



## PENURUNAN *TURBIDITY*, TSS, DAN COD MENGGUNAKAN KACANG BABI (*Vicia faba*) SEBAGAI NANO BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK (*GREYWATER*)

Irawan Widi Pradipta\*), Syafrudin\*\*), Winardi Dwi Nugraha\*\*)   
Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
Email: [pradiptairawanwidi@gmail.com](mailto:pradiptairawanwidi@gmail.com)

### Abstrak

Penggunaan koagulan alami dalam pengolahan limbah terbukti dapat menghemat biaya, mengurangi endapan yang dihasilkan, dan tentu mudah diuraikan. Beberapa bahan alami yang telah diketahui dapat digunakan sebagai koagulan alternatif. Salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai koagulan alami adalah kacang babi (*Vicia faba*). Penelitian ini menggunakan nano biokoagulan kacang babi dengan metode jar test untuk mengetahui a) dosis optimum biokoagulan, b) kecepatan optimum pengadukan cepat, dan c) efisiensi penurunan kadar *Turbidity*, TSS, dan COD air limbah domestik. Air limbah domestik diambil pada saluran buangan rumah tangga di Jl. Dewi Sartika Barat IX, Sukorejo, Gunungpati. Variasi dosis nano biokoagulan yang digunakan adalah 500 mg/L, 1000 mg/L, 1500 mg/L, 2000 mg/L, dan 2500 mg/L, dengan variasi kecepatan pengadukan cepat 100 rpm, 125 rpm, dan 150 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan nano biokoagulan kacang babi memberikan pengaruh terhadap penurunan parameter *Turbidity*, TSS, dan COD yang terkandung dalam air limbah domestik (*greywater*). Dosis optimum nano biokoagulan untuk penurunan parameter *Turbidity* dan TSS adalah 1000 mg/l dengan kecepatan optimum pada pengadukan cepat sebesar 100 rpm, sedangkan dosis optimum nano biokoagulan untuk penurunan parameter COD adalah 500 mg/l dengan kecepatan optimum pada pengadukan cepat sebesar 150 rpm. Efisiensi penyisihan konsentrasi *Turbidity* sebesar 76,78 % dengan hasil pengolahan 9,59 NTU, penyisihan konsentrasi TSS sebesar 60,71 % dengan hasil pengolahan 66 mg/l, dan penyisihan COD sebesar 54,16 % dengan hasil pengolahan 252,26 mg/l.

**Kata kunci:** biokoagulan, limbah domestik, *turbidity*, TSS, COD

### Abstract

**[Decrease of *Turbidity*, TSS, and COD Use of Broad Beans (*Vicia Faba*) as Nano Biocoagulant in Domestic Waste Water Treatment (*Greywater*)].** The use of natural coagulants in wastewater treatment is proven to save costs, reduce the resulting sediment and decompose naturally. Some of the natural ingredients are known to be used as an alternative coagulant. One of the natural ingredients that can be used as a natural coagulant is broad beans (*Vicia faba*). This study used nano biocoagulant broad beans with jar test method to determine a) the optimum dose biocoagulant, b) rapid stirring optimum speed, and c) the efficiency levels of decrease in *Turbidity*, TSS, and COD of domestic wastewater. Domestic wastewater was taken from household wastewater channel in Jl. Dewi Sartika Barat IX, Sukorejo, Gunungpati. Variations nano biocoagulant dose were used 500 mg/L, 1000 mg/L, 1500 mg/L, 2000 mg/L, and 2500 mg/L, with a variety of rapid mixing speed of 100 rpm, 125 rpm, and 150 rpm. The results showed that nano



*biocoagulant of broad beans give effects in decreasing the levels of Turbidity, TSS, and COD of domestic wastewater (greywater). The optimum dose of nano biocoagulant to decrease Turbidity and TSS is 1000 mg/L with optimum speed of rapid stirring is 100 rpm, and the optimum dose of nano biocoagulant to decrease COD is 500 mg/L with optimum speed of rapid stirring is 150 rpm. Turbidity removal efficiency 76.78% with the processing result 9.59 NTU, TSS removal efficiency 60.71% with the processing result 66 mg/l, and COD removal efficiency 54.16% with the processing result 252.26 mg/l.*

