

## Pengolahan Limbah Domestik dengan Kombinasi Metode Filtrasi Arang Aktif-Sabut Kelapa dan Adsorpsi Biji Kelor

Reika Ditassya Puspita<sup>1,a)</sup> Yeyen Maryani<sup>2,b)</sup> and Widya Ernayati Kosimaningrum<sup>3)</sup>

<sup>1) .2) .3)</sup> Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

<sup>a)</sup>Corresponding author: rditassya@gmail.com

<sup>b)</sup>yeyen.maryani@untirta.ac.id

### ABSTRAK

Pemakaian air bersih oleh masyarakat setiap harinya menghasilkan limbah berupa air limbah domestik. Air limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air di lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berat, kecepatan dan lama pengendapan untuk mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)* dan *Methylene Blue Active Surfactant (MBAS)* pada pengolahan limbah menggunakan metode adsorpsi. Adsorben yang digunakan adalah bahan alami yaitu sabut kelapa, biji kelor dan arang aktif. Dalam proses adsorpsi, langkah pertama adalah dengan memasukkan adsorben dengan variabel berat serbuk biji kelor (50, 100, 150, 200, 250 mg) ke dalam gelas ukur berisi 250 mL air limbah dan diaduk dengan variasi kecepatan pengadukan (60, 80, 120 rpm) kemudian diendapkan dengan variasi waktu pengendapan (240, 300, 360 menit). Dari data penelitian didapatkan nilai optimum berat biji kelor, kecepatan pengadukan dan waktu pengendapan adalah 100 mg untuk berat biji kelor, kecepatan pengadukan yaitu 120 rpm dan waktu pengendapan 360 menit. Proses pengolahan limbah dengan menggunakan metode kombinasi arang aktif-sabut kelapa dan adsorpsi biji kelor menggunakan nilai optimum yang didapatkan sebelumnya akan berfungsi menurunkan parameter COD sebesar 80.00 %, parameter BOD 80.55 % dan parameter *Methylene Blue Active Surfactant (MBAS)* sebesar 64.08%.

**Kata Kunci:** Adsorpsi; Air Limbah Domestik; Arang Aktif; Biji Kelor; Sabut Kelapa

### ABSTRACT

*The use of clean water by the community every day produces waste in the form of domestic wastewater. Domestic wastewater that is not managed properly can cause water pollution in the environment. The purpose of this study was to determine the effect of weight, speed and duration of deposition to reduce the content of Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD) and Methylene Blue Active Surfactant (MBAS) in wastewater treatment using the adsorption method. The adsorbents used are natural ingredients, namely coconut fiber, Moringa seeds and activated charcoal. In the adsorption process, the first step is to enter the adsorbent with a variable weight of Moringa seed powder (50, 100, 150, 200, 250 mg) into a measuring cup containing 250 mL of wastewater and stir with various stirring speeds (60, 80, 120 rpm). ) then deposited with variations in the deposition time (240, 300, 360 minutes). From the research data obtained the optimum value of Moringa seed weight, stirring speed and settling time is 100 mg for Moringa seed weight, stirring speed is 120 rpm and settling time is 360 minutes. The waste treatment process using the combination method of activated charcoal-coconut coir and adsorption of Moringa seeds using the optimum value obtained previously will function to reduce COD parameters by 80.00%, BOD parameters 80.55% and Methylene Blue Active Surfactant (MBAS) parameters by 64.08%.*

**Keywords:** Activated Charcoal; Adsorption; Coconut Coir; Domestic Wastewater; Moringa Seed

### PENDAHULUAN

Air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan. Air limbah domestik memiliki pengertian yaitu air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari – hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air (Permen LHK No. P.68. 2016). Air limbah adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia dari lingkungan permukiman (PPRI No 15. 2005). Air limbah

domestic dibagi menjadi dua berdasarkan klasifikasinya *Black Water* dan *Grey Water*. *Black Water* adalah air limbah domestik yang berasal dari air limbah biologis seperti jamban. Sedangkan *Grey Water* adalah air limbah domestik yang berasal dari aktivitas sehari-hari seperti mandi, mencuci dan lain-lain (South dkk., 2016).

Air limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemaran umum lingkungan di Indonesia (National Geographic, 2016). Peningkatan jumlah penduduk akan mengakibatkan pula peningkatan penggunaan air di masyarakat. Hal tersebut juga meningkatkan kualitas dan kuantitas air limbah domestik khususnya *Grey Water*. Umumnya masyarakat akan membuang *Grey Water* langsung ke saluran pembuangan atau parit-parit di sekitar lingkungan. *Grey Water* yang masuk ke badan air penerima secara berlebihan tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran air jika tidak ditangani dengan baik (South dkk., 2016).

