



# Optimasi Kecepatan dan Waktu Pengadukan pada Proses Koagulasi dalam Menurunkan Kekeruhan Menggunakan Biokoagulan Biji Ketapang<sup>1</sup>

## *Optimization of Stirring Speed and Time in the Coagulation Process in Reducing Turbidity Using Ketapang Seed Biocoagulant*

Novita Kusuma Wardhani<sup>a</sup>, Ririn Endah Badriani<sup>a</sup>, dan Noven Pramitasari<sup>a,2</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

### ABSTRAK

Kebutuhan air bersih di Kabupaten Jember dipasok oleh dua Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu IPA Tegal Gede dan IPA Tegal Besar yang mendapatkan pasokan dari Sungai Bedadung. Tingkat kekeruhan di Sungai Bedadung telah melebihi persyaratan kualitas air maksimum yang diizinkan, sehingga perlu segera dilakukan penurunan. Salah satu metode untuk menurunkan kekeruhan pada air adalah koagulasi-flokulasi. Pada proses koagulasi-flokulasi perlu ditambahkan koagulan, yaitu suatu bahan yang membantu proses pengendapan partikel. Pada penelitian ini, biokoagulan yang berasal dari biji ketapang digunakan sebagai koagulan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang efektif serta menganalisis pengaruh variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan dalam mengoptimalkan efisiensi penyisihan kekeruhan menggunakan biji ketapang dengan variasi kecepatan pengadukan 100, 120, 150, dan 200 rpm dan variasi waktu pengadukan 15, 30, 60, 120, dan 300 detik. Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dalam bentuk eksperimen. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang efektif pada proses koagulasi menggunakan biokoagulan biji ketapang adalah 200 rpm dalam waktu 60 detik dan 30 rpm dalam waktu 20 menit pada proses flokulasi, dengan nilai efisiensi penyisihan sebesar 76%. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengadukan berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan dengan nilai-p < 0,05.

**Kata kunci:** koagulasi-flokulasi, kecepatan pengadukan, biokoagulan biji ketapang, waktu pengadukan

### ABSTRACT

The clean water in Jember City is supplied by two water treatment plants, namely Tegal Gede and Tegal Besar plants, both of which get their supply from the Bedadung River. The turbidity level in the Bedadung River has exceeded the maximum permissible water quality, so immediate turbidity reduction is needed. One method to reduce turbidity in water is coagulation-flocculation. In the coagulation-flocculation process, it is necessary to add a substance that helps the particle deposition process, called a coagulant. The coagulant used in this research is a biocoagulant derived from ketapang seeds. This research aims to determine the effective stirring speed and stirring time and to analyze the effect of variations in stirring speed and stirring time in optimizing turbidity removal efficiency using Ketapang seeds with variation stirring speed 100, 120, 150 and 200 rpm and variation stirring time is 15, 30, 60, 120 and 300 second . In this research a quantitative method was used in the form of experiments. The results of this research show that the effective stirring speed and stirring time in the coagulation process using Ketapang seed biocoagulant is 200 rpm in 60 seconds, and 30 rpm in 20 minutes in the flocculation process, with a removal efficiency value of 76%. It can be concluded that the stirring speed significantly affects the turbidity efficiency with p-value < 0.05.

**Keywords:** coagulation-flocculation, stirring speed, ketapang seed biocoagulant, time of stirring

<sup>1</sup>Info Artikel: Diterima (*received*) 1 Desember 2024. Disetujui (*accepted*) 30 Desember 2024. Diterbitkan (*published*) 31 Desember 2024.