**Keywords:** *biocoagulant, domestic wastewater, turbidity, TSS, COD*

## Pendahuluan

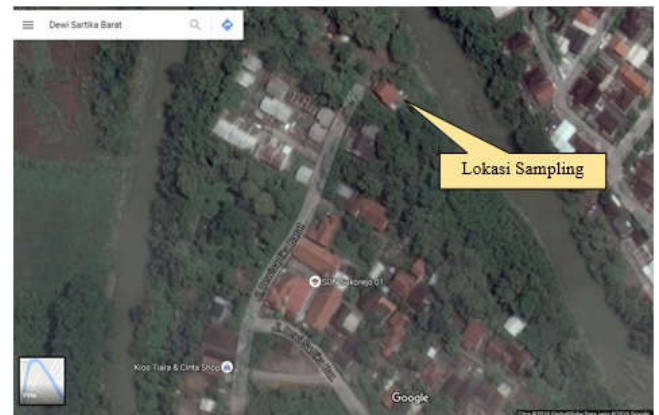
Di negara-negara berkembang termasuk Indonesia, pencemaran domestik merupakan pencemar terbesar (85%) yang masuk ke badan air. Besarnya jumlah pencemar domestik yang masuk ke badan air disebabkan oleh kesadaran masyarakat untuk hidup bersih dan sehat masih relatif rendah. Limbah domestik (*greywater*) bisa berbahaya jika dibuang langsung ke badan air, seperti saluran sungai atau danau. Oleh karena itu perlu suatu pengolahan untuk menurunkan parameter pencemar air limbah. Penggunaan koagulan alami dalam pengolahan limbah terbukti dapat menghemat biaya, mengurangi endapan yang dihasilkan, dan tentu mudah diuraikan (Ghebremichael, 2004)

Dari sekian banyak tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai koagulan alami, kacang babi (*Vicia faba*) memiliki daya koagulan yang tinggi, hanya saja pemanfaatannya belum dilakukan secara optimum (Saefudin, 2006). Kacang babi mengandung 25-28 % protein, karbohidrat, mineral, vitamin A, vitamin B, dan beragam jenis asam amino dengan kadar yang cukup tinggi. Menurut Duke (1983), dalam 100 gram kacang babi terkandung 26,2 gram protein. Protein yang merupakan salah satu penyusun kacang babi berfungsi sebagai polielektrolit kationik alami dan menunjukkan hasil koagulasi positif (Babu dan Chauduri, 2005).

Penelitian ini memanfaatkan kacang babi sebagai nano biokoagulan dalam penyisihan *Turbidity*, TSS, dan COD air limbah domestik (*greywater*). Penelitian ini menggunakan metode *jar test* untuk mengetahui a) dosis optimum nano biokoagulan, b) kecepatan optimum pengadukan cepat, dan c) efisiensi penurunan kadar *Turbidity*, TSS, dan COD. Informasi tentang kondisi optimum tersebut

akan bermanfaat untuk dapat menghasilkan effluen dengan kondisi *Turbidity*, TSS, dan COD yang rendah.

Limbah domestik (*greywater*) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari saluran buangan limbah domestik rumah tangga salah satu warga RT 03 RW 02 yang berada di Jl. Dewi Sartika Barat IX, Kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati.



Gambar 1. Lokasi Sampling

## Metodologi

Ada tiga tahapan kegiatan dalam pelaksanaan penelitian ini: 1) Persiapan, 2) Pelaksanaan, dan 3) Penulisan Laporan.

Dalam tahap persiapan, dilakukan pembuatan nano biokoagulan kacang babi dengan tahapan sebagai berikut :

- Kupas kulit biji kacang babi yang sudah kering lalu keringkan kembali di bawah sinar matahari.
- Haluskan menggunakan *blender* dan disaring dengan saringan 100 mesh hingga didapatkan serbuk halus.
- Serbuk halus dihaluskan kembali menjadi ukuran Nano menggunakan *High Energy Milling* (HEM) dengan kecepatan 450 rpm selama 1 jam.

- Serbuk yang sudah jadi kemudian diuji ukurannya dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Setelah nano biokoagulan kacang babi siap, dilakukan pembuatan larutan induk dosis (50.000 mg/l), dengan melarutkan 5 gr nano biokoagulan dengan aquades hingga volumenya 100 ml. Selanjutnya untuk dosis uji diambil sebanyak 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, dan 25 ml dari larutan induk lalu tambahkan limbah cair hingga volumenya 500 ml sehingga dosis untuk pengolahan sebesar 500 mg/l, 1000 mg/l, 1500 mg/l, 2000 mg/l dan 2500 mg/l.

