
PENURUNAN TURBIDITY, TSS, DAN COD MENGGUNAKAN TEPUNG BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*) SEBAGAI NANO BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK (GREY WATER)

Muhammad Narayudha Bachtiar^{*)} Syafruddin^{} Winardi Dwi Nugraha^{**})**

Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
email: narayudha.bachtiar@gmail.com

ABSTRAK

*Pemanfaatan koagulan kimia dalam pengolahan limbah cair domestik mulai banyak digantikan dengan menggunakan biokoagulan yang lebih ramah lingkungan. Salah satu biokoagulan yang mulai digunakan dan diteliti adalah biokoagulan dari biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*).*

Penelitian ini menggunakan Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa dengan proses 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 drainase kota di Jl. Singosari Raya (depan Politeknik Ilmu Pelayaran) pada kondisi musim Kemarau (Juli 2016). Variasi dosis nano biokoagulan biji Asam Jawa yang digunakan adalah 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, dan 60 mg/L, dengan variasi kecepatan pengadukan cepat 100 rpm, 125 rpm, 150 rpm, 175 rpm, dan 200 rpm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa berperan efektif dalam penurunan kadar Turbidity, TSS, dan COD air limbah domestik. Dosis optimum biokoagulan untuk penurunan Turbidity, TSS, dan COD berkisar dari 30 mg/L hingga 40 mg/L. Kecepatan optimum pengadukan cepat untuk penurunan kadar Turbidity dan COD adalah 150 rpm, dan untuk TSS adalah 100 rpm. Efisiensi penurunan Turbidity mencapai 45,94%, TSS 64,29%, dan COD 61,02%.

Kata kunci: Biokoagulan, Turbidity, TSS, COD.

ABSTRACT

[DECREASE IN TURBIDITY, TSS, AND COD USING TAMARIND FLOUR SEEDS AS NANO BIOCOAGULANT IN DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT]. *Utilization of chemical coagulant in domestic wastewater treatment began replaced by many biocoagulants which more environmentally friendly. One biocoagulant which began to be used and studied is biocoagulant of seed Tamarind (*Tamarindus indica*).*

This study used Nano Biocoagulant Tamarind Seed with Jar test process 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 the city drainage channel on Jl. Singosari Raya (front of Polytechnic Sailing Studies) on the condition dry season (July 2016). Variations biocoagulant dose used were 30 mg/L, 40mg/L, 50mg/L, and 60mg/L, with a variety of rapid mixing speed of 100 rpm, 125 rpm, 150 rpm, 175 rpm and 200 rpm.

The results showed that the Nano Biocoagulant Tamarind Seeds play an effective role in decreasing the levels of Turbidity, TSS, and COD of domestic wastewater. The optimum dose biocoagulant to decrease Turbidity, TSS, and COD range from 30 mg/L to 40 mg/L. The optimum speed rapid stirring to decreased levels of Turbidity and COD is 150 rpm, and for TSS is 100 rpm. Turbidity removal efficiency reached 45.94%, 64.29% for TSS, and 61.02% for COD.

Keywords: Biocoagulant, Turbidity, TSS, COD.

Pendahuluan

Air limbah domestik masih menjadi permasalahan lingkungan di Indonesia. Hal ini karena kesadaran tentang lingkungan relatif masih rendah. Selain itu fasilitas pengolahan limbah domestik komunal masih sangat terbatas. Koagulan kimia sudah umum digunakan dalam pengolahan limbah domestik. Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat tentang lingkungan hidup, penggunaan biokoagulan yang lebih ramah lingkungan mulai banyak digunakan dan terus diteliti. Salah satu biokoagulan adalah dari biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*).

Biji Asam Jawa memiliki kandungan protein yang mampu berperan sebagai polielektroli alami yang berfungsi mirip dengan koagulan sintetik (Hendrawati dkk., 2013). Protein dalam biji Asam Jawa merupakan protein bermuatan positif yang berperan sebagai koagulan polielektrolit dalam proses koagulasi-flokulasi (Eckenfelder dalam Januardi dkk., 2014).

Biji Asam Jawa dapat di gunakan sebagai biokoagulan pada proses koagulasi karena kandungan Tannin dalam biji Asam Jawa. Tannin adalah senyawa phenol yang larut dalam air. Warna kulit biji yang semakin gelap menandakan kandungan Tannin yang makin tinggi (Nurika dkk., 2007). Biji Asam Jawa memiliki kandungan Tannin sebesar 20,2% yang terdapat pada kulit biji dan kandungan Pati dalam daging biji cukup besar sekitar 33,1% (Gunasena and Huges, 2000). Berdasarkan pengamatan Rao (2005) Tannin yang dikandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi dan polimer alami seperti Pati berfungsi sebagai flokulan. Hal ini menjadi dasar pemilihan biji Asam Jawa sebagai biokoagulan dalam pengolahan air limbah domestik.

