

Efektivitas Biokoagulan Serbuk Kulit Pisang Kepok dan Biji Jarak Pagar terhadap Kadar COD Air Limbah Domestik (*Effectiveness of the Biocoagulant of Kepok Banana Peel Powder and Physic Nut Seed on COD Levels of Domestic Wastewater*)

Apriliya Thalib¹, Herlina Jusuf², Tri Septian Maksu³

^{1,2,3}Kesehatan Masyarakat, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo
ayuthalib5@gmail.com¹, herlinajusuf@ung.ac.id², triseptian@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
Article history: Received: 29 Juni 2026 Revised: 15 Juli 2026 Accepted: 16 Juli 2026 Keywords: Biocoagulant Kepok Banana Peel Physic Nut Seed COD Domestic Wastewater Kata Kunci: Biokoagulan Kulit Pisang Kepok Biji jarak COD Air Limbah Domestik	Domestic wastewater is liquid waste generated by various human activities, including households, offices, and other public facilities. The liquid waste produced generally has a relatively high Chemical Oxygen Demand (COD) concentration. The use of biocoagulants such as kepok banana peel powder and physic nut seeds is a new alternative for environmentally friendly, efficient wastewater treatment. This study aims to test the effectiveness of utilizing kepok banana peel powder and physic nut seeds as biocoagulants in reducing COD levels of domestic wastewater. This study employed a true experimental design with a Completely Randomized Design (CRD), using dose ratios of 25%:75%, 50%:50%, and 75%:25% with three repetitions. The domestic wastewater sample consisted of 5 liters obtained using the Grab Sample technique. Data were analyzed using the One-Way ANOVA test with a significance level (α) of 5%. The study results show that the biocoagulant combination of kepok banana peel powder and physic nut seeds is effective in reducing COD levels. The initial COD level of the domestic wastewater was 1870 mg/L. The most effective dose ratio for reducing COD levels was 25%:75%, with an effectiveness of 24%. In conclusion, there is a difference in the effectiveness of the combination of kepok banana peel powder and physic nut seeds in reducing COD levels in domestic wastewater (p-value=0.000). The community is encouraged to utilize biocoagulant powder derived from kepok banana peel waste and physic nut seeds as an alternative for more environmentally friendly domestic wastewater treatment. Abstrak Air limbah domestik merupakan hasil buangan cair dari berbagai aktivitas manusia seperti rumah tangga, kantor, maupun fasilitas umum lainnya. Limbah cair yang dihasilkan biasanya memiliki nilai konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) yang cukup tinggi. Penggunaan biokoagulan seperti serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar merupakan salah satu alternatif baru dalam pengolahan air limbah yang ramah lingkungan dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pemanfaatan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar sebagai biokoagulan untuk menurunkan kadar COD air limbah domestik. Jenis penelitian eksperimen murni dengan pendekatan Rancangan Acak Lengkap (RAL), variasi perbandingan dosis 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25% dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Sampel air limbah domestik sebanyak 5 liter yang diperoleh menggunakan teknik Grab Sample. Data dianalisis menggunakan uji One-Way Anova dengan tingkat kesalahan (α) sebesar 5%. Hasil penelitian menunjukkan biokoagulan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar efektif terhadap penurunan kadar COD. Kadar COD awal air limbah domestik adalah 1870 mg/L. Perbandingan dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD adalah

perbandingan dosis 25%:75% dengan persentase efektivitas sebesar 24%. Kesimpulan, ada perbedaan efektivitas kombinasi serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar terhadap kadar COD air limbah domestik (p-value = 0.000). Masyarakat disarankan dapat memanfaatkan serbuk biokoagulan dari limbah kulit pisang kepok dan biji jarak pagar sebagai alternatif pengolahan air limbah domestik yang lebih ramah lingkungan.

Corresponding Author:

Apriliya Thalib
Fakultas Olahraga dan Kesehatan
Universitas Negeri Gorontalo
ayuthalib5@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan kondisi yang diakibatkan adanya masukan beban pencemar/limbah buangan yang berupa gas, bahan yang terlarut, dan partikulat. Pencemar yang masuk ke dalam badan perairan dapat dilakukan melalui atmosfer, tanah, limpasan/run off dari lahan pertanian, limbah domestik, perkotaan, industri, dan lain-lain. Pencemaran terjadi bila dalam lingkungan terdapat bahan yang menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan, baik yang bersifat fisik, kimiawi, maupun biologis (Liku et al., 2022). Aktivitas penduduk yang tinggi menyebabkan peningkatan bahan buangan. Bahan buangan tersebut dapat berupa padatan dan cairan (Ryanita et al., 2020).

