

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI BONGGOL JAGUNG (*Zea mays L.*) SEBAGAI ADSORBEN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK

UTILIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM CORNCOB (*Zea Mays L.*) AS AN ADSORBENT IN THE TREATMENT OF BATIK INDUSTRY WASTEWATER

¹⁾Maria Rosly Dwiputri, ²⁾Candra Dwiratna. W, ³⁾Anis Artiyani

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: ¹⁾ mariaroslydwiputri@gmail.com, ²⁾ candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id,

³⁾ anisartiyani@ymail.com

ABSTRAK: Industri batik merupakan salah satu industri yang dalam pembuatannya menggunakan banyak air. Hampir 80% dari jumlah air yang digunakan dalam proses pembuatan batik akan menjadi limbah cair yang mengandung bahan pewarna dan bahan organik seperti COD dan TSS. Limbah pewarna ini berpotensi tinggi mencemari lingkungan. Pengolahan limbah cair industri batik dapat dilakukan dengan metode adsorpsi sistem *batch* dengan memanfaatkan bonggol jagung sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keefektifan dosis dan waktu kontak karbon aktif dari bonggol jagung terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS dan Warna. Dosis adsorben yang digunakan sebesar 1,5 gr dan 3 gr dengan waktu pengadukan 30, 60 dan 90 menit dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif bonggol jagung mampu mengadsorpsi COD, TSS dan Warna. Efektivitas persentase penyisihan kadar COD, TSS dan Warna yang tertinggi pada variasi dosis karbon aktif sebesar 3 gr dan pada waktu kontak 90 menit dengan persentase penyisihan COD sebesar 83%, TSS sebesar 80% dan Warna sebesar 18%, tetapi belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI kelas 3 yaitu COD 40 mg/L, TSS 100 mg/L dan Warna 100 Pt-Co.

Kata Kunci: Adsorpsi, Bonggol Jagung, Karbon Aktif.

ABSTRACT: The batik industry is one of the industries that consumes a significant amount of water in its production. Almost 80% of the water used in the batik-making process will be liquid waste containing dyes and organic materials, such as COD and TSS. This dye waste has a high potential to pollute the environment. The processing of batik industrial liquid waste can be carried out using the batch system adsorption method, utilizing corn cobs as an adsorbent. This study aimed to analyze the effectiveness of the dose and contact time of activated carbon from corn cobs on the reduction of COD, TSS, and Color concentrations. The dosage of adsorbents used was 1.5 grams and 3 grams, with stirring times of 30, 60, and 90 minutes at a stirring speed of 200 rpm. The results of the study showed that the activated carbon of corn cobs was able to absorb COD, TSS, and Color. The highest effectiveness of the percentage of COD, TSS and Color content allowance at the activated carbon dose variation of 3 grams and at the contact time of 90 minutes with the percentage of COD elimination of 83%, TSS of 80% and Color of 18%, but has not met the quality standards by Government Regulation No. 22 of 2021 concerning the Implementation of Environmental Protection and Management of Annex VI class 3, namely COD 40 mg/L, TSS 100 mg/L and Color 100 Pt-Co.

Keywords: Adsorption, Corn Cob, Activated Carbon.

PENDAHULUAN

Industri batik merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan karena mengandung zat warna yang tinggi (Belaon dan Hendrasarie, 2023). Proses pembuatan batik melibatkan penggunaan air dalam jumlah banyak, dimana diperkirakan sekitar 25 – 50 m³ air bersih diperlukan untuk menghasilkan setiap meter kain batik. Hampir 80% dari jumlah air yang digunakan dalam proses pembuatan batik akan menjadi limbah cair yang mengandung residu bahan pewarna dan bahan kimia (Hakika et al., 2021). Secara umum dalam proses pembuatan batik terdapat penambahan bahan kimia sebagai bahan-bahan tambahan berupa pewarna, kanji, minyak, lilin, soda api (NaOH), deterjen. Limbah pewarna ini berpotensi tinggi mencemari lingkungan karena sebagian besar bahan tersebut tidak dapat terurai dengan mudah (Melfazen et al., 2022).

Adsorpsi merupakan metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengolahan. Adsorpsi merupakan proses perpindahan suatu massa pada permukaan pori-pori butiran adsorben. Pada proses adsorpsi terdapat dua fase yang terlibat di dalamnya yaitu fase penyerap yang disebut dengan adsorben dan fase yang diserap atau disebut adsorbat (Fasihah et al., 2022). Beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain sifat adsorben, ukuran partikel adsorben, waktu kontak, pH, temperatur, massa adsorben dan kecepatan pengadukkan.