Penelitian ini memanfaatkan biji Asam Jawa sebagai Nano Biokoagulan dalam penyisihan *Turbidity*, TSS, dan COD air limbah domestik. Penelitian ini menggunakan dengan proses Jar test untuk mengetahui a) dosis optimum biokoagulan, b) kecepatan optimum pengadukan cepat, dan c) efisiensi penurunan kadar *Turbidity*, TSS, dan COD limbah cair domestik. Informasi tentang kondisi optimal tersebut akan bermanfaat untuk dapat menghasilkan effluen dengan kondisi *Turbidity*, TSS, dan COD yang rendah.

Air limbah domestik diambil pada saluran drainase kota di Jl. Singosari Raya, depan Politeknik Ilmu Pelayaran (**Gambar 1.**) pada kondisi musim

Kemarau (Juli 2016). Pengambilan sampel sesuai dengan SNI 6989.59-2008 (BSN, 2008).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel air limbah domestik.

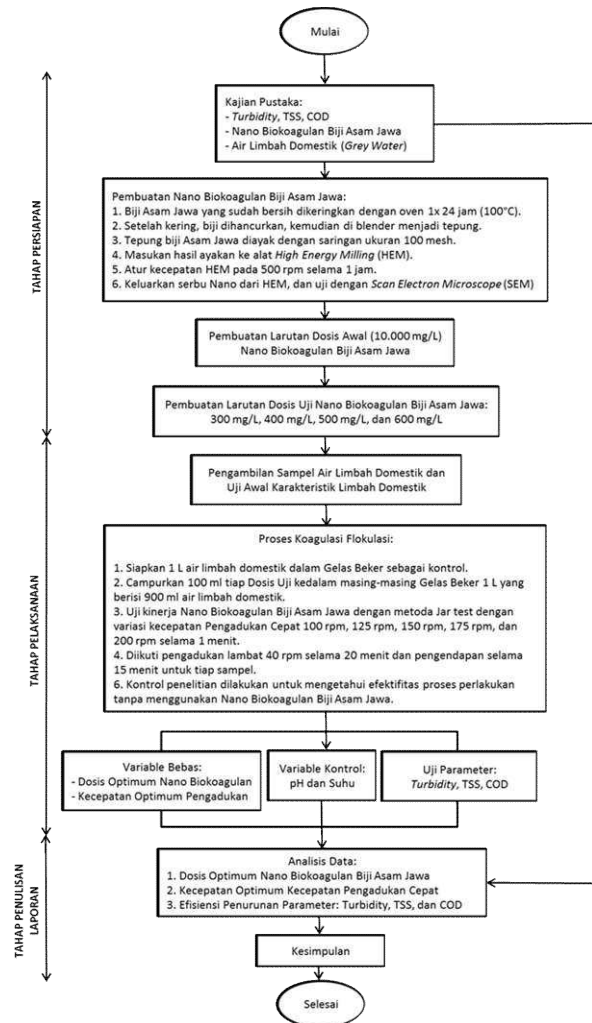
Metodologi

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

Dalam tahap persiapan, dilakukan pembuatan Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa dengan tahapan sebagai berikut:

- Keringkan biji Asam Jawa dengan oven 1x24 jam pada suhu 100°C.
- Setelah kering, biji dihancurkan, kemudian diblender menjadi tepung.
- Tepung biji Asam Jawa diayak dengan saringan ukuran 100 mesh.
- Hasil ayakan dihaluskan menjadi ukuran Nano menggunakan *High Energy Milling* (HEM) pada 500 rpm selama 1 jam.
- Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa diuji ukurannya dengan menggunakan *Scan Electron Microscope* (SEM).