Salah satu bentuk pencemaran air yang terjadi akibat meningkatnya aktivitas penduduk adalah pencemaran yang berasal dari limbah domestik. Limbah domestik mengandung bahan organik dan anorganik maupun gas yang terkandung dalam limbah cair rumah tangga dapat mencemari lingkungan serta menyebabkan berbagai penyakit (Hadi & Pungut, 2022).

Sebagai alternatif baru dalam pengolahan air limbah dengan menggunakan metode yang hemat energi, ramah lingkungan, berkelanjutan, dan hemat biaya adalah menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Proses ini melibatkan pengumpulan partikel-partikel yang berkontribusi terhadap kekeruhan dan tidak dapat dihilangkan dengan gravitasi, dan menggabungkannya menjadi partikel-partikel yang lebih besar yang dapat dihilangkan dengan menambahkan bahan koagulan (Tamjidillah & Nizar, 2023).

Pengembangan koagulan organik yang ramah lingkungan dan efisien telah banyak diupayakan. Koagulan ini, yang juga dikenal sebagai biokoagulan, berasal dari sumber-sumber alami seperti cangkang udang, cangkang buah, biji-bijian, atau kayu (Askari et al., 2024). Biokoagulan dapat mengurangi dampak negatif dari koagulasi-flokulasi terhadap lingkungan dan kesehatan jika dibandingkan dengan koagulan anorganik. Biokoagulan memiliki beberapa keunggulan, termasuk biodegradabilitas, biokompatibilitas, toksisitas rendah, dan efisiensi energi (Putra et al., 2019).

Bahan alami berpotensi sebagai biokoagulan karena mengandung senyawa aktif yaitu polisakarida, polifenol, dan protein yang mampu berperan sebagai agen koagulasi. Beberapa bahan alami yang memiliki potensi tersebut adalah kulit pisang kepok dan biji jarak pagar. Kulit pisang kepok memiliki kandungan senyawa polisakarida dan polifenol sedangkan biji jarak pagar mengandung protein dapat berperan sebagai bahan koagulan.

Hasil penelitian yang dilakukan Ramadani et al. (2025) pektin sebagai koagulan alami yang berhasil diekstrak dari kulit pisang kepok. Kondisi terbaik yang diperoleh adalah pada dosis 7 mg/L dengan waktu pengendapan 15 menit. Efisiensi COD tertinggi yaitu 44,89%. Peningkatan dosis pektin dapat meningkatkan efisiensi penyisihan parameter pencemar.

Penelitian oleh Sibartie dan Ismail (2018) jarak pagar terbukti bekerja paling baik pada pH 3 dan dosis koagulan 200 mg/L. Nilai COD terendah tercatat pada pH 3, pengurangan COD sebesar 34,9%. Mulai dosis 90 mg/L, COD mengalami penurunan signifikan dan mencapai nilai terendah pada dosis 200 mg/L. Penurunan COD sebesar 32% pada dosis tersebut.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Desa Bulota, Kecamatan Telaga Jaya, Kabupaten Gorontalo, yang menjadi lokasi pengambilan sampel air limbah domestik dari masyarakat setempat. Hasil observasi menunjukkan dari 457 rumah tangga yang ada di desa Bulota, ada sebanyak 331 (72,4%) rumah tangga yang membuang air limbahnya ke selokan. Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga di lokasi tersebut terlihat keruh berwarna kecokelatan, berbau tidak sedap, terdapat busa dan minyak.

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo dengan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sample*), bahwa sampel air limbah domestik di pemukiman Desa Bulota, Kecamatan Telaga Jaya, Kabupaten Gorontalo diambil pada pukul 12:00 WITA, diperoleh hasil pemeriksaan nilai COD sebesar 109 mg/L. Nilai COD yang diperoleh tidak memenuhi standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Lingkungan/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 Tentang Baku Mutu Air Limbah dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Air Limbah Domestik yang menetapkan standar baku mutu COD sebesar 80 mg/L. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan air limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga sebelum di buang ke lingkungan atau ke badan air.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian tempat pengambilan sampel air limbah yaitu di kompleks permukiman yang berada di Jalan Husin Bilondatu, Desa Bulota, Kecamatan Telaga Jaya, Kabupaten Gorontalo. Sedangkan untuk lokasi preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Jurusan Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo dan pemeriksaan sampel dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo. Penelitian dilakukan selama 1 bulan yaitu bulan Februari 2026.

Metode penelitian yang digunakan Adalah metode kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen murni dengan pendekatan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan variasi perbandingan dosis 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25%. Setiap perlakuan dalam penelitian ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali (triplo) untuk meningkatkan ketelitian dan ketepatan hasil analisis mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WEF).