Secara statistik sebanyak 62,14% masyarakat memiliki sanitasi layak namun sebanyak 46,17% dari masyarakat tersebut masih mengalirkan air limbah ke dalam parit atau drainase di sekitar rumah. Dalam pemakaian air bersih oleh masyarakat, sekitar 60-80% adalah air limbah. Sehingga air limbah domestik adalah kontaminan terbesar dalam pencemaran air (Sushanthi dkk., 2018).

Kelor merupakan salah satu alternatif koagulan organik yang berbentuk butiran atau bubuk. Biji kelor mengandung senyawa aktif 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate yang apabila bercampur dengan H<sub>2</sub>O akan menghasilkan polielektrolit bermuatan positif. Biji kelor juga mengandung senyawa alkali kuat yang dapat menghasilkan muatan positif seperti unsur K dan Ca (Hak dkk., 2018).

Pasta biji kelor juga dapat menurunkan kadar surfaktan pada air yang tercemar oleh limbah detergen (Ariesira, dkk. 2019). Senyawa zat aktif 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate bermuatan positif sehingga dapat membuat tidak stabil koloid (air limbah *laundry*) yang bermuatan negatif. Mekanisme proses koagulasi pada limbah cair (*laundry*) oleh serbuk biji kelor ditunjukkan pada gambar 2.3 (Rustiah dkk., 2018).

Analisis biji kelor telah dilakukan menggunakan metode FITR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dimana hasil analisis menunjukkan bahwa di dalam biji kelor terdapat lima (5) gugus fungsional utama yaitu gugus karbonil (C=O), gugus nitro (NO<sub>2</sub>), gugus hidroksil (O-H), gugus alkena (C=C) dan gugus amina (N-H) yang diperkirakan banyak terdapat pada protein yang disusun oleh asam amino yang utamanya memiliki gugus samping (-R) hingga membuat permukaan pada protein mengandung muatan (Fitri dkk., 2020)

Sabut kelapa merupakan hasil buangan yang banyak terdapat pada sektor pertanian. Sabut kelapa merupakan salah satu bahan adsorben alami yang banyak digunakan. Hal ini disebabkan oleh struktur sabut kelapa yang memiliki komposisi *Natural Sellulose* atau selulosa alami seperti selulosa, zat kayu atau lignin dan semi selulosa. *Natural Sellulose* memiliki struktur berpori sehingga dapat digunakan sebagai media adsorpsi. Kandungan *Natural Sellulose* pada sabut kelapa menyebabkan sabut kelapa dapat dipakai sebagai adsorban alami tanpa perlu dilakukan perubahan menjadi arang (Rahayu dkk., 2014).

Arang aktif memiliki daya serap besar, hitam, tidak memiliki rasa dan tidak memiliki bau. Pada arang aktif dilakukan aktivasi kimia dan atau fisika untuk membuat pori - pori pada arang aktif menjadi lebih besar sehingga daya serap akan menjadi semakin besar. Arang aktif dapat menyerap bahan pada fase cair ataupun gas (Sembirin dkk., 2003).

Proses pengolahan limbah yang akan digunakan adalah metode adsorpsi kimia dan fisika dengan menggunakan adsorben dari bahan alam. Moringa atau Moringa Oleifera digunakan untuk menurunkan kadar TDS sebesar 74,07% dengan proses koagulasi dengan nilai optimal ukuran koagulan > 100 mesh (Hak dkk., 2018). Proses koagulasi dengan menggunakan biji kelor juga dapat menurunkan nilai COD dan BOD sebesar 35% dan 57,66% dengan berat biji kelor 0,7 gram dan 2,4 gram (Rustiah dkk., 2018).

Permasalahan yang ada saat ini yaitu adsorben yang berasal dari bahan alami dapat digunakan alternatif dalam pengolahan air limbah, namun keterbatasan ketersediaan dan kemampuan adsorben alami tersebut

Fokus penting dalam penelitian ini adalah menemukan alternatif lain yang dapat digunakan dengan memvariasikan biji kelor dengan adsorben alami lainnya. Dengan adanya metode variasi biji kelor dengan adsorben alami lainnya diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dari permasalahan tersebut

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh berat adsorben, kecepatan pengadukan dan waktu pengendapan untuk mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)* dan *Methylene Blue Active Surfactant (MBAS)* pada pengolahan limbah menggunakan metode kombinasi kombinasi arang aktif-sabut kelapa dan adsorpsi biji kelor.

