

## PEMANFAATAN SERBUK BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH PENATU

Juliansyah Harahap<sup>1\*</sup>, Teuku Muhammad Ashari<sup>1</sup>, Cut Hidayatul Munar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

\*E-mail: juliansyah.harahap@ar-raniry.ac.id

**Abstract :** *The progress of the laundry business sector has led to an increase in the number of detergent users, causing environmental pollution when disposed of directly into the waters. Pollution caused by the absence of laundry wastewater treatment will degrade water quality which will have an impact on the existing aquatic environment. The objective of this study was to determine the effect of varying the optimum dose of Moringa seed powder (*Moringa oleifera*) and its efficiency in reducing COD, TSS, pH, and turbidity parameters. Variations in coagulant doses used in this study, namely 0 g, 0.01 g, 0.05 g, 0.1 g, 0.3 g, 0.5 g, 0.7 g, 0.9 g, and 1.2 g. Preliminary test results for laundry wastewater prior to the coagulation-flocculation process for COD, TSS, pH, and turbidity parameters were (733,48 mg/L), (110,0 mg/L), (8,7), and (188,8 NTU). Except for the pH value, the results of the preliminary test still exceed the quality standard values used for domestic wastewater standards in Indonesia. The results showed that the effect of the optimum dose of *Moringa oleifera* seed powder biocoagulant on decreasing COD, TSS, and turbidity parameters occurred at a dose of 0.01 g, namely 82 mg/L, 33 mg/L, and 49 NTU, respectively. For the pH parameter, maximum neutralization occurs at a dose of 1.2 g with a pH value of 8.4.*

**Keywords :** *Biocoagulant, Moringa oleifera, optimum dose, laundry, wastewater.*

**Abstrak :** Perkembangan usaha penatu memungkinkan peningkatan jumlah pemakai deterjen sehingga menimbulkan terjadinya pencemaran lingkungan apabila dibuang secara langsung ke perairan. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah penatu akan mempengaruhi kualitas air yang berada di lingkungannya apabila tidak dilakukan pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis optimum serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) serta efisiensinya untuk menurunkan parameter COD, TSS, pH, dan turbiditas. Variasi dosis koagulan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 0 g, 0,01 g, 0,05 g, 0,1 g, 0,3 g, 0,5 g, 0,7 g, 0,9 g, dan 1,2 g. Pengujian awal air limbah penatu sebelum dilakukan proses koagulasi-flokulasi untuk parameter COD, TSS, pH, dan turbiditas sebesar (733,48 mg/L), (110,0 mg/L), (8,7), dan (188,8 NTU) masih berada di atas baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016. Setelah dilakukan penelitian, hasil menunjukkan bahwa pengaruh dosis optimum biokoagulan serbuk biji kelor terhadap penurunan parameter COD terjadi pada dosis 0,01 g sebanyak 82 mg/L, TSS terjadi pada dosis 0,01 g sebanyak 33 mg/L, pH terjadi pada dosis

1,2 g sebanyak 8,4, dan turbiditas terjadi pada dosis 0,01 g sebanyak 49 NTU.

**Kata Kunci** : Biokoagulan, *Moringa oleifera*, dosis optimum, laundry, air limbah

## PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman yang semakin modern, serta pola pikir praktis untuk melakukan berbagai hal menyebabkan meningkatnya usaha penatu di berbagai tempat, mulai dari berskala kecil hingga yang berskala besar. Usaha penatu merupakan salah satu penyedia jasa layanan yang menyediakan sarana pencucian pakaian. Bagi mereka yang sibuk, usaha ini dapat menjadi pilihan untuk mengatasi masalah. Usaha penatu tidak hanya bermunculan di kota-kota besar melainkan sampai di pelosok desa karena merupakan peluang usaha yang menjanjikan bagi pelaku usaha. Seiring dengan berkembangnya usaha penatu, maka akan dapat meningkatkan jumlah pemakaian deterjen sehingga menimbulkan terjadinya pencemaran lingkungan apabila dibuang secara langsung ke lingkungan (Ardiyanto dkk. 2016).