Sampel dalam penelitian ini adalah air limbah domestik yang diperoleh dari buangan rumah tangga yang diambil sebanyak 5 liter secara *Grab Sample* (sampel sesaat). Prosedur pengambilan sampel air limbah merujuk pada SNI 6989.59:2008 yaitu dilakukan di pagi hari saat aktivitas rumah tangga sedang berlangsung agar mewakili kondisi rata-rata harian atau beban puncak. Hal yang pertama dilakukan adalah sampel limbah cair di tampung dan dimasukkan ke dalam botol. Hal ini diharapkan agar kualitas air limbah domestik belum mengalami perubahan dari sifat fisika, kimia dan biologi (Nulloh et al., 2023).

Total dosis biokoagulan yang digunakan yaitu 400 mg. Alasan pemilihan dosis tersebut karena menurut hasil penelitian Ba'adilla et al. (2025) bahwa dosis koagulan 400 mg/l dapat menurunkan 63,75% kadar COD dalam air limbah.

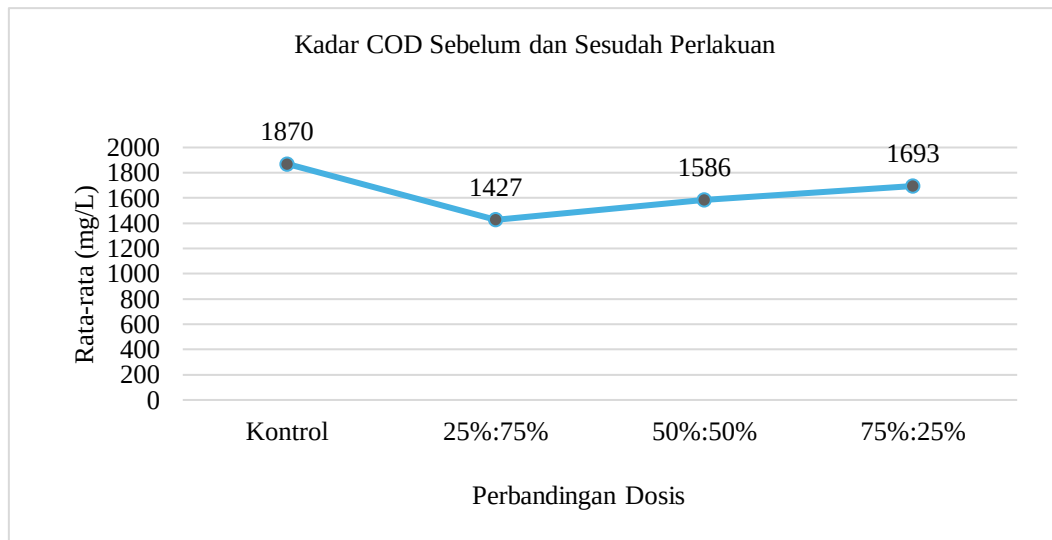
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Persentase Penurunan Kadar COD air limbah domestik dengan variasi perbandingan dosis serbuk kulit pisang kepek dan biji jarak pagar 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25%

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar COD Air Limbah Domestik

Parameter	Perbandingan Dosis	Pengulangan (mg/L)			Rata-rata Penurunan (mg/L)	Efektivitas
		I	II	III		
COD	Kontrol	1870			1870	-
	25%:75%	1422	1415	1444	1427	24%
	50%:50%	1579	1594	1584	1586	15%
	75%:25%	1685	1665	1729	1693	9%

Sumber: Data Primer, 2026



Gambar 1. Kadar COD Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Sumber: Data Primer, 2026

Berdasarkan tabel 1 Dan gambar 1 menunjukkan bahwa setelah perlakuan dengan perbandingan dosis 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25% biokoagulan dari serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar, dilakukan melalui 2 tahap pengadukan yaitu pengadukan lambat selama 10 menit dengan kecepatan 200 rpm dan pengadukan lambat selama 5 menit dengan kecepatan 40 rpm, diketahui bahwa kadar COD mengalami penurunan dengan efektivitas sebesar 24% yakni pada perbandingan dosis 25%:75%. Dengan demikian, perbandingan dosis 25%:75% merupakan perbandingan dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD. Namun, hasil yang didapat belum memenuhi baku standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Lingkungan/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 Tentang Baku Mutu Air Limbah dan Standar Teknologi Pengolahan Air Limbah untuk Air Limbah Domestik yang menetapkan standar baku mutu COD sebesar 80 mg/L.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perbandingan dosis 25%:75% biokoagulan dengan dosis biji jarak pagar yang lebih tinggi dibandingkan serbuk kulit pisang kepok mampu meningkatkan efektivitas penurunan kadar COD air limbah domestik. Hal ini menunjukkan bahwa dominasi biji jarak pagar lebih optimal dalam menurunkan COD. Biji jarak pagar memiliki kapasitas koagulasi/adsorpsi terhadap senyawa organik lebih tinggi daripada kulit pisang kepok karena perbedaan mendasar pada komposisi kimia dan mekanisme kerjanya dalam proses pengolahan air. Biji jarak pagar kaya akan protein kationik yang memiliki gugus aktif seperti amina bermuatan positif. Muatan positif ini sangat efektif dalam menetralkan partikel koloid organik yang umumnya bermuatan negatif di dalam air limbah. Ketika muatan partikel dinetralkan, gaya tolak-menolak antar partikel berkurang sehingga partikel mudah bergabung membentuk flok yang lebih besar dan cepat mengendap (Reski, 2018). Biji jarak pagar menjadi komponen dominan yang berperan besar dalam netralisasi muatan koloid, pembentukan flok, dan penyerapan bahan organik, sedangkan kulit pisang kepok memberikan permukaan berpori dan tambahan gugus fungsional untuk memperkuat proses adsorpsi dan memperbesar ukuran flok (Sari et al., 2019).