Uji kinerja nano biokoagulan kacang babi dilakukan dengan metode *jar test* untuk menentukan dosis optimum, kecepatan optimum pengadukan cepat, dan efisiensi penurunan konsentrasi *Turbidity*, TSS, dan COD. Tiap set variasi dosis sampel dilakukan pengadukan untuk masing-masing variasi kecepatan Pengadukan Cepat (100 rpm, 125 rpm, dan 150 rpm) selama 1 menit. Pengadukan cepat ini untuk mengoptimalkan percampuran biokoagulan dengan air limbah sehingga proses koagulasi untuk destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi optimum.

Setelah pengadukan cepat selama 1 menit, kemudiandiikuti dengan pengadukan lambat 45 rpm selama 20 menit. Pada pengadukan lambat ini untuk mengoptimalkan proses flokulasi dari partikulat/koloid membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar. Kemudian lakukan proses pengendapan flok (sedimentasi) selama 15 menit. Setelah itu dilakukan pengukuran dan analisis parameter air limbah domestik untuk pH, suhu, *Turbidity*, TSS, dan COD.

Variasi kecepatan pengadukan cepat, kecepatan pengadukan lambat, serta waktu pengendapan dilakukan sesuai dengan SNI

19-6449-2000 tentang metode pengujian koagulasi-flokulasi dengan cara jar.

### Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengukuran dan analisis karakteristik awal limbah domestik ditampilkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Karakteristik Awal Air Limbah Domestik**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji	Keterangan
1	Turbidity	NTU	-	158 NTU	-
2	TSS	mg/l	30	376 mg/l	Melebihi
3	COD	mg/l	100	786,1 mg/l	Melebihi
4	pH	-	6,0 - 9,0	5,53	Tidak Memenuhi
5	Suhu	°C	-	26,3 °C	-

Data TSS (376 mg/L), COD (786.1 mg/L), dan pH (5.53) tidak memenuhi Baku Mutu yang telah ditentukan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kelautan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Sedangkan untuk *turbidity* tidak disyaratkan dalam baku mutu, namun dari hasil uji karakteristik awal sampel air limbah domestik yang tercatat adalah nilai *turbidity* sebesar 158 NTU.

- **Parameter *Turbidity***

Hasil uji *jar test* untuk parameter *Turbidity* ditampilkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2 Konsentrasi *Turbidity***

No	Kecepatan	Konsentrasi <i>Turbidity</i> (NTU)						
		Kondisi Awal	Kontrol 0 gr/L	0,5 gr/L	1,0 gr/L	1,5 gr/L	2,0 gr/L	2,5 gr/L
1	100 rpm	158,00	41,30	19,10	9,59	13,11	18,94	23,00
2	125 rpm	158,00	54,70	39,40	33,00	33,80	43,20	49,20
3	150 rpm	158,00	65,30	49,00	39,30	40,80	49,20	55,80

Berdasarkan data hasil penelitian pada **Tabel 2** diketahui bahwa variasi dosis nano biokoagulan kacang babi berpengaruh terhadap efisiensi penurunan kekeruhan. Diketahui bahwa kondisi awal kekeruhan air

limbah domestik adalah 158 NTU. Pemberian dosis optimum sebanyak 1000 mg/l mampu menurunkan konsentrasi *turbidity* hingga mencapai 9,59 NTU pada kecepatan pengadukan 100 rpm. Namun ketika dosis ditambah menjadi 1500 mg/l, nilai *turbidity* justru mengalami kenaikan menjadi 13,11 NTU dan terus mengalami kenaikan. Menurunnya nilai *turbidity* karena faktor dosis terjadi karena pemberian koagulan pada dosis yang optimum membantu mengikat bahan pencemar lalu membuat partikel-partikel halus penyebab kekeruhan yang tadinya bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya sehingga terjadi gaya tarik-menarik membentuk flok menjadi terendapkan. Dengan demikian proses pengendapan partikel koloid pada air keruh berlangsung dengan baik. Namun pengaruh dosis nano biokoagulan terhadap efisiensi penurunan yang terjadi ternyata memiliki titik jenuh, dimana jika dosis nano biokoagulan yang diberikan melewati titik jenuhnya maka nilai kekeruhan justru akan kembali meningkat.