Limbah penatu merupakan air yang dihasilkan dari sisa deterjen yang mengandung beberapa bahan kimia seperti fosfat ( $PO_4$ ), surfaktan, amonia ( $NH_3$ ) dan nitrogen (N), serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) (Palilingan dkk. 2019). Pencemaran yang disebabkan oleh limbah penatu akan menimbulkan dampak yang luas ketika usaha penatu berada di daerah padat penduduk, karena badan air yang tercemar limbah penatu akan berdampak pada pemukiman di sekitarnya (Majid dkk. 2017). Menurut Rahmatiyas (2021), dampak positif yang ditimbulkan dari adanya usaha penatu yaitu dapat mendorong perekonomian untuk terus berkembang. Namun, dampak negatif yang ditimbulkan oleh air limbah penatu akan sangat berbahaya bagi lingkungan

yang dapat menimbulkan pencemaran air karena masuknya zat kimia berbahaya, sehingga mengganggu ekosistem di perairan.

Air limbah yang berasal dari kegiatan penatu digolongkan menjadi air limbah domestik yang berasal dari air cucian seperti sabun, deterjen, pelembut dan pewangi pakaian. Pada umumnya, kegiatan ini lebih cenderung menggunakan deterjen daripada sabun dikarenakan deterjen menghasilkan buih lebih banyak, yang dipercaya dapat menghilangkan kotoran lebih cepat dari pada sabun (Wicheisa dkk. 2018). Kebanyakan industri penatu tidak melakukan pengolahan terhadap limbah yang dihasilkan dan membuang limbah secara langsung ke tanah atau drainase perkotaan yang menuju ke badan air (Majid dkk. 2017).

Biji kelor merupakan tanaman yang memiliki kandungan protein yang tinggi. Biji kelor berperan sebagai flokulan polielektrolit kationik alami yang membantu koagulasi dengan menetralkan muatan-muatan partikel koloid antar partikel yang terkandung dalam air limbah dan penting sebagai agen penjernih air (Ningsih dkk. 2018). Rustiah dan Andriani (2018) menambahkan bahwa kandungan zat aktif yang terkandung di dalam biji kelor berupa *4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate*. Zat aktif ini mampu mengadsorpsi partikel-partikel air limbah menjadi lebih kecil. Biji kelor merupakan bahan alami yang dapat membersihkan air limbah, karena memiliki efek yang relatif sama apabila dilakukan pengolahan menggunakan koagulan dari bahan kimia.

Salah satu metode yang dapat dilakukan dalam pengolahan limbah penatu adalah memanfaatkan biokoagulan dari biji tumbuhan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hermida dkk. (2021) pemanfaatan

ekstrak biji kelor sebagai koagulan dalam mengolah limbah penatu dengan parameter yang diuji ialah pH, turbiditas, COD dan fosfat, dengan berbagai variasi dosis diperoleh dosis optimum yaitu 160 ml/L dengan nilai pH 8,6 dengan efisiensi penurunan kadar pH sebesar 8,4, selanjutnya untuk parameter turbiditas diperoleh dosis optimum yaitu 80 ml/L dengan nilai turbiditas 56 NTU serta efisiensi penurunan kadar turbiditas sebesar 90,01%, sedangkan untuk parameter COD diperoleh dosis optimum yaitu 160 ml/L dengan nilai COD 1300 mg/L serta efisiensi penurunan COD sebesar 53,98%, dan parameter fosfat diperoleh dosis optimum yaitu 40 ml/L dengan nilai fosfat 0,836 mg/L serta efisiensi penurunan fosfat sebesar 51,49%.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan pada diperoleh hasil untuk nilai COD 733,48 mg/L, TSS 110,0 mg/L, Turbiditas 188,8 NTU, dan pH 8,7, sehingga melebihi baku mutu yang di atur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan penelitian dengan memanfaatkan serbuk biji kelor sebagai koagulan alami yang diaplikasikan pada pengolahan air limbah penatu dalam mengurangi pencemaran air. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini dengan memvariasikan dosis biokoagulan serbuk biji kelor, ukuran dosis, dan perbandingan massa koagulan terhadap volume air.