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap (Hafiz, 2023).

Bonggol jagung merupakan salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif, karena kurang dimanfaatkan dan umumnya dibuang percuma (Harmawanda et al., 2023). Bonggol jagung memiliki kandungan 41% selulosa, 36% hemiselulosa

dan 6% lignin. Kandungan selulosa dan hemiselulosa pada bonggol jagung memiliki ikatan gugus hidroksil yang mampu berinteraksi dengan komponen zat yang akan diserap (Adriyani, 2021).

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keefektifan dosis dan waktu kontak karbon aktif dari bonggol jagung sebagai adsorben dalam menurunkan parameter COD, TSS dan warna pada limbah cair industri batik.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin ITN Malang, Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang dan Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta I. Pengambilan sampel dilakukan di salah satu industri batik yang terletak di Kota Malang. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan jerigen yang sudah dihomogenkan. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *grab sampling* (cara sesaat) sesuai SNI 6989.59:2008 dikarenakan air limbah industri batik belum memiliki IPAL, air limbah yang dibuang dengan proses kontinyu dari satu saluran pembuangan, serta tidak adanya bak ekualisasi. Sampel air limbah diambil sebanyak 100 liter menggunakan jerigen.

Pada umumnya proses pembuatan karbon aktif dari bonggol jagung terdiri dari 3 tahapan yaitu:

1. Preparasi.

Proses preparasi ini merupakan proses pelepasan air yang terkandung dalam bahan dasar pembuatan karbon aktif sehingga proses karbonisasi lebih sempurna dan dilakukan.

2. Karbonasi

Bonggol jagung yang sudah kering dipanaskan menggunakan *furnance* pada temperatur 4000C selama 1 jam untuk menghasilkan karbon. Pada tahap ini unsur non karbon akan hilang. Arang yang telah mendingin kemudian dihaluskan dengan menggiling atau menghancurkannya dan diayak menggunakan saringan dengan ukuran 100 mesh agar mencapai konsistensi yang diinginkan.

3. Aktivasi

Proses aktivasi berfungsi untuk memperluas permukaan karbon aktif dengan menggunakan jenis aktivator NaOH konsentrasi 0,5 N selama 24 jam. Pada Proses ini terjadi pelepasan hidrokarbon dan senyawa organik yang masih menempel pada karbon.

Pengolahan pertama pada air limbah yaitu proses prasedimentasi melalui bak pengendapan awal. fungsi utama dari bak pengendapan adalah sebagai wadah untuk menghilangkan serta mencegah gravel, lumpur maupun pasir dan material kasar lainnya agar tidak turut masuk dalam bak pengolahan selanjutnya.

Penelitian ini menggunakan variasi dosis 1,5 gr dan 3 gr. Waktu pengadukan adsorben sebesar 30, 60 dan 90 menit dengan kecepatan pengadukan. Metode pengujian parameter COD dengan titrimetri menurut SNI 6989.73:2019, TSS dengan gravimetri menurut SNI 06-6989.3-2004 dan Warna dengan Spektrofotometri menurut SNI 6989.80:2011.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Parameter terukur dari limbah dibandingkan dengan baku mutu yang tertuang pada PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI Kelas 3, hal ini dilakukan agar limbah terolah dari IPAL ini nantinya akan diresapkan ke permukaan tanah. Berikut ini adalah hasil pengukuran awal pada limbah cair industri batik untuk parameter COD, TSS dan Warna dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Limbah Cair Industri Batik

No	Parameter	Konsentrasi Awal	Baku Mutu Air limbah
1	COD	1309 mg/L	40 mg/L
2	TSS	480 mg/L	100 mg/L
3	Warna	1079 Pt-Co	100 Pt-Co

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair industri batik belum memenuhi standar baku untuk parameter COD, TSS dan Warna, sehingga diperlukan pengolahan air limbah dengan proses adsorpsi.

Setelah dilakukan pengolahan didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 2 Persentase Penyisihan COD

No.	Dosis Adsorben (gr)	Waktu Pengadukan (menit)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persentase (%)
1	1,5	30		937	28%
		60	1309	835	36%
		90		685	48%
2	3	30		527	60%
		60	1309	378	71%
		90		222	83%

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa penyisihan COD paling kecil terjadi pada dosis 1,5 gr dengan waktu pengadukan 30 menit sebesar 28% dengan konsentrasi sebesar 937 mg/L, sedangkan persentase penyisihan COD paling tinggi pada perlakuan dosis adsorben 3 gr dengan waktu pengadukan 90 menit sebesar 83% dengan konsentrasi sebesar 222 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif dari bonggol jagung berpotensi sebagai adsorben dalam menurunkan konsentrasi COD. Selulosa yang terdapat dalam bonggol jagung memiliki sifat yang porus dan banyak gugus hidroksil (-OH) yang memungkinkan selulosa untuk membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air dan senyawa organik, sehingga mengikat dan menghilangkan jumlah bahan organik yang ada dalam air limbah akan berkurang dan kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik juga berkurang (Safitri, 2024).

