Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Biosorben untuk Penurunan COD pada Limbah Cair Pabrik Batik

Dian Yanuarita Purwaningsih[1], Indah Arista Wulandari[2], dan Alif Wahyu Aditya[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
E-mail: dianyp@itats.ac.id

ABSTRACT

Today, batik industrial is experiencing rapid growth. It provides benefits but it is also having bad effects for humans and environment because this industrial produce waste. The alternative treatment to liquid waste from batik factory is biosorption process using biosorbents from eggshells. The purpose of this study was investigating the effects of variation in the biosorbent mass, contact duration to the changing of COD removal percent, color intensity, and decrease in pH value on liquid waste in batik factory. Biosorbent which was used heated up in the oven and the temperature was 105oC, mashed to 40 mesh, and activated with H_2SO_4 0.05 M. Biosorbent was added of 3, 4, 5, 6, 7% (w / w) to the liquid waste, then there was stirring process of 130rpm with variations of contact time of 60, 90, and 120 minutes. Filtrate resulted was analyzed to determine the COD. This research obtained optimal mass of biosorbent addition of 5%, COD removal was 87% in 60 minutes.
***Keywords**: egg shells, biosorption, dyes, H_2SO_4 activation*

ABSTRAK

Industri batik saat ini mengalami pertumbuhan yang pesat. Hal ini memberikan manfaat tetapi menimbulkan efek negatif bagi manusia dan lingkungan dikarenakan menghasilkan limbah. Alternatif pengolahan limbah cair pabrik batik salah satunya proses biosorpsi menggunakan biosorben dari cangkang telur. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetauhi pengaruh variasi massa biosorben, lama kontak terhadap perubahan persen *removal* COD, intensitas warna dan penurunan nilai pH pada limbah cair pabrik batik. Biosorben yang digunakan dioven dengan suhu 105^oC, dihaluskan hingga ukuran 40 *mesh*, diaktivasi dengan H_2SO_4 0,05 M kemudian ditambahkan sebanyak 3, 4, 5, 6, 7% (w/w) ke dalam limbah cair, selanjutnya proses pengadukan 130 rpm dengan variasi lama waktu kontak 60, 90, dan 120 menit. Filtrat yang dihasilkan dianalisa untuk mengetahui intensitas zat warna, COD, pH. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan massa optimal penambahan biosoben 5%, dengan *removal* COD 87% pada waktu 60 menit.

***Kata kunci :** Cangkang telur ayam, Biosorpsi, Intensitas warna, Aktivasi H_2SO_4*

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan budaya yang telah diakui dunia. Hal ini menimbulkan meningkatnya minat masyarakat terhadap batik. Kain batik tidak hanya diproduksi khusus sebagai produk budaya tetapi sudah merupakan produk industri yang diproduksi dalam skala kecil sampai skala besar. Meningkatnya permintaan mendasari terjadinya peningkatan industri batik di Indonesia. Pada proses pembuatan kain batik, air yang digunakaan berkisar 25-50 m^3/meter kain batik. Sumber data yang berasal dari Kementerian Perindustrian tahun 2017 menunjukan besarnya produksi batik di Indonesia mencapai 500.000.000 m^3/tahun pertahun. Dengan 500.000.000 m^3/tahun kain yang diproduksi dibutuhkan pemakaian air sebesar 25.000.000 m^3 air/tahun dan 85% dari air tersebut berubah limbah cair yang memiliki intensitas warna yang pekat, dan bau yang menyengat.

Limbah cair dari industri kain batik adalah air buangan yang dihasilkan dari proses pewarnaan dimana pewarna yang digunakan berasal dari zat organik nonbiodegradable. Bahan pewarna pada limbah cair batik tersebut banyak mengandung zat warna reaktif yaitu Methyl Orange (MO) dan Methyl Blue (MB) yang berbahaya bagi badan air penerima sehingga harus

diolah terlebih dahulu. [1]. Kandungan zat warna ini menyebabkan nilai COD pada limbah cair ini sangat besar. Besarnya COD ini meyebabkan terganggunya ekosistem dalam badan air, sehingga untuk menjaga agar ekosistem badan air penerima limbah cair tersebut harus diturunkan sesuai dengan baku mutu yang diteteapkan oleh pemerintah sehingga perlu dicari metode lain yang lebih efektif untuk memproses limbah cair tersebut.