Air limbah penatu merupakan air limbah yang dihasilkan dari kegiatan penatu dengan menggunakan detergen sebagai komponen utama dalam pencuciannya. Deterjen umumnya tersusun atas tiga komponen yaitu bahan dasar detergen, bahan *builders* dan pemutih atau pewangi. Komponen terbesar dari deterjen yaitu yang dihasilkan dari bahan *builders* yang berkisar 70-80%, dari bahan surfaktan berkisar antara 20-30% dan yang relatif lebih sedikit dihasilkan dari bahan aditif antara 2-8%. Selain itu, pencemaran

akibat deterjen mengakibatkan timbulnya bau busuk. Bau busuk yang dihasilkan biasanya dari gas  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{S}$  yang merupakan hasil proses penguraian bahan organik lanjutan oleh bakteri anaerobik. Fosfat memegang peranan penting dalam produk deterjen, sebagai *softener* air dan *builders*. Dalam jumlah yang banyak, fosfat dapat menyebabkan pengayaan unsur hara (eutrofikasi) di badan air sungai atau danau. Hal ini ditandai oleh ledakan pertumbuhan alga (*algae boom*) dan eceng gondok yang secara tidak langsung dapat membahayakan biota air dan lingkungan (Rohman, 2016).

Air limbah penatu mengandung deterjen yang merupakan suatu zat anorganik sehingga akumulasinya menyebabkan meningkatnya kandungan anorganik di lingkungan. Bahan yang terkandung dalam deterjen salah satunya adalah seperti *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* (LAS), surfaktan, klorin dan golongan ammonium kuartener yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan. Golongan ammonium kuartener dapat membentuk senyawa nitrosamine yang bersifat karsinogenik, iritasi pada kulit, memperlambat proses penyembuhan, dan katarak pada orang dewasa. Busa yang timbul juga dapat menimbulkan efek pada permukaan perairan karena menghambat masuknya atau kelarutan kontak oksigen di udara dengan air yang berakibat oksigen terlarut menjadi turun kondisi menjadi septik, bau dan warna air menjadi kehitaman serta matinya organisme yang bersifat aerobik pada perairan (Purnama & Purnama, 2015).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Permen LHK-RI) Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, dilakukan pengaturan nilai ambang batas dari parameter-parameter air limbah domestik sehingga perlindungan lingkungan dan pengelolaan air limbah domestik dapat dilakukan. Secara lebih detail nilai baku mutu air limbah domestik

yang ditetapkan oleh peraturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No. 69, 2016)

Parameter	Limbah Cair Domestik	
	Satuan	Kadar
COD	mg/L	100
BOD	mg/L	30
TSS	mg/L	30
Amonia	mg/L	10
pH	-	6 – 9

Dengan adanya peraturan ini, setiap pelaku usaha penatu harus melakukan pemantauan air limbah yang dihasilkan setiap bulannya dan melakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum di buang ke badan air. Banyak metode telah digunakan untuk menurunkan kadar pencemar pada air limbah penatu. Contoh pengolahan air limbah penatu yaitu menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Koagulasi dan flokulasi adalah salah satu proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan senyawa yang terdapat di dalam limbah baik dalam bentuk suspensi atau koloid yang tidak dapat mengendap sendiri atau sulit ditangani secara fisik (Sari, 2017).

Biokoagulan merupakan koagulan alami yang dapat berperan dalam proses sedimentasi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap dengan sendirinya. Biokoagulan merupakan alternatif yang berpotensi sebagai pengganti koagulan kimia karena mudah untuk didapatkan, jumlahnya banyak, ramah lingkungan dan sifatnya biodegradable (Pembayun & Rahmayanti, 2020). Salah satu koagulan alami yang dapat dijadikan sebagai alternatif dalam pengolahan air limbah yang ramah lingkungan adalah biji kelor (*Moringa oleifera*) yang berasal dari famili *Moringaceae*. Kandungan zat aktif yang terdapat dalam biji kelor adalah *4-alfa-4 rhamnosyoxo benzyl-isothiocyanate* yang berperan sebagai koagulan yang efektif. Zat aktif ini bekerja dengan cara mengubah partikel-partikel air limbah menjadi lebih kecil sehingga luas

permukaan zat aktif biji kelor tersebut semakin besar dan banyak. Biji kelor yang digunakan harus memiliki kelembaban yang kecil, karena apabila kandungan airnya lebih banyak maka zat aktif yang terdapat pada permukaan biji kelor tertutupi oleh air sehingga kemampuan untuk menyerap limbah semakin kecil (Bangun dkk. 2013).

