

PEMANFAATAN TONGKOL JAGUNG SEBAGAI BIOSORBEN TERAKTIVASI ASAM NITRAT (HNO_3) PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL

Masniasy Syarifatul Aimmah Dawuriyah¹, Arief Rahmatulloh¹, Saifudin Juli Endarto²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²PT Behaestex Pandaan Jl. Gunung Gangsir, Dusun Wangi, Kec. Pandaan, Pasuruan 67156, Indonesia

masniasy@gmail.com ; [arief1289@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Industri tekstil terus berkembang dengan adanya permintaan pasar yang terus meningkat secara signifikan. Banyaknya permintaan akan diikuti terjadinya peningkatan risiko kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dari pembuangan limbah jika tidak didasari dengan cara pengolahan yang benar dan hanya dilepaskan secara langsung ke badan sungai. Berbagai metode dilakukan untuk pengolahan limbah cair tekstil salah satunya adalah adsorpsi dengan bantuan adsorben. Biosorben merupakan adsorben alami yang berasal dari alam. Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai biosorben adalah tongkol jagung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis efektivitas biosorben tongkol jagung yang teraktivasi asam nitrat (HNO_3) terhadap penurunan nilai PtCo, TSS, dan COD pada pengolahan limbah cair PT Behaestex Pandaan. Variabel yang digunakan adalah lama aktivasi tongkol jagung dengan aktivator HNO_3 (24 jam dan 48 jam), serta massa biosorben tongkol jagung setelah dilakukan proses aktivasi (150, 170, dan 200 gram). Proses adsorpsi yang digunakan adalah secara *batch* dengan kecepatan pengadukan 250 rpm. Analisis yang digunakan adalah uji daya serap iodin, uji TSS, COD, dan kadar warna (PtCo). Hasil penelitian menunjukkan kondisi terbaik biosorben tongkol jagung terhadap penurunan kadar warna, COD, dan TSS adalah biosorben tongkol jagung yang teraktivasi menggunakan HNO_3 selama 48 jam dengan massa adsorben 175 gram.

Kata kunci: adsorpsi, biosorben, HNO_3 , limbah, tongkol Jagung

ABSTRACT

The textile industry continues to grow as market demand continues to increase significantly. An increase will follow the demand in the risk of environmental damage caused by waste disposal if it is not based on the correct treatment method and is only released directly into the river body. Various methods are carried out to treat textile liquid waste, one of which is adsorption with the help of adsorbents. Biosorbents are natural adsorbents that come from nature. Corn cob is one of the materials that can be used as a biosorbent. This study aims to determine and analyze the effectiveness of corn cob biosorbent activated with nitric acid (HNO_3) in reducing PtCo, TSS, and COD values in industrial wastewater treatment. The variables used are the length of activation of corn cob with HNO_3 activator (24 hours and 48 hours) and the mass of corn cob biosorbent after the activation process (150, 170, and 200 grams). The adsorption process used was batch with a stirring speed of 250 rpm. The analysis used was the iodine absorbance test, TSS test, COD, and color content (PtCo). The results showed that the best condition of corn cob biosorbent to reduce color, COD, and TSS levels was corn cob biosorbent activated using HNO_3 for 48 hours with an adsorbent mass of 175 grams.

Keywords: adsorption, biosorbent, HNO_3 , waste, corn cob

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil terus berkembang dengan adanya permintaan pasar yang terus meningkat secara signifikan. Banyaknya permintaan akan diikuti terjadinya peningkatan risiko kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dari pembuangan limbah jika tidak didasari dengan cara pengolahan yang benar dan hanya dilepaskan secara langsung ke badan sungai. Limbah cair keluaran dari industri tekstil mengandung senyawa berbahaya organik dan anorganik [1]. Limbah cair tekstil tidak mudah untuk didegradasi karena memiliki kandungan senyawa yang sangat kompleks dalam bentuk partikel zat padat yang tidak larut, garam, zat warna dan logam berat. Reaksi antara zat satu dengan lainnya bersifat toksik bagi bioindikator dan menurunkan koefisien nilai nutrisi [2]. Limbah tekstil juga berdampak terhadap kesehatan masyarakat karena didalamnya mengandung logam berat seperti Cd, Cu, Pb, Ni dan Hg yang tidak dapat terurai secara hayati dan menyebabkan berbagai penyakit kronis [3]. Terutama pada PT Behaestex Pandaan yang menghasilkan limbah cair dari sisa proses produksi dari departemen *dyeing*, *preparatory*, dan *finishing* yang setiap harinya memanfaatkan zat pewarna berbahaya jika tidak diolah dengan baik. Hal ini tentunya menjadikan perhatian khusus karena beberapa parameter limbah seperti kadar warna (PtCo), TSS, dan COD masih belum memenuhi standar baku mutu limbah cair tekstil.