Upaya penanganan limbah cair pabrik batik sampai saat ini banyak menggunakan proses-proses pengolahan sperti pengolahan secara kimia, fisika dan biologi. Proses pengolahan yang banyak dilakukan diantaranya metode penyerapan (adsorpsi), koagulasi, pengendapan (sedimentasi) dan pengolahan secara biologis menggunakan lumpur aktif. Salah satu metode alternatif untuk pengolahan limbah cair pabrik batik adalah dengan proses adsorpsi menggunakan biosorben yang dinilai lebih murah dan mudah didapatkan. Biosorben sendiri adalah adsorben alami yang terbuat dari bahan-bahan biologi yang tidak mencemari lingkungan, sehingga lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu contoh bahan yang dapat digunakan sebagai biosorben adalah kuli kacang tanah yang diaktifasi menggunakan H_2SO_4 mampu ngurangi kandungan logam krom pada limbah cair industri electroplating. Selain kulit kacang tanah, cangkang telur ayam dapat digunakan sebagi biosorben karena memiliki pori-pori dan kandungan $CaCO_3$. Hal ini telah diteliti oleh Mulyati yang menyatakan bahwa biosorben campuran cangkang telur ayam dengan sekam padi dengan perbandingan 1:3 mampu mengadsorpsi sebesar 55,90% MO. Berdasarkan penelitian yg dilakukan tersebut maka adsorben hasil kombinasi sekam padi dan cangkang telur ayam berpotensi untuk gunakan sebagai biosorben untuk penyerapan zat warna. [2]

Dari penelitian-penelitian tersebut ini mendasari penelitian ini untuk lebih mengembangkan penelitian yang sebelumnya, yaitu memanfaatkan cangkang telur mengetahui removal COD dari limbah cair pabrik batik menggunakan biosorben dari cangkang telur ayam yang diaktivasi H_2SO_4.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah Cair Industri Batik

Indonesia adalah pewaris budaya kain batik yang telah diakui dunia sehingga bersamaan dengan perkembangan dan besarnya minat masyarakat terhadap batik, membuat batik banyak dikenal oleh masyarakat luas baik dalam negeri maupun luar negeri. Oleh karena itu batik tidak hanya diproduksi khusus sebagai produk budaya tetapi sudah merupakan produk industri yang diproduksi dalam skala kecil sampai skala besar. Pakaian dan tekstil merupakan kebutuhan dasar manusia setelah pertanian (pangan).

Hal ini mendasari terjadinya peningkatan industri batik, namun terdapat pula dampak negatifnya salah satunya yaitu masalah air buangan limbah industri batik. Diperkirakan penggunaan air dalam proses pembuatan batik berkisar 25-50 m^3/meter kain batik. Sumber kementerian perindustrian pada tahun 2017 menunjukan data produksi kain batik di Indonesia rata-rata 500 juta meter/tahun, berarti membutuhkan 25 juta m^3 air/tahun. Penggunaan air untuk produksi pada industri batik per tahun, setara dengan kebutuhan 2.500 rumah tangga . Hampir 85 persen dari penggunaan air bersih tersebut menjadi limbah cair batik, kandungan warna yang pekat, dan bau yang menyengat. Limbah cair batik yang dihasilkan memiliki kandungan pH, BOD, COD, serta TSS yang melebihi baku mutu.

Biosorben

Biosorben atau dapat disebut sebagai adsorben alami merupakan adsorben yang terbuat dari bahan-bahan alam yang ramah lingkungan yang mengandung karbon. Kebanyakan biosorben terbuat berasal dari bahan yang memiliki pori-pori yang banyak sehingga proses adsorpsi dapat terjadi pada dinding pori-pori pada biosorben tersebut. Biosorben sering dimanfaatkan pada skala industri sebagai proses pemurnian (purifikasi) atau pemisahan gas atau cairan dan juga sebagai katalis

Adsorpsi sendiri merupakan proses pemisahan suatu fluida (adsorbat) menuju permukaan zat padat yang menyerap (biosorben). Perpindahan ini terjadi karena gaya tarik atom di permukaan zat padat yang tidak berimbang. Pada proses adsorpsi umumnya diberikan pre treatment untuk memperbesar luas permukaan, karena luas permukaan merupakan hal yang penting sangat mempengaruhi proses adsorpsi. Dengan luas permukaan yang luas maka semakin optimal pula daya adsorpsinya karena uas permukaan total sangat mempengaruhi daya kapasitas adsorpsi total yang dapat meningkatkan daya keefektifan biosorben dalam penyerapan senyawa organik dalam cairan khususnya limbah cair [3]

Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur ayam merupakan salah satu limbah padat dari rumah tangga, restoran dan indutri yang dihasilkan dalam jumlah besar namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Zat kalsium karbonat ($CaCO_3$) merupakan kandungan terbesar yang ada didalam cangkang telur, dimana kalsium karbonat merupakan adsorben polar karena merupakan komponen yang polar dan CaO memiliki struktur heksagonal yang terdapat kisi-kisi di dalamnya yang terselingi oleh H^+, Na dan lain-lain.[4] Cangkang telur ayam mengandung sekitar 98% $CaCO_3$ (calcium carbonat) dan memiliki 10.000 hingga 20.000 pori-pori sehingga diprakirakan dapat menyerap dan dapat digunakan sebagai biosorben

Limbah Cair

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, definisikan limbah cair adalah sebagai sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Pengertian lain dari limbah cair adalah sisa hasil buangan dari proses produksi atau aktivitas domestik yang berupa cairan. Limbah cair ini mengandung bahan buangan lain yang tersuspensi maupun terlarut dalam air dan memiliki karateristik seperti keasamam (pH), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi. Suhu yang tinggi pada limbah cair dapat meyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air menurun sehingga dapat membunuh organisme yang ada di badan air dan limbah organik yang terkandung didalam akan menyebabkan naiknya kadar nitrogen menjadi senyawa nitrat yang menimbulkan bau busuk.

Limbah cair batik berasal dari air dipergunakan untuk proses pewarnaan, dan pencetakan pada batik. Pada proses pewarnaannya, industri batik menggunakan zat warna antara lain: zat warna asam, basa, zat warna naftol, zat warna direk, zat warna reaktif, dan zat warna bejana. Selain itu komponen dari zat mordan yang berfungsi untuk pengunci warna pada proses fiksasi dalam pembuatan kain batik menggunakan beberapa unsur zat kimia yang menjadi pencemar di badan air. Hampir 20-30% dari semua zat warna yang digunakan diseluruh dunia adalah pewarna reaktif. Biodegradasi kelompok ini secara signifikan lebih lambat dari pada asam dan pewarna langsung. Sifat pewarna reaktif menyulitkan perawatann air limbah dalam industri tekstil. Untuk zat warna reaktif yang biasa digunakan untuk pewarnaan batik sebagia berikut:

1. *Methyl Orange* (MO)

MO merupakan zat pewarna jenis sintetis azo yang banyak terdapat pada limbah cair industri tekstil, yang merupakan jenis pewarna sintetis aromatik. Pada proses mineralisasi pewarna azo menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan azo cincin aromatik yang menyebabkan terbentuknya senyawa amina aromatik. Pada umumnya pewarna azo merupakan agen mutagenik pada manusia dan lingkungan. Dilihat dari potensi bahaya yang ditimbulkan oleh zat warna methyl orange terhadap manusia dan lingkungan diperlukan upaya biodegradasi.[5]

2. *Methyl Blue*

Methylene blue merupakan salah satun jenis pewarna basa yang digunakan dalam industri tekstil. Pewrna ini tidak terlalu berbahaya namun dapat bersifat toksik bagi lingkungan dan bagi tubuh manusia. Pada lingkungan jika konsentrasi methylene blue tinggi dapat menghalangi penetrasi sinar matahari kedalam perairan dan dapat merusak ekosistem tersebut. Pada tubuh

manusia jika terkena methylene blue dapat mengakibatkan mata terbakar, sulit bernafas, mual, muntah, keringat berlebih, kebingungan mental, dan methemoglobinemia.[6]

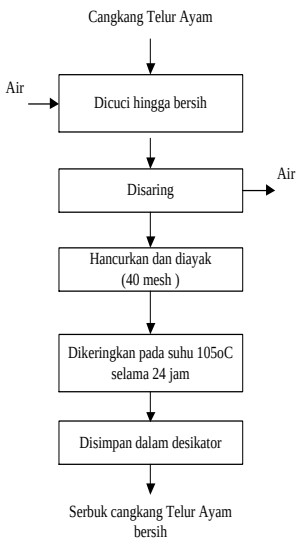
Industri batik termasuk kedalam industri tekstil pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 yang memiliki standar baku mutu air limbah yang tertera dalam Tabel 1**.**

Tabel 1. Parameter Baku Mutu limbah Cair Untuk Industri Tekstil di Jawa Timur.

