

PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*) SEBAGAI
KOAGULAN PADA PROSES KOAGULASI LIMBAH CAIR TAHU
(KAJIAN KONSENTRASI SERBUK BIJI ASAM JAWA DAN LAMA
PENGADUKAN)

*Utilization of Tamarind (*Tamarindus indica*) Seed for Coagulation of Tofu Industry Wastewater (Study on Tamarind Seed Powder Concentration and Stirring Time)*

Irnia Nurika*, Aunur Rofiq Mulyarto, dan Kuntty Afshari

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Bawijaya Jl. Veteran Malang

*Penulis korespondensi, E-mail: niaprayogo@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the effectiveness of tamarind seed as a natural coagulant and stirring time in the quality improvement of waste water produced by tofu industries. The levels of tamarind seed flour added were 6 g/L, 10g/L and 14g/L, and the stirring time of 3 min and 5 min respectively. The experiment was carried out in triplicates and assessing the parameters of total soluble solids (TSS), BOD, dissolved oxygen (DO) and the pH.

The results showed that the tamarind seed flour was able to reduce the level of parameters studied. The best treatment was obtained from the application of tamarind seed flour at a level of 14 g/L and 3 minutes stirring time. This combination was able to reduce 67.29% of the TSS level (from 425 mg/L to 139 mg/L) and 24.18% of the BOD₅ value (from 71 mg/L to 53.83 mg/L) and to increase 53.85% of the DO value (from 1.8 mg/L to 3.90 mg/L) and pH value from 3.93 to 4.57. The BOD₅ level of the treated water met the requirement of the quality standard of waste water for the tofu industry, except the TSS, DO and pH values.

Keywords: coagulation, natural coagulant, tamarind seed

PENDAHULUAN

Limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu. Limbah tersebut berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak, tetapi limbah cair apabila dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991). Oleh karena itu, limbah cair tahu sebelum dibuang ke lingkungan perlu diolah terlebih dahulu untuk mengurangi konsentrasi kandungan pencemar yang menyertai limbah tersebut.

Teknik pengolahan limbah cair dibagi menjadi tiga metode yaitu pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Salah satu

proses dalam pengolahan limbah cair secara kimia adalah koagulasi. Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dalam limbah cair dengan menambahkan bahan kimia (koagulan). Koagulan ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau mengurangi partikel kecil yang tercampur dalam limbah cair melalui pengendapan (Sugiharto, 1987).

Koagulan yang biasa digunakan merupakan koagulan kimia, antara lain aluminium sulfat atau tawas, polyaluminium klorida, ferri klorida, ferri sulfat dan polymer kation. Meskipun koagulan kimia lebih efektif daripada koagulan alami, tetapi koagulan tersebut relatif mahal. Selain itu, penggunaan koagulan kimia pada akhir proses

pengolahan menghasilkan endapan yang lebih sulit untuk menanganinya. Oleh karena itu, koagulan alami seperti biji asam Jawa (*Tamarindus indica*) merupakan alternatif sebagai pengganti koagulan kimia.

Sutrisno (2001) telah melakukan penelitian biji asam terhadap air sungai. Hasil penelitian tersebut adalah biji asam mempunyai kemampuan mengumpulkan dan mempercepat proses pengendapan. Hal itu dikarenakan biji asam mampu mengikat partikel lumpur sungai sehingga cepat mengendap dan mengumpul. Berdasarkan uji coba yang dilakukan, kadar biji asam yang sesuai untuk penjernihan air sungai adalah 14 g/l. Selain itu, biji asam Jawa menjadi pilihan alternatif koagulan karena mudah didapatkan, murah dalam biaya dan ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Limbah cair tahu diperoleh dari air buangan proses pemasakan pabrik tahu di Jalan Telaga Warna, Malang. Biji asam Jawa (*Tamarindus indica*) yang digunakan dari buah asam matang yang telah dikeringkan selama satu hari dan berupa serbuk.