Berbagai metode dilakukan untuk pengolahan limbah cair tekstil salah satunya adalah adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan zat yang terkandung pada air limbah oleh adsorben karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan adsorben tanpa hingga terjadi kesetimbangan [4]. Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain, jenis adsorben, zat yang diserap, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi, waktu kontak, pengadukan, massa adsorbat, suhu dan pH [5]. Adsorben dibuat dengan dua cara, yaitu proses karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pengurangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia sedangkan proses aktivasi adsorben berguna untuk memperbesar luas permukaan dari hasil proses karbonisasi dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan yang berpengaruh terhadap daya adsorpsi [6].

Biosorben merupakan adsorben alami yang berasal dari alam. Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai biosorben adalah tongkol jagung [7]. Tongkol jagung merupakan produk samping dari jagung yang harganya relatif murah dan mudah didapatkan. Tongkol jagung mengandung 40 – 44% selulosa, 31 – 33% hemiselulosa, 16 – 18% lignin, dan 3 – 5% abu sehingga berpotensi menjadi salah satu sumber biosorben [8]. Aktivasi dilakukan pada biosorben agar daya serap meningkat. Aktivasi adalah salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi pada biosorben seperti keasaman permukaan [9]. Perlakuan dengan asam mengakibatkan adanya pertukaran kation dalam biosorben dengan kation H^+ dari asam dan melarutkan pengotor sehingga kapasitas biosorpsinya meningkat [10]. Pandia, dkk (2017) menyebutkan bahwa pada pembuatan biosorben kulit batang jambu biji (*Psidium Guajava L.*) yang teraktivasi asam nitrat diperoleh bilangan iod sebesar 313,020 mg/g lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa aktivasi sebesar 158,625 mg/g pada proses adsorpsi logam tembaga (Cu) dan nikel (Ni) limbah cair industri pelapisan logam [11].

Penelitian terkait tongkol jagung sebagai biosorben telah dilakukan pada beberapa tahun terakhir. Purnamawati, dkk (2019) telah melakukan penelitian tongkol jagung (*Zea Mays*) sebagai adsorben zat warna metilen biru dengan variasi waktu kontak adsorpsi 5, 15,

30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Hasil penyisihan terbaik dalam menyisihkan metilen biru sebesar 36,96% selama 180 menit [12]. Selain itu, Nisa' dan Takwanto (2022) telah melakukan penelitian pemanfaatan tongkol jagung sebagai adsorben pada zat warna rhodamin B menggunakan aktivasi *mechanochemical*. Variabel yang digunakan adalah 30, 45, dan 60 menit, rasio perbandingan adsorben dengan aktivator (b/v) yaitu 1:7, 1:10, dan 1:13. Analisis yang dilakukan adalah uji konsentrasi adsorbat zat warna rhodamin B dan uji daya serap terhadap iodin. Adsorben terbaik dihasilkan pada waktu tinggal *mechanochemical* 30 menit, dan perbandingan penambahan aktivator (b/v) 1:10 dengan nilai daya serap 96,08% [7].

