

EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA (*Carica papaya L.*) TERHADAP PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH LAUNDRY

Bhayu Gita Bhernama^{1*}, Nurul Musfira², Abd Mujahid Hamdan³.

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

³Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

*E-mail: deta.chafez1678@ar-raniry.ac.id

Abstract : *Laundry wastewater is wastewater that comes from washing clothes that use detergent, soap, or other cleaning agent. One of the methods to reduce the level of pollutants in laundry wastewater is through the processes of coagulation and flocculation. The purpose of this research is to know the effectiveness of papaya seed biocoagulant (*Carica papaya L.*) in reducing pH, COD, TSS, and phosphate levels in laundry wastewater, as well as the effect of variations in the mass of papaya seed biocoagulant (*Carica papaya L.*) in reducing pH, COD, TSS, and phosphate levels in laundry wastewater. The mass variation of papaya seed biocoagulant is 2, 3, 4, and 5 grams. The results of the treatment analysis using papaya seed biocoagulant lowered the pH value from the initial pH level of 8.1 to 6.5 at the mass of 4 g of papaya seed biocoagulant and still met the pH range of 6–9 according to quality standards. The best reduction in COD and TSS levels from this research was at the mass of 4 g of papaya seed biocoagulant, with a percentage decrease in COD of 54% and TSS of 33%, but it did not meet quality standards. The greater the mass of papaya seed biocoagulant, the greater the decrease in pH, COD, and TSS levels. In contrast to phosphate levels, which increased along with the increasing mass of papaya seed biocoagulant. Therefore, the use of papaya seed biocoagulant is still not effective in reducing pollutant levels in laundry wastewater.*

Keywords : *biocoagulant, coagulation flocculation, papaya seeds*

Abstrak : Limbah *laundry* merupakan limbah yang berasal dari kegiatan pencucian pakaian yang menggunakan deterjen, sabun atau bahan pembersih lainnya. Salah satu metode untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry* yaitu melalui proses koagulasi dan flokulasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry* serta mengetahui pengaruh variasi massa biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*. Variasi massa biokoagulan biji pepaya yaitu 2, 3, 4 dan 5 g. Hasil analisis perlakuan menggunakan biokoagulan biji pepaya menurunkan

nilai pH dari kadar pH awal 8,1 menjadi 6,5 pada massa biokoagulan biji pepaya 4 g dan masih memenuhi rentang pH 6–9 sesuai baku mutu. Penurunan kadar COD dan TSS yang terbaik dari penelitian ini pada massa biokoagulan biji pepaya 4 g dengan persentase penurunan COD sebesar 54% dan TSS sebesar 33%, namun tidak memenuhi baku mutu. Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka semakin besar pula penurunan kadar pH, COD dan TSS. Berbeda dengan kadar fosfat yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya massa biokoagulan biji pepaya. Oleh karena itu, penggunaan biokoagulan biji pepaya masih belum efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry*.

Kata Kunci : Biokoagulan, koagulasi flokulasi, biji pepaya

PENDAHULUAN

Tahun 2018 tercatat bahwa jumlah usaha *laundry* di Indonesia telah mencapai 4.000 usaha (Pangesti, 2021). Usaha *laundry* menghasilkan limbah dari kegiatan mencuci yang menggunakan deterjen, sabun atau bahan pembersih lainnya (Hak dkk., 2018). Kegiatan pencucian pakaian mengakibatkan penggunaan deterjen meningkat. Faktanya pencucian pada jasa *laundry* ini mencapai 75 s.d 80 kg setiap harinya dan limbah *laundry* yang dihasilkan berkisar 35 s.d 50 liter. Peningkatan jumlah limbah akibat pencucian pakaian yang dihasilkan ini memiliki dampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik karena limbah *laundry* dapat mencemari badan air (Abdullah dkk. 2019). Apabila limbah *laundry* yang berasal dari sisa kegiatan mencuci dibuang begitu saja dengan kandungan busa yang melimpah dapat menghambat masuknya oksigen ke perairan, menghalangi masuknya cahaya matahari ke badan air, dan mengurangi nilai estetika. Pencemaran lingkungan perairan di sekitar pemukiman penduduk dari kegiatan *laundry* yang membuang limbah cairnya tanpa proses pengolahan ke badan air menyebabkan menurunnya kualitas air dan berpengaruh terhadap ekosistem akuatik (Rachmawati dkk. 2014).