Kulit pisang mengandung senyawa organik, termasuk asam galakturonat, pektin (10-21%) memiliki keunggulan sebagai agen penggumpal untuk partikel koloid dari air limbah. Pektin sebagai polisakarida asam dengan gugus karboksil dan hidroksil berfungsi sebagai agen adsorpsi dan stabilitas flokulasi, menangkap partikel organik kecil melalui ikatan hidrogen (Andri, 2025). Sedangkan kandungan protein kationik pada biji jarak pagar sebesar 18,2% dari berat bijinya berperan dalam menetralkan koloid negatif dari sisa makanan, detergen, dan lemak dengan muatan positif NH_3^+ pada pH 4-5 dalam air limbah domestik domestik (Al-Hanaktah et al., 2025).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hariati et al. (2025) menunjukkan bahwa pada proporsi pektin yang lebih rendah, kekentalan larutan meningkat secara tepat untuk memperlambat pengendapan dini tanpa mengganggu proses pengadukan jar test, sementara proporsi protein yang lebih tinggi menjamin pembentukan jembatan antartikel yang kuat sehingga terbentuk makroflok berukuran lebih dari 200 μm yang mengendap. Pektin berperan sebagai pengikat hidrofobik yang memperkuat gumpalan setelah proses penetralan muatan, sehingga mencegah kembalinya stabilitas partikel yang sering terjadi pada penggunaan biokoagulan tunggal (Fitrah et al., 2025).

Penelitian ini sejalan dengan temuan Ba'adilla et al. (2025) menunjukkan proses koagulasi-flokulasi pada limbah cair tahu dengan menggunakan biokoagulan kulit pisang kepok dan biji kelor dapat menurunkan nilai COD dari 1.132 mg/L menjadi 755 mg/L hingga 283 mg/L. Nilai COD terendah pada biokoagulan kulit

pisang kepok terdapat pada dosis 4 gram yaitu sebesar 410 mg/L dan nilai COD terendah menggunakan biokoagulan biji kelor terdapat pada dosis 4 gram yaitu sebesar 283 mg/L. Persentase penurunan COD terbesar dari biokoagulan kulit pisang kepok dan biji kelor terdapat pada dosis 4 gram sebesar 63,75% dan 75%. Penelitian ini menjelaskan bahwa penurunan kadar pencemar dalam air limbah disebabkan oleh kandungan zat aktif (*active agent*) pada biji kelor berperan sebagai protein kationik atau protein yang bermuatan positif. Protein akan bermuatan positif apabila dilarutkan pada pH asam dan menarik partikel tersuspensi yang bermuatan negatif pada air limbah sehingga membentuk flok-flok yang mudah mengendap (Harahap et al., 2023).