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan tongkol jagung sebagai biosorben yang teraktivasi asam nitrat (HNO_3) pada limbah cair industri tekstil dengan variasi waktu aktivasi biosorben yaitu 24 dan 48 jam. Dilakukan variasi juga pada massa biosorben yaitu 150, 175 dan 200 g. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis efektivitas biosorben tongkol jagung yang teraktivasi asam nitrat (HNO_3) terhadap penurunan nilai PtCo, TSS, dan COD pada pengolahan limbah cair PT Behaestex Pandaan. Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan usulan kepada industri untuk ditindaklanjuti dalam skala besar agar limbah cair di PT Behaestex Pandaan dapat memenuhi standar baku mutu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen di laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang untuk pembuatan adsorben tongkol jagung dengan metode aktivasi kimia dan analisis kadar warna, TSS, COD dan pH di laboratorium PT Behaestex Pandaan. Tahap awal yaitu pengecekan kandungan limbah cair *pre-treatment* di PT Behaestex Pandan. Analisis kandungan awal limbah tersebut berguna untuk membandingkan nilai parameter sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan. Selanjutnya dilakukan aktivasi tongkol jagung dengan disertai penambahan larutan asam nitrat (HNO_3) selama waktu tertentu sesuai variasi yang digunakan yaitu 24 jam dan 48 jam. Massa adsorben dilakukan variasi yaitu 150, 175, dan 200 gram untuk mengetahui efisiensi dosis penambahan adsorben tongkol jagung. Metode adsorpsi yang digunakan adalah secara *batch* dengan kecepatan pengadukan 250 rpm.

2.1. Prosedur Pembuatan Adsorben Tongkol Jagung dengan Metode Aktivasi Kimia

Bahan yang digunakan untuk pembuatan adsorben adalah tongkol jagung dan asam nitrat (HNO_3). Tongkol jagung dilakukan *pre-treatment* dengan cara dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 48 jam. Selanjutnya dilakukan *screening* pada tongkol jagung ± 30 mesh. Tongkol jagung diaktivasi secara kimia dengan penambahan asam nitrat (HNO_3) selama 24 jam dan 48 jam. Setelah proses aktivasi kimia, dilakukan pencucian dengan aquadest untuk menetralkan pH sampai menjadi 7 dan proses pengeringan pada suhu 120°C selama 2 jam.

2.2. Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi dilakukan dengan menyiapkan limbah cair sebanyak 500 mL untuk 1 sampel dan memasukkan adsorben yang digunakan ke dalam *beaker glass* dengan variasi massa yaitu 150, 175, dan 200 g. Adsorpsi dilakukan dengan kecepatan pengadukan 250

rpm selama 60 menit. Hasil adsorpsi didiamkan selama 30 menit dan dilakukan analisis kadar warna, TSS, COD dan pH.

2.3. Analisis Bilangan Iod

Analisis bilangan iod pada adsorben tongkol jagung mengacu pada SNI 06-3730-1995. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan 0,5 gram adsorben tongkol jagung dan menambahkan 25 mL larutan iodium 0,1 N ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan pengocokan dan penyaringan menggunakan kertas saring. Filtrat hasil penyaringan diambil 10 mL untuk dilakukan titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N sehingga akan terbentuk warna kuning cerah. Kemudian ditambahkan indikator amilum sebanyak 3 – 4 tetes yang akan berubah menjadi warna biru. Larutan tersebut dititrasi kembali menggunakan natrium tiosulfat 0,1 N sampai warna yang terbentuk berubah menjadi bening. Analisis ini membutuhkan blanko sebagai pembanding dengan perlakuan yang sama. Perhitungan analisis bilangan iod adsorben tongkol jagung dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$\text{Daya serap iod} = \frac{(t_b - t_s) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{BA iod} \times \text{Volume iod}}{\text{Berat adsorben} \times \text{Volume Sampel}} \quad (1)$$

Keterangan:

t_b = Volume titrasi blanko (mL)

t_s = Volume titrasi sampel (mL)

$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = Konsentrasi larutan natrium tiosulfat (0,1 N)

BA iod = Jumlah iod sesuai dengan 1 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (126,8)

2.4. Perhitungan Persen Penurunan Parameter

$$Ef = \frac{(C_1 - C_2)}{C_1} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

Ef = Efisiensi penurunan (%)

C_1 = Nilai sebelum perlakuan (*pre - treatment*)

C_2 = Nilai sesudah perlakuan (*post - treatment*)

2.5. Analisis Kadar Warna (PtCo) pada Limbah Cair

Analisis kadar warna (PtCo) pada limbah cair dilakukan dengan menggunakan alat *Colorimeter Spectroquant® Move 100*. Sampel limbah cair diambil 10 mL untuk dilakukan pengujian kadar warna. Sistem alat diaktifkan dengan menekan tombol (*Mode*) + (3,4) secara bersamaan. Metode analisis kadar warna dipilih dengan menekan tombol [Shift] + (1,7,0) [13]. Analisis membutuhkan sampel blanko dengan menekan tombol (*Zero*) untuk proses dibuat menjadi nol. Setelah proses tersebut diterima, blanko diganti dengan sampel yang akan dianalisis dan menekan tombol (*Test*) untuk proses pembacaan. Hasil pembacaan kadar warna akan terlihat pada *display* digital alat *Colorimeter spectroquant® move 100*.