Limbah *laundry* memiliki kandungan diantaranya surfaktan, fosfat, *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen*

demand (BOD) dan *total suspended solid* (TSS) yang tinggi (Rajagukguk, 2018). Keberadaan COD, TSS dan fosfat yang berlebihan di badan air akan mencemari badan air dan dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (*blooming algae*) (Purnama & Sang, 2015). Eutrofikasi ditandai dengan tumbuhnya alga yang menyebabkan permukaan badan air menjadi tertutup dan menghambat masuknya matahari. Sinar matahari yang masuk ke dalam perairan pun menjadi menurun sehingga proses fotosintesis terganggu menyebabkan penurunan oksigen dalam air (Hayat & Mu'tamirah, 2019). Kualitas air menjadi menurun karena rendahnya oksigen terlarut sehingga mengganggu ekosistem perairan dan menyebabkan kematian biota air seperti ikan dan spesies lainnya yang hidup di air (Hutapea dkk. 2021). Oleh karena itu, penyisihan COD, TSS dan fosfat di dalam air limbah perlu dilakukan sebelum dibuang ke perairan (Noviana & Dyah, 2021).

Beberapa penelitian terhadap penurunan kadar COD dan TSS dari limbah *laundry* yaitu melalui proses koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi dan flokulasi merupakan salah satu proses pengolahan air maupun air limbah. Koagulasi merupakan proses pengadukan cepat yang bertujuan untuk mendestabilisasi partikel koloid di dalam air menggunakan koagulan sehingga menyebabkan terbentuknya gumpalan. Flokulasi adalah lanjutan dari proses koagulasi dengan pengadukan lambat,

sehingga partikel yang terdestabilisasi membentuk partikel yang lebih besar atau flok yang kemudian akan mengendap (Martina dkk. 2018). Proses koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pH, suhu, kekeruhan, ukuran partikel koagulan, jenis koagulan, dosis koagulan dan kecepatan pengadukan (Novita dkk. 2021).

Penggunaan biokoagulan atau koagulan alami lebih aman digunakan daripada koagulan sintesis. Penggunaan koagulan sintesis memang lebih praktis dalam pengaplikasiannya, namun penggunaan koagulan sintesis dalam jumlah yang besar akan menghasilkan limbah lumpur yang sulit didegradasi yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Biokoagulan yang dapat digunakan dapat berasal dari biji tumbuhan (Olivia dkk. 2021). Penggunaan biokoagulan yang berasal dari tumbuhan tentunya lebih ramah lingkungan dan *biodegradable*. Biji tumbuhan yang dapat digunakan sebagai koagulan diantaranya biji asam jawa (*Tamarindus indica*), biji kelor (*Moringa oleifera*), biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*), dan biji pepaya (*Carica papaya L.*) (Martina dkk. 2018)

Biji pepaya berpotensi menjadi biokoagulan atau koagulan alami. Menurut Lestari dkk. (2021), kandungan senyawa tanin dan protein (polielektrolit) yang terdapat dalam biji pepaya sehingga biji pepaya dapat berperan sebagai biokoagulan. Ningsih (2020), menyebutkan bahwa biji pepaya sebagai biokoagulan dapat menurunkan parameter pencemaran limbah industri tahu, koagulan biji pepaya yang paling optimum dalam menurunkan COD sebesar 61% dan BOD sebesar 62% pada dosis 5 g, serta TSS sebesar 64% pada dosis 2 g dengan pengadukan cepat 1500 rpm menggunakan alat *magnetic stirrer* selama 2 menit, pengadukan lambat 800 rpm selama 15 menit dan pengendapan selama 60 menit. Hasil penelitian Lestari dkk. (2021), biji pepaya mampu menurunkan BOD dan COD dengan persentase penurunan 93% dan total coliform sebesar 66% pada limbah cair

domestik industri baja pada dosis 3 g dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat 45 rpm selama 15 menit. Kecepatan pengadukan sejalan dengan penelitian Abraham dan Harsha (2019) dengan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit sedangkan pengadukan lambat 40 rpm selama 10 menit, dan sedimentasi selama 40 menit. Hasil penelitian Olivia dkk. (2021) bahwa biokoagulan biji pepaya mampu menurunkan nilai kekeruhan pada air sungai sebesar 87,42% pada dosis 0,6 gr/L. Sedangkan pada penelitian Aprilion dkk. (2015) penggunaan biokoagulan biji pepaya mampu menurunkan kekeruhan hingga 99,6% dengan massa biji papaya sebanyak 2,5 g.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian tentang efektivitas biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry* dengan variabel yang digunakan yaitu variasi massa biokoagulan