<sup>2</sup> Penulis koresponden (corresponding author). Email: [novenpramitasari@unej.ac.id](mailto:novenpramitasari@unej.ac.id)

## **PENDAHULUAN**

Air merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan manusia. Tingkat kualitas air baku di Indonesia saat ini semakin menurun dan beberapa sumber air tidak lagi memenuhi standar kualitas yang diterapkan. Kebutuhan air bersih khususnya di Kabupaten Jember mendapat pasokan dari dua Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu IPA Tegal Gede dan IPA Tegal Besar (Nurjannah, 2016). Sumber air bersih di PDAM Kabupaten Jember berasal dari Sungai Bedadung. Sungai Bedadung menjadi salah satu sumber air yang kualitasnya secara khusus parameter kekeruhan berada di atas baku mutu. Berdasarkan survei tingkat kekeruhan di Sungai Bedadung mencapai 26,5 NTU. Mengacu pada Permenkes Nomor 2 tahun 2023, kekeruhan adalah salah satu parameter yang dapat digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas air minum dan kekeruhan dengan kadar  $< 3$  NTU pada air minum adalah syarat yang harus dipenuhi. Untuk memenuhi persyaratan kualitas air minum itu diperlukan adanya pengolahan air untuk penyisihan kekeruhan. Salah satu metode untuk mengurangi kekeruhan pada air adalah koagulasi-flokulasi.

Koagulasi adalah proses pengolahan air yang mendestabilisasikan partikel koloid, sedangkan flokuasi adalah proses koagulasi lanjutan dimana partikel yang terdestabilisasi membentuk partikel yang lebih besar. Beberapa variabel, termasuk jenis koagulan dosis koagulan, pH, dan kecepatan pengadukan memengaruhi metode koagulasi-flokuasi itu sendiri. Proses koagulasi dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Kecepatan pengadukan memiliki kemampuan untuk meningkatkan kontak dan tumbukan antar partikel koloid dengan koagulan yang memudahkan penggumpalan flok dan membantu proses pengendapan. Suatu zat yang disebut sebagai koagulan membantu proses pengendapan partikel selama proses koagulasi flokuasi. Koagulan akan membentuk partikel-partikel besar yang kemudian mengendap yang disebut sebagai flok (Howe et al., 2012).

Penambahan zat koagulan pada umumnya berasal dari bahan kimia maupun dari bahan alami. Pemanfaatan koagulan kimia memiliki kekurangan yaitu kurang ramah lingkungan. Oleh karenanya saat ini dikembangkan koagulan yang bersifat alami salah satunya adalah koagulan yang terbuat dari biji ketapang. Penggunaan koagulan alami untuk penjernihan air dapat dilakukan dengan beberapa cara. Proses Koagulasi yang efektif apabila bahan aktif koagulan diekstrak terlebih dahulu menggunakan NaCl (Liew, 2004). Oleh sebab itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas koagulan dari biji ketapang untuk menurunkan kekeruhan pada pengolahan air serta pengaruh variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan dalam proses koagulasi terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan menggunakan biji ketapang.