Alat-alat yang digunakan adalah timbangan digital type GR 200, *beaker glass*, erlenmeyer 1000 ml, *magnetic stirrer labino* type L32, ayakan 60 mesh, blender, kertas saring, cawan Petri, oven *Heraus D-63450* type T6, desikator, corong, botol Winkler, inkubator, labu takar, pipet, DO kit dan pH meter type C6842.

Penentuan Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor yaitu faktor A (konsentrasi serbuk biji asam Jawa) dengan tiga level (6 g/l, 10 g/l, 14 g/l) dan faktor B (lama pengadukan) dengan dua level (3 dan 5 menit). Pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Pelaksanaan Penelitian

- a) Biji asam Jawa berasal dari buah asam Jawa yang matang (usia \pm 5 bulan), kering dan berwarna coklat tua. Biji dikeringkan terlebih dahulu selama satu hari. Biji asam Jawa kering ditumbuk dengan alu, kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh. Serbuk biji asam Jawa siap digunakan sebagai koagulan.
- b) Limbah cair tahu berasal dari air buangan proses pemasakan karena mempunyai nilai cemaran yang cukup tinggi. Limbah cair tahu sebanyak 1000 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambahkan serbuk biji asam Jawa dengan konsentrasi 6, 10 dan 14 g/l. Air limbah diaduk dengan *magnetic stirrer* kecepatan 100 rpm selama 3 dan 5 menit. Setelah pengadukan, limbah cair dibiarkan selama 60 menit.

Pengukuran Parameter

Pengukuran parameter dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi meliputi TSS, BOD₅, DO dan pH. Metode analisis TSS yang digunakan berdasar pada Sugiharto (1987) dan metode analisis BOD₅, DO dan pH menggunakan metode Alaerts dan Santika (1987).

Analisis Hasil Pengamatan

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam untuk mengetahui ada tidaknya beda nyata. Jika ada beda nyata dilanjutkan Uji BNT pada taraf nyata 5%. Pengolahan data menggunakan program Microsoft Excel 2003 dan SPSS.

Pemilihan Alternatif Terbaik

- a) Perlakuan terbaik diperoleh dari nilai-nilai parameter (TSS, BOD₅, DO dan pH) setiap perlakuan yang memenuhi baku mutu limbah cair tahu
- b) Apabila terdapat perlakuan yang nilai parameternya tidak memenuhi baku mutu, maka dilakukan pemilihan perlakuan terbaik dengan metode *multiple attribute*

- c) Perlakuan terbaik metode *multiple attribute* akan digunakan sebagai dasar perhitungan efektivitas koagulan
- d) Hasil perhitungan efektivitas tersebut akan dibandingkan dengan efektivitas koagulan lain dari penelitian-penelitian yang telah ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair Tahu (Sebelum Penelitian)

Limbah cair tahu yang belum mengalami proses pengolahan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut dalam jumlah yang cukup tinggi. Selain itu zat tersuspensi yang ada dalam air dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang dalam air. Hal ini dapat mempengaruhi kandungan total padatan tersuspensi (TSS) limbah cair tersebut. Kandungan TSS awal limbah cair tahu sekitar 425 mg/l.

Kandungan awal oksigen terlarut (DO) limbah cair tahu sangat rendah sekitar 1,8 mg/l. Tingkat keasaman (pH) awal juga relatif rendah (3,93). Nilai rendah tersebut karena pada saat proses penggumpalan menggunakan bahan pembantu berupa asam cuka (CH₃COOH), batu tahu (CaSO₄nH₂O) atau larutan bibit tahu.

Nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD₅) awal limbah cair tahu sekitar 71 mg/l. Meskipun nilai BOD₅ telah memenuhi baku mutu limbah cair tahu tetapi dalam limbah tersebut masih mengandung bahan organik yang relatif tinggi.

Karakteristik Serbuk Biji Asam Jawa

Biji asam Jawa dapat dipergunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena pertimbangan kandungan tannin dalam biji tersebut. Tannin adalah senyawa *phenolic* yang larut dalam air. Dengan berat molekul antara 500-3000 dapat mengendapkan protein dari larutan. Sebagian besar biji legume mengandung tannin terutama pada kulit bijinya. Warna kulit biji yang makin gelap menandakan kandungan tannin makin tinggi (Anonymous, 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, 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.