Pada perbandingan dosis 50%:50% biokoagulan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar mengalami penurunan efektivitas terhadap kadar COD air limbah domestik. Penurunan efektivitas ini disebabkan oleh dosis serbuk kulit pisang kepok yang setara dengan dosis serbuk biji jarak pagar. Kondisi ini menyebabkan penurunan kandungan polisakarida aktif yang esensial untuk flokulasi, kesetaraan dari kandungan polisakarida dan protein dalam biokoagulan menyebabkan kompetisi situs pengikatan atau restabilisasi partikel koloid yang dapat mengakibatkan penurunan efektivitas penghilang kadar pencemar dalam air limbah (Hidayat, 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan et al. (2023) mengkaji penggunaan koagulan alami dalam pengolahan limbah domestik, khususnya melalui pendekatan kombinasi antara bahan berbasis biomassa lignoselulosa yang kaya polisakarida dengan koagulan nabati yang mengandung protein seperti *Moringa oleifera*. Ketika kedua jenis koagulan tersebut dikombinasikan dengan, diperoleh hasil yang berbeda tergantung pada rasio campurannya. Pada rasio campuran yang setara, yaitu sekitar 50:50, efisiensi penyisihan COD justru mengalami penurunan menjadi sekitar 60%. Kondisi ini disebabkan oleh interaksi yang tidak optimal antara kedua mekanisme koagulasi yang bekerja secara bersamaan tanpa adanya dominasi yang jelas. Akibatnya, proses destabilisasi partikel tidak berlangsung secara efektif. Selain itu, kelebihan gugus aktif dari kedua jenis biokoagulan dapat memicu terjadinya restabilisasi partikel koloid, sehingga partikel yang seharusnya mengendap kembali stabil dalam suspensi. Di sisi lain, sebagian komponen organik dari biokoagulan yang tidak terkoagulasi dengan baik juga tetap berada dalam larutan dan berkontribusi terhadap peningkatan nilai COD akhir. Flok yang terbentuk pada kondisi ini cenderung lebih kecil dan kurang stabil, sehingga mudah pecah selama proses pengadukan lambat dan tidak mampu mengendap secara sempurna (Syahputra, 2025).

Pada perbandingan dosis 75%:25% biokoagulan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar mengalami penurunan efektivitas terhadap kadar COD air limbah domestik. Penurunan efektivitas terjadi seiring meningkatnya proporsi serbuk kulit pisang kepok, menunjukkan bahwa dominasi biji jarak pagar lebih optimal dalam menurunkan COD. Peningkatan proporsi kulit pisang kepok menyebabkan peningkatan viskositas larutan koagulan yang menghambat proses sedimentasi. Dominasi kulit pisang yang kaya polisakarida menyebabkan larutan koagulan menjadi lebih kental. Sementara itu, kandungan protein dari biji jarak pagar yang berperan dalam netralisasi muatan menjadi lebih sedikit, sehingga proses destabilisasi partikel tidak berlangsung optimal (Arifin et al., 2023).

Hal ini sejalan dengan penelitian Abidin (2023) yang menunjukkan bahwa pada dosis optimum koagulan alami berbasis tumbuhan, efisiensi penurunan COD mencapai sekitar 70–85%. Namun ketika dosis ditingkatkan, viskositas larutan meningkat dan efisiensi justru turun menjadi 55–65%, serta waktu pengendapan bertambah hingga 1,5–2 kali lebih lama. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya viskositas larutan akibat tingginya konsentrasi biopolimer dalam koagulan alami. Larutan yang lebih kental menyebabkan pergerakan partikel menjadi terhambat, sehingga frekuensi tumbukan antar partikel berkurang dan proses pembentukan flok tidak berlangsung secara optimal.

Peningkatan viskositas larutan koagulan diakibatkan oleh proporsi tinggi pektin dari kulit pisang kepok. Pektin, sebagai polisakarida hidrofilik, menyerap air secara signifikan membentuk jaringan gel viskoelastik yang meningkatkan kekentalan larutan secara eksponensial. Viskositas yang berlebih ini menghambat mobilitas flokulan karena partikel koagulan sulit bergerak secara difusif dalam medium kental, mengurangi kontak efektif antara agen koagulan dan koloid organik penyebab COD tinggi (Nurlaila, 2024).

3.2 Analisis Variasi Perbandingan Dosis (25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25%) Serbuk Kulit Pisang Kepok dan Biji Jarak Pagar terhadap Kadar COD Pada Air Limbah Domestik

Tabel 2. Uji *One-Way Anova*

Parameter	Variabel	<i>p-value</i>
COD	Perbandingan dosis 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25%	0.000

Sumber: Data Primer, 2026

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa hasil uji *One-Way Anova* parameter COD memperoleh nilai *p-value* = 0.000 < 0.05, maka dapat dikatakan bahwa ada perbedaan penurunan kadar COD pada perbandingan dosis 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25% yang diberikan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar.

Berdasarkan hasil uji statistik, menunjukkan bahwa kadar COD pada perbandingan dosis 25%:75% berbeda dengan perbandingan dosis 50%:50% (p -value = 0.000). Pada peningkatan dosis 50%:50% terjadi penurunan efektivitas biokoagulan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar. Hasil penelitian, menunjukkan bahwa semakin besar massa biokoagulan serbuk biji jarak pagar maka efektivitas penurunan COD semakin meningkat. Hal ini dikarenakan biokoagulan biji jarak pagar memiliki kandungan protein yang dapat mengikat bahan-bahan organik dalam air limbah domestik. Bahan organik yang terkandung di dalam air limbah domestik memiliki muatan negatif sehingga dapat berikatan dengan ion-ion positif yang terkandung di dalam biokoagulan biji jarak pagar. 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 domestik pun menurun (Prianto et al., 2024). Hal ini menunjukkan adanya sinergi antara proses netralisasi muatan oleh protein dan pembentukan jembatan antar partikel oleh polisakarida, sehingga flok yang terbentuk menjadi lebih besar dan mudah mengendap.