## METODE

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan eksperimen terhadap bahan penelitian yaitu air limbah penatu. Air limbah penatu akan diproses dengan metode koagulasi-flokulasi. Hasil dari proses pengolahan diatas akan dianalisa sesuai dengan baku mutu limbah cair domestik, yaitu COD, TSS, Turbiditas dan pH.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 40 mesh, gelas beaker 1000 ml, bola hisap, corong pemisah 250 mL, desikator, gayung, jerigen, blender, oven, pipet tetes, pipet ukur, stopwatch, timbangan analitik, dan pompa vacuum. Bahan utama penelitian yaitu biji kelor, aquadest,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_4$ , kertas saring Whatman 42 dan air limbah penatu yang diperoleh dari usaha penatu Kota Banda Aceh. Metode pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik grab sampling dengan ketentuan berdasarkan (SNI 6989.59.2008).

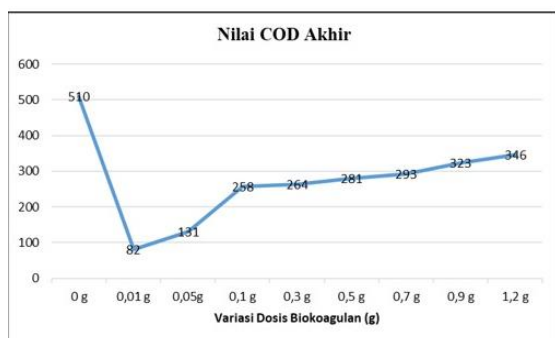
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui keefektifan serbuk biji kelor sebagai biokoagulan terhadap air limbah penatu dilakukan perhitungan yang meliputi efektivitas koagulan dengan membandingkan nilai konsentrasi awal parameter air limbah sebelum perlakuan dengan nilai konsentrasi akhir parameter air limbah setelah perlakuan. Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik melalui reaksi kimia (Nafisah, 2020). Hasil uji parameter COD setelah dilakukan proses

koagulasi-flokulasi, dapat dilihat pada Tabel 2, dan grafik pengaruh dosis koagulan serbuk biji kelor terhadap perubahan nilai COD terdapat pada Gambar 1.

**Tabel 2.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai COD

No.	Variasi Dosis Biokoagulan (g)	Pengadukan	Nilai COD Awal (mg/L)	Nilai COD Akhir (mg/L)	Persentase Penurunan
1	0	120/30 rpm	733,48	510	30,46%
2	0,01			82	88,82%
3	0,05			131	82,13%
4	0,1			258	64,82%
5	0,3			264	64,00%
6	0,5			281	61,68%
7	0,7			293	60,05%
8	0,9			323	55,96%
9	1,2			346	52,83%



**Gambar 1.** Grafik Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai COD

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 setelah dilakukan pengadukan menggunakan *jar tes* menunjukkan bahwa kadar COD mengalami penurunan dan kenaikan dengan penambahan berbagai variasi dosis koagulan. Penurunan dan kenaikan nilai COD dari air limbah memiliki perbedaan tergantung dari dosis koagulan yang ditambahkan. Kadar COD dalam air limbah penatu mengalami kenaikan pada dosis koagulan 0 g menjadi 510 mg/L dengan presentase kenaikan 30,46%, hal ini dikarenakan pada dosis tersebut tidak ditambahkan koagulan serbuk biji kelor. Penurunan kadar optimum COD pada dosis 0,01 g menjadi 82 mg/L dengan presentase penurunan 88,82%, hal ini disebabkan karena adanya gaya gravitasi bumi sehingga menyebabkan partikel-partikel turun dan mengendap. Molekul deterjen tidak dapat larut

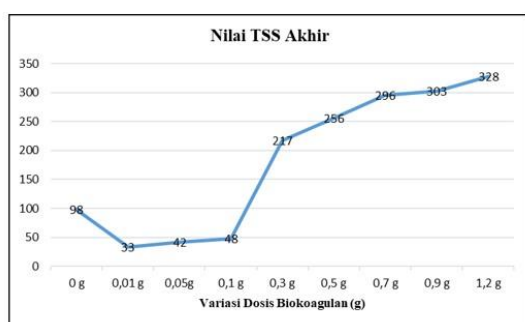
seluruhnya di dalam air karena memiliki rantai hidrokarbon sehingga partikel yang mengendap dan turun merupakan bahan organik tersuspensi. Bahan organik tersuspensi dapat menyebabkan terjadinya pengendapan, sehingga partikel pencemar penatu berkurang dan suplai oksigen menjadi meningkat (Wicheisa dkk. 2018).