Setelah Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa siap, dilakukan pembuatan Larutan Dosis Awal (10.000 mg/L), dengan melarutkan 2 gr Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa dengan 200 ml aquades. Selanjutnya dibuat larutan Dosis Uji (300 mg/L, 400 mg/L, 500 mg/L, dan 600 mg/L) masing-masing sebanyak 500 ml, dengan melakukan pengenceran ($M1.V1 = M2.V2$) larutan Dosis Awal Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Pengambilan sampel air limbah domestik dilakukan setelah larutan konsentrasi uji telah siap. Pengambilan sampel dilakukan dengan metoda *Grab Sampling* (BSN, 2008) dari saluran drainase kota yang berada di depan Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang di Jalan Singosari Raya dengan menggunakan jerigen plastik, kemudian disimpan dalam *cool box* yang di beri pendingin. Pengambilan sampel dilakukan pada kondisi musim kemarau (Juli 2016). Pada saat pengambilan sampel, dilakukan pengukuran *in situ* parameter Suhu, pH, dan *Turbidity*. Sampel setelah sampai di laboratorium segera dianalisis Karakteristik awal untuk parameter TSS dan COD. Sisa sampel air limbah disimpan di *refrigerator* hingga proses analisis berikutnya.

Uji kinerja Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa dilakukan dengan prosedur *Jar test* sesuai SNI 19-6449-2000 (BSN, 2000a) untuk menentukan nilai dosis optimum, kecepatan optimum pengadukan cepat, dan efisiensi untuk menurunkan konsentrasi

Turbidity, TSS, dan COD pada sampel air limbah domestik.

100 ml dari tiap Dosis Uji ditambahkan ke 900 ml air limbah domestik di dalam gelas Beker 1 L. Hal ini terjadi pengenceran konsentrasi biokoagulan sebesar 10x. Siapkan 1000 ml air limbah domestik dalam gelas Beker 1 L sebagai kontrol. Tiap set variasi dosis sampel dilakukan pengadukan untuk masing-masing variasi kecepatan Pengadukan Cepat (100 rpm, 125 rpm, 150 rpm, 175 rpm, dan 200 rpm) selama 1 menit. Pengadukan cepat ini untuk mengoptimalkan percampuran biokoagulan dengan air limbah sehingga proses koagulasi untuk destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus berlangsung optimum.

Setelah pengadukan cepat selama 1 menit, kemudiandiikuti dengan pengadukan lambat 40 rpm selama 20 menit. Pada pengadukan lambat ini untuk mengoptimalkan proses flokulasi dari partikulat/koloid membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar. Setelah itu, hentikan pengadukan untuk 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 (BSN, 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. Karakteristi Awal Air Limbah Domestik

| No | Parameter | Satuan | Baku Mutu* | Hasil Uji | Keterangan |
|----|-----------|--------|------------|-------------|------------|
| 1 | Turbidity | NTU | - | 37,92 NTU | - |
| 2 | TSS | mg/l | 100 | 112,0 mg/l | Melebihi |
| 3 | COD | mg/l | 100 | 393,33 mg/l | Melebihi |
| 4 | pH | - | 6,0 - 9,0 | 7,23 | - |
| 5 | Suhu | °C | 38 C | 28,6 C | - |

* Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012

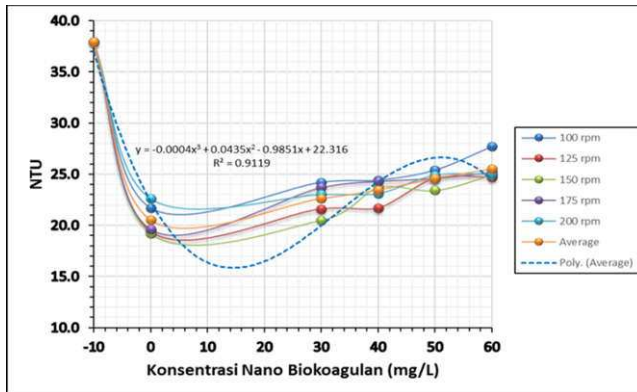
Data TSS (112,0 mg/L) dan COD (393,33 mg/L) telah melampaui batas Baku Mutu yang telah ditentukan, Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Parameter *Turbidity*

Hasil uji *Jar test* untuk parameter *Turbidity* ditampilkan pada **Tabel 2** dan **Gambar 3**.

