan ion metilen biru yang terikat pada sisi aktif permukaan adsorben.

**Pengaruh Waktu Kontak**

Penentuan waktu kontak optimum dimaksudkan untuk menentukan berapa lama metilen biru teradsorpsi maksimal oleh pulpa

kopi terxanthasi. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru dengan pulpa kopi terxanthasi disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru ( $q_e$ )

Gambar 3 menunjukkan bahwa waktu kontak optimum adsorpsi metilen biru oleh pulpa kopi terxanthasi ditunjukkan pada waktu 1,5 jam dimana kapasitas adsorpsi sebesar 16,161 mg/g. Pada waktu 0,5 jam sampai 1,5 jam terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi namun pada waktu 2 jam terjadi penurunan kapasitas adsorpsi pada adsorben pulpa kopi terxanthasi. Dari hasil percobaan ini dapat dikatakan bahwa adsorpsi terjadi pada dua tahap yaitu adsorpsi awal yang terjadi dengan cepat dan kemudian tahap pelepasan zat teradsorpsi secara perlahan-lahan hal ini dikarenakan jumlah zat yang teradsorpsi telah melebihi jumlah maksimal senyawa yang dapat teradsorpsi oleh adsorben dengan kata lain adsorben telah mengalami kejenuhan. Langmuir menjelaskan bahwa pada permukaan adsorben terdapat situs aktif yang jumlahnya sebanding dengan luas permukaan adsorben (Atkins, 1997), sehingga apabila situs aktif pada permukaan adsorben telah jenuh oleh sejumlah adsorbat maka penambahan lama waktu adsorpsi tidak dapat lagi meningkatkan adsorpsi bahkan cenderung mengalami penurunan. Pada kondisi ini menunjukkan waktu optimum untuk adsorpsi metilen biru oleh pulpa kopi terxanthasi adalah 1,5 jam dan karena proses yang lebih lama lagi menyebabkan ikatan antara adsorbat dan

adsorben yang telah terbentuk akan terlepas kembali sehingga kapasitas dan presentase adsorpsi mengalami penurunan.

**Kesimpulan**

Adsorpsi optimum metilen biru menggunakan xanthat pulpa kopi dicapai pada pH 2 dengan kapasitas adsorpsi 13,365 mg/g. Sedangkan pengaruh rasio adsorben:larutan optimum dicapai pada 0,5 gr adsorben dan volume adsorbat 100 ml dengan kapasitas adsorpsi 13,812 mg/g. Adapun waktu kontak optimum yang dihasilkan pada adsorpsi metilen biru menggunakan pulpa kopi terxanthasi yaitu 1,5 jam dengan kapasitas adsorpsi 16,161 mg/g.

**DAFTAR PUSTAKA**

Amirullah, 2006, *Biosorpsi Biru Metilena Oleh Gangang Cokelat*, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Atkins, R.A., 1997, *Physical Chemistry*, New York: John Wiley and sons Inc.

Baros, JLM., 2003, *Biosorption of Cadmium Using the Fungus Aspergillus Niger*, Braz J. Chem, Eng 20:1-17

Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013, *Produksi Kopi Menurut Provinsi Di Indonesia, 2008-2012*, Departemen Pertanian.

Edeen, J.C., and Calvert, K.C., 2002, *Review of Coffee Waste Water Characteristic and Approach to Treatment*

Esquivel, P., and Jimenez, V.M., 2012, *Functional properties of coffe and coffe by product*, Food Research Internasional, hal. 488-495.

Etika, Y.V., 2007, *Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi, Kotoran Ayam dan Kombinasinya Terhadap Ketersediaan Unsur N,P dan K pada Inceptisol*, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Hamdaoui, O., and Chiha, M., 2006, *Removal Of Methylene Blue From Aqueous Solution By Wheat Bran*, Acta Chimica Slovenia, 54(2), 407-418.

ICO, 2012, *Ekspor Kopi Indonesia*, International Coffee Organization.

Jalali,R., Ghafourian, H., Davarpanah, S.j., and Sepehr, S., 2002, *Removal and Recovery of Lead Using Nonliving Biomass of Marine Algae*, Journal of Hazardous Material, B92, 253-262.

Kartika, S., Pujirahayu, A., dan Widodo, H., 2009, *Modifikasi Limbah Fly Ash Sebagai*

- Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red Yang Ramah Lingkungan Dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik*, Proposal Lolos PKM Dikti, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Krim, L., Salmoune, N., and Goma, B., 2006, *Kinetics of Chloronium Sorption on Biomass Fungi from Aqueous Solution*, American Journal of Environmental Science, 2(1): 31-36.
- Menteri Lingkungan Hidup, 1995, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 1995, Tentang Baku Mutu Limbah Cair, Jakarta.
- Munawaroh, L., 2012, *Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Adsorben Rhodamin B dan Metanil Yellow*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Purnomo, S.E., 2010, *Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru dan Naphtol Yellow*, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Yuh, S.H., Malarvizhi, R., and Sulochana, N., 2009, *Equilibrium Isoterm Studies of Methylene Blue Adsorption Onto Activated Carbon Prepared from Delonix Regia Pods*, Jurnal of Environmental Protection Science, vol.3pp111-116