

## SERBUK BIJI KELOR SEBAGAI KOAGULAN PADA PROSES KOAGULASI FLOKULASI LIMBAH CAIR PABRIK TAHU

Harimbi Setyawati<sup>1)</sup>, Mawan Kriswantono<sup>2)</sup>, Dinda An Nisa<sup>3)</sup>,  
Rakhmawati Hastuti<sup>4)</sup>

<sup>1,3,4</sup> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

**Abstrak.** Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam limbah cair tersebut berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Berdasarkan analisa limbah cair industri kecil tahu di karangploso diketahui bahwa limbah cair industri tahu mengandung COD (1247 mg/l), BOD (997 mg/l), TSS (587,5 mg/l) dan pH 3,7. Oleh sebab itu, limbah cair tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan untuk mengurangi kandungan pencemar yang menyertai limbah tersebut. Salah satu koagulan alternatif yang dapat digunakan adalah serbuk biji kelor. Penelitian ini menggunakan serbuk biji kelor dengan kadar air 10 %. Variasi dosis koagulan yang digunakan 2000, 3000, 4000, 5000 mg/500 ml limbah cair tahu, ukuran koagulan 70 mesh dengan pH awal adalah 3,7. Waktu pengadukan optimum yang diperoleh adalah 2-3 menit dengan penurunan COD 280 mg/L, BOD 112 mg/L, TSS 100,4 pada dosis koagulan 2000 mg/500 ml, dan ukuran partikel koagulan 70 mesh dengan pH akhir adalah 3,9, sehingga dapat disimpulkan bahwa biji kelor dapat digunakan sebagai koagulan yang efektif karena persentase penurunan yang diperoleh di atas 50 %.

**Kata Kunci:** Limbah Cair Industri Tahu, Biji Kelor, COD, BOD dan TSS

Tahu merupakan salah satu makanan tradisional yang digemari oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia. Tahu mengandung gizi yang baik diantaranya mengandung protein, karbohidrat, dan lemak. Industri tahu di Indonesia rata-rata masih dilakukan dengan teknologi yang sangat sederhana sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi.

Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD sebesar 997 mg/L, COD sebesar 1247 mg/L, dan TSS yang cukup tinggi sebesar 587,5 mg/L, sedangkan menurut Pergub Jatim tahun 2013 kadar buang air limbah yaitu BOD sebesar 150 mg/L, COD sebesar 300 mg/L, dan TSS sebesar 200 mg/L. Jika limbah langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada.[subekti sri, 2011]

Menurut penelitian terdahulu [Coniwanti, 2013], penjernihan limbah

industri tahu dapat dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan alternatif yaitu koagulan serbuk biji kelor, biji asam, alumunium sulfat. Penurunan COD, BOD, dan TSS, limbah cair tahu menggunakan serbuk biji kelor lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan serbuk biji asam dan alumunium sulfat.

Biji kelor dapat dipergunakan sebagai salah satu koagulan alami alternatif yang tersedia secara lokal. Efektivitas koagulasi biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik. Keuntungan penggunaan koagulan alami seperti serbuk biji kelor adalah tanaman tersebut mudah ditemukan didaerah iklim tropis. Selain itu, koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan kimia.[S.D.R utami,2012].

Permasalahan pada penelitian ini adalah Bagaimana mengoptimalkan kinerja serbuk biji kelor sebagai koagulan organik dalam menurunkan COD, BOD, TSS (Total Suspended Solid), dan juga turbiditas pada limbah cair industri tahu.

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui metode koagulasi-flokulasi pemurnian limbah cair industri tahu. Selain itu untuk mengetahui proses penurunan COD, BOD, dan juga TSS pada limbah cair industri tahu menggunakan koagulan organik yaitu Biji kelor.

### **Limbah Cair Industri Tahu**

Limbah padat industri tahu belum dirasakan dampaknya karena limbah padat industri tahu bisa dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sedangkan limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan.

Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air limbah buangan tersebut dapat berupa:

- Protein
- Karbohidrat
- Lemak
- dan minyak

Di antara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemaklah yang jumlahnya paling besar. Semakin lama, jumlah dan jenis bahan organik yang terkandung ini akan semakin banyak, dalam hal ini akan menyulitkan pengelolaan limbah, karena beberapa zat sulit diuraikan oleh mikroorganisme di dalam air limbah tahu tersebut.

Limbah cair yang dihasilkan pada proses pembuatan tahu mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia dan akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun. Bila dibiarkan begitu saja, air limbah akan berubah warnanya menjadi cokelat kehitaman dan berbau busuk. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan.[coniwanti,2013]

Selain itu, pencemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik. Turunnya

kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik. [fibria,2007].

### **Koagulasi-Flokulasi**

Koagulasi-flokulasi merupakan suatu proses yang diperlukan untuk menghilangkan material limbah berbentuk suspensi atau koloid. Koloid merupakan suatu partikel-partikel yang tidak dapat mengendap dalam waktu tertentu dan tidak dapat dihilangkan dengan proses perlakuan fisika biasa.[coniwanti,2013]

Koagulasi itu sendiri adalah proses destabilisasi partikel senyawa koloid dalam limbah cair. Dapat dikatakan pula suatu proses pengendapan dengan menambahkan bahan koagulan ke dalam limbah cair sehingga terjadi endapan pada dasar tangki pengendapan.[suharto,2011].

Prinsip dasar proses koagulasi adalah terjadinya gaya tarik menarik antara ion-ion negatif disuatu pihak dengan ion-ion positif di pihak lain. Yang bertindak sebagai ion negatif adalah partikel-partikel yang terdiri dari zat-zat organik (partikel koloid), mikroorganisme dan bakteri. [bangun,2013].

Sedangkan flokulasi merupakan proses kelanjutan dari proses koagulasi, dimana mikroflok hasil koagulasi mulai menggumpalkan partikel-partikel koloid menjadi flok-flok yang lebih besar yang dapat diendapkan dan proses ini dibantu dengan pengadukan lambat.

Proses koagulasi-flokulasi tidak dapat dipisahkan dalam pengolahan limbah cair industri karena kedua proses ini selalu dilakukan bersama. Pembentukan makroflok dalam proses flokulasi terjadi karena tumbukan-tumbukan antara partikel koloid.[bangun,2013].

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi :

- a. pH
- b. Kecepatan pengadukan
- c. Waktu pengadukan
- d. Suhu
- e. Jenis koagulan
- f. Komposisi koagulan
- g. Komposisi air limbah
- h. Turbulensi
- i. Massa Koagulan

Biji kelor dapat dipergunakan sebagai salah satu koagulan alami alternatif yang tersedia secara lokal. Biji kelor yang dipergunakan adalah yang matang atau tua yang memiliki kadar air kurang dari 10%. [riko,2013] Efektivitas koagulasi biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik. Zat aktif yang terkandung dalam biji kelor yaitu 4 $\alpha$ -L-rhamnosyloxybenzysothiocyanate. [coniwanti, 2013]

Zat aktif itu mampu mengadsorpsi partikel-partikel air limbah. Dengan perubahan bentuk menjadi bentuk yang lebih kecil, maka zat aktif dari biji kelor tersebut akan semakin banyak karena luas permukaan biji kelor semakin besar. Apabila kandungan air di dalam biji kelor besar, maka kemampuannya dalam menyerap limbah cair semakin kecil karena zat aktif tersebut tidak berada di permukaan biji kelor tetapi tertutupi oleh air sehingga kelembaban biji kelor harus kecil. [ayu,2013]

Serbuk biji kelor ketika diaduk dengan air, protein terlarutnya memiliki muatan positif. Fakta ini sangat menguntungkan karena kebanyakan koloid di Indonesia bermuatan listrik negatif, karena banyak berasal dari material organik. Ion koagulan dengan muatan serupa dengan muatan koloid akan ditolak, sebaliknya ion yang berbeda muatan akan ditarik. Prinsip perbedaan muatan antara koagulan dan koloid inilah yang menjadi dasar proses koagulasi. Semakin tinggi ion yang berbeda muatan semakin cepat terjadi koagulasi [saleh hidayat,2012]