2.6. Analisis Nilai Total Suspended Solid (TSS) pada Limbah Cair

Analisis Nilai TSS pada limbah cair dilakukan dengan menggunakan alat *Colorimeter Spectroquant® Move 100*. Sampel limbah cair diambil 10 mL untuk dilakukan pengujian nilai TSS. Sistem alat diaktifkan dengan menekan tombol (*Mode*) + (3,4) secara bersamaan. Metode analisis nilai *total suspended solid* dipilih dengan menekan tombol

(Shift) + (4,8,0) [13]. Analisis membutuhkan sampel blanko dengan menekan tombol (Zero) untuk proses dibuat menjadi nol. Setelah proses tersebut diterima, blanko diganti dengan sampel yang akan dianalisis dan menekan tombol (Test) untuk proses pembacaan. Hasil pembacaan nilai TSS akan terlihat pada *display* digital alat *Colorimeter Spectroquant® Move 100*.

2.7. Analisis Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Limbah Cair

Analisis Nilai COD pada limbah cair dengan mengambil 3 mL dan ditambahkan pada reagen COD. Kocok dan dilakukan inkubasi dengan menggunakan alat *Spectroquant® TR 320* pada suhu 148°C selama 2 jam. Langkah yang sama dilakukan untuk sampel blanko. Setelah proses inkubasi, sampel didinginkan sampai mencapai suhu ruang. Analisis nilai COD menggunakan alat *Colorimeter Spectroquant® Move 100* dengan menekan tombol (Mode) + (3,4) secara bersamaan untuk mengaktifkan sistem alat. Metode analisis nilai *chemical oxygen demand* dipilih dengan menekan tombol (Shift) + (1,6,0) [13]. Sampel blanko dimasukkan dan menekan tombol (Zero) untuk proses dibuat menjadi nol. Setelah proses tersebut diterima, blanko diganti dengan sampel yang akan dianalisis dan menekan tombol (Test) untuk proses pembacaan. Hasil pembacaan nilai COD akan terlihat pada *display* digital alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, data sampel limbah *pre-treatment* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data sampel limbah *pre-treatment*

Parameter	Baku Mutu*	Data <i>pre - treatment</i>
TSS (mg/L)	50	129
COD	150	194
Kadar Warna (PtCo)	200	530
pH	6,0-9,0	7

*Baku mutu limbah cair industri nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019

Hasil percobaan uji daya serap iod menurut SNI 06-3730-1995 tentang standar kualitas karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil percobaan uji daya serap iod

Aktivator	Waktu Aktivasi (jam)	Titration Sampel (mL)	Titration Blanko (mL)	Daya serap iod (mg/g)	SNI Nilai Iod (mg/g)
HNO ₃	24	8,2	20,4	773,48	750
	48	7,9	20,4	792,5	750

Data hasil percobaan adsorben tongkol jagung terhadap penurunan kadar warna (PtCo) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil percobaan adsorben tongkol jagung terhadap kadar warna

Aktivator Adsorben	Waktu Aktivasi (Jam)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Baku Mutu Kadar Warna (PtCo)	Kadar Warna Pre-Treatment (PtCo)	Kadar Warna Post-treatment (PtCo)			Nilai Penurunan Kadar Warna (%)		
					Massa Adsorben (g)			Massa Adsorben (g)		
					150	175	200	150	175	200
HNO ₃	24	250	200	530	326	243	188	38,49%	54,15%	64,53%
	48	250	200	530	229	122	131	56,79%	76,98%	75,3%

Data hasil percobaan adsorben tongkol jagung terhadap nilai TSS (*Total Suspended Solid*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil percobaan adsorben tongkol jagung terhadap nilai TSS

Aktivator Adsorben	Waktu Aktivasi (Jam)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Baku Mutu TSS	TSS Pre-Treatment (mg/L)	TSS Post-treatment (mg/L)			Nilai Penurunan TSS (%)		
					Massa Adsorben (g)			Massa Adsorben (g)		
					150	175	200	150	175	200
HNO ₃	24	250	50	129	113	78	93	3,02%	9,62%	6,79%
	48	250	50	129	64	42	45	12,26%	16,42%	15,85%

