



---

*Research Articles*

## **Analisis *Column Settling* Air Permukaan yang Dikoagulasi dengan Biokoagulan Biji Pepaya**

### ***Analysis of Column Settling Surface of Water Coagulated with Biocoagulant Papaya Seed***

**Lita Darmayanti\*, Hamdani, Shinta Elysti**

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR. Subrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam  
Pekanbaru 28293, INDONESIA

*\*corresponding author, email: [litadarmayanti@eng.unri.ac.id](mailto:litadarmayanti@eng.unri.ac.id)*

Manuscript received: 21-07-2023. Accepted: 20-12-2023

#### **ABSTRACT**

Air sungai umumnya mempunyai kekeruhan yang tinggi sehingga perlu diolah sebelum digunakan sebagai air bersih. Pengolahan yang umum dilakukan adalah koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. Sedimentasi tipe II adalah pengendapan partikel flokulen, dimana terjadi interaksi antar-partikel sehingga ukuran meningkat dan kecepatan pengendapan bertambah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kolom pengendapan agar mendapatkan grafik isoremoval dari air sungai yang dikoagulasi dengan biokoagulan biji pepaya. Grafik isoremoval berguna untuk menentukan nilai surface loading rate ( $V_0$ ) dan waktu detensi ( $t_d$ ) sehingga mempermudah dalam mendesain bak sedimentasi. Penelitian dilakukan menggunakan settling column berdiameter 12,5 cm dengan ketinggian 150 cm. Kondisi operasi yang divariasikan adalah kedalaman titik sampling 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm dan 125 cm dengan waktu pengambilan sampel tiap port 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan penyisihan kekeruhan terbaik dari analisis kolom pengendapan adalah 88.81% pada kedalaman column settling 25 cm dengan waktu pengendapan selama 60 menit. Nilai surface loading rate yang diperoleh untuk menghasilkan pengendapan 85% adalah 55 m<sup>3</sup>hari-1m<sup>-2</sup> dengan waktu detensi selama 40 menit.

**Kata kunci:** detensi; kekeruhan; penyisihan; sedimentasi

#### **ABSTRAK**

Water of river has high turbidity so it needs to be treated before being used as clean water. Common processing is coagulation, flocculation, sedimentation, and filtration. Type II sedimentation is the settling of flokulen particles, where there is an interparticle interaction so that the size increases and the rate of settling increases. This study aims to analyze the settling column in order to get isoremoval graphs of river water that have been coagulated using papaya seed biocoagulants. Isoremoval graph is useful for determining the value of surface loading rate ( $V_0$ ) and time of detention ( $t_d$ ) making it easier to design sedimentation tank. The study was conducted using a settling column with a diameter of 12.5 cm with a height of 150 cm. The operating conditions varied are sampling point depth of 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm and 125 cm with sampling time per port 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 45 minutes

and 60 minutes. The results showed the best turbidity of the settling column was 88.81% at a column settling depth of 25 cm with settling time of 60 minutes. The surface loading rate obtained to produce 85% deposition is 55 m<sup>3</sup>day<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup> with a detention time of 40 minutes.

**Key words:** detention time; turbidity; removal; sedimentation

## PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (Peraturan pemerintah RI No. 82 tahun 2001). Menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017, air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum, dan syarat-syarat dan pengawasan higiene sanitasi adalah air yang jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak mengandung kuman yang membahayakan tubuh.

Sungai merupakan sumber air yang dimanfaatkan oleh banyak masyarakat khususnya yang tinggal di pinggir sungai. Dengan semakin meningkatnya pertambahan penduduk maka semakin beragam pula pemanfaatan sungai oleh masyarakat. Air sungai memiliki kandungan padatan yang cukup tinggi, sehingga tidak dapat langsung digunakan sebagai sumber air bersih. Selain itu dari segi parameter lain, air sungai perlu diolah secara kimiawi terlebih dahulu. Oleh karena itu, untuk dapat menggunakan air sungai, diperlukan adanya suatu pengolahan air baku menjadi air bersih/air minum dengan melihat kualitas air baku yang ada (Tauhid *et al.*, 2018).

Kota Pekanbaru terdiri dari beberapa sungai salah satunya adalah anak Sungai Sail yang terdapat di Kelurahan Tangkerang Labuai, Kecamatan Bukit Raya. Kondisi anak Sungai Sail saat ini memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi. Kekeruhan tersebut disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi yang sulit mengendap dikarenakan DAS belum dilakukan semenisasi, sehingga untuk menghilangkan kekeruhan air sungai tersebut tidak bisa dilakukan dengan sedimentasi tipe I, maka perlu dilakukan dengan sedimentasi tipe II melalui proses koagulasi dan flokulasi terlebih dahulu (Gurung *et al.*, 2019; Didit, 2008).