## **METODE**

### *Bahan Penelitian*

Bahan filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif, kerikil bersih, sabut kelapa, dan pasir bersih. Arang aktif diperoleh dari karbon aktif komersial. Sabut kelapa diperoleh dari sabut kelapa komersial. Bahan adsorbennya adalah serbuk biji kelor dari biji kelor komersial. Air limbah domestik diperoleh dari air limbah domestik warga

### *Metode Penelitian*

#### *Persiapan Alat Media Filtrasi*

Media filtrasi adalah bak berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 25 cm. Penataan bahan filtrasi di bak berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Utomo dkk. 2018. Dari dasar ke atas bak masing-masing tinggi kerikil 5 cm, tinggi sabut kelapa 5 cm, tinggi pasir 2,5 cm, dan tinggi arang aktif 2,5 cm. Sabut kelapa sebelumnya dibersihkan dengan cara direndam selama 2 jam dalam air dan dicuci sampai bersih.

#### *Pengolahan Air Limbah Menggunakan Filtrasi Arang Aktif dan Sabut Kelapa*

Perlakuan pertama adalah dengan melakukan perendaman air limbah didalam media filtrasi selama 2 jam dan kemudian dilakukan penyaringan menggunakan media filtrasi untuk kemudian dilakukan perlakuan kedua menggunakan biji kelor.

#### *Persiapan Serbuk Biji Kelor*

Pembuatan serbuk biji kelor dilakukan dengan terlebih dahulu mengeringkan biji kelor selama tiga hari dan dilanjutkan dengan pemanasan selama satu jam dalam oven pada suhu 110°C. Biji kelor yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender kering dilanjutkan dengan pengayakan dengan ayakan 50 mesh.

#### *Pengolahan Air Limbah Menggunakan Adsorben Bubuk Biji Kelor*

Perlakuan kedua yang dilakukan adalah dengan mencampurkan jumlah serbuk biji kelor dan sampel air limbah domestik yang telah disaring dalam jar test. Volume air limbah yang disaring adalah 250 mL per sampel. Sedangkan massa adsorben divariasikan 50, 100, 150, 200 dan 250 mg. Air limbah domestik yang telah dicampur dengan serbuk biji kelor diaduk dengan variasi kecepatan pengadukan 80, 100 dan 120 rpm selama 210 detik untuk proses koagulasi. Pengadukan dilanjutkan selama 15 menit dengan kecepatan 50 rpm untuk proses flokulasi. Kemudian air limbah yang telah dilakukan perlakuan dibiarkan mengendap seiring waktu. DO dan TDS diukur setiap 30 menit selama 240 menit.

#### *Analisis Air Limbah*

Air limbah yang telah dilakukan 2 kali perlakuan kemudian dianalisis untuk parameter DO, TDS, COD, BOD dan MBAS. Analisis air limbah untuk parameter kualitas air DO dan TDS dilakukan menggunakan Water Quality Meter 86031. Penentuan kadar DO dan TDS sampel air limbah domestik dilakukan

sebelum dan sesudah proses filtrasi dan sebelum dan sesudah proses adsorpsi. Untuk mengetahui kadar COD, BOD dan MBAS, untuk masing-masing parameter dilakukan proses pengujian sesuai dengan metode SNI. Penetapan kadar COD ditetapkan dengan SNI 69.89.2-2009. Parameter BOD dengan SNI 6989.72-2009 dan parameter MBAS dengan SNI 06-6989.51-2005. Penentuan kadar COD, BOD dan MBAS dilakukan sebelum dan sesudah proses adsorpsi dengan nilai optimum berat biji kelor, kecepatan pengadukan dan waktu pengendapan berdasarkan hasil optimum parameter DO dan TDS yang diukur sebelumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Air Limbah Domestik

Air limbah domestik rumah tangga memiliki parameter awal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Sifat fisik air limbah domestik adalah keruh, bersabun dan berbau. Parameter kualitas air yang diukur menunjukkan bahwa semua nilai berada di luar tolok ukur kualitas air yang menunjukkan tingkat pencemaran air yang tinggi. Baku mutu air limbah domestik sesuai dengan Permen LHK No P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