Hasil penelitian oleh Adira et al. (2022) menjelaskan bahwa senyawa protein 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 jarak pagar 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. Apabila berkurangnya senyawa organik dan padatan tersuspensi maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa tersebut semakin berkurang sehingga nilai COD pun menurun.

Penelitian ini sejalan dengan temuan Sibartie dan Ismail (2018) yang membandingkan pengaruh Roselle (*H. Sabdariffa*) dan Jarak Pagar (*J. Curcas*) sebagai koagulan alami, secara terpisah dan sebagai kombinasi, terhadap pengolahan limbah cair farmasi. Ditemukan bahwa roselle bekerja paling baik pada pH 4 dan dosis koagulan 190 mg/L dengan penurunan COD sebesar 29%. Jarak pagar ditemukan bekerja paling baik pada pH 3 dan dengan dosis koagulan 200 mg/L dengan penurunan COD sebesar 32%. Ketika jarak pagar dan roselle digunakan secara kombinasi, komposisi optimum ditemukan sebesar 80% jarak pagar dan 20% roselle berdasarkan berat dengan penurunan COD sebesar 46%. Dalam perbandingan antara kedua koagulan alami tersebut, jarak pagar ditemukan sebagai agen koagulasi yang lebih baik dan lebih sesuai untuk pengolahan air limbah farmasi.

Kadar COD pada perbandingan dosis 25%:75% dengan perbandingan dosis 75%:25% biokoagulan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai (p -value = 0.000). Pada peningkatan dosis serbuk kulit pisang kepok pada perbandingan 75%:25% terjadi penurunan efektivitas biokoagulan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar. Hal ini dikarenakan dominasi pektin dapat menyebabkan adsorpsi lemah tanpa didukung jembatan kuat yang menghubungkan beberapa partikel koloid kecil menjadi satu gumpalan besar dari protein yang terbatas, sehingga flok mudah tercerai-berai selama pengadukan lambat dan kadar COD hanya mengalami penurunan minimal (Sufy, 2015). Berdasarkan hasil penelitian oleh Daud et al. (2023) menunjukkan bahwa dosis merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses koagulasi-flokulasi. Parameter polutan dihilangkan dalam proses koagulasi dengan netralisasi muatan dan destabilisasi. Jika dosis koagulasi-flokulasi melebihi dosis yang dibutuhkan pada proses destabilisasi, maka akan terjadi destabilisasi sehingga efisiensi penyisihan menurun.

Kondisi ini sejalan dengan penelitian Bhernama & Musfira (2023) massa biokoagulan serbuk kulit pisang yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel biokoagulan dapat berinteraksi dengan bahan-bahan organik membentuk flok-flok dalam air limbah. Partikel biokoagulan yang tidak berikatan menyebabkan kadar COD kembali naik. Penambahan massa biokoagulan yang berlebihan pada air limbah dapat menyebabkan kejenuhan pada air limbah sehingga menyebabkan flok-flok yang akan direduksi sudah habis.

Kadar COD pada perbandingan dosis 50%:50% dengan perbandingan dosis 75%:25% biokoagulan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai (p -value = 0.001). Seiring dengan kenaikan proporsi serbuk kulit pisang kepok, penurunan efektivitas biokoagulan pun semakin meningkat terjadi karena penambahan serbuk kulit pisang kepok yang sudah melebihi dosis optimal mengakibatkan kompetisi antara pektin hidrofobik dari kulit pisang dan protein dari biji jarak pagar, sehingga keduanya saling mengganggu, menghasilkan gumpalan flok yang longgar dan sebagian zat organik tetap tersuspensi di dalam larutan, yang menyebabkan kadar COD residu lebih tinggi. Hasil penelitian Bhernama & Musfira (2023) penambahan serbuk biokoagulan melebihi dosis optimal menyebabkan kejenuhan pada air limbah, di mana partikel biokoagulan yang tidak terikat justru bertindak sebagai pengotor tambahan dan meningkatkan kadar COD melalui pelepasan senyawa organik teroksidasi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadani et al. (2025) yang menunjukkan hasil pengurangan COD dengan berbagai dosis dan waktu pengendapan. Hasil efisiensi penurunan COD cenderung berfluktuasi pada hasil penyisihan. Efisiensi penyisihan tertinggi sebesar 44,89% diperoleh pada