Karakteristik Limbah Cair Tahu Akhir

a. TSS (*Total Suspended Solid*)

Nilai TSS limbah cair tahu sebelum perlakuan menunjukkan jumlah yang tinggi yaitu 425 mg/l. Setelah limbah cair tahu mengalami perlakuan, rerata nilai TSS *effluent* limbah tersebut berkisar antara 139,00 - 299,67 mg/l. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa interaksi antara faktor konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan berpengaruh tidak nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai TSS limbah cair tahu.

Penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa (6 g/l, 10 g/l dan 14 g/l) dan lama pengadukan (3 dan 5 menit) menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap nilai TSS *effluent* limbah cair tahu. Rerata nilai TSS *effluent* limbah cair tahu pada berbagai penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata nilai TSS *effluent* limbah cair tahu pada perlakuan konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan

Perlakuan	Rerata Nilai TSS (mg/l)	BNT (5%)
Konsentrasi serbuk biji asam Jawa (g/l)	6: 257,33 c 10: 191,67 b 14: 148,67 a	28,05
Lama Pengadukan (menit)	3: 174,33 a 5: 224,11 b	22,9

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan konsentrasi

Tabel 2. Rerata nilai BOD₅ *effluent* limbah cair tahu pada perlakuan konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan

Perlakuan		Rerata Nilai BOD ₅ (mg/l)	BNT (5%)
Konsentrasi serbuk biji asam Jawa (g/l)	6	58,92 b	3,25
	10	56,83 b	
	14	50,75 a	
Lama Pengadukan (menit)	3	57,22 b	2,65
	5	53,78 a	

serbuk biji asam Jawa akan menyebabkan nilai TSS limbah cair tahu semakin menurun. Hal ini disebabkan biji asam mampu mengikat partikel-partikel sisa protein yang tidak menggumpal dan padatan tersuspensi dari tahu yang hancur pada saat proses menjadi cepat mengendap dan menggumpul.

Pengaturan pengadukan selama 3 dan 5 menit juga dapat dilihat bahwa semakin lama pengadukan dilakukan pada proses koagulasi limbah cair tahu akan menyebabkan nilai TSS limbah cair tersebut semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pengadukan yang terlalu lama pada waktu tertentu akan menimbulkan tingkat kejenuhan dalam proses koagulasi.

b. BOD₅ (Biological Oxygen Demand)

Nilai BOD₅ awal limbah cair tahu mempunyai jumlah yang relatif tinggi yaitu 71 mg/l. Setelah limbah cair tahu mengalami perlakuan, rerata nilai BOD₅ *effluent* limbah tersebut berkisar antara 47,67–60,83 mg/l. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa interaksi antara faktor konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan berpengaruh tidak nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap nilai BOD₅ limbah cair tahu.

Penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa 6 g/l dan 10 g/l menunjukkan pengaruh tidak nyata terhadap nilai BOD₅ *effluent* limbah cair tahu, tetapi penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa 10 g/l dan 14 g/l serta lama

pengadukan (3 dan 5 menit) berpengaruh nyata. Rerata nilai BOD₅ *effluent* limbah cair tahu pada berbagai konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa akan menyebabkan nilai BOD₅ limbah cair tersebut semakin menurun. Hal ini disebabkan biji asam mampu mengikat bahan-bahan organik limbah cair tahu yang komponen terbesarnya berupa protein (N-total) menjadi cepat mengendap dan menggumpul. Pengaturan pengadukan selama 3 dan 5 menit juga dapat dilihat bahwa semakin lama pengadukan dilakukan pada proses koagulasi limbah cair tahu akan menyebabkan nilai BOD₅ limbah cair tersebut semakin menurun.