Kemampuan koagulan serbuk biji kelor dalam menurunkan kadar COD semakin menurun setelah di tambahkan variasi dosis 0,05 g, 0,1 g, dan 1,2 g berturut-turut mengalami kenaikan dengan nilai menjadi 131 mg/L, 258 mg/L, dan 346 mg/L, hal ini disebabkan oleh adanya bahan-bahan kimia pada kegiatan penatu yang berasal dari deterjen. Komponen penyusun deterjen salah satunya terdiri dari zat adiktif atau bahan tambahan yang berupa pelembut yang mengandung senyawa sodium yang dapat menghabiskan kandungan oksigen di perairan (Wicheisa dkk. 2018). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, baku mutu kadar COD ialah sebesar 100 mg/L. Kadar COD air limbah penatu setelah pengolahan menggunakan biokoagulan serbuk biji kelor didapatkan hasil yang optimum yaitu sebesar 82 mg/L pada dosis koagulan 0,01 g. Hasil ini telah memenuhi baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan.

TSS merupakan total zat padat yang terdiri dari zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut dalam jumlah yang terus meningkat akan menghalangi cahaya yang masuk ke perairan, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis (Rohman, 2016). Hasil uji parameter TSS dapat dilihat pada Tabel 3. Kadar parameter TSS setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi, seperti yang terdapat pada Gambar 2.

**Tabel 3.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai TSS

No	Variasi Dosis Biokoagulan	Pengadukan	Nilai TSS Awal	Nilai TSS Akhir	Presentase Penurunan
1	0 g	120/30 rpm	110,0 mg/L	98 mg/L	10,90%
2	0,01g			33 mg/L	70,00%
3	0,05g			42 mg/L	61,81%
4	0,1 g			48 mg/L	56,36%
5	0,3 g			217mg/L	-97,27%
6	0,5 g			256 mg/L	-132,72%
7	0,7 g			296 mg/L	-169,09%
8	0,9 g			303 mg/L	-175,45%
9	1,2 g			328 mg/L	-198,18%

**Gambar 2.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai TSS

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, setelah dilakukan pengadukan menggunakan *jar tes* menunjukkan bahwa kadar TSS mengalami penurunan dan kenaikan dengan penambahan berbagai variasi dosis koagulan. Penurunan dan kenaikan nilai TSS dari air limbah memiliki perbedaan tergantung dari dosis koagulan yang ditambahkan. Kadar TSS dalam air limbah penatu mengalami kenaikan pada dosis koagulan 0 g menjadi 98 mg/L dengan presentase kenaikan 10,90%, hal ini dikarenakan pada dosis tersebut tidak ditambahkan koagulan serbuk biji kelor. Nilai penurunan kadar TSS optimum pada dosis 0,01 g turun menjadi 33 mg/L dengan presentase penurunan sebesar 70,00%, hal ini disebabkan oleh serbuk biji kelor yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan akan menghasilkan muatan positif dalam jumlah yang banyak, sehingga akan berinteraksi dan mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif dalam air limbah sehingga membentuk flok-flok melalui mekanisme adsorpsi (Gea dkk. 2019).