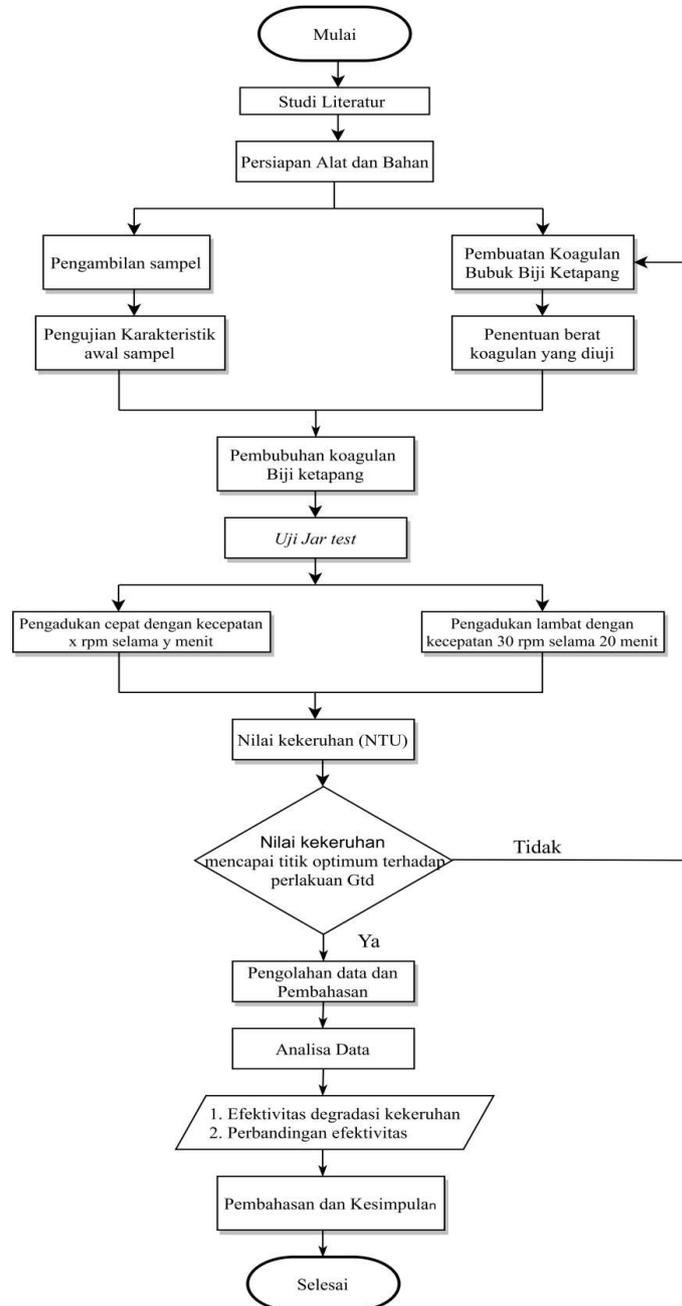
## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan melalui penelitian eksperimen di laboratorium. Penelitian eksperimen adalah salah satu jenis penelitian kuantitatif untuk mengukur hubungan sebab akibat. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Jar-test, erlenmeyer, beaker glass, labu ukur, gelas ukur, turbidimeter, pipet volume, karet hisap, kertas saring, ayakan 200 mesh, timbangan digital, hotplate, kaca arloji. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah koagulan biji ketapang, sampel air sungai Bedadung, aquades, dan larutan NaCl.

### **Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang direncanakan selama penelitian

berlangsung. Tahapan penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap uji, analisis data, dan pengambilan kesimpulan. Tahap persiapan meliputi persiapan alat uji jar test, pengambilan sampel dan persiapan koagulan. Tahap uji meliputi pengujian nilai kekeruhan dan running reaktor. Selanjutnya, analisis data berupa analisis terhadap variasi model yaitu kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alir yang menunjukkan tahapan penelitian

### **Pembuatan biokoagulan**

Biokoagulan dibuat dari pemanfaatan biji ketapang. Tahapan pembuatannya meliputi pemisahan biji ketapang dari buah, lalu dilakukan pencucian biji. Biji ketapang yang telah bersih dikeringkan melalui penjemuran di bawah matahari selama beberapa hari sampai dengan kandungan air yang terdapat pada biji berkurang. Tahap selanjutnya, penghalusan biji

yang telah kering hingga menjadi serbuk menggunakan blender. Biji ketapang yang telah dihaluskan dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 200 mesh. Biji ketapang yang telah diayak ditimbang menggunakan timbangan analitik lalu dimasukkan kedalam sebuah wadah dan ditutup dengan rapat. Hasil akhir proses ini adalah koagulan berupa serbuk biji ketapang (Riyandini, 2020).

### **Pengujian kekeruhan**

Pengujian kekeruhan meliputi preparasi alat uji dan pengujian sampel. Hasil akhir akan diperoleh nilai kekeruhan hasil pengukuran. Pengujian kekeruhan dilakukan dengan menggunakan alat berupa turbidimeter (Muhammad, 2021)

### **Uji jar Tes**

Jar test adalah percobaan skala laboratorium untuk menentukan dosis koagulan yang ideal untuk pengolahan air bersih (Mashuri, 2016). Pengujian jar tes dilakukan sebelum proses koagulasi-flokulasi pada reaktor.