Keuntungan penggunaan koagulan alami seperti serbuk biji kelor adalah tanaman tersebut mudah ditemukan di daerah iklim tropis. Selain itu, koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan kimia. [S.D.R utami,2012]

Koagulan serbuk biji kelor memiliki keuntungan tambahan yaitu bersifat antimikroba. [syahrul rahmadani,2013] Mekanisme yang paling mungkin terjadi dalam proses koagulasi dengan serbuk biji

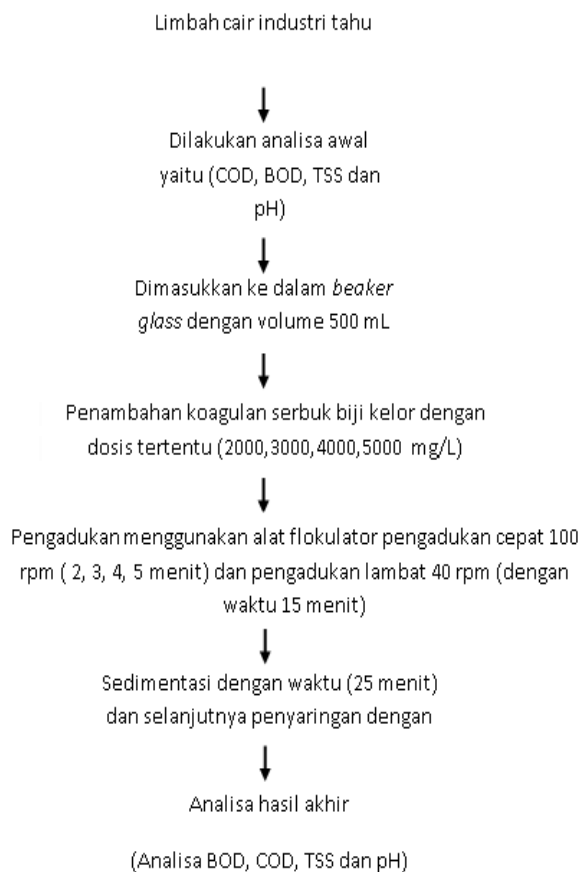
kelor [*Moringa oleifera*] adalah adsorpsi dan netralisasi tegangan koloid. [hadipurnomo,2012]. Dalam proses koagulasinya, serbuk biji kelor memberikan pengaruh yang kecil terhadap derajat keasaman dan konduktivitas. Bahan koagulan dalam serbuk biji kelor adalah protein kationik yang larut dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa larutan ini didominasi oleh tegangan positif meskipun merupakan campuran heterogen yang kompleks. [coniwanti,2013].

Tabel. 1. Unsur-Unsur kimia yang terkandung Biji Kelor

No	Komposisi	Jumlah (%)
1	Kalsium	3,76
2	Sukrosa	5,5
3	Kalium	1,43
4	Magnesium	0,96
5	CaO	0,4
6	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,1
7	K <sub>2</sub> O	0,8

## METODE

Bahan baku dalam percobaan ini adalah limbah cair industri tahu yang dihasilkan dari proses penggumpalan pada proses pembuatan tahu. Limbah cair yang diambil adalah limbah cair tahu berat dari industri tahu di kota Malang, kemudian dibawa ke laboratorium.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL dan PEMBAHASAN

Sebelum melakukan proses penelitian lebih lanjut, dilakukan uji analisa pendahuluan terhadap sampel limbah cair industri tahu yang ada. Dan berikut ditampilkan hasil uji analisa pendahuluan terhadap limbah cair industri tahu:

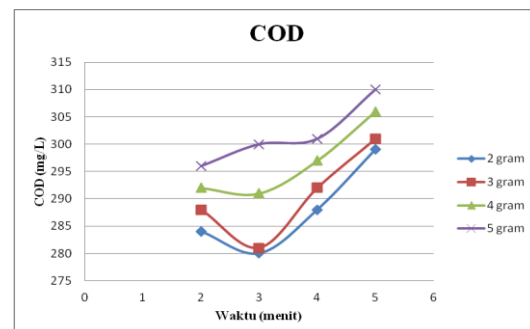
Tabel 2. Hasil uji analisa pendahuluan dari sampel

Parameter	Satuan	Nilai
COD	Mg/L	1247
BOD	Mg/L	997
TSS	Mg/L	587,5

Dari data diatas didapatkan hasil uji analisa terhadap limbah cair industri tahu dengan beberapa karakteristik, dimana hasil dari uji tersebut dianggap tidak layak dibuang karena tidak memenuhi standard PERGUBJATIM-72-2013.