Tabel 2. Penurunan *Turbidity*

| No | RPM | Perubahan <i>Turbidity</i> (NTU) | | | | |
|----|---------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Kontrol 0 mg/L | 30 mg/L | 40 mg/L | 50 mg/L | 60 mg/L |
| 1 | 100 rpm | 21,70 | 24,20 | 34,40 | 25,40 | 27,70 |
| 2 | 125 rpm | 19,40 | 21,60 | 21,70 | 24,60 | 24,70 |
| 3 | 150 rpm | 19,22 | 20,50 | 23,70 | 23,40 | 24,90 |
| 4 | 175 rpm | 19,62 | 23,70 | 24,30 | 24,60 | 25,20 |
| 5 | 200 rpm | 22,60 | 23,00 | 23,10 | 24,90 | 25,00 |
| 6 | Average | 20,51 | 22,60 | 23,44 | 24,58 | 25,50 |

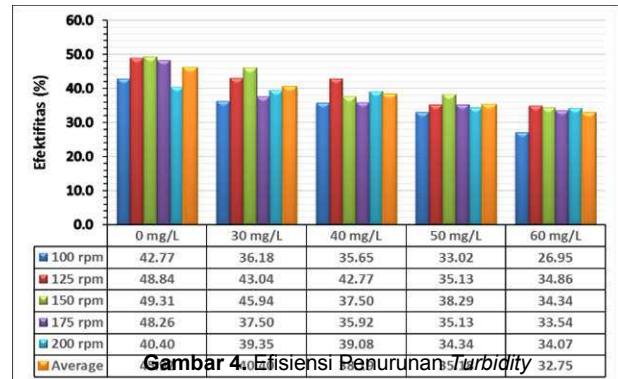


Gambar 3. Penurunan *Turbidity*.

Data tersebut menunjukkan bahwa kinerja Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa efektif menurunkan *Turbidity* air limbah domestik, dari kondisi awal *Turbidity* 37,92 NTU hingga mencapai 20,50 NTU. Penurunan tersebut terjadi pada dosis biokoagulan 30 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm.

Bila dibandingkan dengan sampel Kontrol, *Turbidity* juga sudah mengalami penurunan dengan kisaran 22,60 NTU (200 rpm) hingga 19,22 NTU (150 rpm). Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi Nano Biokogulan Biji Asam Jawa menyebabkan terjadinya perubahan kejernihan sampel. Semakin tinggi dosis Nano Biokogulan Biji Asam Jawa yang di tambahkan pada sampel air limbah, semakin tinggi pula intensitas kekeruhannya. Perubahan kejernihan disebabkan oleh bahan Nano Biokogulan Biji Asam Jawa yang merupakan bahan organik, sehingga diharapkan kekeruhan terus menurun karena biokoagulan terdegradasi secara alami.

Data Efisiensi penurunan parameter *Turbidity* ditampilkan pada **Gambar 4**. Efisiensi Optimum penurunan parameter *Turbidity* dengan penambahan Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa adalah 45,94% (pada dosis biokoagulan 30 mg/L dengan kecepatan pengadukan 150 rpm).



Parameter TSS

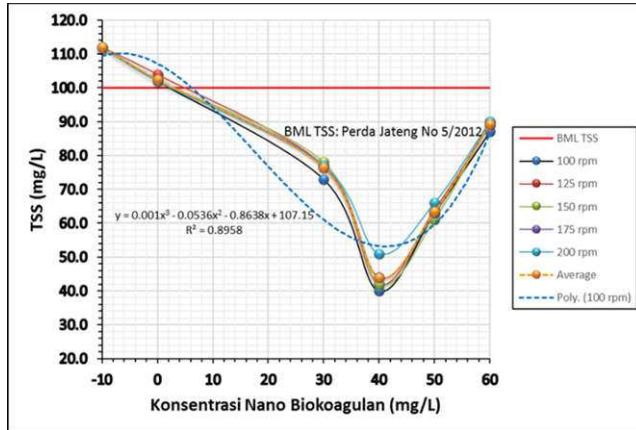
Hasil uji Jar test untuk parameter TSS ditampilkan pada **Tabel 3** dan **Gambar 5**.