Data hasil percobaan adsorben tongkol jagung terhadap nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data hasil percobaan adsorben tongkol jagung terhadap nilai COD

Aktivator Adsorben	Waktu Aktivasi (Jam)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Baku Mutu COD	COD Pre-Treatment (mg/L)	COD Post-treatment (mg/L)			Nilai Penurunan COD (%)		
					Massa Adsorben (g)			Massa Adsorben (g)		
					150	175	200	150	175	200
HNO ₃	24	250	150	194	231	201	178	-6,98%	-1,32%	3,02%
	48	250	150	194	197	127	113	-0,57%	12,64%	15,28%

3.2. Pembahasan

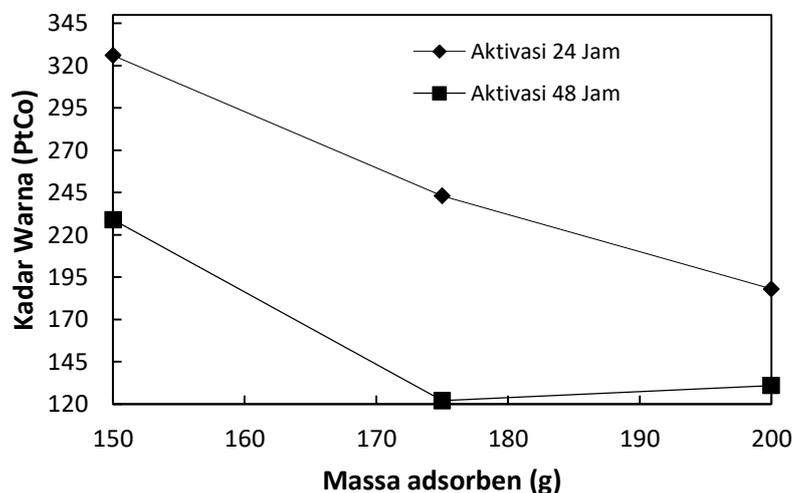
3.2.1. Pengaruh waktu aktivasi terhadap daya serap iod

Adsorben tongkol jagung yang teraktivasi dilakukan uji iod. Uji daya serap iodin dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorben tongkol jagung dalam mengadsorpsi adsorbat. Tinggi rendahnya daya serap arang aktif terhadap iodium dapat dilihat dari angka iodin (*iodine number*) yang diperoleh. Angka iodin menunjukkan banyaknya iodin yang dapat diserap oleh adsorben dimana semakin tinggi nilai daya serap iodium maka semakin baik daya adsorpsi adsorben [14]. Persyaratan uji daya serap iod menurut SNI 06-3730-1995 tentang standar kualitas karbon aktif sebesar 750 mg/g [15]. Berdasarkan Tabel 2 hasil percobaan menunjukkan uji iod tongkol jagung yang teraktivasi asam nitrat

(HNO_3) pada waktu aktivasi 24 jam dan 48 jam didapatkan hasil 773,48 mg/g dan 792,5 mg/g. Hal ini menandakan bahwa hasil percobaan telah sesuai dengan standar SNI, di mana diketahui bahwa semakin lama waktu aktivasi maka semakin banyak pori-pori yang terbentuk di permukaan adsorben sehingga meningkatkan daya serapnya [16].

3.2.2. Pengaruh adsorben tongkol jagung yang teraktivasi HNO_3 terhadap penurunan warna

Uji *Platina-Cobalt* (PtCo) atau warna merupakan salah satu parameter yang penting limbah penentuan kualitas limbah cair industri tekstil. Baku mutu limbah industri tekstil menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 sebesar 200 PtCo. Sementara pengujian *pre-treatment* air limbah tekstil sebelum proses adsorpsi adalah 530 PtCo. Angka tersebut masih diatas standar baku mutu limbah industri tekstil. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui tongkol jagung yang teraktivasi HNO_3 menunjukkan bahwa nilai kadar warna limbah cair tekstil mengalami penurunan pada waktu aktivasi 24 jam maupun 48 jam serta tongkol jagung yang teraktivasi dengan HNO_3 sudah menunjukkan keefektifan untuk menurunkan PtCo. Menurut yustinah (2022) semakin besar massa adsorben yang ditambahkan, semakin besar efektifitas penyerapan warna. Hal itu terjadi karena adanya penambahan sisi aktif yang terdapat pada permukaan adsorben tongkol jagung. Namun pada massa adsorben tongkol jagung 175 gram mengalami penurunan yang disebabkan karena terjadi kepadatan dan penumpukan jumlah massa adsorben tongkol jagung yang ada pada saat penyerapan. Sehingga daya serap adsorben maksimum sebesar 76,98% pada massa adsorben 175 gram dengan waktu aktivasi 48 jam.