**Tabel 1.** Hasil Analisis Kualitas Air Limbah Domestik

Parameter	Air Limbah Domestik		Baku Mutu Air Limbah
	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	
DO	0.8	1.1	-
TDS	258	351	-
COD	986.5	623.4	100
BOD	739.3	472.3	30
MBAS	1.03	1.02	-

### Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Filtrasi Arang Aktif dan Sabut Kelapa

Penyaringan air limbah domestik menggunakan bak penyaring yang berisi 4 lapis bahan penyaring yaitu: kerikil, sabut kelapa, pasir, dan arang. Tujuan filtrasi adalah pengolahan awal untuk menghilangkan bahan tersuspensi dari air limbah domestik. Gambar 1 menunjukkan karakteristik fisik air limbah domestik sebelum dan sesudah penyaringan.



**Gambar 1.** Gambar Air Limbah Sebelum (a) dan Setelah Filtrasi (b)

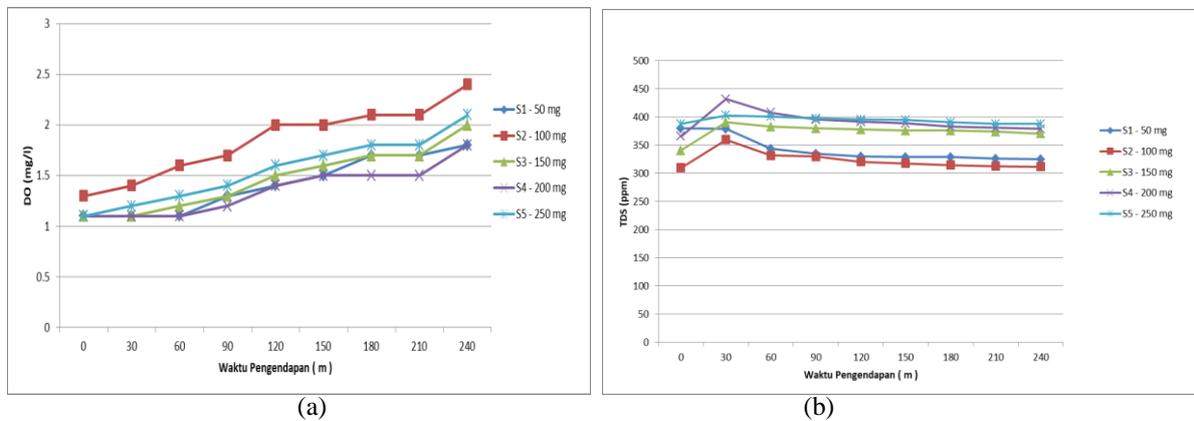
Parameter kualitas air setelah filtrasi ditunjukkan pada Tabel 1. Filtrasi telah meningkatkan kualitas air dengan meningkatkan nilai DO sekitar 37,5%, mengurangi COD dan BOD masing-masing sekitar 36,8% dan 36,1%, dan menurunkan MBAS sekitar 1,0%. Namun, penyaringan telah meningkatkan TDS karena kandungan *lignin* pada sabut kelapa.

*Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Bubuk Biji Kelor*

Proses selanjutnya dari pengolahan air limbah domestik pada penelitian ini adalah pengolahan menggunakan serbuk biji kelor. Aplikasi biji kelor dalam pengolahan air limbah telah dikembangkan oleh Mohd dkk., 2019