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa dosis adsorben berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD. Menurut Sutri dan Aini (2024), penurunan kadar COD terjadi disebabkan semakin banyak jumlah karbon aktif yang ditambahkan, semakin besar permukaan karbon aktif yang dapat menyerap zat organik dalam cairan limbah. Penurunan COD juga disebabkan oleh waktu kontak antara adsorben dan adsorbat. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak maka semakin banyak partikel-partikel yang bertumbukan dan berinteraksi dengan larutan sampel sehingga adsorpsi semakin baik. Pada

penggunaan waktu kontak yang semakin lama, arang aktif tidak mampu lagi menyerap adsorbat karena pori-pori arang aktif telah terisi penuh oleh adsorbat dan selanjutnya terjadi desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat (Ruslan et al.,2022).

Tabel 3 Persentase Penyisihan TSS

No.	Dosis Adso rben (gr)	Waktu Pengad ukan (menit)	Konsen trasi Awal (mg/L)	Konsen trasi Akhir (mg/L)	Presen tase Akhir (%)
1	1,5	30		390	19%
		60	480	310	35%
		90		233	51%
2	3	30		197	59%
		60	480	150	69%
		90		97	80%

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa penyisihan TSS paling kecil terjadi pada dosis 1,5 gr dengan waktu pengadukkan 30 menit sebesar 19% dengan konsentrasi sebesar 390 mg/L, sedangkan persentase penyisihan TSS paling tinggi pada perlakuan dosis adsorben 3 gr dengan waktu pengadukkan 90 menit sebesar 80% dengan konsentrasi sebesar 97 mg/L. Penurunan nilai TSS disebabkan karena arang aktif dari bonggol jagung memiliki permukaan luas dan pori-pori kecil yang mampu mengikat dan menahan partikel padatan tersuspensi dalam limbah cair, sehingga kadar TSS berkurang (Pratiwi dan Setiorini, 2023).

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan bahwa dosis adsorben berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS. Jumlah dari adsorben sendiri, akan mempengaruhi luas permukaan adsorben, dimana semakin luas permukaan adsorben maka akan semakin banyak zat yang teradsorpsi. Waktu kontak juga dapat mempengaruhi banyaknya adsorbat yang terserap. Hal ini dikarenakan masing – masing adsorben memiliki kemampuan adsorpsi yang berbeda – beda. Semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, akan semakin banyak adsorbat yang terserap (Herawati et al., 2023).

Tabel 4 Persentase Penyisihan Warna

No.	Dosis Adso rben (gr)	Waktu Pengad ukan (menit)	Konsen trasi Awal (Pt-Co)	Konsen trasi Akhir (Pt-Co)	Presen tase Akhir (%)
1	1,5	30		1013	6%
		60	1079	973	10%
		90		951	12%
2	3	30		946	12%
		60	1079	919	15%
		90		887	18%

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa penyisihan Warna paling kecil terjadi pada dosis 1,5 gr dengan waktu pengadukkan 30 menit sebesar 6% dengan konsentrasi sebesar 1013 Pt-Co, sedangkan persentase penyisihan Warna paling tinggi pada perlakuan dosis adsorben 3 gr dengan waktu pengadukkan 90 menit sebesar 18% dengan konsentrasi sebesar 887 Pt-Co. Penurunan nilai Warna disebabkan karena arang aktif dari bonggol jagung mengandung selulosa yang memiliki gugus -OH (Hidroksil) yang dapat menghasilkan radikal hidroksil yang berfungsi sebagai oksidator, menguraikan senyawa organik dalam limbah, termasuk zat warna, menjadi senyawa yang lebih stabil dan mudah terurai secara alami (Nisa dan Takwanto, 2022).