Umumnya dalam pengolahan air, proses pemisahan padatan terjadi dalam bentuk pengendapan partikel diskrit atau sedimentasi tipe I dan pengendapan flokulan atau sedimentasi tipe II (Reynold dan Richards, 1996). Partikel diskret adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran, maupun berat pada saat mengendap. Partikel flokulan adalah partikel yang dapat mengendap bila sifat, ciri, dan ukurannya berubah menjadi lebih besar pada kedalaman air yang bertambah dalam sehingga dapat mengendap. Sifat partikel flokulan yang dapat berubah sifatnya ini terjadi karena ada pengaruh dari penambahan bahan kimia atau koagulan. Zat-zat yang terlarut dalam cairan dapat pula dipisahkan melalui sedimentasi apabila ke dalam cairan tersebut ditambahkan bahan kimia (koagulan sintetik) atau biokoagulan (koagulan alami) sehingga terjadi presipitasi atau pengendapan (Mulyani, 2010).

Biokoagulan menghasilkan flok yang lebih kuat, hal ini dikarenakan biokoagulan mempunyai protein elektrolit dengan rantai yang panjang yang berfungsi dalam pembentukan makroflok (Madhavi dan Rajkumar, 2013). Biokoagulan atau koagulan alami yang digunakan yaitu dari serbuk biji pepaya (*Carica papaya*). Penggunaan biji sebagai koagulan karena adanya protein bermuatan positif yang mengikat partikel bermuatan negatif (Chandran dan

George, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kolom pengendapan agar mendapatkan grafik isoremoval dari air sungai yang telah dikoagulasi dan flokulasi menggunakan serbuk biji pepaya. Grafik isoremoval berguna untuk menentukan nilai *surface loading rate* ( $V_0$ ) dan waktu detensi ( $t_d$ ) yang diperlukan dalam mendesain bak sedimentasi

## BAHAN DAN METODE

### *Bahan Penelitian*

Sampel air diambil dari anak Sungai Sail yang terdapat di Kelurahan Tangkerang Labuai, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Secara geografis anak Sungai Sail terletak pada titik koordinat antara  $0^{\circ}28'31''$  LU,  $101^{\circ}29'10''$  BT. Metode pengambilan sampel sesuai dengan SNI 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Air terlebih dahulu dikoagulasi dan flokulasi dengan biji pepaya yang telah dikeringkan, dihaluskan, dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh. Larutan  $H_2SO_4$  0.1 M dan NaOH 0.1 M untuk mengatur pH sampel serta aqudest.

### *Alat Penelitian*

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *jar test*, *column settling*, *turbidity meter*, pH meter dan timbangan analitik.

### *Penelitian Pendahuluan*

Penelitian pendahuluan merupakan tahapan proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan kondisi optimum koagulan biji pepaya yang didapatkan dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini proses koagulasi dan flokulasi dilakukan dengan menggunakan koagulan alami dari serbuk biji pepaya. Kondisi optimum dari koagulan serbuk biji pepaya yaitu menggunakan sampel air Anak Sungai Sail sebanyak 1 liter dengan kondisi sampel air berada pada pH 2, dosis koagulan serbuk biji pepaya sebanyak  $0.1 \text{ gL}^{-1}$  dengan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan kecepatan pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit. Air hasil olahan dari proses koagulasi dan flokulasi ini, akan dianalisa pada *column settling* berdasarkan variasi kedalaman dari *column settling* dan waktu pengendapan terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan.

### *Prosedur Penelitian*

Air anak Sungai Sail hasil proses koagulasi dan flokulasi dimasukkan sebanyak 15 liter ke dalam *column settling* dengan ketinggian 150 cm, diameter 12,5 cm dan 5 titik pengambilan sampel. Variasi jarak antar pot 25; 50; 75; 100; 125 cm dan variasi waktu pengambilan sampel 10, 20, 30, 45 dan 60 menit. Sampel diambil pada interval waktu dan ketinggian yang telah ditentukan, kemudian sampel dilakukan pengujian parameter kekeruhan. Hasil pengujian berupa konsentrasi kekeruhan setiap interval waktu dan ketinggian diplot *removal* dan kecepatan pengendapan dalam bentuk grafik isoremoval. Dari grafik isoremoval dapat diketahui waktu detensi ( $t_d$ ) dan *surface loading rate* ( $V_0$ ) yang dapat digunakan dalam perencanaan bak sedimentasi.