### **Analisis data**

Analisis data dalam penelitian ini pada skala laboratorium dengan pengulangan pengujian sebanyak tiga kali. Data hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel selama analisis deskriptif. Analisis statistik yang diperlukan pada penelitian ini adalah uji ANOVA pada beberapa perlakuan. ANOVA digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antar kelompok.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik air Sungai Bedadung**

Air baku yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Sungai Bedadung. Sungai Bedadung dimanfaatkan sebagai salah satu sumber air baku yang diolah oleh IPA Tegal Gede dan IPA Tegal Besar untuk didistribusikan menjadi air bersih. Penelitian dilakukan melalui intake IPA Tegal Gede. Sebelum dilakukan *running* reaktor diperlukan pengujian karakteristik awal air. Pengujian dilakukan ketika musim kemarau.

**Tabel 1.** Tabel parameter kekeruhan air Sungai Bedadung

Hari ke-	Kekeruhan	pH
1	20 NTU	7,6
2	22 NTU	8,4
3	21 NTU	7,5

Nilai parameter kekeruhan adalah komponen penting dalam menentukan kualitas air bersih. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2003 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum menetapkan batas kekeruhan air <3 NTU. Hasil pengujian menunjukkan bahwa air Sungai Bedadung memiliki tingkat kekeruhan yang lebih tinggi dari batas maksimum, yang berarti bahwa air harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Penelitian ini menggunakan variasi kecepatan pengadukan 100, 120, 150 dan 200 rpm untuk mengetahui kemampuan koagulan biji ketapang dalam menurunkan kekeruhan air dengan tingkat

kekeruhan yang berbeda. Digunakan variasi waktu pengadukan 15, 30, 60, 120 dan 300 detik untuk mengetahui kemampuan koagulan biji ketapang dalam menurunkan kekeruhan air.

### Penentuan Dosis Optimum Biokoagulan Biji Ketapang

Tujuan penentuan dosis optimum adalah untuk menentukan dosis koagulan terbaik yang akan digunakan untuk proses koagulasi dan flokulasi. Dosis optimum merupakan dosis yang paling efektif untuk menghilangkan partikel koloid. Dosis optimum diperoleh dengan melihat hasil yang paling efektif sehingga dapat menyisihkan partikel koloid. Dosis tersebut akan diterapkan pada proses koagulasi-flokulasi (Puspitasari dan Hadi, 2014). Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan air baku dengan kekeruhan yang telah disiapkan dengan kekeruhan yaitu 20 NTU sebagai kekeruhan awal air baku sungai bedadung. Dosis yang diujikan terdiri atas 4 ppm, 4.5 ppm, 5 ppm, 5,5 ppm dan 6 ppm.

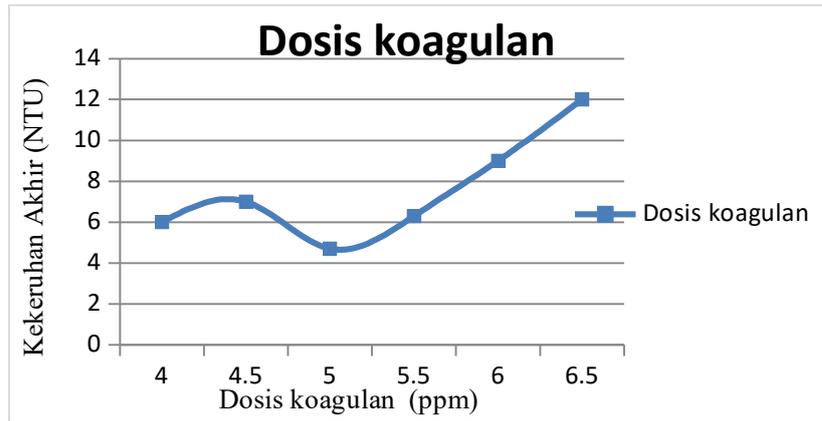
Pengujian jar test juga diterapkan tepat sebelum running reaktor dengan air baku yang tidak jauh berbeda dengan air baku running reaktor yang bertujuan untuk memastikan dosis yang akan dibubuhkan dalam proses dapat bekerja dengan optimum. Tabel 2 menunjukkan hasil dosis optimum biokoagulan biji Ketapang.