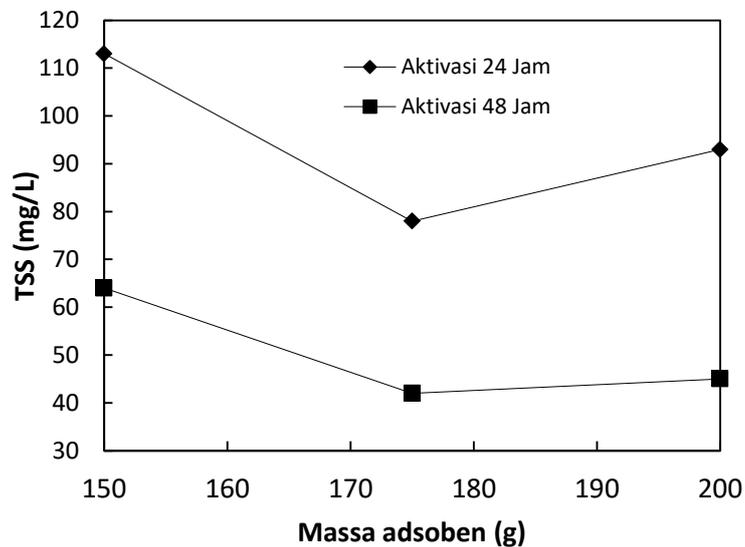


Gambar 1. Grafik hubungan kadar warna (PtCo) dengan massa adsorben pada aktivasi 24 jam dan 48 jam

3.2.3. Pengaruh adsorben tongkol jagung yang teraktivasi HNO_3 terhadap total suspended solid (TSS)

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah partikel tersuspensi yang menyebabkan air menjadi keruh. Partikel ini terdiri dari lumpur, pasir halus, dan mikroorganisme, yang terutama disebabkan oleh erosi atau kikisan tanah yang terbawa oleh air [17]. Uji TSS merupakan parameter yang digunakan dalam penentuan kualitas air limbah. Peraturan MENLHK Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 baku mutu

untuk nilai TSS pada pengolahan limbah tekstil adalah 50 mg/L. Sementara nilai TSS *pre-treatment* sebesar 129 mg/L. Nilai tersebut masih belum memenuhi standar yang diberikan. Semakin bertambah massa adsorben menyebabkan turunnya nilai TSS pada air limbah tekstil. Hal ini dikarenakan semakin banyak massa adsorben yang ditambahkan maka adsorpsi yang terjadi akan semakin besar [12].



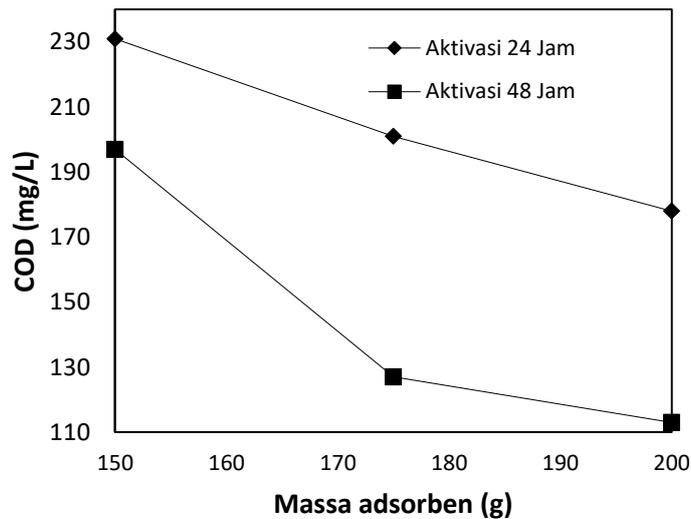
Gambar 2. Grafik hubungan *Total Suspended Solid* (TSS) dengan massa adsorben pada aktivasi 24 jam dan 48 jam

Gambar 2 hasil nilai TSS pada waktu aktivasi 24 jam menunjukkan penurunan TSS yang fluktuatif seiring bertambahnya massa adsorben namun masih belum memenuhi standar. Sedangkan aktivasi 48 jam pada massa adsorben 175 gram dan 200 gram nilai TSS memenuhi baku mutu. Hal ini memungkinkan disebabkan karena molekul tongkol jagung yang masih tercampur dengan sampel air limbah, sehingga menyebabkan padatan atau residu air limbah tekstil bertambah.