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Jar test flocculator (Messgerate S6S), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1800) multiparameter (Hanna HI-9813-5), COD inkubator (Hanna HI 839800), COD meter (Hanna HI 83214), vakum filtrasi (Multivac 310-MS-T), oven (Memmert UF 110), desikator, timbangan analitik (Sojiky), *stopwatch*, beaker glass (Pyrex), erlenmeyer, tabung reaksi, pipet volume, penjepit, spatula, gunting, ayakan 100 mesh, blender, lesung, gayung bertangkai, jerigen dan botol sampel.

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian adalah Limbah *laundry*, biji pepaya, Larutan penyangga 4, Larutan penyangga 7, Larutan penyangga 10, Larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), larutan asam sulfat (H_2SO_4), kertas saring Whatman No.42. Akuades,

larutan asam askorbat, larutan ammonium molibdat, larutan kalium antimonil tartrat, indikator fenolftalein

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel independen/bebas, variabel dependen/terikat dan variabel kontrol/tetap. Variabel bebas yaitu variasi massa biokoagulan biji pepaya 2, 3, 4 dan 5 g. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pH, COD, TSS dan fosfat. Variabel kontrol/tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biokoagulan biji pepaya, limbah *laundry*, ayakan ukuran 100 mesh, kecepatan pengadukan cepat sebesar 120 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat 30 rpm selama 20 menit, dan waktu pengendapan selama 60 menit.

Lokasi Pengambilan Sampel

Pengujian sampel untuk parameter pH, COD dan TSS dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pengujian sampel untuk parameter fosfat dilakukan di Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan, Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala.

Preparasi Biokoagulan Biji Pepaya

Preparasi Biokoagulan biji pepaya pada penelitian ini merupakan modifikasi dari Olivia (2021) dan Ningsih (2020). Biji pepaya yang digunakan untuk penelitian yaitu biji dari buah pepaya yang sudah matang, biji pepaya dicuci hingga bersih agar tidak lengket. Biji pepaya dijemur di bawah paparan sinar matahari selama 7 hari agar menghilangkan kadar air dari pencucian (Olivia, 2021). Selanjutnya, biji pepaya ditumbuk kasar menggunakan lesung, kemudian diblender hingga menjadi serbuk. Kemudian serbuk biji pepaya diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk memperoleh serbuk biji pepaya yang lebih halus. Selanjutnya, serbuk biji pepaya ditimbang

menggunakan timbangan analitik dengan variasi massa koagulan yaitu 2, 3, 4, dan 5 g (Ningsih, 2020).

Pengujian Koagulasi Flokulasi

Pengujian koagulasi flokulasi merujuk pada SNI 19-6449-2000. Sampel limbah *laundry* dimasukkan ke dalam empat beaker glass sebanyak 1000 mL masing-masing ditambahkan biokoagulan biji pepaya sebanyak 2, 3, 4 dan 5 g secara berurutan (Ningsih, 2020). Dihidupkan *jar test flocculator* (merek Messgerate S6S), dan diatur pengadukan cepat dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit, lalu pengadukan lambat dengan kecepatan 30 rpm selama 20 menit. Kemudian *jar test* dimatikan dan diendapkan selama 60 menit. Selanjutnya dilakukan pengujian kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada masing-masing beaker glass dan dicatat hasil pengukurannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sampel limbah *laundry* dengan parameter pH, COD, TSS dan fosfat sebelum dan setelah dilakukan perlakuan pada *jar test* dan penambahan biokoagulan biji pepaya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian parameter limbah *laundry* sebelum dan setelah dilakukan perlakuan