dosis 7 mg/L dengan waktu pengendapan 15 menit. Penelitian menekankan bahwa pektin yang digunakan dengan skala kecil menghasilkan efisiensi penyisihan kadar COD tertinggi, peningkatan dosis koagulan berpengaruh pada proses koagulasi-flokulasi dalam penyisihan COD. Hal ini disebabkan oleh peningkatan bahan organik di dalam air dan waktu interaksi antara bahan organik dan mikroorganisme. Bahan-bahan organik ini mengalami proses degradasi oleh organisme yang berdampak negatif pada efisiensi penyisihan COD.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai uji perbedaan efektivitas kombinasi serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar sebagai biokoagulan terhadap kadar COD air limbah domestik dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Persentase penurunan kadar COD air limbah domestik dengan perbandingan dosis 25%:75% yaitu sebesar 24%, pada perbandingan dosis 50%:50% yaitu sebesar 15%, dan pada perbandingan dosis 75%:25% yaitu sebesar 9%. Hal ini menunjukkan bahwa dominasi biji jarak pagar lebih optimal dalam menurunkan kadar COD.
- 2) Variasi perbandingan dosis serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD yaitu perbandingan dosis 25%:75% yang menunjukkan rata-rata penurunan dari 1870 mg/L menjadi 1427 mg/L dibandingkan pada perbandingan 50%:50% yaitu 1586 mg/L dan perbandingan 75%:25% yaitu 1693 mg/L. Ada perbedaan penurunan kadar COD pada perbandingan dosis 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25% yang diberikan serbuk kulit pisang kepok dan biji jarak pagar ($p\text{-value} = 0.001$).

4.2 Saran/Rekomendasi

- 1) Kepada masyarakat, masyarakat disarankan dapat memanfaatkan serbuk biokoagulan dari limbah kulit pisang kepok dan biji jarak pagar sebagai alternatif pengolahan air limbah domestik yang lebih ramah lingkungan dan kompos alami yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur tanah.
- 2) Kepada instansi terkait, disarankan dapat melaksanakan pemantauan dan pengawasan secara berkala terhadap limbah yang berasal dari kegiatan domestik sebagai usaha pengendalian pencemaran lingkungan. Selain itu, dapat mengadakan program edukasi dan pelatihan bagi masyarakat mengenai manfaat dan penggunaan biokoagulan untuk pengolahan air limbah domestik.
- 3) Kepada peneliti selanjutnya, disarankan dapat mengembangkan penelitian ini dengan menambah total dosis dan waktu kontak yang berbeda untuk mengoptimalkan proses koagulasi-flokulasi serta melakukan pengukuran pH dan suhu awal air limbah. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat melakukan kombinasi menggunakan bahan alami lainnya yang ramah lingkungan dan mudah diperoleh untuk menurunkan kadar COD air limbah domestik.

REFERENSI

- Abidin, Z. (2023). Performance of natural biocoagulants in wastewater treatment: Influence of dosage and solution properties. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2)(109123.).
- Adira, R., Ashari, T. M., & Rahmi, R. (2022). Pemanfaatan Biji Trembesi (Samanea saman) sebagai Biokoagulan pada pengolahan limbah cair Domestik. *AMINA Upepudumelu: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*, 2(3), 126–132.
- Al-Hanaktah, A., Pérez, S. M., & Alsafasfeh, A. (2025). Optimization and Comparative Performance of *Jatropha Curcas* Extracts for Turbidity Removal in Water Treatment. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 100497–100497.
- Andri, M. (2025). Efektivitas Lidah Buaya (*Aloe Vera*) dan Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata*) Sebagai Koagulan pada Air PDAM Kota Palu. *Jurnal RISMADA (Riset Mahasiswa Indonesia Berkarya)*, 1(1), 32–40.
- Arifin, U. R. S., Jadid, M. M. E., & Widiono, B. (2023). Pengolahan limbah air asam tambang emas dengan proses netralisasi koagulasi flokulasi. *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, 5(2), 112–120.
- Askari, H., Larasati, D., & Yudo, H. (2024). Pengembangan Material Baru untuk Pengolahan Limbah Industri: Tinjauan Sistematis Literatur. *Nusantara Technology and Engineering Review*, 2(2), 84–93.
- Ba'adilla, S., Nugraha, A. W., & Laksono, U. T. (2025). Pengaruh Biokoagulan dari Kulit Pisang Kepok dan Biji Kelor Terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Agroindustri Pangan*, 4(1), 1–17.
- Bhernama, B. G., & Musfira, N. (2023). Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica Papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Laundry. *Amina*, 5(1), 16–25.