### Analisis dan Pengolahan Data

Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini adalah kekeruhan yang mengacu pada SNI 06-6989.25-2005. Untuk menentukan *removal* kekeruhan dapat digunakan persamaan berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$

dengan:

$C_{in}$  = Konsentrasi awal kekeruhan pada sampel sebelum perlakuan

$C_{ef}$  = Konsentrasi akhir kekeruhan pada sampel setelah perlakuan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Air Anak Sungai Sail

Karakteristik awal air anak Sungai Sail sebelum pengolahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Karakteristik Air Anak Sungai Sail

Parameter	Konsentrasi Awal	Baku Mutu	Satuan
pH	5,7	6,5-8,5	-
Kekeruhan	195,5	25	NTU
TDS	30,73	1000	mgL <sup>-1</sup>
Warna	2.030	50	Pt.Co

Tabel 1 menunjukkan konsentrasi kekeruhan tersebut melebihi ambang batas standar untuk digunakan sebagai air keperluan higiene sanitasi menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar air sungai tersebut dapat memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

### Grafik Isoremoval

Analisis *column settling* dilakukan untuk mengetahui kecepatan pengendapan optimum partikel flok. Hasil analisis *column settling* berfungsi untuk mempermudah desain bak sedimentasi untuk mengolah air anak Sungai Sail sehingga layak menjadi air bersih. Efisiensi penyisihan kekeruhan setelah dilakukan proses koagulasi, flokulasi, dan pengendapan pada *column settling* berdasarkan pada rentang waktu dan kedalaman tertentu dapat dilihat pada Tabel 2.

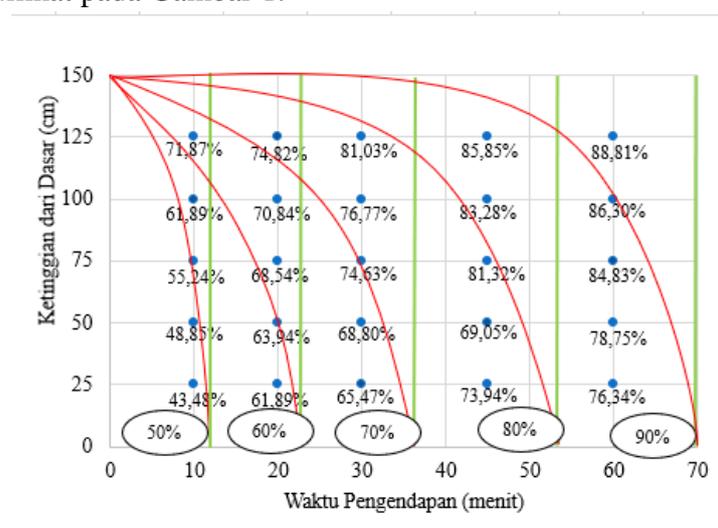
Tabel 2. Persentase *removal* pada rentang waktu dan kedalaman tertentu

H (cm)	Waktu (menit)						
	0	10	20	30	45	60	
		<i>Removal (%)</i>					
25	-	71,87	74,28	81,03	85,85	88,81	
50	-	61,89	70,84	76,77	83,28	86,30	
75	-	55,24	68,54	74,63	81,32	84,83	
100	-	48,85	63,94	68,80	73,94	78,75	
125	-	43,48	61,89	65,47	69,05	76,34	

Persentase penyisihan kekeruhan terbaik diperoleh pada waktu 60 menit dengan kedalaman 25 cm yaitu sebesar 88,81%. Pada penelitian Pise dan Halkude (2011) yang menggunakan kolom pengendapan berdiameter 30 cm dengan kedalaman 120 cm, terdiri dari enam titik pengambilan sampel yaitu 10 cm, 30 cm, 50 cm, 70 m, 90 cm, dan 110 mm dari atas kolom dan variasi waktu pengendapan yaitu 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 dan 180 menit, menghasilkan efisiensi penyisihan kekeruhan terbaik sebesar 93.7% pada waktu menetap selama 180 menit dengan kedalaman 10 cm. Berdasarkan efisiensi penyisihan kekeruhan yang diperoleh terlihat bahwa kedalaman *column settling* dan waktu pengendapan berpengaruh terhadap proses sedimentasi. Semakin lama waktu pengendapan, filtrat yang dihasilkan akan lebih jernih karena flok–flok yang terbentuk dapat mengendap semua.