*Efek Massa Serbuk Biji Kelor*

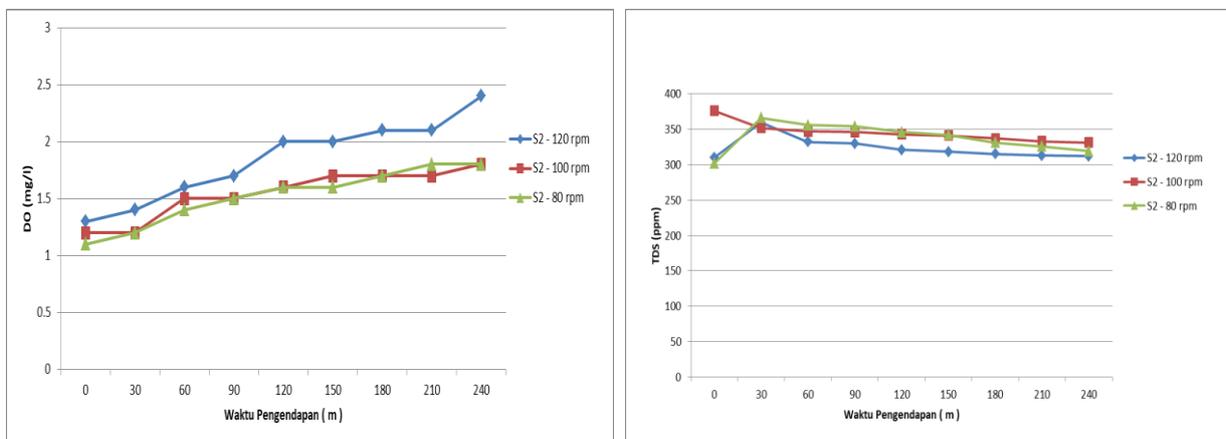
Bubuk biji kelor merupakan sumber biokoagulan sekaligus tempat adsorpsi. Koagulan biji kelor dapat dilepaskan in situ dengan cara diaduk selama proses pengolahan. Bentuk serbuk memberikan luas permukaan yang tinggi untuk proses adsorpsi. Gambar 2 menunjukkan pengaruh serbuk biji kelor terhadap parameter DO dan TDS air limbah olahan. Berdasarkan percobaan, jumlah 100 mg MSP atau 0,04% merupakan dosis terbaik untuk pengolahan air limbah ditunjukkan dengan DO tertinggi (Gambar 2a) dan TDS terendah (Gambar 2b) yang diperoleh. Jumlah MSP yang lebih rendah membatasi pelepasan koagulan dan situs adsorpsi. Semakin tinggi kuantitas MSP dapat menghasilkan kelebihan koagulan yang meningkatkan kandungan organik yang menurunkan DO dan meningkatkan TDS.



**Gambar 2.** Pengaruh Serbuk Biji Kelor Terhadap DO dan TDS Air Limbah Olahan (a) Dissolved Oxygen (DO) – v = 120 rpm (b) Total Dissolved Solid (TDS) – v = 120 rpm

*Efek Kecepatan Pengadukan*

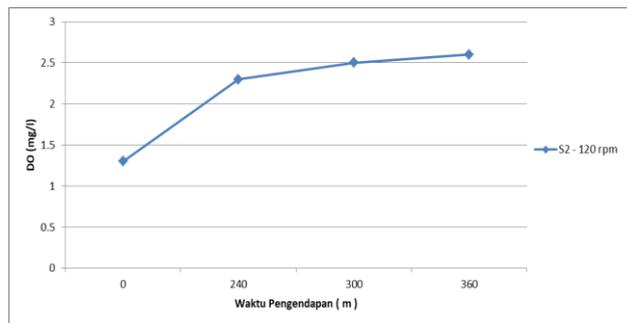
Pengadukan mekanis penting untuk melakukan proses koagulasi dengan menginduksi pelepasan koagulan dari MSP dan pencampuran koagulan-polutan dalam air limbah. Gambar 3 menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan terhadap proses adsorpsi. Perlakuan menggunakan 100 mg MSP dengan kecepatan pengadukan 120 rpm menunjukkan kualitas DO dan TDS terbaik dari air limbah yang diolah. Pada kecepatan pengadukan yang lebih rendah menghasilkan parameter kualitas yang rendah



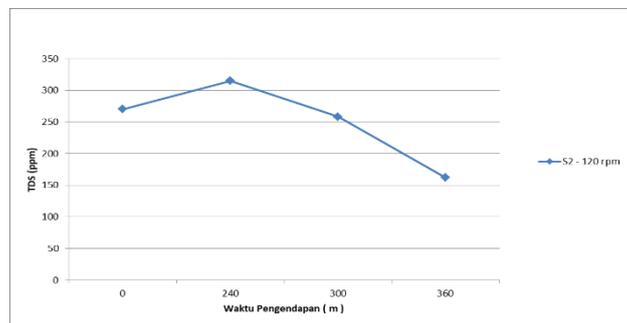
(a) (b)  
**Gambar 2.** Parameter DO dan TDS vs Kecepatan Pengadukan (a) Dissolved Oxygen (DO) – m = 100 mg  
(b) Total Dissolved Solid (TDS) – m = 100 mg