- Daud, N. M., Abdullah, S. R. S., Hasan, H. A., Othman, A. R., & Ismail, N. (2023). Coagulation-flocculation treatment for batik effluent as a baseline study for the upcoming application of green coagulants/flocculants towards sustainable batik industry. *Heliyon*, 9(6).
- Fitrah, M. A., Kasim, S., Saleh, M., & Thohira, M. C. (2025). Biokoagulan Sebagai Teknologi Koagulasi Untuk Pengendalian Kekeruhan Pada Pengolahan Air: Sebuah Tinjauan Sistematis. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 25(2), 195–210.
- Hadi, S. N., & Pungut, P. (2022). Penurunan BOD, COD Dan TSS Pada Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi Floating Wetland Dilanjutkan Constructed Wetland. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 20(02), 94–102.
- Harahap, L. A., Sirait, R., & Lubis, R. Y. (2023). Efektivitas Biji Kelor Pada Proses Koagulasi Untuk Penurunan Kekeruhan, Logam (Fe), Dan Zat Organik (KMNO₄) Pada Air. *Journal Online of Physics*, 8(2), 66–69.
- Hariati, A. M., Mahariawan, I. M. D., Yuniarti, A., Wiadnya, D. G. R., Fakhri, M., Juniar, S., & Nurfarizi, M. H. (2025). *Potensi, Manfaat dan Fisibilitas Budidaya Sistem Bioflok*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Hidayat, A. F. (2025). Pemanfaatan Koagulan Alami Tongkol Jagung Pada Proses Pengolahan Air. (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Kurniawan, S., B., Abdullah, S., Saleem, M., & Bachman, R. (2023). Application of natural coagulant–flocculant in domestic wastewater treatment. *Environmental Technology & Innovation*, 30.
- Liku, A. L. A., Mulya, W., Sari, I. P., Sipahutar, M. K., & Noeryanto, N. (2022). Mengidentifikasi sumber pencemaran air limbah di tempat kerja. *EUNOIA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 14–19.
- Nulloh, M. I., Supriatna, A. D. I. M., & Amalia, V. (2023). Sintesis Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Jagung (*Zea Mays L*) Sebagai Adsorben Limbah Cair Industri Laundry. 34, 60–68.
- Nurlaila, R. (2024). Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana*): Studi Pengaruh Variabel Ekstraksi pada Hasil dan Karakteristiknya. *Praxis: Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat Dan Jejaring*, 7(1), 51–61.
- Prianto, N., Widyaningsih, G., & Santosa, I. (2024). Efektifitas Koagulan Biji Asam Jawa untuk Menurunkan Kadar BOD dan TSS Pada Limbah Cair Domestik di Desa Hajimena Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. *Malahayati Nursing Journal*, 6(6), 2200–2211.
- Putra, R. S., Iqbal, A. M., Arirahman, I., & Sobari, M. (2019). Evaluasi perbandingan koagulan sintesis dengan koagulan alami dalam proses koagulasi untuk mengolah limbah laboratorium. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, 11(1).
- Ramadani, T. A., Setiawan, S. D., Astuti, U. P., & Mayangsari, N. E. (2025). Biokoagulan berbasis Kulit Pisang Kepok untuk Mereduksi TSS dan COD. *METANA*, 21(1), 29–38.
- Reski, I. (2018). Reski, I. (2018). Penurunan Kadar Zat Padat Tersuspensi (TSS) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Dengan Memanfaatkan Biji Kelor Sebagai Koagulan Menggunakan Jar Test. *Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang*.
- Ryanita, P. K. Y., Arsana, I. N., & Juliasih, N. K. A. (2020). Fitoremediasi Dengan Tanaman Air Untuk Mengolah Air Limbah Domestik. *Jurnal Widya Biologi*, 11(2), 76–89.
- Sari, A. A., Utomo, T. B., Parmawati, Y., & Wulandari, D. (2019). Sudarno (2019). Integrasi Pengolahan Air Limbah Lindi Hitam dengan COD dan TSS Tinggi dari Proses Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 100–106.
- Sibartie, S., & Ismail, N. (2018). *Potential of Hibiscus sabdariffa and Jatropha curcas as natural coagulants in the treatment of pharmaceutical wastewater*. 152, 01009–01009.
- Sufy, Q. (2015). Pengaruh Variasi Perlakuan Bahan Baku dan Konsentrasi Asam Terhadap Ekstraksi dan Karakteristik Pektin dari Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana* BBB). *Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan UIN, Jakarta*.
- Syahputra, M. R. (2025). Kemampuan Unit Koagulasi-Flokulasi untuk Menurunkan Total Fosfat dan COD dalam Pengolahan Air Sungai Menggunakan Koagulan Fe₂ (SO₄)₃ dan Al₂ (SO₄)₃. *Dampak*, 22(2), 147–155.
- Tamjidillah, M., & Nizar, R. M. (2023). *Teknologi Pengolahan Air Bersih*. Malang: CV IRDH.