Tabel 3. Penurunan Konsentrasi TSS

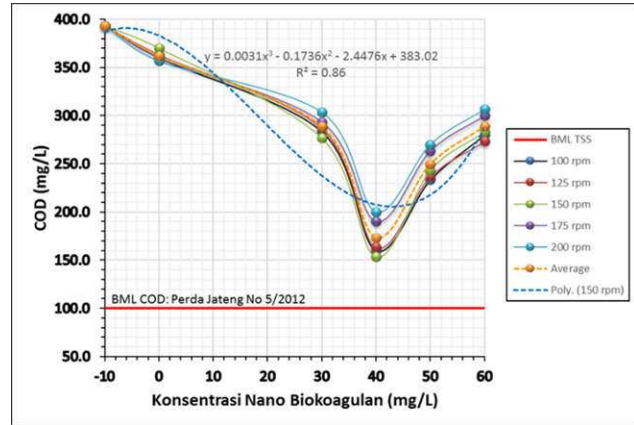
| No | RPM | Penurunan Konsentrasi TSS (mg/L) | | | | |
|----|---------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Kontrol 0 mg/L | 30 mg/L | 40 mg/L | 50 mg/L | 60 mg/L |
| 1 | 100 rpm | 102 | 73 | 40 | 63 | 87 |
| 2 | 125 rpm | 104 | 77 | 42 | 64 | 89 |
| 3 | 150 rpm | 102 | 78 | 42 | 61 | 90 |
| 4 | 175 rpm | 102 | 77 | 44 | 63 | 90 |
| 5 | 200 rpm | 102 | 77 | 51 | 66 | 90 |
| 6 | Average | 102,4 | 76,4 | 43,8 | 63,4 | 89,2 |

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi awal TSS adalah 112,0 mg/l, dan penurunan konsentrasi TSS Optimum mencapai 40 mg/L terjadi pada dosis 40 mg/L dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Nilai rata-rata penurunan konsentrasi TSS pada dosis optimum adalah 43,8 mg/L. Hal ini menunjukkan Nano Biokoagulan sangat efektif menurunkan konsentrasi TSS hingga memenuhi Baku Mutu yang telah ditentukan, Perda Provinsi Jateng No 5 tahun 2012 (TSS < 100 mg/L).

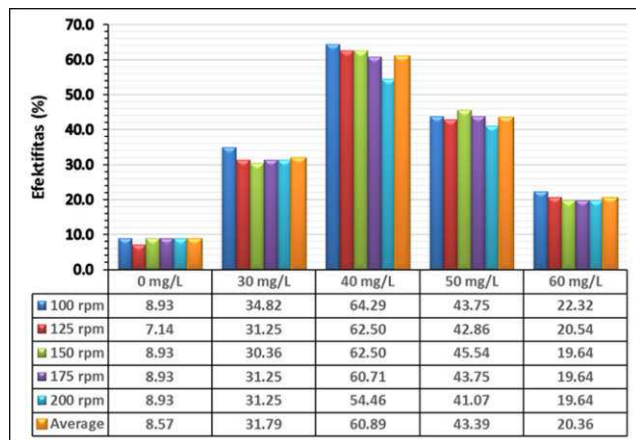
Sedangkan dengan dosis 50 mg/L dan 60 mg/L terjadi peningkatan konsentrasi TSS (**Gambar 5**). Hal ini menunjukkan bahwa kedua dosis tersebut telah melampaui batas maksimum kinerja Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa, sehingga tidak lagi efektif dalam mengikat partikel tersuspensi di dalam air limbah domestik.



Gambar 5. Penurunan Konsentrasi TSS.



Gambar 7. Grafik Penurunan Konsentrasi COD



Data Efisiensi penurunan parameter TSS ditampilkan pada Gambar 6. Efisiensi Optimum penurunan parameter TSS dengan penambahan Nano Bioagulan Biji Asam Jawa adalah 64,29% (pada dosis biokoagulan 40 mg/L dengan kecepatan pengadukan 100 rpm).

- Parameter COD

Hasil uji Jar test untuk parameter COD ditampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 7.

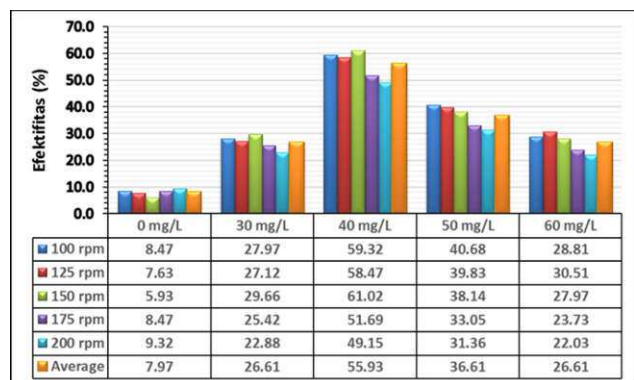
Tabel 4. Penurunan Konsentrasi COD

| No | RPM | Penurunan Konsentrasi COD (mg/L) | | | | |
|----|---------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Kontrol 0 mg/L | 30 mg/L | 40 mg/L | 50 mg/L | 60 mg/L |
| 1 | 100 rpm | 360,00 | 283,33 | 160,00 | 233,33 | 280,00 |
| 2 | 125 rpm | 363,33 | 286,67 | 163,33 | 236,67 | 273,33 |
| 3 | 150 rpm | 370,00 | 276,67 | 153,33 | 243,33 | 283,33 |
| 4 | 175 rpm | 360,00 | 293,33 | 190,00 | 263,33 | 300,00 |
| 5 | 200 rpm | 356,67 | 303,33 | 200,00 | 270,00 | 306,67 |
| 6 | Average | 362,00 | 288,67 | 173,33 | 249,33 | 288,67 |