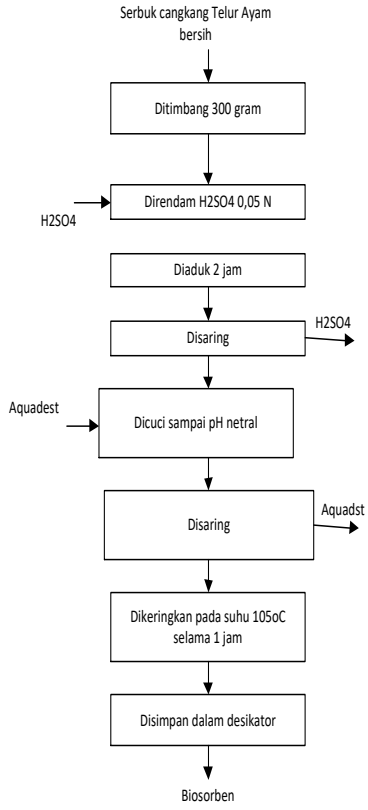
Parameter	Kadar Maksimum (Mg/Liter)
BOD	60
COD	150
TSS	50
Fenol Total	0,5
Krom Total	1,0
Minyak dan Lemak	3,0
pH	6,0 – 9,0
Debit Limbah Maksimum	100

METODE

Tahapan pelaksanaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) preparasi biosorben, 2) Aktivasi Biosorben, 3) Proses Biosorpsi. Bahan biosorben yang digunakan dalam penelitian adalah cangkang telur yang bersal dari home industry pembuatan kue. Cangkang telur ayam dibersihkan dahulu dari kotoran dan selaput membran yang menempel menggunakan air mengalir, selanjutnya dihaluskan dan diayak menjadi 40 mesh dan di*oven*.



Gambar 1. Skema preparasi biosorben



Gambar 2. Skema proses aktivasi serbuk cangkang telur ayam

Skema preparasi awal cangkang telur ayam dijadikan biosorben disajikan pada Gambar 1. Serbuk cangkang telur yang merupakan hasil prosese prepasai kemudian diaktivasi menggunakan larutan H_2SO_4 untuk menjadi biosorben. Proses aktivasi cangkang telur untuk menjadi biosorben dapat dilihat pada Gambar 2.

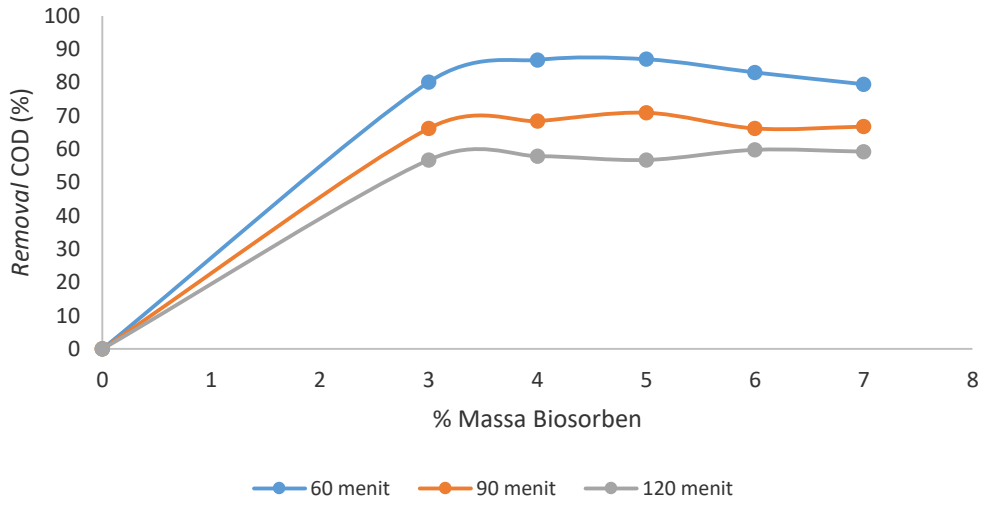
Biosorben ditimbang dengan variasi massa biosorben 3,4,5,6,7% (wt/wt) terhadap massa limbah cair pabrik batik yang digunakan (250 ml). setelah penimbangan biosorben kemudian dimasukan kedalam limbah cair dan lalukan pengadukan. Proses pengadukan ini dilakukan menggunakan variasi waktu 60, 90, dan 120 menit dengan kecepatan 130 rpm. Selanjutnya sampel di uji kadar COD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Massa dan Lama Waktu Kontak Biosorben dengan Limbah Cair Pabrik Batik Terhadap Persen Removal COD dengan berbagai macam variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 menunjukan bahwa penambahan biosorben pada limbah cair batik mampu menaikan nilai removal COD. Kenaikan ini terlihat pada penambahan massa biosorben 3% dengan waktu pengadukan 60 menit yang mengalami penurunan COD dari 2900 mg/l menjadi 478 mg/l atau mengalami *removal* COD sebanyak 83,517%. Pada penambahan persen massa biosorben 4% hingga 5% terus mengalami kenaikan *removal* COD yaitu sebanyak 89,034% dan 89,207%. Kenaikan removal ini menandakan bahwa analisa COD pada limbah cair yang ditambahkan biosorben mengalami penurunan. Peningkatan *removal* ini terjadi karena dengan adanya penambahan jumlah biosorben maka penambahan sisi aktif yang terdapat pada permukaan biosorben semakin meningkat atau optimum, sehingga semakin banyak jumlah biosorben maka semakin banyak pula kandungan adsorbat yang terserap.