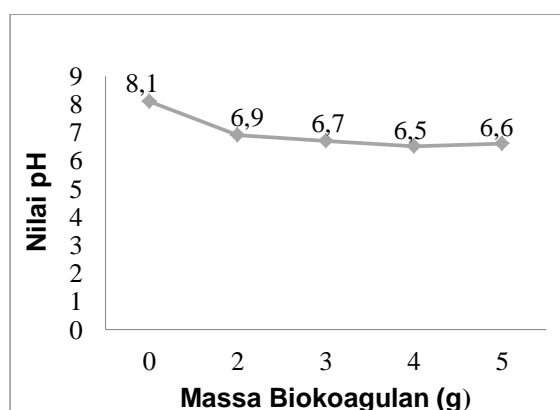
Massa Biokoagulan Biji Pepaya (g)	Kadar Pencemar Pada Limbah Laundry			
	pH	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Fosfat (mg/L)
Baku Mutu*	6-9	100	30	-
Kadar Awal	8,1	1160	117,5	14,29
2	6,9	804	98,75	20,62
3	6,7	793	93,75	26,87
4	6,5	534	78,75	28,55
5	6,6	602	100	35,74

Keterangan : * Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016

Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar pH, COD, dan TSS

Parameter pH

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai pH mengalami penurunan berturut-turut pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2, 3 dan 4 g. Penurunan nilai pH dikarenakan ion hidrogen (ion positif) pada biokoagulan biji pepaya seimbang dengan ion hidroksida (ion negatif) pada sampel limbah *laundry*. Oleh karena itu, proses pemecahan senyawa kimia semakin banyak terjadi di dalam limbah *laundry*. Menurut Adira (2020), seiring meningkatnya massa biokoagulan maka nilai pH semakin menurun karena semakin banyak proses terjadinya pemecahan senyawa kimia di dalam air sehingga ion-ion yang terionisasi akan semakin besar dan menyebabkan nilai pHnya turun. Namun, pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 5 g nilai pH kembali naik dikarenakan proses pemecahan senyawa kimia di dalam air semakin sedikit akibat tidak semua partikel biokoagulan biji pepaya dapat terjadi ikatan kimia antara ion positif pada biokoagulan dan ion negatif pada limbah *laundry*, karena masih banyak sisa partikel biokoagulan yang berlebihan di dalam air limbah.



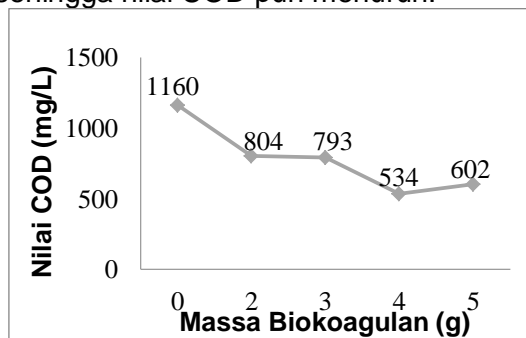
Gambar 1. Pengaruh variasi massa biokoagulan terhadap pH

Nilai pH awal limbah *laundry* sebelum perlakuan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya dan nilai pH akhir setelah perlakuan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya memenuhi baku mutu yaitu 6-9 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016.