**Tabel 3 Efisiensi Penurunan *Turbidity***

No	Kecepatan	Efisiensi Penurunan <i>Turbidity</i> (%)				
		0,5 gr/L	1,0 gr/L	1,5 gr/L	2,0 gr/L	2,5 gr/L
1	100 rpm	53,75	76,78	68,26	54,14	44,31
2	125 rpm	27,97	39,67	38,21	21,02	10,05
3	150 rpm	24,96	39,82	37,52	24,66	14,55

Data efisiensi penurunan parameter *Turbidity* ditampilkan pada **Tabel 3**. Pada pengadukan 100 rpm mampu mencapai efisiensi tertinggi yaitu 76,78 % pada dosis 1000 mg/l. Sedangkan dengan dosis yang sama pada kecepatan pengadukan 150 rpm, efisiensi tertinggi hanya 39,82%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan yang dilakukan,

penurunan konsentrasi *turbidity* justru akan semakin kecil.

- **Parameter TSS**

Hasil uji *jar test* untuk parameter TSS ditampilkan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4 Konsentrasi TSS**

No	Kecepatan	Konsentrasi TSS (mg/l)						
		Kondisi Awal	Kontrol (0 gr/L)	0,5 gr/L	1,0 gr/L	1,5 gr/L	2,0 gr/L	2,5 gr/L
1	100 rpm	376,0	168,0	98,0	66,0	113,0	146,0	161,0
2	125 rpm	376,0	195,0	143,0	113,0	137,0	170,0	188,0
3	150 rpm	376,0	226,0	175,0	138,0	166,0	198,0	219,0

Berdasarkan data hasil penelitian pada **Tabel 4** diketahui bahwa variasi dosis nano biokoagulan kacang babi berpengaruh terhadap efisiensi penurunan TSS. Diketahui bahwa kondisi awal TSS air limbah domestik adalah 376 mg/l. Pemberian dosis optimum sebanyak 1000 mg/l mampu menurunkan konsentrasi TSS hingga mencapai 66 mg/l pada kecepatan pengadukan 100 rpm. Namun ketika dosis ditambah menjadi 1500 mg/l, nilai TSS justru mengalami kenaikan menjadi 113 mg/l dan terus mengalami kenaikan. Pemberian koagulan pada dosis yang optimum membantu mengikat partikel yang tersuspensi lalu membuat partikel-partikel halus yang tersuspensi tersebut yang pada kondisi awal bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya sehingga terjadi gaya tarik-menarik membentuk flok kemudian terendapkan. Dengan adanya penambahan nano biokoagulan kacang babi, padatan tersuspensi mampu membentuk flok-flok dalam air. Namun pengaruh dosis nano biokoagulan terhadap efisiensi penurunan yang terjadi ternyata memiliki titik jenuh, dimana jika dosis nano biokoagulan yang diberikan melewati titik jenuhnya maka nilai TSS justru akan kembali meningkat.

**Tabel 5 Efisiensi Penurunan TSS**

No	Kecepatan	Efisiensi Penurunan TSS (%)				
		0,5 gr/L	1,0 gr/L	1,5 gr/L	2,0 gr/L	2,5 gr/L
1	100 rpm	41,67	60,71	32,74	13,10	4,17
2	125 rpm	26,67	42,05	29,74	12,82	3,59
3	150 rpm	22,57	38,94	26,55	12,39	3,10

Data efisiensi penurunan parameter TSS ditampilkan pada **Tabel 5**. Pada pengadukan 100 rpm mampu mencapai efisiensi tertinggi yaitu 60,71 % pada dosis 1000 mg/l. Sedangkan dengan dosis yang sama pada kecepatan pengadukan 150 rpm, efisiensi tertinggi hanya 38,94 %. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan yang dilakukan, penurunan konsentrasi TSS justru akan semakin kecil.