*Efek Waktu Pengendapan*

Proses koagulasi dengan kecepatan pengadukan tinggi dilanjutkan dengan proses flokulasi dengan pengadukan proses dengan kecepatan 50 rpm selama 15 menit. Proses flokulasi dengan kecepatan pengadukan pada 50 rpm selama 15 menit bertujuan untuk membawa kompleks koloid-polutan koloid menjadi flok yang dapat diendapkan dengan mudah. Waktu pengendapan flok ditentukan dengan mengukur DO dan TDS air limbah yang diolah. Gambar 3 menunjukkan peningkatan DO dan penurunan TDS seiring dengan waktu pengendapan flok. Setelah 360 menit, DO meningkat 225% dan TDS turun 37%



**Gambar 3.** Hasil Pengukuran Dissolved Oxygen (DO) – m = 100 mg ; v = 120 rpm



**Gambar 4.** Hasil Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) – m = 100 mg ; v = 120 rpm



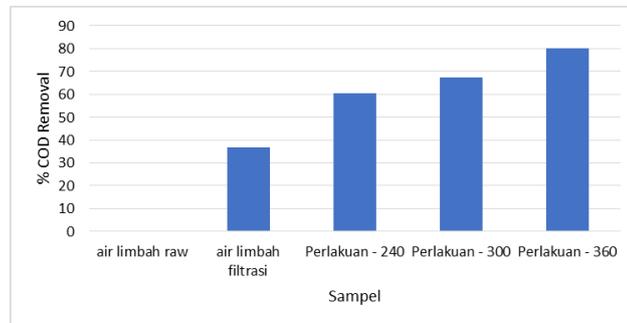
**Gambar 5.** Gambar Air Limbah Setelah Pengolahan

Peningkatan DO disebabkan oleh berkurangnya bahan tersuspensi organik dalam air limbah. Dengan meningkatnya DO diharapkan COD dan BOD pada air limbah juga akan meningkat. Penurunan nilai

TDS disebabkan karena terjadinya pengikatan antara muatan positif yang terdapat pada protein yang terkandung dalam biji kelor dan muatan negatif yang terdapat pada air limbah. Hasil ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Merdana, dkk.

#### *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Hasil pengujian parameter COD dapat dilihat pada data berikut.



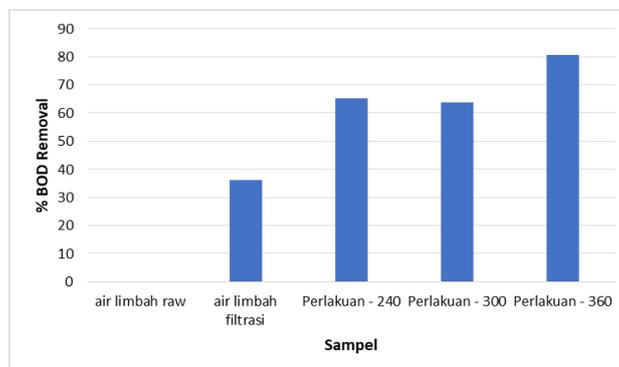
**Gambar 6.** Hasil Pengukuran % *Chemical Oxygen Demand (COD) Removal* –  $m = 100$  mg

Berdasarkan data di atas, berat biji kelor dan kecepatan pengadukan sesuai penelitian yang dilakukan adalah 100 mg dan 120 rpm dengan variasi waktu pengendapan 240, 300 dan 360 menit. Nilai COD sampel air limbah domestik (raw) adalah 986,5 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan pertama menggunakan arang aktif dan sabut kelapa sebagai adsorben, nilai COD menjadi 623,4 mg/l atau turun 36,81%. Selanjutnya air limbah domestik diolah kembali menggunakan adsorben biji kelor dengan variasi waktu yang telah ditentukan. Untuk variasi waktu pengendapan selama 240 menit, nilai COD mengalami penurunan menjadi 389,2 mg/l atau turun 60,55%. Untuk waktu pengendapan 300 menit, nilai COD menjadi 322,1 mg/l atau turun 67,35%. Sedangkan untuk waktu pengendapan 360 menit nilai COD mengalami penurunan sebesar 197,3 mg/l atau setara 80%.