Menurut Pratiwi dan Notodarmojo (2014) kecepatan pengendapan partikel flok dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk partikel flok yang terbentuk. Flok dengan ukuran yang lebih besar belum tentu akan memiliki kecepatan pengendapan lebih tinggi daripada flok yang memiliki ukuran lebih kecil, hal ini dikarenakan pengaruh densitas atau kerapatan flok yang terbentuk dari hasil proses koagulasi dan flokulasi. Semakin tinggi densitasnya, maka kecepatan pengendapan akan semakin tinggi. Partikel berukuran besar dengan densitas rendah akan memiliki kecepatan pengendapan yang relatif rendah dikarenakan pengaruh gaya friksi antara partikel flok dengan molekul air.

Persentase *removal* pada rentang waktu dan kedalaman tertentu diplot ke dalam grafik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik isoremoval

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa grafik isoremoval berakhir pada waktu pengendapan 12, 23, 36, dan 53 menit. Hubungan antara *removal* kekeruhan dengan kecepatan pengendapan, semakin singkat waktu pengendapan maka *removal* kekeruhan yang dihasilkan semakin rendah, sebaliknya semakin lama waktu pengendapan, maka *removal* yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut Reynold dan Richards (1996) grafik isoremoval dapat digunakan untuk mencari besarnya penyisihan total pada waktu tertentu.

*Penentuan Surface Loading (Vo) dan Waktu Detensi (td)*

Grafik isoremoval berakhir pada waktu 12, 23, 36, dan 53 menit, sehingga dapat dihitung *removal* total pada waktu tersebut. Nilai persentase *removal* berdasarkan dari masing-masing waktu pengendapan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hubungan antara waktu pengendapan dengan persentase *removal*

Waktu Pengendapan (menit)	R <sub>T</sub> (%)
12	83
23	83.7
36	84.7
53	86

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa persentase *removal* tertinggi diperoleh pada waktu pengendapan selama 53 menit yaitu sebesar 86%, sehingga berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu proses pengendapan yang dilakukan, maka semakin tinggi persentase *removal* yang dihasilkan. Hal yang sama ditunjukkan pada penelitian Tauhid *et al.*, (2018) persentase *removal* tertinggi diperoleh pada waktu pengendapan selama 70 menit yaitu sebesar 80%, dimana grafik isoremoval berakhir pada waktu pengendapan 17, 22, 32, 41 dan 70 menit.

Hasil penelitian variasi waktu pengendapan terhadap penyisihan total oleh koagulan biji pepaya pada air sungai kemudian dianalisa menggunakan rancangan analisa varian satu arah (*one way Anova*). Hasil statistik uji normalitas dan uji *one way Anova* dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

Tabel 4 Uji normalitas waktu pengendapan

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Penyisihan Total	0,934	8	0,553

Berdasarkan Tabel 4 diketahui nilai df (derajat kebebasan) untuk variasi waktu pengendapan adalah 8. Untuk itu artinya jumlah sampel data kurang dari 50, sehingga penggunaan teknik Shapiro Wilk untuk mendeteksi kenormalan data dalam penelitian ini dikatakan berhasil. Dari Tabel 5 juga menunjukkan bahwa nilai Sig. untuk penyisihan total variasi waktu pengendapan sebesar 0.553. Nilai Sig. tersebut > 0.05, maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan uji normalitas Shapiro Wilk dapat disimpulkan bahwa data penyisihan total variasi waktu pengendapan berdistribusi normal.

Tabel 5 Uji *oneway* Anova

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	14.163	3	4.721	96.846	0.000344	6.591
Within Groups	0.195	4	0.048			
Total	14.358	7				