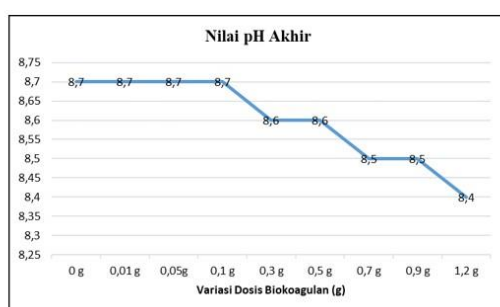
Kemampuan koagulan serbuk biji kelor dalam menurunkan kadar TSS semakin menurun setelah di tambahkan variasi dosis 0,3 g, 0,7 g dan 1,2 g berturut-turut mengalami kenaikan dengan nilai menjadi 217 mg/L, 296 mg/L dan 328 mg/L, hal ini disebabkan oleh penambahan biokoagulan yang berlebihan mengakibatkan bertambahnya flok untuk mengapung dan tidak mengendap sehingga evektifitas penurunan kadar TSS semakin meningkat. Selain itu, penambahan dosis koagulan yang berlebihan akan membuat partikel koloid yang telah terbentuk menjadi tidak stabil karena tidak adanya ruang untuk menghubungkan partikel sehingga proses koagulasi-flokulasi tidak bekerja maksimal sehingga menyebabkan nilai TSS semakin meningkat di atas dosis optimum (Bangun dkk. 2013).

Berdasarkan Permen LHK No.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, baku mutu kadar TSS adalah sebesar 30 NTU. Penurunan kadar TSS air limbah penatu setelah pengolahan menggunakan biokoagulan serbuk biji kelor yang optimum didapatkan adalah pada dosis koagulan 0,01 g yaitu sebesar 33 mg/L. Hasil ini belum memenuhi baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan sehingga memerlukan pengolahan tambahan.

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi proses koagulasi. Proses koagulasi yang dilakukan tidak pada rentang pH optimum, maka akan mengakibatkan gagalnya proses pembentukan flok dan rendahnya kualitas air yang dihasilkan (Yuliasri, 2010). Hasil uji parameter pH dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar parameter pH setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi, seperti yang terdapat pada Tabel. Grafik pengaruh dosis koagulan serbuk biji kelor terhadap perubahan nilai pH terdapat pada Gambar 3.

**Tabel 4.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai pH

No	Variasi Dosis Biokoagulan	Pengadukan	Nilai pH Awal	Nilai pH Akhir
1	0 g	120/30 rpm	8,7	8,7
2	0,01g			8,7
3	0,05g			8,7
4	0,1 g			8,7
5	0,3 g			8,6
6	0,5 g			8,6
7	0,7 g			8,5
8	0,9 g			8,5
9	1,2 g			8,4

**Gambar 3.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai pH

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 setelah dilakukan pengadukan menggunakan *jar tes* menunjukkan bahwa kadar pH mengalami penurunan dengan penambahan berbagai variasi dosis koagulan. Penurunan nilai pH dari air limbah memiliki perbedaan tergantung dari dosis koagulan yang ditambahkan. Kadar pH pada dosis koagulan 0 g tidak mengalami kenaikan dan penurunan, hal ini dikarenakan pada dosis tersebut tidak ditambahkan koagulan serbuk biji kelor. Nilai penurunan kadar pH optimum pada dosis 2 g turun menjadi 8,3, hal ini disebabkan oleh ion hidoksida pada air limbah bereaksi dengan gugus karboksil asam amino protein pada biji kelor yang kemudian melepaskan ion  $H^+$  dalam suasana asam lemah (Hermida, 2021).

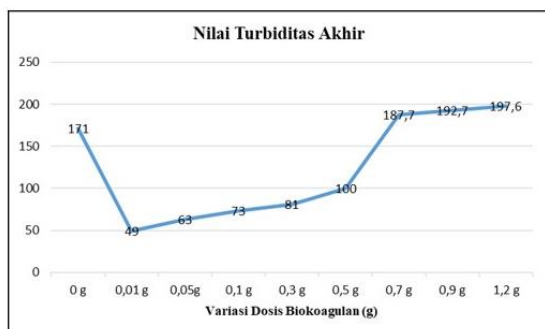
Sedangkan setelah penambahan koagulan pada dosis koagulan pada dosis 0,01 g hingga 1,2 g menghasilkan nilai pH bervariasi antara dua belas variasi dosis yang mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan nilai pH yang diberikan oleh

air limbah penatu akan mempengaruhi muatan dan struktur koagulan polimer karena gugus fungsinya menerima proton atau terdisosiasi (Hermida, 2021). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, baku mutu kadar pH ialah sebesar 6-9. Kadar pH air limbah penatu setelah pengolahan menggunakan biokoagulan serbuk biji kelor didapatkan hasil yang optimum yaitu sebesar 8,4 pada dosis koagulan 1,2 g. Hasil ini telah memenuhi baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan.