**Tabel 2.** Dosis optimum Biji Ketapang

Dosis koagulan (ppm)	Kekeruhan awal (NTU)	Kekeruhan akhir (NTU)
4	20	6
4.5	20	7
<b>5</b>	<b>20</b>	<b>4.7</b>
5.5	20	6.3
6	20	9
6.5	20	12

Hasil penelitian menunjukkan dosis yang diuji sebesar 4 ppm, 4.5 ppm, 5 ppm, 5,5 ppm dan 6 ppm dengan hasil dari kadar NTU akhir yang terendah sebesar 5 ppm dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu pengadukan 60 detik.

Berdasarkan hasil pengujian dosis optimum dengan pengujian secara triplo (3 kali pengulangan) menunjukkan dosis 4 ppm menghasilkan 6 NTU, 4,5 ppm menghasilkan 7 NTU, 5 ppm menghasilkan 4,7 NTU, 5,5 ppm menghasilkan 6,3 NTU, 6 ppm menghasilkan 9 NTU, 6,5 ppm menghasilkan 12 NTU. Grafik pada Gambar 2 menunjukkan koagulan biji ketapang dapat menurunkan kekeruhan pada dosis 5 ppm. Penurunan tersebut dapat terjadi diakibatkan serbuk biji ketapang yang dibubuhkan berperan dalam proses penurunan kekeruhan dalam koagulan alami (Samia, 2012).



**Gambar 2.** Grafik efisiensi kekeruhan akhir terhadap dosis optimum

Untuk menentukan dosis optimum didasarkan pada penambahan dosis yang menghasilkan tingkat kekeruhan terendah atau menghasilkan nilai efisiensi pengolahan tertinggi (Nor dkk., 2020). Pengujian jar test menunjukkan bahwa dihasilkan dosis optimum 5 ppm biokoagulan biji ketapang mampu menurunkan kekeruhan air hingga mencapai nilai kekeruhan akhir terendah.

Penentuan dosis optimum dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi dosis yang didapatkan dari trial and error yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan. Penambahan dosis koagulan ditambahkan hingga mendapatkan hasil tren berupa titik kekeruhan terendah dimana dosis dengan hasil kekeruhan akhir paling kecil adalah dosis koagulan optimum. Dosis optimum yang menghasilkan kekeruhan terkecil adalah sebesar 5 ppm pada kekeruhan awal dengan rentang 20 sampai 20,6 NTU.

### **Efisiensi penyisihan kekeruhan air baku menggunakan biokoagulan biji ketapang**

Proses penyisihan kekeruhan adalah tahapan dalam pengolahan air untuk menghilangkan partikel-partikel padat yang menyebabkan air terlihat keruh. Efisiensi penyisihan kekeruhan sangat penting untuk memastikan air bersih dan aman untuk dikonsumsi. Efisiensi penyisihan kekeruhan dihitung berdasarkan hasil pengujian terhadap kekeruhan sampel awal dan kekeruhan akhir setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi. Hasil dari efisiensi penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