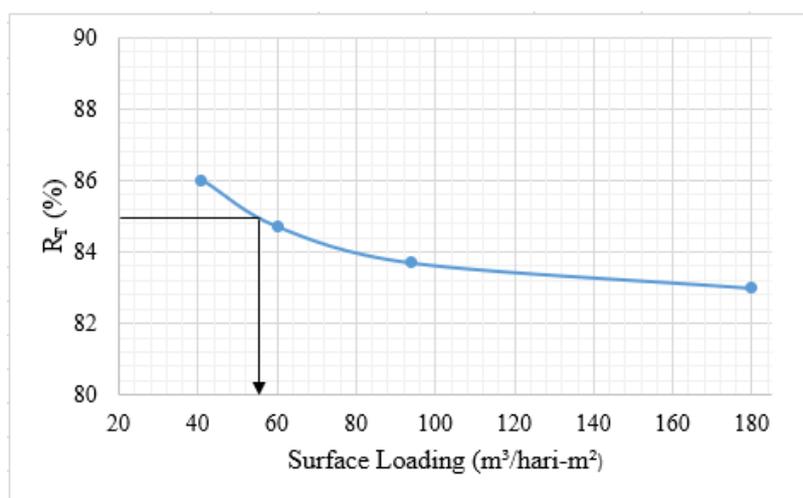
Berdasarkan data pada Tabel 5, maka dapat disimpulkan bahwa waktu pengendapan memberikan efek yang signifikan terhadap persentase *removal* kekeruhan pada air sungai. Hal ini dapat dilihat pada hasil P-value menunjukkan angka yang lebih kecil dari tingkat signifikansi yaitu 0.05. Berdasarkan pernyataan tersebut maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Artinya perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter.

Berdasarkan grafik isoremoval nilai *surface loading* (*overflow rate*) dapat dihitung seperti dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai *surface loading rate*

Waktu Pengendapan (menit)	Surface Loading ( $m^3hari^{-1}m^{-2}$ )	$R_T$ (%)
12	180	83
23	93.84	83.7
36	60	84.7
53	40.8	86

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa pada waktu pengendapan selama 12 menit nilai *surface loading rate* yang diperoleh sebesar  $180 m^3hari^{-1}m^{-2}$  dan pada waktu pengendapan 53 menit nilai *surface loading rate* yang diperoleh sebesar  $40,8 m^3/hari-m^2$ . Hubungan antara *surface loading* dengan penyisihan total dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2 Hubungan antara *surface loading* dengan penyisihan total

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui jika nilai *surface loading rate* yang diperlukan untuk menghasilkan pengendapan 85% adalah  $55 m^3hari^{-1}m^{-2}$ .

### Perbandingan Hasil Penelitian ini dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7 Perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu

Peneliti	Bahan	Metode	Hasil
Pise dan Halkude (2011)	Aluminium Sulfat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketinggian <i>column settling</i> 1.2 m dan diameter 30 cm</li> <li>• Variasi titik sampel yaitu pada kedalaman 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9 dan 1.1 m</li> <li>• Variasi waktu mengendap 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 dan 180 menit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penyisihan 93,7%</li> <li>• Waktu pengendapan 180 menit</li> <li>• Kedalaman 10 cm.</li> </ul>
Shofi dan Indarjanto (2017)	Aluminium Sulfat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketinggian <i>column settling</i> 206 cm, diameter 19 cm</li> <li>• Variasi kedalaman kolom pengendapan 30, 70, 110, 150, 190 dan 196 cm</li> <li>• Variasi waktu mengendap 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 105, dan 120 menit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penyisihan 96 %</li> <li>• Waktu pengendapan 120 menit</li> <li>• Kedalaman 30 cm</li> </ul>
Tauhid, <i>et al</i> (2018)	PAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketinggian <i>column settling</i> 120 cm, diameter 4 inchi</li> <li>• Variasi titik sampel pada kedalaman 10, 30, 50, 70 dan 90 cm</li> <li>• Variasi waktu mengendap 10, 20, 30, 45 dan 60 menit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penyisihan 87 %</li> <li>• Waktu pengendapan 60 menit</li> <li>• Kedalaman 10 cm.</li> </ul>
Gurung <i>et al.</i> , (2019)	Aluminium Sulfat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketinggian <i>column settling</i> 2 m dan diameter 4 inchi</li> <li>• Variasi kedalaman kolom pengendapan 0.3; 0.6; 0.9; 1.2; 1.5 dan 1.8 m</li> <li>• Variasi waktu mengendap 15, 30, 45, 60 dan 90 menit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penyisihan 98,88 %</li> <li>• Waktu pengendapan 90 menit</li> <li>• Ketinggian 30 cm</li> </ul>
Penelitian ini (2020)	Biji Pepaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketinggian <i>column settling</i> 150 cm, diameter 12,5 cm</li> <li>• Variasi titik sampel pada kedalaman 25, 50, 75, 100 dan 125 cm</li> <li>• Variasi waktu mengendap 10, 20, 30, 45 dan 60 menit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi penyisihan 88.81 %</li> <li>• Waktu pengendapan 60 menit</li> <li>• Kedalaman 25 cm</li> </ul>