Turbiditas (kekeruhan) merupakan partikel terlarut yang akan mempengaruhi warna air yang disebabkan oleh partikel terlarut di dalam air yang ukurannya berkisar antara 0,01-10 mm. partikel yang sangat kecil dengan ukuran kurang dari 5 mm disebut dengan partikel koloid dan sulit mengendap (Yuliastri,2010). Nilai awal kadar turbiditas air limbah penatu yaitu 188,8 mg/L. Hasil uji parameter TSS dapat dilihat pada Tabel kadar parameter TSS setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi, seperti yang terdapat pada Tabel 5. Grafik pengaruh dosis koagulan serbuk biji kelor terhadap perubahan nilai TSS terdapat pada Gambar 4.

**Tabel 5.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai Turbiditas

No	Variasi Dosis Biokoagulan	Pengadukan	Nilai Turbiditas Awal	Nilai Turbiditas Akhir	Persentase Penurunan
1	0 g	120/30 rpm	188,8 NTU	171 NTU	10,40%
2	0,01g			49 NTU	74,04%
3	0,05g			63 NTU	66,63%
4	0,1 g			73 NTU	61,33%
5	0,3 g			81 NTU	57,10%
6	0,5 g			100 NTU	43,03%
7	0,7 g			187,7 NTU	0,56%
8	0,9 g			192,7 NTU	-2,07%
9	1,2 g			197,6 NTU	-4,67%



**Gambar 4.** Pengaruh Dosis Koagulan Serbuk Biji Kelor Terhadap Nilai Turbiditas

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 setelah dilakukan pengadukan menggunakan *jar tes* menunjukkan bahwa kadar turbiditas mengalami penurunan dan kenaikan dengan penambahan berbagai variasi dosis koagulan. Penurunan dan kenaikan nilai turbiditas dari air limbah memiliki perbedaan tergantung dari dosis koagulan yang ditambahkan. Kadar turbiditas dalam air limbah penatu mengalami kenaikan pada dosis koagulan 0 g menjadi 171 mg/L dengan presentase kenaikan -10,40%, hal ini dikarenakan pada dosis tersebut tidak ditambahkan koagulan serbuk biji kelor. Penurunan kadar optimum turbiditas pada dosis 0,01 g menjadi 49 mg/L dengan presentase penurunan 74,04%, hal ini disebabkan karena dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap penyisihan turbiditas air limbah. Dengan memberikan dosis yang tepat maka penyisihan turbiditas sampel akan semakin signifikan (Firmansyah & Sihombing, 2022).

Kemampuan koagulan serbuk biji kelor dalam menurunkan kadar turbiditas semakin menurun setelah di tambahkan variasi dosis 0,5 g, 0,7 g dan 1,2 g berturut-turut mengalami kenaikan dengan nilai menjadi 100 mg/L, 187,7mg/L dan 197,6 mg/L, hal ini disebabkan oleh koagulan yang yang tidak dapat lagi

berinteraksi dengan partikel koloid maupun suspensi yang sebelumnya telah mengendap seluruhnya pada bobot optimum. Proses koagulasi terjadi hingga membentuk flok dan mengendap diawali interaksi antara koagulan yang mengandung protein *4-alfa-4 rhamnosyl oxy benzyl-isothiocyanate* yang mengandung muatan positif maupun muatan negatif mengalami penyebaran secara merata pada air limbah dan berinteraksi dengan partikel koloid yang berlawanan muatannya. Interaksi tersebut menyebabkan partikel penyebab kekeruhan menjadi terganggu stabilitasnya. Ketika koagulan menyatu dengan partikel koloid akan membesar dan mengendap (Aras & Asriani, 2021).