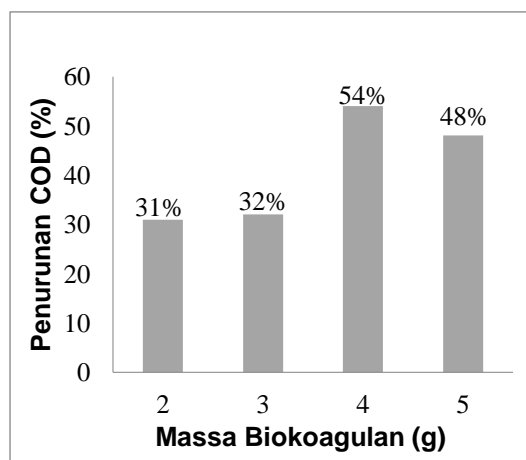
Parameter COD

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa efektivitas penurunan COD pada penambahan massa biokoagulan 2, 3, 4 dan 5 g mengalami persentase penurunan berturut-turut sebesar 31, 32, 54, dan 48 %. Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka efektivitas penurunan COD semakin meningkat. Hal ini dikarenakan biokoagulan biji pepaya memiliki kandungan protein dan tanin yang dapat mengikat bahan-bahan organik dalam limbah *laundry*. Bahan organik yang terkandung di dalam limbah *laundry* memiliki muatan negatif sehingga dapat berikatan dengan ion-ion positif yang terkandung di dalam biokoagulan biji pepaya. Ikatan-ikatan tersebut akan membentuk flok-flok yang lebih besar setelah mengalami proses pengadukan lambat dimana partikel saling bertabrakan dan kemudian akan mudah mengendap, sehingga kadar COD di dalam limbah *laundry* pun menurun. Menurut Adira (2020), senyawa tanin dapat berikatan dengan bahan organik dan partikel koloid pada air limbah sehingga dapat menyisihkan nilai COD. Protein kationik (ion positif) yang terkandung di dalam biji pepaya saling mengikat dengan ion negatif pada air limbah. Saat penambahan biokoagulan disertai dengan pengadukan cepat dan lambat, maka protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh bagian air limbah dan akan berinteraksi dengan partikel-partikel negatif dan senyawa organik sehingga membentuk flok-flok. Menurut Coniwanti (2013), apabila berkurangnya senyawa organik dan padatan tersuspensi maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi

senyawa tersebut semakin berkurang sehingga nilai COD pun menurun.



Gambar 2. Pengaruh variasi massa biokoagulan terhadap nilai COD



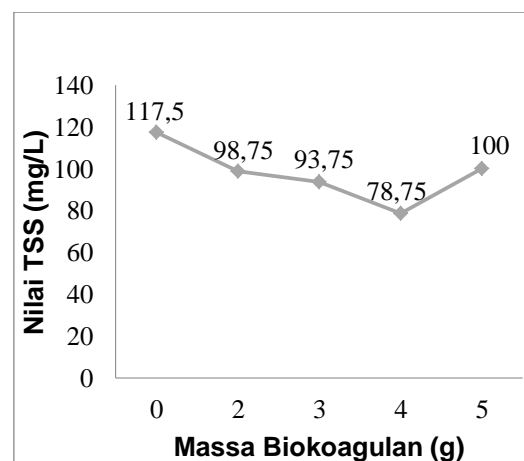
Gambar 3. Pengaruh massa biokoagulan terhadap penurunan COD

Efektivitas penurunan COD pada penambahan massa biokoagulan 5 g kembali merendah, dikarenakan massa biokoagulan yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel biokoagulan dapat berinteraksi dengan bahan organik membentuk flok-flok dalam air limbah. Partikel biokoagulan yang tidak berikatan menyebabkan kadar COD kembali naik. Hal ini didukung oleh penelitian Coniwanti (2013), penambahan massa biokoagulan yang berlebihan pada air limbah dapat menyebabkan kejenuhan pada air limbah sehingga menyebabkan flok-flok yang akan direduksi sudah habis. Berdasarkan variasi massa biokoagulan biji pepaya dengan kecepatan pengadukan 120/30 rpm maka penurunan kadar COD tertinggi yaitu pada massa biokoagulan biji pepaya 4 g dengan efektivitas penurunan kadar COD sebesar 54%. Namun, penurunan COD yang

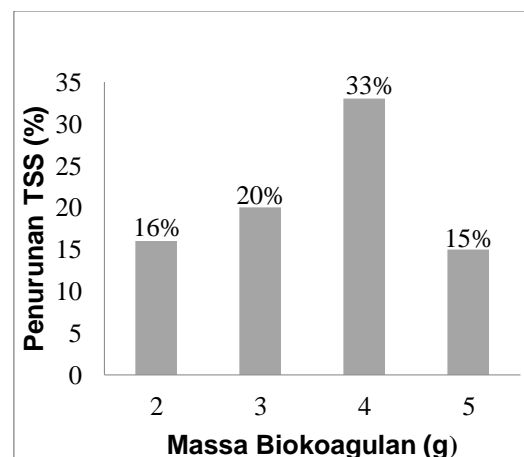
terjadi masih belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang yaitu 100 mg/L. Oleh karena itu, biokoagulan biji pepaya belum efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah *laundry*.