- **Parameter COD**

Hasil uji *jar test* untuk parameter COD ditampilkan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6 Konsentrasi COD**

No	Kecepatan	Konsentrasi COD (mg/l)						
		Kondisi Awal	Kontrol (0 gr/L)	0,5 gr/L	1,0 gr/L	1,5 gr/L	2,0 gr/L	2,5 gr/L
1	100 rpm	786,10	599,42	304,66	376,71	484,79	527,37	560,12
2	125 rpm	786,10	586,32	288,28	317,76	402,91	484,79	527,37
3	150 rpm	786,10	550,29	252,26	307,94	389,81	442,22	488,07

Berdasarkan data hasil penelitian pada **Tabel 6** diketahui bahwa variasi dosis nano biokoagulan kacang babi berpengaruh terhadap efisiensi penurunan COD. Diketahui bahwa kondisi awal COD air limbah domestik adalah 786,1 mg/l. Pemberian dosis optimum sebanyak 500 mg/l mampu menurunkan konsentrasi COD hingga mencapai 252,26 mg/l pada kecepatan pengadukan 150 rpm. Namun ketika dosis ditambah menjadi 1000 mg/l,

nilai COD justru mengalami kenaikan menjadi 307,94 mg/l dan terus mengalami kenaikan. Pemberian koagulan pada dosis yang optimum mampu menurunkan konsentrasi parameter COD. Penurunan konsentrasi COD oleh faktor dosis koagulan terjadi karena nano biokoagulan kacang babi bersifat biologis yang mampu mengikat atau menyerap partikel tersuspensi (yang bersifat organik) sehingga partikel tersebut berhasil diendapkan. Namun pengaruh dosis nano biokoagulan terhadap efisiensi penurunan yang terjadi ternyata memiliki titik jenuh, dimana jika dosis nano biokoagulan yang diberikan melewati titik jenuhnya maka nilai COD justru akan kembali meningkat.

**Tabel 7 Efisiensi Penurunan COD**

No	Kecepatan	Efisiensi Penurunan COD (%)				
		0,5 gr/L	1,0 gr/L	1,5 gr/L	2,0 gr/L	2,5 gr/L
1	100 rpm	49,17	37,15	19,12	12,02	6,56
2	125 rpm	50,83	45,80	31,28	17,32	10,05
3	150 rpm	54,16	44,04	29,16	19,64	11,31

Data efisiensi penurunan parameter COD ditampilkan pada **Tabel 7**. Pada pengadukan 150 rpm mampu mencapai efisiensi tertinggi yaitu 54,16 % pada dosis 500 mg/l. Sedangkan dengan dosis yang sama pada kecepatan pengadukan 100 rpm, efisiensi tertinggi hanya 49,17 %. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan yang dilakukan, penurunan konsentrasi COD akan semakin besar.

### Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah :

1. Penggunaan nano biokoagulan kacang babi memberikan pengaruh terhadap penurunan parameter *Turbidity*, TSS, dan COD yang



terkandung dalam air limbah domestik (*greywater*).

2. Dalam menurunkan parameter *Turbidity* dan TSS, dosis dan kecepatan pengadukan cepat yang optimum dengan efisiensi paling besar terjadi pada dosis 1000 mg/l dengan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm. Sedangkan untuk menurunkan parameter COD, dosis dan kecepatan pengadukan cepat yang optimum dengan efisiensi paling besar terjadi pada dosis 500 mg/l dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm.
3. Efisiensi penyisihan konsentrasi *Turbidity* sebesar 76,78% dengan hasil pengolahan 9,59 NTU, penyisihan konsentrasi TSS sebesar 60,71% dengan hasil pengolahan 66 mg/l, dan penyisihan COD sebesar 54,16% dengan hasil pengolahan 252,26 mg/l.

#### Saran

1. Perlu adanya pengolahan lanjutan sehingga didapat hasil pengolahan untuk parameter COD yang memenuhi baku mutu.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan range dosis 500 mg/l – 1000 mg/l sehingga diketahui dosis optimum sebenarnya.
3. Pertimbangan pH agar kadar pH tetap memenuhi baku mutu.

#### Daftar Pustaka

- Babu, R. & M. Chauduri. 2005. "Home Water Treatment by Direct Filtration with Natural Coagulant". *Journal of Water and Health*. Vol. 3 (1), 27-30.
- Duke, J.A. 1983. *Handbook of Energy Crops*. [Online]. Tersedia : <http://www.hortpurdue.edu/newcrop/duke-energy/Vicia-faba.html>.
- Ghebremichael, K.A. 2004. *Moringa Seed and Purmice as Alternative Natural Materials for Drinking Water*

*Treatment*. KTH Land and Water Resources Engineering.

Republik Indonesia, 2016. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kelautan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.

Saefudin, dkk. 2006. *Efektivitas Biokoagulan Kacang Babi (Vicia faba) Dalam Memperbaiki Sifat Fisik dan Kimiawi Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.