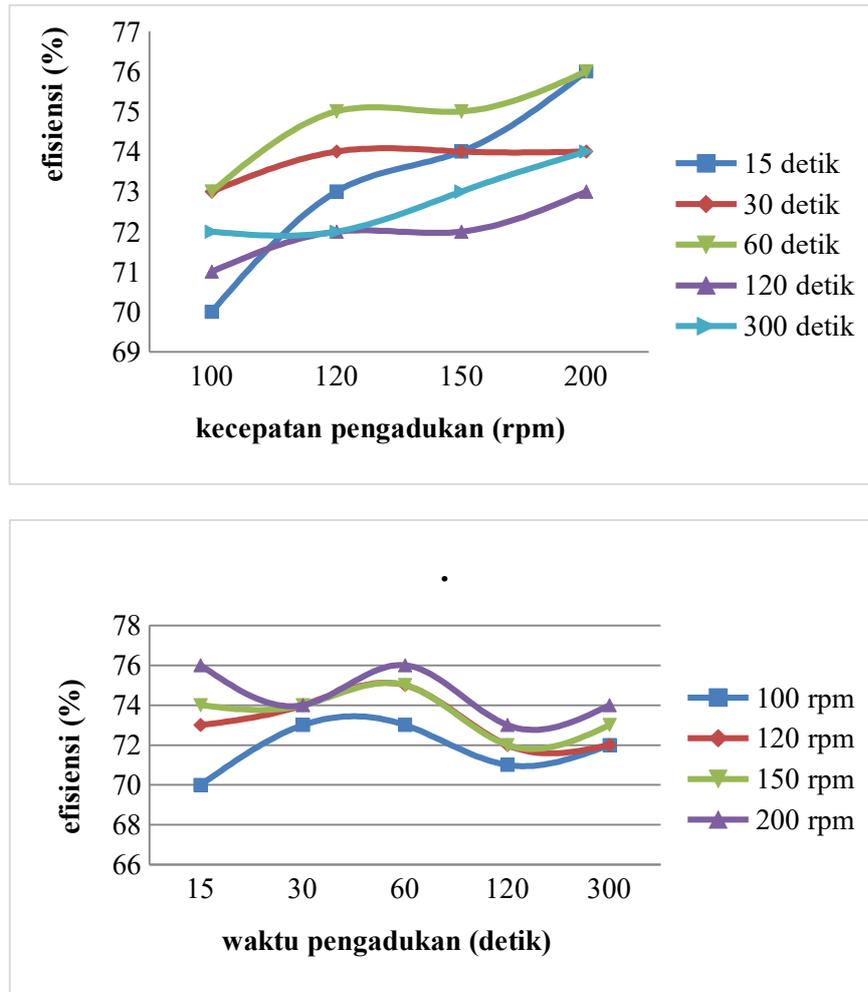
Berdasarkan Tabel 3 kekeruhan awal 20,4 NTU menunjukkan efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi yaitu dengan kecepatan 200 rpm dan waktu pengadukan 60 detik. Grafik pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan memberikan pengaruh signifikan terhadap penyisihan kekeruhan. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat efisiensi sudah mencapai batas optimal yakni sebesar 76%. Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai efisien terbesar ada variasi G1T3K (Koagulasi 200 rpm 60 detik + Flokulasi 30 rpm 20 menit + biokoagulan biji ketapang 5 ppm).

Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi partikel koloid akibat pengadukan cepat dan pembubuhan biokoagulan sehingga partikel koloid akan membentuk inti flok. Inti flok yang sudah terbentuk ini akan bersentuhan saat pengadukan lambat terjadi, yang menghasilkan flok yang memiliki massa jenis lebih besar daripada air dan mudah untuk mengendap (Perdana et al, 2013).