Dari Gambar di atas terlihat bahwa nilai COD optimal diperoleh pada lama waktu pengendapan 360 menit dengan nilai optimal biji kelor 100 mg dan kecepatan pengadukan 120 rpm. Penurunan COD meningkat seiring dengan lamanya waktu pengendapan. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya bahan tersuspensi organik dalam air limbah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh Adelodun, dkk. 2020

#### *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Hasil uji BOD disajikan pada gambar berikut



**Gambar 7.** Hasil Pengukuran % *Biological Oxygen Demand (BOD) Removal* –  $m = 100$  mg

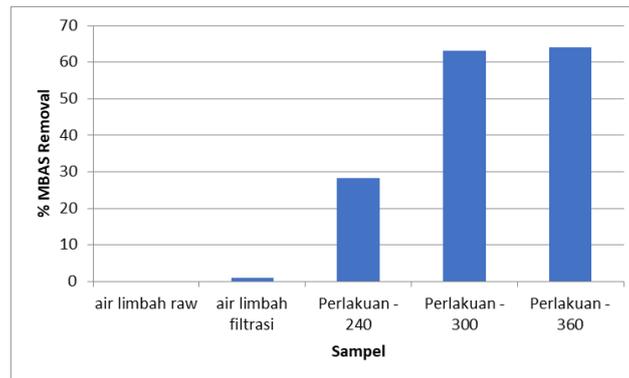
Dari hasil uji BOD yang telah dilakukan, diketahui bahwa hasil pengukuran sampel air limbah domestik (raw) adalah 739,3 mg/l dan setelah sampel air limbah domestik dilakukan perlakuan pertama berupa penyaringan dengan adsorben arang aktif dan sabut kelapa, nilai BOD menjadi 472,3 mg/l atau turun 36,12%. Selanjutnya sampel air limbah yang telah melalui proses penyaringan diolah menggunakan

adsorben biji kelor 100 mg dan diaduk dengan kecepatan 120 rpm dengan variasi waktu pengendapan 240 menit, 300 menit, dan 360 menit. Untuk waktu pengendapan 240 menit nilai BOD menjadi 472.3 mg/l atau turun 65,28%. Untuk waktu pengendapan 300 menit, nilai BOD menjadi 256.7 mg/l atau turun 63,88%. Untuk waktu pengendapan 360 menit, nilai BOD menjadi 143.8 mg/l atau turun 80,55%.

Dapat disimpulkan bahwa penurunan nilai BOD sampel air limbah yang telah melalui proses penyaringan dan melalui proses pengolahan menggunakan adsorben biji kelor paling besar setelah sampel diendapkan selama 360 menit. Pengurangan bahan tersuspensi organik dalam air limbah, selain meningkatkan penurunan COD juga akan meningkatkan penurunan BOD yang sejalan dengan hasil Adelodun, dkk. 2020

#### *Methylene Blue Active Surfactant (MBAS)*

Hasil tes MBAS disajikan pada gambar berikut



**Gambar 8.** Hasil Pengukuran % *Methylene Blue Active Surfactant (MBAS) Removal* – m = 100 mg

Dari hasil pengukuran *MBAS* didapatkan bahwa untuk sampel air limbah domestik (raw) sebesar 1,03 mg/l. Setelah sampel air limbah domestik melalui proses penyaringan menggunakan arang aktif dan adsorben sabut kelapa, nilai pengukuran *MBAS* menjadi 1,02 mg/l atau turun 0,97%. Selanjutnya sampel air limbah domestik yang telah melalui proses penyaringan akan diolah kembali menggunakan adsorben biji kelor 100 mg dan diaduk pada kecepatan 120 rpm dengan variasi waktu pengendapan 240 menit, 300 menit, dan 360 menit. Untuk waktu pengendapan 240 menit, hasil pengukuran *MBAS* adalah 0,74 mg/l atau turun 28,16% dari sampel air limbah domestik (raw). Untuk waktu pengendapan 300 menit didapatkan nilai *MBAS* sebesar 0,38 mg/l atau turun sebesar 63,11%. Untuk waktu pengendapan 360 menit, hasil pengukuran *MBAS* adalah 0,37 mg/l atau turun 64,08% dari nilai *MBAS* untuk sampel air limbah domestik (raw).

Dapat disimpulkan bahwa penurunan nilai *MBAS* paling besar setelah sampel air limbah domestik melalui proses penyaringan menggunakan arang aktif dan adsorben sabut kelapa, dilanjutkan dengan pengolahan menggunakan adsorben biji kelor 100 mg dan kecepatan pengadukan 120 rpm dengan kecepatan pengadukan 120 rpm, waktu pengendapan 360 menit.