3.2.4. Pengaruh adsorben tongkol jagung yang teraktivasi HNO_3 terhadap COD (*chemical oxygen demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan parameter sangat penting dalam menentukan tingkat pencemaran. COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi polutan organik melalui reaksi kimia hingga terbentuk senyawa akhir seperti H_2O , CO_2 , NO_3 , dan lainnya [18]. Pengujian COD digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang setara dengan bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimia menggunakan dikromat dalam larutan asam. Peningkatan nilai COD akan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 baku mutu untuk nilai COD pada pengolahan limbah tekstil adalah 150 mg/L. Sementara nilai COD *pre-treatment* sebesar 194 mg/L. Nilai tersebut masih belum memenuhi standar yang diberikan. Nilai COD yang tinggi menunjukkan bahwa semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa - senyawa anorganik dalam cairan, sehingga oksigen yang tersedia untuk mendukung kehidupan biota air menjadi semakin berkurang.



Gambar 3. Grafik hubungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan massa adsorben pada aktivasi 24 jam dan 48 jam

Gambar 3 menunjukkan pada waktu aktivasi 24 jam dengan massa adsorben 150 gram dan 175 gram mengalami kenaikan dari *pre - treatment* sedangkan pada waktu aktivasi 48 jam mengalami penurunan yang fluktuatif. Hal ini memungkinkan terjadi karena adsorben yang sudah jenuh akan kehilangan kemampuannya untuk menyerap lebih banyak zat pencemar. Akibatnya, zat pencemar yang sebelumnya terperangkap oleh adsorben akan dilepaskan kembali ke dalam air. Uji adsorben tongkol jagung terhadap COD (*Chemical Oxygen Demand*) optimal pada massa adsorben 200 gram dengan waktu aktivasi 48 jam menghasilkan persen penurunan terbaik yaitu 15,28%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan adsorben tongkol jagung pada waktu aktivasi selama 48 jam dengan aktivator HNO_3 menunjukkan kemampuan untuk adsorpsi semakin baik dibandingkan dengan waktu aktivasi selama 24 jam. Semakin banyak massa adsorben menyebabkan nilai kadar warna, COD, dan TSS semakin turun. Namun, massa adsorben yang melebihi jumlah zat pencemar yang dapat diadsorpsi (jenuh) akan mengalami kontraproduktif sehingga mengakibatkan nilai kadar warna, COD, dan TSS kembali meningkat. Kondisi terbaik terhadap penurunan kadar warna, COD, dan TSS adalah adsorben tongkol jagung yang teraktivasi menggunakan HNO_3 selama 48 jam dengan massa adsorben 175 gram.

Hasil *post - treatment* segera dilakukan pengujian parameter kadar warna (PtCo), COD, dan TSS agar hasil pengujian yang didapatkan lebih akurat serta sampel yang digunakan untuk proses adsorpsi sebaiknya menggunakan air limbah tekstil yang baru diambil dari industri untuk mencegah terjadinya perubahan parameter limbah sebelum perlakuan.

REFERENSI

- [1] F. Sun, B. Sun, J. Hu, Y. He, dan W. Wu, "Organics and Nitrogen Removal from Textile Auxiliaries Wastewater with A2O-MBR in a Pilot-Scale," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 286, hal. 416–424, 2015.