Penambahan biosorben diatas 5% akan mengalami penuruan removal COD. Penurunan *removal* ini disebakan oleh karena biosorben telah mengalami kejenuhan sehingga semakin lama waktu kontak zat yang terserap akan terlepas kembali. Hal yang didapat ini diperkuat oleh hasil penelitian oleh Maharani dkk. (2018) yang menyatakan proses biosorbsi sangat dipengaruhi oleh massa biosorben yang digunakan. Biosorben akan mengalami kejenuhan apabila seluruh pori yang ada permukaan biosorben telah terisi penuh oleh adsorbat [7].



Gambar 3. Pengaruh massa biosorben dan lama waktu kontak terhadap persen *removal* COD

Pada Gambar 3 juga menampilkan pengaruh lama kontak limbah cair dengan biosorben. Dalam gambar 3 tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi COD yang terserap meningkat dari kondisi awal hingga lama waktu kontak 60 menit, sedangkan pada rentang waktu 90 hingga 120 menit mengalami penurunan *removal* COD. Penurunan removal COD ini disebabkan karena terlalu lama akan menurunkan efektifitas biosorben untuk menyerap COD karena biosorben sudah pada kondisi jenuh sehingga terjadi desorpsi yang dapat menaikkan kembali kandungan COD yang telah terserap oleh biosorben.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa % removal optimum pada proses treatmen limbah cair industry batik menggunakan biosorben dari cangkang telur yang teraktifasi H_2SO_4 adalah 86,979%, yang didapat pada penambahan 5%(w/w) biosorben dengan waktu kontak 60 menit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. T. Kimia, “methyl orange . Methyl Orange (,” vol. 2, no. 2, 2017.
[2] B. Mulyati, “CHEESA: Chemical Engineering Research Articles,” *Chem. Eng. Res. Artic.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–25, 2018.
[3] Siswarni MZ, Lara Indra Ranita, and Dandri Safitri, “PEMBUATAN BIOSORBEN DARI BIJI PEPAYA (Carica papaya L) UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA,” *J. Tek. Kim. USU*, vol. 6, no. 2, pp. 7–13, 2017.
[4] Fitriyana and E. Safitri, “Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Jelantah,” *Konversi*, vol. 4, no. 1, pp. 12–16, 2015.
[5] V. T. Mauliddawati and A. S. Purnomo, “ Biodegradasi Metil Orange Oleh Jamur Pelapuk Coklat Daedalea Dickinsii,” *Biodegradasi Metil Orange Oleh Jamur Pelapuk Coklat Daedalea Dickinsii*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2014.
[6] R. A. Sanada, S. S. Moersidik, and N. Suwartha, “Adsorpsi Zat Warna Kationik (Methylene Blue) Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Batu Bara serta Efisiensi Regenerasinya,” *Ft Ui*, 2014.
[7] V. Maharani, S. Kuntjoro, and N. Indah, “Pemanfaatan Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo,” *LenteraBio Berk. Ilm. Biol.*, vol. 7, no. 1, 2018.