Penurunan nilai *MBAS* dalam air limbah disebabkan oleh sifat biji kelor yang mengandung 37% protein yang bila dilarutkan ke dalam air protein tersebut akan bersifat kationik yang dapat berfungsi sebagai koagulan yang dapat mengikat partikel bermuatan negatif dalam air limbah. Partikel-partikel ini akan mengikat dan tumbuh dan membentuk flok yang dapat turun secara alami menggunakan gravitasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh Nisar, dkk. 2021

**Tabel 2.** Hasil pengukuran COD, BOD dan MBAS, t =240, 300, 360 menit

Sampel	COD	BOD	MBAS
Air Limbah Raw	986.5	739.3	1.03
Air Limbah Filtrasi	623.4	472.3	1.02
Perlakuan-240	389.2	256.7	0.74
Perlakuan-300	322.1	267	0.38
Perlakuan-360	197.3	143.8	0.37
Baku Mutu Air Limbah	100	30	-

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai optimal untuk berat biji kelor adalah 100 mg serbuk biji kelor, kecepatan pengadukan 120 rpm dan lama waktu pengendapan 360 menit. Kombinasi pengolahan air limbah dengan metode filtrasi arang aktif - sabut kelapa dan adsorpsi menggunakan serbuk biji kelor dengan nilai optimal tersebut dapat menurunkan parameter COD sebesar 80,00% dari sebelumnya 986,2 mg/l menjadi 197,3 mg/l, Parameter BOD turun 80,55% dari nilai sebelumnya 739,3 mg/l menjadi 13,8 mg/l dan Parameter MBAS turun 64,08% dari sebelumnya 1,03 mg/l menjadi 0,37 mg/l

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terlaksananya penelitian ini dengan baik tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kaprodi Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Dosen Pembimbing dan kepada semua pihak yang turut membantu pelaksanaan penelitian yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adelodun, B., Ogunshina, M. S., Ajibade, F. O., Abdulkadir, T. S., Bakare, H. O., & Choi, K. S. (2020). Kinetic and prediction modeling studies of organic pollutants removal from municipal wastewater using Moringa oleifera biomass as a coagulant. *Water*, 12(7), 2052.
- Chitra, D., & Muruganandam, L. (2020). Performance of natural coagulants on greywater treatment. *Recent Innovations in Chemical Engineering (Formerly Recent Patents on Chemical Engineering)*, 13(1), 81-92.
- Hak, A., Kurniasih, Y., & Hatimah, H. (2018). Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (Moringa Oleifera, Lam) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS Dalam Limbah Laundry. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 6(2), 100-113.
- Merdana, I. M., Suada, I. K., & Putra, I. P. A. S. Reducing Total Dissolved Solid of Livestock Wastewater with Moringa Seed Powder.
- Mohd-Salleh, S. N. A., Mohd-Zin, N. S., & Othman, N. (2019). A review of wastewater treatment using natural material and its potential as aid and composite coagulant. *Sains Malaysiana*, 48(1), 155-164.
- Nisar, N., & Koul, B. (2021). APPLICATION OF MORINGA OLEIFERA LAM. SEEDS IN WASTEWATER TREATMENT. *Plant Archives*, 21(1), 2408-2417.
- Oscik, J. (1982). Adsorption, John Willey & Sons. Inc. New York.
- Rahmi, A. (2016). Pengolahan Air Limbah Menjadi Air Domestik Non Konsumsi Dengan Variasi Karbon Aktif Biosand Filter. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 58-66.
- Ramesh, V. G., & Kumar, A. (2019). Moringa oleifera as a natural coagulant.
- Rustiah, W., & Andriani, Y. (2018). Analisis Serbuk Biji Kelor (Moringa Oleifera, Lamk) Dalam Menurunkan Kadar COD Dan BOD Pada Air Limbah Jasa Laundry. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2), 96-100.
- Saravanan, J., Priyadharshini, D., Soundammal, A., Sudha, G., & Suriyakala, K. (2017). Wastewater treatment using natural coagulants. *SSRG International Journal of Civil Engineering*, 4(3), 40-42.

- Utomo, K. P., Saziati, O., & Pramadita, S. (2018). Coco Fiber Sebagai Filter Limbah Cair Rumah Makan Cepat Saji. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 6(2), 130-139.
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriani, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127-140.
- Villaseñor-Basulto, D. L., Astudillo-Sánchez, P. D., del Real-Olvera, J., & Bandala, E. R. (2018). Wastewater treatment using Moringa oleifera Lam seeds: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 23, 151-164.
- Zaid, A. Q. A., & Ghazali, S. B. (2019). Preliminary investigation of water treatment using Moringa oleifera seeds powder as natural coagulant: a case study of Belat River. Malaysia. *Int J Eng Sci*, 8(2), 79-85.