Parameter TSS

Efektivitas penurunan kadar TSS pada penambahan massa biokoagulan 2, 3, 4 dan 5 gram mengalami persentase penurunan berturut-turut sebesar 16, 20, 33, dan 15 %. Penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Pengaruh massa biokoagulan terhadap nilai TSS



Gambar 5. Pengaruh massa biokoagulan terhadap penurunan TSS

Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka efektivitas penurunan

kadar TSS semakin meningkat. Hal ini dikarenakan biokoagulan biji pepaya yang memiliki kandungan zat aktif berupa tanin yang dapat mengikat partikel koloid dan partikel tersuspensi membentuk flok-flok dan terjadi pengendapan sehingga kadar TSS pun menurun. Selain itu, biokoagulan biji pepaya memiliki kandungan protein kationik (ion positif). Terjadinya ikatan antara ion positif pada biokoagulan biji pepaya dengan ion negatif pada limbah *laundry* menyebabkan partikel koloid yang awalnya stabil menjadi tidak stabil (destabilisasi) sehingga terjadi pembentukan gumpalan (flok-flok) yang dapat mengendap dengan adanya bantuan gaya gravitasi.

Menurut Airun (2020), kandungan protein pada biji pepaya dapat berperan membantu dalam proses destabilisasi partikel koloid dan partikel tersuspensi yaitu adanya gaya tarik-menarik antara ion-ion negatif (anionik) dari partikel polutan dan ion-ion positif (kationik) dari partikel koagulan sehingga membentuk mikroflok. Protein dapat berperan sebagai polielektrolit yang berfungsi mempermudah pembentukan flok. Menurut Ningsih (2020), penurunan TSS disebabkan oleh sifat biji pepaya yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan biji pepaya akan menghasilkan muatan positif dalam jumlah yang banyak.

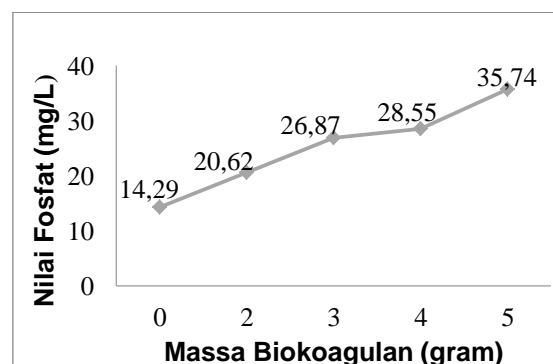
Efektivitas penurunan kadar TSS pada massa biokoagulan biji pepaya 5 g kembali merendah. Hal ini dikarenakan massa biokoagulan biji pepaya yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel biokoagulan dapat berinteraksi dengan partikel koloid membentuk flok-flok dalam limbah *laundry*. Oleh karena itu, partikel biokoagulan yang tidak berikatan menyebabkan kadar TSS kembali naik.

Hal ini didukung oleh penelitian Coniwanti (2013), penambahan massa biokoagulan yang berlebihan pada air limbah dapat menyebabkan kejenuhan pada air limbah sehingga menyebabkan flok-flok yang akan direduksi sudah habis dan biokoagulan melayang di dalam air limbah dan bertindak sebagai pengotor.

Berdasarkan variasi massa biokoagulan biji pepaya dengan kecepatan pengadukan 120/30 rpm maka penurunan kadar TSS tertinggi yaitu pada massa biokoagulan biji pepaya 4 g dengan efektivitas penurunan TSS sebesar 33%. Penurunan kadar TSS belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 yaitu 30 mg/L. Oleh karena itu, biokoagulan biji pepaya belum efektif dalam menurunkan kadar TSS pada limbah *laundry*.

Parameter Fosfat

Nilai fosfat pada sampel limbah *laundry* semakin naik seiring penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2, 3, 4 dan 5 g. Semakin banyak penambahan biokoagulan biji pepaya maka kadar fosfat semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya kandungan fosfat yang terdapat dalam biokoagulan biji pepaya sehingga dapat meningkatkan kadar fosfat pada limbah *laundry*. Hal ini didukung oleh data hasil pengujian fosfat pada laboratorium yang menyatakan bahwa biji pepaya mengandung kadar fosfat sebanyak 3,043 mg/kg. Oleh karena itu, penambahan biokoagulan biji pepaya tidak efektif dalam menurunkan kadar fosfat, bahkan dapat meningkatkan kandungan fosfat pada air limbah. Pengaruh massa biokoagulan terhadap nilai fosfat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh massa biokoagulan terhadap nilai fosfat