Hal ini disebabkan oleh pengadukan yang mempunyai kemampuan untuk mendapatkan penyebaran serbuk biji asam Jawa yang merata, meningkatkan kesempatan antar partikel bereaksi dan cair tersebut semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh serbuk biji asam Jawa yang mempunyai kemampuan mengikat bahan-bahan organik dalam limbah cair tahu menjadi cepat mengendap dan menggumpul menggabungkan partikel serbuk biji asam Jawa dengan bahan organik dalam air limbah.

c. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (DO) limbah cair tahu sebelum perlakuan menunjukkan jumlah yang sangat kecil yaitu 1,8 mg/l. Setelah limbah cair tahu mengalami perlakuan, rerata nilai DO *effluent* limbah tersebut berkisar antara 3,03–3,90 mg/l. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa faktor konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan berpengaruh tidak nyata ($\alpha=5\%$) terhadap nilai DO limbah cair tahu.

Penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa (6 g/l, 10 g/l dan 14 g/l) menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap nilai DO *effluent* limbah cair tahu. Rerata nilai DO *effluent* limbah cair tahu

Tabel 3. Rerata nilai DO *effluent* limbah cair tahu pada perlakuan konsentrasi serbuk biji asam Jawa

Perlakuan	Rerata Nilai DO (mg/l)	BNT (5%)
Konsentrasi serbuk biji asam Jawa	3,083 a	0,357
6 (g/l)	3,450 b	
10 (g/l)	3,850 c	

pada berbagai konsentrasi serbuk biji asam Jawa dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi serbuk biji asam Jawa yang diberikan pada proses koagulasi limbah cair tahu akan menyebabkan nilai DO limbah makin tinggi.

d. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) awal limbah cair tahu sangat rendah (asam) yaitu 3,93. Pengukuran pH juga dilakukan terhadap serbuk biji asam Jawa, dimana pH koagulan tersebut diharapkan mampu meningkatkan nilai pH limbah cair tahu. Setelah limbah cair tahu mengalami perlakuan, rerata nilai pH *effluent* limbah berkisar antara 4,09-4,57. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa faktor konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan berpengaruh tidak nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap nilai pH limbah cair tahu.

Penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa (6 g/l, 10 g/l dan 14 g/l) dan lama pengadukan (3 dan 5 menit) menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap nilai pH *effluent* limbah cair tahu. Rerata nilai pH *effluent* limbah cair tahu pada berbagai konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa akan menyebabkan nilai pH limbah cair tersebut semakin meningkat. Hal ini disebabkan partikel-partikel serbuk biji asam Jawa mampu mengikat ion-ion H⁺ dari asam asetat limbah cair tahu menjadi mengumpul dan cepat mengendap. Pengadukan selama 3 dan 5 menit juga dapat dilihat bahwa

semakin lama pengadukan dilakukan pada proses koagulasi limbah cair tahu akan menyebabkan nilai pH limbah cair tersebut semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh pengadukan yang terlalu lama pada waktu tertentu akan menimbulkan tingkat kejenuhan dalam proses koagulasi.

Tabel 4. Rerata nilai pH *effluent* limbah cair tahu pada perlakuan konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan

Perlakuan	Rerata Nilai pH	BNT (5%)
Konsentrasi serbuk biji asam Jawa	4,120 a	0,080
6 (g/l)	4,253 b	
10 (g/l)	4,485 c	
Kontrol	6,25	
Lama Pengadukan	4,337 b	0,065
3 (menit)	4,263 a	

e. Pemilihan Perlakuan Terbaik

Setelah melakukan proses koagulasi pada limbah cair tahu dengan perlakuan konsentrasi serbuk biji asam Jawa dan lama pengadukan diperoleh hasil penelitian bahwa selain parameter BOD₅, parameter TSS, DO, dan pH masih belum memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk industri tahu. Selain itu tidak ada satu pun perlakuan yang memiliki nilai *effluent* lebih baik pada semua parameter apabila dibandingkan masing-masing perlakuan. Oleh karena itu, pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode *multiple attribute*.