Berdasarkan Tabel 4. menunjukkan bahwa dosis adsorben berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi Warna. Apabila jumlah adsorben semakin banyak maka permukaan adsorben yang digunakan untuk mengikat adsorbat akan semakin luas sehingga meningkatkan efisiensi penyisihannya (Belaon dan Hendrasarie, 2023). Waktu kontak antara adsorben dan adsorbat juga dapat mempengaruhi adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik, namun pada kondisi dimana situs aktif sudah jenuh akan terjadi penurunan kapasitas penyerapan. Meningkatnya efisiensi adsorpsi tersebut dikarenakan semakin lama waktu kontak maka semakin banyak warna yang mampu menempati pori-pori karbon aktif yang kosong sampai kondisi kesetimbang (Khair, et al.2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari bonggol jagung berpotensi sebagai adsorben guna penyisihan konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid) dan Warna pada limbah cair industri batik. Dosis adsorben dan waktu kontak mempengaruhi penyisihan konsentrasi COD, TSS dan Warna. Efektivitas persentase penyisihan kadar COD, TSS dan Warna yang tertinggi pada variasi dosis karbon aktif sebesar 3 gr dan pada waktu kontak 90 menit dengan persentase penyisihan COD sebesar 83%, TSS sebesar 80% dan Warna sebesar 18%, tetapi belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI kelas 3.

SARAN

Saran yang dapat diusulkan terkait dengan penelitian ini adalah:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian dengan parameter lain pada limbah cair industri menggunakan karbon aktif kulit bonggol jagung.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya adanya penambahan dosis adsorben dan variasi waktu detensi untuk memaksimalkan penurunan konsentrasi pada limbah cair industri batik sehingga bisa memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI Kelas 3.

DAFTAR PUSTAKA

Adriyani, Sari. (2021). Pemanfaatan Karbon Aktif Bonggol Jagung (*Zea Mays* L.) Sebagai Bahan Tambahan Membran Filter Keramik Untuk Pengolahan Limbah Cair Laundry. Skripsi Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta.

- Belaon, B. T., & Hendrasarie, N. (2023). Penurunan Beban Organik Limbah Batik Jetis Menggunakan Adsorben Serat Tebu, Kulit Kedelai dan Kulit Bawang. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3).
- Fasihah, N. S., Maryani, Y., & Heriyanto, H. (2022). Pengolahan Air Limbah Laundry Menggunakan Adsorpsi Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(20), 129-139.
- Hafiz, A. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminate* L.) Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan Kadar Besi (Fe) Dan Kadmium (Cd) Pada Air Sumur Desa Lamkeunung Aceh Besar (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Hakika, D. C., Mufrodi, Z., Evitasari, R. T., Bhakti, C. P., & Robi'in, B. (2021). Peningkatan Pengetahuan Peserta Training of Trainer (ToT) "Pelatihan Batik dengan Pewarnaan Alami" dengan Penyuluhan Mengenai Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Abdimas*, 25(2), 233-238.
- Harmawanda, S., Wahyuni, D., Nurhanisa, M., Hasanuddin, H., Zulfian, Z., & Nurhasanah, N. (2023). Efektivitas Karbon Aktif dari Limbah Bonggol Jagung (*Zea mays*) dengan Variasi Aktivator Asam Klorida dalam Penyerapan Logam Besi pada Air Gambut. *Jurnal Fisika*, 13(1), 10-19.
- Herawati, N., Rifdah, R., & Muthiah, N. M. (2023). Kajian Pengaruh Massa Dan Waktu Operasi Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Residue Catalytic Cracking (RCC) Sebagai Adsorben. *Jurnal Distilasi*, 8(1), 1-11.
- Khair, R. M., Prihatini, N. S., Apriani, A., & Pramaningsih, V. (2021). Penurunan Konsentrasi Warna Limbah Cair Sasirangan Menggunakan Adsorben Limbah Padat. Lumpur-Aktif Teraktivasi Industri Karet. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(1).

- Melfazen, O., Rozikin, M. K., Sakinah, N. L., & Febriantoro, S. D. (2022). Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Presipitasi dan Filtrasi untuk UMKM Batik. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 3(4), 333-338.
- Nisa, D. I. C., & Takwanto, A. (2022). Pemanfaatan Bonggol Jagung sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B menggunakan Metode Aktivasi Mechanochemical. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 841-849.
- Pratiwi, I., & Setiorini, I. A. (2023). Penurunan Nilai pH, COD, TDS, TSS Pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit Jagung Melalui Adsorben. *Jurnal Redoks*, 8(1), 55-62.
- Ruslan, R., Tahili, M. R. A. M., Puspitasari, & Mirzan, M. (2022). Penurunan Kadar COD pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit .*KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(2), 171-177.
- Safitri, D. I., Hendrawati, N., & Ramadhana, R. (2024). Pemanfaatan Bonggol Jagung Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dengan Aktivator NaOH dan Na₂CO₃. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 113-121.
- Sutri, R., & Aini, A. P. (2024). Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair Cincau Dengan Metode Karbon Aktif Dan Aerasi. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 9(4), 311-316.