### 1.COD

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan limbah industri tahu di Jawa Timur, berdasar pada PERGUBJATIM-72-2013, didapatkan hasil sebagai berikut:



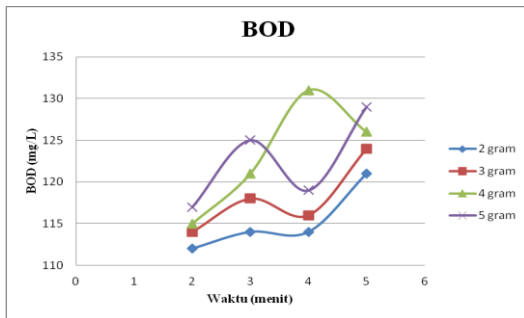
Grafik 1. Hasil uji analisa sampel COD

Grafik.1. dapat dilihat penurunan optimum COD limbah cair industri tahu dengan koagulan serbuk biji kelor kadar air 10% dengan ukuran serbuk 70 mesh diperoleh pada dosis 2000 mg/500 ml dengan waktu pengendapan 25 menit mampu menurunkan COD sebesar 280 mg/L. Adanya penyimpangan pada dosis 5000 mg/500 ml air limbah cair industri tahu dengan lama pengendapan 25 menit angka COD mengalami kenaikan menjadi 310 mg/L Hasil yang diperoleh jauh diatas baku mutu limbah cair yang ditetapkan **PERGUBJATIM-72-2013**. Dimana baku mutu COD limbah cair yang dapat dibuang ke lingkungan adalah sebesar 300 mg/l.

Penyimpangan ini mungkin disebabkan karena koagulan telah jenuh sehingga kemampuan mengikat partikel pengotor air limbah berkurang.

2. BOD

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan limbah industri tahu di Jawa Timur, berdasar pada PERGUB JATIM-72-2013, didapatkan hasil sebagai berikut:

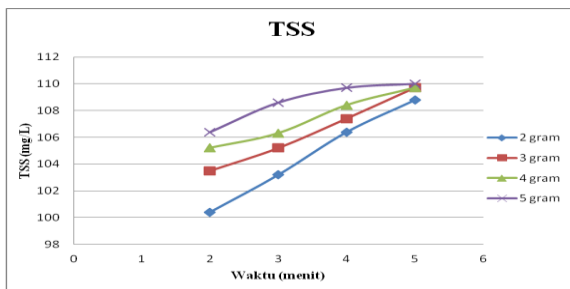


Grafik 2. Hasil uji analisa sampel BOD

Grafik 2. dapat dilihat penurunan optimum BOD limbah cair industri tahu dengan koagulan serbuk biji kelor kadar air 10% dengan ukuran serbuk 70 mesh pada analisa sampel BOD diatas memenuhi ketentuan limbah layak buang berdasarkan **PERGUBJATIM-72-2013** yaitu dengan kadar BOD layak buang maksimal sebesar 150 mg/L.

3. TSS

Dari uji analisa sampel sesuai dengan standard kelayakan limbah industri tahu di Jawa Timur, berdasar pada PERGUB JATIM-72-2013, didapatkan hasil sebagai berikut:



Grafik 3. Hasil uji analisa sampel TSS

Grafik 3. dapat dilihat penurunan optimum TSS limbah cair industri tahu dengan koagulan serbuk biji kelor kadar air 10% dengan ukuran serbuk 70 mesh diperoleh pada dosis 2000 mg/500 ml dengan waktu pengendapan 25 menit mampu menurunkan 100,4 mg/L. Tetapi terjadi penyimpangan pada dosis koagulan 5000 mg/500 ml limbah cair industri tahu dengan lama pengendapan 25 menit mengalami keanikan sebesar 110 mg/L Hasil yang diperoleh jauh diatas baku mutu limbah cair yang ditetapkan **PERGUBJATIM-72-2013**. Dimana baku mutu TSS limbah cair yang dapat dibuang ke lingkungan adalah sebesar 100 mg/l. Penyimpangan ini mungkin disebabkan karena koagulan telah jenuh sehingga kemampuan mengikat partikel pengotor air limbah berkurang.