Data tersebut menunjukkan bahwa kinerja Nano Bioagulan Biji Asam Jawa efektif menurunkan konsentrasi COD air limbah domestik, walaupun belum memenuhi Baku Mutu yang telah ditetapkan (Perda Jateng No 5 tahun 2012, COD < 100 mg/L). Kondisi awal COD 393,33 mg/L mampu diturunkan hingga mencapai 153,33 mg/L. Penurunan tersebut terjadi pada dosis biokoagulan 40 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm.

Sedangkan pada dosis 50 mg/l dan 60 mg/l terjadi peningkatan konsentrasi COD (Gambar 7.), hal ini disebabkan karena optimum kemampuan flokulan untuk mengikat partikel membentuk flok pada dosis 40 mg/l, selebihnya kemampuan flokulan untuk mengikat partikel mengalami penurunan.

Data Efisiensi penurunan parameter COD ditampilkan pada Gambar 8. Efisiensi Optimum penurunan parameter COD dengan penambahan Nano Bioagulan Biji Asam Jawa adalah 61,02% (pada dosis biokoagulan 40 mg/L dengan kecepatan pengadukan 150 rpm).



Gambar 8. Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD.

Kesimpulan

Hasil uji penerapan Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa dengan variasi dosis: 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, dan 60 mg/L, dengan variasi Pengadukan Cepat: 100 rpm, 125 rpm, 150 rpm, 175 rpm, dan 200 rpm, terhadap parameter *Turbidity*, TSS, dan COD air limbah domestik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dosis Optimum Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa untuk menurunkan parameter *Turbidity*, TSS dan COD adalah pada kisaran dosis antara 30 mg/L hingga 40 mg/L. Jika dosis Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa melebihi Dosis Optimum tersebut, maka akan terjadi kondisi jenuh dimana biokoagulan tidak maksimal dalam menurunkan konsentrasi *Turbidity*, TSS, dan COD.
2. Kecepatan Optimum Pengadukan Cepat untuk menurunkan parameter *Turbidity*, dan COD adalah 150 rpm, dan untuk parameter TSS, 100 rpm. Dalam Kecepatan Optimum Pengadukan Cepat 100 rpm untuk TSS, pembentukan flok akan semakin cepat karena tidak merusak bentuk flok yang sudah terbentuk.
3. Pada kondisi Dosis Optimum dan Kecepatan Optimum Pengadukan Cepat, efisiensi penurunan parameter *Turbidity* mencapai 45,94%, TSS mencapai 64,29%, dan COD mencapai 61,02%.

Saran

1. Perlu dilakukan uji kinerja Nano Biokoagulan Biji Asam Jawa dalam penurunan komposisi air limbah domestik untuk variabel lainnya, agar dapat diterapkan dengan baik sebagai koagulan yang efektif dan ramah lingkungan.
2. Pengolahan air limbah domestik secara komunal perlu dipersyaratkan dalam pengembangan pemukiman, agar pencemaran lingkungan dapat diminimalkan.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 19-6449-2000 Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi dengan Cara Jar*. Badan Standarisasi
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standarisasi Nasional Indonesia SNI 6989.59-2008 Air dan Air Limbah - Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Gunasena, H. D. M. and A. Hughes. 2000. *Tamarind: Tamarindus indica*. International Centre for Underutilised Corps, Southampton.

Hendrawati, D. Syamsumariah, dan Nurhasni. 2013. *Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) dan Biji Kecapir (Psophocarpus tetragonolobus) sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah*. Prosiding Semirata Universitas Lampung, Lampung.

Januardi, R., T. R. Setyawati, dan Mukarlina. 2014. *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Kombinasi Serbuk Kelor (Moringa oleifera) dan Asam Jawa (Tamarindus indica)*. Jurnal Protobiont Vol. 3 No. 1.

Nurika, I., A.R. Mulyarto, dan K Afshari. 2007. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu*. Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 8 No. 3.

Rao, N. 2005. *Use of Plant Material as Natural Coagulants for Treatment of Wastewater*. Haryana: VisionRI Nous.