**Tabel 3.** Hasil efisiensi penyisihan

Gtd Koagulasi	Kode	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Efisiensi Penyisihan (%)
200 rpm dan 15 detik	G1T1K	20,6	4.9	76.05
150 rpm dan 15 detik	G2T1K	20,9	5.2	74
120 rpm dan 15 detik	G3T1K	20,2	5.4	73
100 rpm dan 15 detik	G4T1K	20,8	6	70
200 rpm dan 30 detik	G1T2K	20,8	5.3	74
150 rpm dan 30 detik	G2T2K	20,3	5.2	74
120 rpm dan 30 detik	G3T2K	20	5.1	74
100 rpm dan 30 detik	G4T2K	20	5.3	73
200 rpm dan 60 detik	G1T3K	20,4	4.8	76.30
150 rpm dan 60 detik	G2T3K	20,1	4.9	75
120 rpm dan 60 detik	G3T3K	20,3	4.9	75
100 rpm dan 60 detik	G4T3K	20,7	5.5	73
200 rpm dan 2 menit	G1T4K	20	5.2	73
150 rpm dan 2 menit	G2T4K	20,5	5.5	72
120 rpm dan 2 menit	G3T4K	20,3	5.5	72
100 rpm dan 2 menit	G4T4K	20	5.6	71
200 rpm dan 5 menit	G1T5K	20,5	5.1	74
150 rpm dan 5 menit	G2T5K	20	5.3	73
120 rpm dan 5 menit	G3T5K	20,5	5.7	72
100 rpm dan 5 menit	G4T5K	20,6	5.6	72

Sangat penting untuk memperhatikan pengadukan supaya dilakukan secara merata sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat berinteraksi dengan partikel di dalam air (Metcalf dan Eddy, 1991). Tujuan pengadukan cepat adalah untuk menghasilkan turbulensi air. Pada pengolahan koagulasi dengan variasi koagulasi dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu detensi 60 detik. Hal ini menunjukkan bahwa biokoagulan biji ketapang efisien dalam menurunkan kekeruhan air Sungai Bedadung. Peningkatan efisiensi penyisihan tersebut menandakan proses koagulasi flokulasi yang berlangsung pada reaktor dapat berjalan dengan baik. Proses koagulasi flokulasi tersebut menghasilkan flok-flok yang mampu mereduksi kekeruhan air (Puspitasari dan Hadi, 2014).



**Gambar 3.** Grafik rekapitulasi refisiensi penyisihan kekeruhan kecepatan pengadukan

Proses ekstraksi protein dalam NaCl akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi garam, tetapi apabila konsentrasi terus meningkat kelarutan protein akan turun sampai pada titik dimana protein benar-benar akan mengendap (Deak dkk, 2006). Apabila protein mulai mengendap, maka proses penjernihan air berhenti. Akibatnya, kekeruhan air tidak dapat turun lagi. Dalam penelitian ini ada konsentrasi NaCl. Proses ekstraksi protein dalam larutan NaCl dikenal sebagai proses salting-in. Dalam proses ini adanya zat terlarut yakni garam NaCl menyebabkan kelarutan zat utama (bioaktif) dalam koagulan alami menjadi lebih besar. Untuk menurunkan kekeruhan yang secara konsisten, konsentrasi garam harus tetap stabil dalam larutan sehingga pengendapan protein tidak terjadi. Proses koagulasi zat aktif pada koagulan protein yang diekstrak dengan larutan NaCl dapat menunjukkan hasil yang efektif untuk menjernihkan air atau mengurangi kekeruhan (Adriana, 2021).

### **Pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan akhir**

Untuk mengetahui efek penambahan biokoagulan biji ketapang dalam proses koagulasi-flokulasi, dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang efektif. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah ANOVA *Two way*. Uji ANOVA digunakan saat nilai p-value pada test normalitas dengan nilai signifikansi  $> 0,05$  sehingga tidak signifikan dan data terdistribusi normal (Setiadi, 2020). Sebelum melakukan uji ANOVA *Two way* perlu dilakukan uji asumsi klasik berupa uji

normalitas serta uji homogenitas.

**Uji Normalitas**

Uji normalitas merupakan salah satu syarat untuk melakukan analisis ANOVA. Uji normalitas berfungsi untuk mengetahui hasil data yang tersebar terdistribusi normal atau tidak diperoleh berdistribusi normal atau tidak signifikan.

**Tabel 4.** Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

p-value	Keterangan
0,9369	terdistribusi normal

Hasil analisis pada Tabel 4 yang didapat pada uji normalitas menunjukkan nilai p-value 0,09369 maka  $\text{sig} > 0,05$  sehingga nilai residual yang tersebar terdistribusi normal.