Berdasarkan perhitungan metode *multiple attribute* diperoleh hasil bahwa penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa 14 g/l dan pengadukan selama 3 menit merupakan perlakuan terbaik.

f. Kemampuan Penurunan TSS dan BOD₅ serta Peningkatan DO dan pH

Analisis terhadap efektivitas parameter TSS dan BOD₅ limbah cair dapat diperoleh melalui perhitungan *removal effectiveness*, sedangkan parameter DO dan pH dapat diperoleh melalui

perhitungan efektivitas peningkatan parameter tersebut.

Perhitungan efektivitas parameter TSS, BOD₅, DO, dan pH dilakukan hanya pada perlakuan terbaik. Proses koagulasi

limbah cair tahu kali ini diperoleh bahwa perlakuan A₃B₁ memiliki *removal effectiveness* TSS 67,29% dan BOD₅ 24,18% serta efektivitas peningkatan DO 53,85% dan pH 16,28%.

Tabel 5. Efektivitas koagulan terhadap limbah cair tahu

Koagulan	<i>Removal effectiveness</i>		Efektivitas Peningkatan	
	TSS	BOD ₅	DO	pH
Serbuk kelor 12% (b/v)	83,1%	88,20%	63,55%	0,78%
Kalium hidroksida 3 g/l Serbuk kelor 3 g/l	83,0%	42,31%	72,60%	47,65%
Serbuk biji asam 14 g/l	67,2%	24,18%	53,85%	16,28%

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perbandingan tingkat efektivitas antara koagulan serbuk biji kelor dan campuran kalsium hidroksida dan serbuk biji kelor pada proses koagulasi limbah cair tahu menunjukkan hasil koagulan serbuk biji asam jawa masih dibawah koagulan yang lain. Meski demikian Gintings (1995) menambahkan bahwa dengan metode *primary treatment*, dimana penggunaan koagulan merupakan salah satu prosesnya dapat mengurangi *effluent* TSS 20-50% dan BOD₅ 20-30%, sehingga serbuk biji asam Jawa masih dapat dijadikan sebagai alternatif koagulan. Hal ini mengingat penggunaan koagulan kimia lebih sulit penanganannya, karena bahan kimia dalam jumlah yang cukup besar akan sulit diuraikan oleh mikroorganisme secara alami, sedangkan penggunaan serbuk biji asam Jawa sebagai koagulan alami memiliki sifat ramah lingkungan, murah dan mudah didapat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi serbuk biji asam Jawa berpengaruh nyata terhadap nilai TSS, BOD₅, DO dan pH limbah cair tahu, pengaturan lama pengadukan berpengaruh nyata terhadap nilai TSS, BOD₅ dan pH limbah cair tahu, tetapi interaksi antara keduanya pada nilai TSS, BOD₅, DO dan pH berpengaruh tidak nyata.

Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi serbuk biji asam Jawa 14 g/l dan pengadukan selama 3 menit. Hasil perlakuan terbaik tersebut mampu menurunkan TSS 67,29% dan BOD₅ 24,18% serta meningkatkan DO 53,85% dan pH 16,28%. Nilai parameter yang memenuhi baku mutu limbah cair tahu adalah BOD₅, sedangkan TSS, DO dan pH masih belum memenuhi baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2007. Tannin. http://www.fapet.ipb.ac.id/pin/Web/bab9_2.htm-13k- Tanggal akses 3 April 2006.
- Gunasena, H. D. M., Hughes, A. 2000. Tamarind : *Tamarindus indica*. International Centre for Underutilised Crops. Southampton.
- Nurhasan dan Pramudyanto. 1991. Informasi Praktis Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Tahu Tempe. <http://www.iptek.net.id//pengolahan&sanitasiidx.php?doc=5b>. Tanggal akses 1 Juni 2006.
- Rao, N. 2005. Use of Plant Material as Natural Coagulants for Treatment of Wastewater. <http://www.visionreviewpoint.com/article.asp?articleid=48> Tanggal akses 26 Maret 2006.
- Sutrisno. 2001. Menjernihkan Air Sungai Dengan Biji Asam. http://www.republika.co.id/koran_detail.asp?id=50732&kat_id=105%kat_id1=151&kat_id2=-32k-. Tanggal akses 26 Februari 2006.