## KESIMPULAN

1. Pengolahan air limbah penatu dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan delapan variasi dosis serbuk biji kelor. Dari ke dua belas variasi dosis yang dilakukan dosis optimum dalam menurunkan parameter COD, TSS, pH dan turbiditas ialah pada dosis 0,01 g.
2. Serbuk biji kelor efisien sebagai biokoagulan yang digunakan dalam pengolahan air limbah penatu dan mampu menurunkan kadar COD dengan presentase penurunan sebesar 88,82%, kadar TSS sebesar 70,00%, Kadar pH sebesar 8,4, dan kadar turbiditas sebesar 74,04%.
3. Serbuk biji kelor mampu menurunkan kadar COD sebesar 82 mg/L, hasil ini telah memenuhi baku mutu air limbah domestik, sedangkan pengujian untuk parameter TSS belum mampu menurunkan sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

## DAFTAR RUJUKAN

Aras, N. R. M., & Asriani. (2021). Efektifitas Biji Kelor (*Moringa*

*Oleifera*) Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemar



- Limbah Cair Industri Minuman Ringan. *Jurnal Sainsmath*, 10(1), 42-52.
- Ardiyanto, P., Yuantari, M. G. C., & Studi. (2016). Analisis Limbah Laundry Informal Dengan Tingkat Pencemaran Lingkungan Di Kelurahan Muktiharjo Kidul Kecamatan Pedurungan Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1–12.
- Bangun, A. R., Aminah, S., Hurahaeen, A. A., & Ritonga, M. Y. (2013). Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1).
- Firmansyah, M. R., & Sihombing, B. M. (2022). Demonstrasi Penyaringan Air Sederhana Di Dusun Tegalamba Desa Kedung Jaya, Cibuaya Karawang. *Konferensi Nasional Penelitian Dan Pengabdian (KNPP)*, 5–9.
- Gea, O. B., Suada, I. K., & Merdana, I. K. (2019). Penggunaan Serbuk Biji Kelor Untuk Penanganan Limbah Peternakan Sapi Ditinjau Dari Total Coliform dan Total Suspended Solid. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 8(3), 303-312.
- Hermida, L., Agustian, J., & Kurniasari, B. (2021). Penggunaan Ekstrak Biji Kelor sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, 2(2), 28–34.
- Majid, M., Amir, R., Umar, R., & Hengky, H. K. (2017). Efektivitas penggunaan karbon aktif pada penurunan kadar fosfat limbah cair usaha laundry di kota parepare sulawesi selatan. *Prosiding Seminar Nasional IKAKESMADA*, 85–91.
- Nafisah, A. (2020). *Degradasi Kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Tenun Oleh Bakteri Endofit*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Ningsih, E., Sato, A., Azizah, N., & Rumanto, P. (2018). Pengaruh Waktu Pengendapan dan Dosis Biokoagulan dari Biji Kelor dan Biji Kecapir terhadap Limbah Laundry. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, 1–7.
- Palilingan, S., Pungus, M., dan Tumimomor, F. (2019). Penggunaan kombinasi adsorben sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar fosfat dan amonia air limbah laundry. *Journal of Chemistry*, 4(2), 48–53.
- Pembayun, S. W. R., & Rahmayanti, M. (2020). Efektivitas Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan Alami Dalam Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red Dan Nilai COD. *Jurnal Undiksha*, 9(2), 162–169.
- Purnama, I. G. H., & Purnama, S. G. (2015). *Pengolahan Air Limbah Binatu (Laundry) Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan*. Universitas Udayana.

- Rahmatiyas, H. (2021). *WL-Port (Waste Laundry Portable) Sebagai Sarana Pengelolaan Limbah Laundry Menggunakan Konsep Fitoremediasi dan Filtrasi*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Rohman, M. K. (2016). *Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Filter Membran Dari Sintesis Zeolit Dan Kitosan Untuk Menurunkan Total Suspended Solid (TSS) Dan Surfaktan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rustiah, W., & Andriani, Y. (2018). Analisis Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, lamk) Dalam Menurunkan Kadar COD dan BOD Pada Limbah Jasa Laundry. *Jurnal Indo Chem*, 5(2), 96–100.
- Sari, M. (2017). Optimalisasi Daya Koagulan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal AGRITEPA*, 4(1), 25–37.
- Wicheisa, F. V., Hasnani, Y., & Astorina, N. (2018). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 136–142.
- Yuliastri, I. R. (2010). *Penggunaan Serbuk Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Dan Flokulan Dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah Dan Air Tanah*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.