- [2] Z. Rohayati, M. Fajrin, J. Rua, Yulan, dan Riyanto, "Pengolahan Limbah Industri Tekstil Berbasis Green Technology Menggunakan Metode Gabungan Elektrodegradasi dan Elektrodekolorisasi dalam Satu Sel Elektrolisis," *Chimica et Natura Acta*, vol. 5, no. 2, hal. 95–100, Agu 2017.
- [3] S. Khan dan A. Malik, "Environmental and Health Effects of Textile Industry Wastewater," *Environmental Deterioration and Human Health: Natural and Anthropogenic Determinants*, hal. 55–71, 2013.
- [4] D. Setyorini, A. Arninda, Q. A. Syafaatullah, dan R. Panjaitan, "Penentuan Konstanta Isoterm Freundlich dan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Asam Asetat," *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, vol. 20, no. 3, hal. 149–155, 2023.
- [5] A. Wijayanti, E. B. Susatyo, C. Kurniawan, dan Sukarjo, "Adsorpsi Logam Cr (VI) dan Cu (II) pada Tanah dan Pengaruh Penambahan Pupuk Organik," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 7, no. 3, hal. 242–248, 2018.
- [6] N. H. Sulaiman, L. A. Malau, F. H. Lubis, N. B. Harahap, F. R. Manalu, dan A. Kemberen, "Pengolahan Tempurung Kemiri Sebagai Karbon Aktif dengan Variasi Aktivator Asam Fosfat," *Jurnal Einstein*, hal. 37–41, 2017.
- [7] D. I. C. Nisa' dan A. Takwanto, "Pemanfaatan Bonggol Jagung sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Metode Aktivasi Mechanochemical," *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 8, no. 4, hal. 841–849, 2022.
- [8] N. Rokhati, A. Prasetyaningrum, N. 'A. Hamada, A. L. C. Utomo, H. B. Kurniawan, I. H. Nugroho., "Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Limbah Logam Berat," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 6, no. 2, hal. 89–94, 2021.
- [9] F. R. A. Hasibuan, F. I. P. Sari, dan O. Roanisca, "Pengaruh Suhu, Kecepatan Pengadukan, dan Waktu Kontak pada Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Palm Oil Mill Effluent (POME) Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*)," *Stannum: Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, vol. 5, no. 1, hal. 51–57, 2023.
- [10] W. I. Sudiarta, N. P. Diantariani, dan A. D. Yulihastuti, "Biosorpsi Cr (III) pada Biosorbent Serat Sabut Kelapa Hijau Teraktivasi Asam Nitrat," *Chemistry Progress*, vol. 5, no. 1, hal. 25–30, 2012.
- [11] S. Pandia, M. Ferdiansyah, dan F. Maihendra, "Pembuatan Adsorben Dari Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*) Untuk Menyerap Logam Tembaga (Cu) dan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 6, no. 4, 2017.
- [12] E. Purnamawati dan A. Wiraningtyas dan Arif Munandar, "Pemanfaatan Arang Aktif dari Tongkol Jagung (*Zea Mays L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Sintetis Ungu," *Jurnal Redoks: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, vol. 2, hal. 43–48, 2019.
- [13] R. Tariza dan R. A. Dewi, "Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Adsorpsi dengan Adsorben Arang Aktif Tempurung Kelapa," *Tugas Akhir Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang*, 2023.
- [14] O. Nurwidanti, Wignyanto, dan N. Hidayat, "Teknologi Dekolorisasi Limbah Cair Batik dengan Menggunakan Zeolit dan Arang Termodifikasi Pada Sistem Kontinyu," *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, vol. 7, no. 2, hal. 96–103, 2016.

- [15] N. H. Sulaiman, L. A. Malau, H. F. Lubis, N. B. Harahap, F. R. Manalu, dan A. Kembaren2, "Pengolahan Tempurung Kemiri Sebagai Karbon Aktif dengan Variasi Aktivator Asam Fosfat," *Jurnal Einstein*, vol. 5, no. 2, hal. 37–41, 2017.
- [16] R. M. Ferriansyah dan S. Hadianoro, "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam sebagai Adsorben dengan Aktivator HCl dan NaOH untuk Mengurangi Ion Logam Kromium," *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 494–499, 2021.
- [17] A. Lestari dan S. Samsunar, "Analisis Kadar Padatan Tersuspensi Total (TSS) dan Logam Krom Total (Cr) pada Limbah Tekstil di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo," *Indonesian Journal of Chemical Research*, vol. 6, no. 1, hal. 32–41, 2021.
- [18] I. Y. Fisma dan G. Bhernama, "Analisis Air Limbah yang Masuk pada Waste Water Treatment Plant (WWTP)," *Amina: Ar-Raniry Chemistry Journal*, vol. 2, hal. 50–58, 2020.