KESIMPULAN

Biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) menurunkan nilai pH dari kadar pH awal 8,1 menjadi 6,5 pada massa biokoagulan biji pepaya 4 g dan masih memenuhi rentang pH 6–9 sesuai baku mutu. Penurunan kadar COD dan TSS yang terbaik dari penelitian ini pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dengan persentase penurunan COD

sebesar 54% dan TSS sebesar 33%, namun tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Maka dari itu, penggunaan biokoagulan biji pepaya belum efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry*.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah., Ayu, A., Irwan, Ekawaty P., (2019). Analisis Karakteristik Limbah *Laundry* Terhadap Penyakit Dermatitis Kontak Iritan Pada Pekerja *Laundry* X Tahun 2019. Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo.
- Abraham, R., & Harsha P. (2019). Efficiency of Tamarind and Papaya Seed Powder As Natural Coagulants. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 6(4), 4850-4852.
- Adira, R. (2020). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Airun, N H. (2020). Pemanfaatan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Skripsi*. Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Aprilion, Raindy, Antaresti & Adriana A. A. (2015). Penurunan Kekeruhan Air Oleh Biji Pepaya, Biji Semangka dan Kacang Hijau. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. 14(1), 35.
- Coniwanti I. D., & Pamilia (2013). Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS, dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(19):22-30.
- Hak, Ahsanul, Yeti K., & Husnul H., (2018). Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleifera, Lam*) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS Dalam Limbah Laundry. *Jurnal Kependidikan Kimia*. 6(1), 101-102.
- Hayat, A. Muhammad Fadhil & St. Mu'tamirah (2019). Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan Dalam Menurunkan Kadar Fosfat (PO_4) dan Amoniak (NH_3) Pada Air Limbah Rumah Sakit. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Hutapea, Ribka, Syarfi D., & Edward Hs (2021). Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan Lambat

- Terhadap Penyisihan Fosfat dan TSS Limbah Cair Laundry Menggunakan Biokoagulan Tepung Biji Asam Jawa. *Jom FTEKNIK*. 8, 1.
- Lestari, Dinda Y., Darjati, & Marlik (2021). Penurunan Kadar BOD, COD, dan Total Coliform Dengan Penambahan Biokoagulan Biji pepaya (*Carica papaya L.*). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1), 52.
- Martina, Angela, Dian S.E., Jenny N., & M. Soetedjo (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa Dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna *Drimaren Red* Pada Limbah Tekstil Sintetik Pada Berbagai Variasi Operasi. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(2), 99.
- Ningsih, N.R., (2020). Efektivitas Biji Melon (*Cucumis melo L.*) dan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Industri Tahu. *Skripsi. Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- Noviana, L., & Dyah P. (2021). Tingkat Toksisitas Limbah Laundry Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Laporan Penelitian Dosen. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta*.
- Novita, Elida, Moh. Bagus S., & Hendra A.P. (2021). Penanganan Air Limbah Industri Kopi Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Alami Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 22(1), 14.
- Olivia, Arinda, Lita D., & Dewi F. (2021). Penggunaan Biokoagulan dari Biji Tanaman Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Sungai. *JOM FTEKNIK*. 8(1), 1.
- Pangesti, A.W.M. (2021). Analisis Karakteristik Limbah Cair Laundry Di Kecamatan Medan Selayang Kota Medan Tahun 2020. *Skripsi. Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Purnama, I G. H. & Sang G. P. (2015). Pengolahan Air Limbah Binatu (Laundry) Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (*Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands*). *Laporan Penelitian Dosen Muda. Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana*.
- Rachmawati, Budiany, Yayok S.P & Mohamad M. (2014). Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 6(1), 16.
- Rajagukguk, P.T.R. (2018). Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben Untuk Penyisihan Deterjen dan Fosfat Dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry. *Skripsi. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara*.
- SNI 19-6449-2000 tentang Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi Dengan Cara Jar.
- SNI 06-6989.3-2004 tentang Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid, TSS*) Secara Gravimetri.

- SNI 06-6989.11-2004 tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan pH Meter.
- SNI 6989.2-2009 tentang Cara Uji kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri.
- SNI 6989.31-2005 tentang Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat.
- SNI 6989.59-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.