**Uji Homogenitas**

Uji homogenitas adalah salah satu syarat untuk melakukan analisis ANOVA. Uji homogenitas berfungsi untuk mengetahui hasil data yang diperoleh berdistribusi homogen atau tidak.

**Tabel 5.** Hasil Uji Homogenitas Breusch-Pagan

p-value	keterangan
0,7369	varians homogen

Hasil analisis pada Tabel 5 yang didapat pada uji homogenitas menunjukkan nilai p-value 0,7369 maka  $\text{sig} > 0,05$  sehingga nilai residual memiliki varians homogen.

**Uji ANOVA Two Way**

Uji ANOVA *Two Way* atau uji ANOVA dua arah dilakukan untuk mengetahui interaksi antara dosis biokoagulan biji ketapang terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan akhir. Tabel 6 menunjukkan hasil ANOVA dalam studi ini.

**Tabel 6.** Uji ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
NTU awal	1	0.036	0.036	0.024	0.87760
kecepatan	1	18.499	18.499	12.449	0.00279
waktu	1	3.889	3.889	2.617	0.12526
Residuals	16	23.776	1.486		

Berdasarkan Tabel 6 Nilai p-value ( $\text{Pr}(>F)$ ) pada kecepatan pengadukan dengan nilai 0.00279 menunjukkan hasil bahwa kecepatan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi kekeruhan karena mempunyai nilai  $p < 0,05$ . Untuk jarak waktu yang dipakai terlalu berdekatan sehingga tidak memiliki pengaruh signifikan. Hal ini dapat dilihat dari nilai efisiensi penyisihan dengan waktu 15 detik, 30 detik, 60 detik, 120 detik dan 300 detik

mendapatkan hasil bahwa nilai efisiensinya mengalami kenaikan dan penurunan yang nilainya tidak terlalu jauh.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang efektif pada proses koagulasi menggunakan biokoagulan biji ketapang adalah sebesar 200 rpm selama 60 detik pada proses koagulasi dan 30 rpm selama 20 menit pada proses flokulasi. dengan nilai efisiensi penyisihan sebesar 76%. Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan hasil bahwa variabel kecepatan pengadukan koagulasi berpengaruh signifikan terhadap tingkat efisiensi penyisihan dengan nilai didapatkan  $Pr(>F) 0,00279$ .

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Howe, K.J., Hand, W., David, Jhon, C., Rhodes, R., dan George, T., 2012, Principle of Water Treatment, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Liew A.G., Noor M.J.M and Ng Y.M. Turbid Water Clarification Using Extraction of Cowpea Seed. *KKU Engineering Journal*, 2004, 31(2), 73 – 82.
- Mashuri, M. 2016. Optimasi Parameter Proses Jar Test Menggunakan Metode Taguchi Dengan Pendekatan PCR-TOPSIS (Studi Kasus: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2), 2337-3520.
- Metcalf & Eddy, 1991, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, Third Edition, McGraw-Hill, New York.
- Muhammad, Z.N.A., Muhemin, A., Purwanti, B.S.R., dan Widiyawati, Y. 2021. Aplikasi Turbidity Untuk Mengukur Kekeruhan pada Sistem Pemonitor Penyaringan Limbah Cair. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Vol 6*.
- Nurjanah U. 2016. Studi keanekaragaman makrobentos sebagai bioindikator kualitas air sungai Bedadung Jember. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, p. 202–209.
- Puspitasari, M., dan W. Hadi. 2014. Efektifitas  $Al_2(SO_4)_3$  dan  $FeCl_3$  Dalam Pengolahan Air Menggunakan Gravel Bed Flocculator Ditinjau Dari Parameter Kekeruhan dan Total Coli. *Jurnal Teknik Pomits*. 3(2): 163–166. doi: 10.12962/j23373539.v3i2.7005.
- Riyandini, V.L., dan Iqbal, M. 2020. Pengaruh Koagulan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Terhadap Efisiensi Penurunan Zat Organik Pada Air Gambut. *Serambi Engineering*, V (3).