Pada Tabel 7 dapat dilihat perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulunya. Jika hasil penelitian ini dibandingkan dengan Pise dan Halkude (2011), Shofi dan Indarjanto (2017), dan Gurung *et al.*, (2019) menghasilkan persentase penyisihan yang lebih rendah. Tapi jika dibandingkan dengan penelitian Tauhid dkk (2018), menghasilkan persentase penyisihan yang lebih tinggi. Perbedaan persentase penyisihan yang diperoleh dikarenakan adanya perbedaan koagulan yang digunakan dan waktu detensi yang lebih lama dibandingkan penelitian ini. Waktu detensi yang lebih lama memberikan kesempatan flok

untuk mengendap lebih banyak. Pada penelitian terdahulu koagulan yang digunakan yaitu koagulan sintetik sedangkan pada penelitian ini menggunakan koagulan alami dari biji pepaya. Pemanfaatan biji pepaya sebagai koagulan dikarenakan adanya kandungan protein yang bermuatan positif yang dapat mengikat partikel bermuatan negatif (lumpur, tanah liat, bakteri dan lain-lain), yang memungkinkan gumpalan yang dihasilkan untuk mengendap dan memperoleh air bersih. Bubuk biji pepaya juga memiliki kemampuan untuk bergabung dengan padatan dalam air dan mengendap ke bawah (Chandran dan George, 2018). Dari hasil penelitian juga terlihat bahwa flok yang dihasilkan lebih padat sehingga bisa mengendap dalam jumlah yang lebih banyak jika dibandingkan flok yang dikoagulasi dengan PAC (Tauhid *et al.*, 2018).

### KESIMPULAN

Koagulasi air sungai dengan biokoagulan biji pepaya mempunyai karakteristik flok yang baik dan padat sehingga bisa mengendap secara gravitasi. Dari analisis column settling didapatkan nilai *surface loading rate* yang diperlukan untuk menghasilkan pengendapan 85% adalah  $55 \text{ m}^3\text{hari}^{-1}\text{m}^{-2}$  dengan waktu detensi 40 menit. Hasil dari grafik *isoremoval* menunjukkan bahwa kedalaman *column settling* berbanding terbalik dengan waktu detensi. Semakin dalam *column settling*, konsentrasi kekeruhan yang dihasilkan semakin meningkat dan sebaliknya semakin lama waktu pengendapan maka konsentrasi kekeruhan yang dihasilkan semakin menurun.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chandran J.A., dan George D. 2018. Use of Papaya Seed as a Natural Coagulant for Water Purification. *International Journal of Scientific Engineering and Research*. 6 (3): 41-46.
- Didit, A. 2008. Sedimentasi. *Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon*. Banten.
- Gurung, A.S., Ahluwalia, A. dan Rana, R. 2019. Settling Column Analysis of Surface Water Source-Chhausha River. *Skripsi*. Jaypee University of Information Technology. Himachal Pradesh, India.
- Madhavi, T.P. dan Rajkumar, R. 2013. Utilisation of Natural Coagulant for Reduction of Turbidity from Wastewater. *International Journal of ChemTech Research*. 5 (3): 1119-1123.
- Mulyani. 2010. Kajian Terhadap Efisiensi Pengolahan Air di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Pakuan Kota Bogor. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pise, C.P. dan Halkude, S.A. 2011. A Modified Method for Settling Column Data Analysis. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 3 (4): 3177-3183.
- Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
- Pratiwi, Y. dan Notodarmojo. S. 2014. Pemanfaatan Alum dari Limbah Buffering sebagai Koagulan untuk Menyisihkan Kekeruhan dan Total Suspended Solid (TSS). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 20 (1): 48-57.

- Reynolds, T.D. dan Richards, P.A. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2nd edition. PWS Publishing Company, Boston.
- Shofi, M. dan Indarjanto, H., 2017. Perencanaan Mobile Water Treatment pada Mobil Pickup Daihatsu Gran Max. <https://node1.123dok.com/dt03pdf/123dok> [Januari 2021].
- Tauhid, A.I., Oktiawan, W., Samudro, G. 2018. Penentuan Surface Loading Rate ( $V_0$ ) dan Waktu Detensi ( $T_d$ ) Air Baku Air Minum Sungai Kreo Dalam Perencanaan Prasedimentasi dan Sedimentasi HR-WTP Jatibarang. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 10 (2): 77-87.