Setelah dilakukan uji analisa pendahuluan dan analisa terhadap hasil penelitian yang dilakukan, maka secara menyeluruh dapat digambarkan melalui tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan uji analisa pendahuluan dengan hasil penelitian

Parameter (mg/L)	Nilai Awal	Nilai Akhir	Selisih
COD	1247	280	967
BOD	997	112	885
TSS	587,5	100,4	487,1

Data diatas menunjukkan bahwa serbuk biji kelor, layak digunakan untuk proses koagulasi-flokulasi limbah cair industri tahu.

**KESIMPULAN**

1. Proses koagulasi-flokulasi limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan serbuk biji kelor dengan ukuran partikel 70 mesh dapat menurunkan kadar COD, BOD dan TSS.
2. Semakin rendah kadar air yang terdapat di dalam biji kelor, maka semakin besar kemampuannya dalam menurunkan COD, BOD, dan TSS dalam limbah cair industri tahu. Lama

waktu pengadukan optimum adalah 2 menit dengan penurunan COD 280 mg/L, BOD 112 mg/L, TSS 100,4 pada dosis 2000 mg, kadar air 10%.

3. Biji kelor merupakan koagulan alami yang efektif untuk limbah cair industri tahu, hal ini terlihat dari penurunan kadar COD, BOD, dan TSS optimum yang diperoleh melebihi 50%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bangun,A.R, Aminah,S, dkk. 2013. *Pengaruh Kadar Air, Dosis Dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Jurnal Teknik Kimia USU Vol 2 No 1.
- Coniwanti,P, Mertha,I.D, dkk.2013.*Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity Dan*. Jurnal Teknik Kimia Vol 19 No 3.
- Elykurniati. Ir. 2010. *Pengendapan Koloid Pada Air Laut Dengan Proses Koagulasi-Flokulasi Secara Batch*.
- Kaswinarni Fibria. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu*.
- Kurniawan Wahyudi. 2012. *Adsorpsi Ion Logam Besi Dalam Air Sungai Brantas Oleh Serbuk Biji Kelor (Moringa Oleifera)*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012 – ISBN : 978-979-028-550-7.
- Nurika Irnia, Mulyarto,A.R, dkk.2007. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa Dan Lama Pengadukan)*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol 8 No 3.
- Pohan Nurhasmawaty. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Proses Biofilter Aerobik*.
- Purnomo, H, Surodjo, S. 2012. *Pengaruh Penambahan Tepung Biji Kelor (Moringaoleifera) Bebas Minyak Sebagai Koagulan Alami Pada Pengolahan Limbah Cair Penggilingan Kedelai Industri Tempe*. Prosiding Seminar Nasioanal Kimia Unesa 2012 – ISBN : 978-979-028-550-7.
- Putra Riko, Lebu Buyung, dkk.2013. *Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Jar Test*. Jurnal Teknik Kimia USU Vol 2 No 2.
- R.Tuhu Agung, Winata, T.S.2009. *Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Dengan Menggunakan Teknologi Plasma*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol 2 No 2.
- Ramadhani,S, Sutanhaji, A.T, dkk.2013.*Perbandingan Efektivitas Tepung Biji Kelor (Moringa oleifera Lamk), Poly Aluminium Chloride (PAC), dan Tawas sebagai Koagulan untuk Air Jernih*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem Vol 1 No 3.
- S.D.R.Utami. *Uji Kemampuan Koagulan Alami Dari Biji Trembesi, Biji Kelor, Dan Kacang Merah Dalam Proses Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Industri Pupuk*.