

**KEEFEKTIFAN PENAMBAHAN KOAGULAN BIJI ASAM JAWA
(*Tamarindus indica*) UNTUK MENURUNKAN KADAR *TOTAL
SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA LIMBAH CAIR TAHU**

NASKAH PUBLIKASI



Dewi Agustina Wati
J 410 100 032

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT

Jl. A. Yani Tromol Pos I – Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 717417, Fax : 7151448 Surakarta 57102

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan ini pembimbing/ skripsi/ tugas akhir :

Pembimbing I

Nama : Heru Subaris Kasjono, SKM., M.Kes

NIP/NIK : 196606211989021001

Pembimbing II

Nama : Dwi Astuti, SKM., M.Kes

NIP/NIK : 756

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Dewi Agustina Wati

NIM : J 410 100 032

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Judul Skripsi :

**“KEEFEKTIFAN PENAMBAHAN KOAGULAN BIJI ASAM JAWA
(*Tamarindus indica*) UNTUK MENURUNKAN KADAR *TOTAL
SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH CAIR TAHU*”**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, Oktober 2014

Pembimbing I

Heru Subaris Kasjono, SKM., M.Kes
NIP.196606211989021001

Pembimbing II

Dwi Astuti, SKM., M.Kes
NIK. 756

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Bismillahirrahmanirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : **Dewi Agustina Wati**

NIM : J 410 100 032

Fak/ Prodi : FIK/Keschatan Masyarakat

Jenis : Skripsi

Judul :

“KEEFEKTIFAN PENAMBAHAN KOAGULAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*) UNTUK MENURUNKAN KADAR *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA LIMBAH CAIR TAHU”

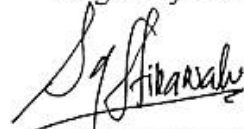
Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih median/ mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Oktober 2014

Yang Menyatakan



Dewi Agustina Wati

J 410 100 032

KEEFEKTIFAN PENAMBAHAN KOAGULAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*) UNTUK MENURUNKAN KADAR TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH CAIR TAHU

Dewi Agustina Wati*, Heru Subaris Kasjono, Dwi Astuti*****

***Mahasiswa S1 Kesehatan Masyarakat FIK UMS, **Dosen Kesehatan Masyarakat FIK UMS, ***Dosen Kesehatan Masyarakat FIK UMS**

ABSTRAK

Limbah cair tahu mengandung padatan tersuspensi tinggi, hasil pengukuran limbah cair tahu Dusun Teguhan Desa Sragen Wetan Kecamatan Sragen Kabupaten Sragen diketahui bahwa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 3.900 mg/l tidak memenuhi baku mutu. Salah satu cara menurunkan kadar TSS yaitu memanfaatkan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) sebagai koagulan dalam pengolahan pertama limbah cair tahu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dosis penambahan koagulan biji asam jawa yang paling efektif untuk menurunkan kadar TSS pada limbah cair tahu dengan variasi dosis 0 g (kontrol), 1 g/l, 2 g/l, dan 3 g/l serbuk biji asam. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest with control group*. Populasi penelitian ini 37 industri tahu dan teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Uji statistik menggunakan uji *One Way Anova* dengan hasil analisis data diperoleh $p=0,000$ ($< 0,01$), sehingga disimpulkan bahwa ada dosis koagulan biji asam jawa yang paling efektif untuk menurunkan kadar TSS. Uji lanjut *Post Hoc Test LSD* 0,01 untuk mengetahui dosis koagulan yang paling efektif dengan hasil statistik *mean difference* 89.74359 artinya dosis 3 g/l memiliki nilai beda paling besar dibandingkan dosis penambahan koagulan biji asam jawa 2 g/l sehingga kadar TSS turun setelah diberi penambahan dosis 3 g/l sebesar 133 mg/l, namun belum memenuhi baku mutu.

Kata kunci : Limbah cair tahu, TSS, Koagulan biji asam jawa

ABSTRACT

Tofu Liquid waste contains high suspended solids, the measurement result of tofu liquid waste in Teguhan of Sragen Wetan Village, Sragen districts has known that levels of *Total Suspended Solid* (TSS) is 3,900 mg/l or does not fulfill for a quality standard. One way to reduce levels of TSS is utilizing tamarind seeds as a coagulant in the first processing of tofu liquid waste. The purpose of this research to determine coagulant addition doses of tamarind seeds that the most effective to reduce TSS levels in tofu liquid waste with variations 0 g (control), 1 g/l, 2 g/l, and 3 g/l tamarind seed coagulant. The methods of this research is an experimental study with a pretest - posttest design with control group. The population for this research are 37 tofu industries and the techniques sampling using *purposive sampling*. The statistical test using *One Way Anova* with results of the analysis data obtained p value = 0.000 (<0.01), therefore it concluded that the coagulant doses of tamarind seeds are the most effective to reduce levels of TSS. Further test using *LSD Post Hoc Test* 0.01 to determine the most effective doses of coagulant with statistical results for *mean difference* 89.74359 it means the dose of 3 g/l has the highest a different value than coagulant addition dose of tamarind seeds 2 g/l, so the levels of TSS decreased for 133 mg/l after the addition was given a dose of 3 g/l for 133 mg/l, but it has not fulfilled a quality standard.

Keywords : Wastewater wheys , TSS , tamarind seed coagulant

PENDAHULUAN

Menurut Salim (2013), berkembangnya industri tahu di Indonesia berdampak kepada masalah lingkungan. Limbah cair tahu meliputi air bekas pencucian kedelai, air perendam kedelai dan cairan hasil proses pemisahan gumpalan tahu (*curd*) yang disebut *whey*. (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991 dalam Rahayu dkk, 2013). Menurut Asmadi dan Suharno (2012), limbah industri tahu dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi. Dari beberapa hasil penelitian, konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) di dalam air limbah industri tahu cukup tinggi yakni antara 7.000-10.000 ppm, mempunyai keasaman yang rendah yaitu 4-5 serta padatan tersuspensi atau padatan terlarut tinggi.

Permasalahan lain yang sering ada di industri tahu tradisional adalah pengolahan limbah yang belum baik. Limbah cair dari pabrik tahu biasanya dibuang langsung ke selokan atau sungai terdekat, tanpa ada pengolahan terlebih dahulu (Rahayu dkk, 2013). Menurut Ginting (2007), kandungan organik dalam limbah memberikan dampak pada sungai. Sungai - sungai menjadi keruh dan dapat bersifat asam maupun basa, air menjadi kotor perubahan air dilapisi bahan-bahan berminyak atau bahan padatan lain yang menyebabkan terjadinya penutupan permukaan.

Industri tahu di Dukuh Teguhan Desa Sragen Wetan Kecamatan Sragen Kabupaten Sragen terdapat 37 industri tahu skala rumah tangga, setiap harinya rata-rata 1 industri tahu dapat mengolah 3-4 kwintal kedelai dengan menghasilkan limbah cair sebanyak $\pm 4,2 - 4,8 \text{ m}^3$ atau kira-kira $\pm 4200 - 4800$ liter/hari/produsen Industri yang dapat menggunakan fasilitas IPAL hanya 14 industri dan 23 industri membuang limbah cair tahu ke sungai.

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Kesehatan diketahui bahwa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) limbah cair tahu di Dukuh Teguhan adalah 3900 mg/l. Hasil pengukuran TSS tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah dengan parameter kadar TSS adalah 100 mg/l.

Menurut Sundstrom (1979) (dalam Asmadi dan Suharno, 2012), pengolahan pertama bertujuan menghilangkan zat-zat yang bisa mengendap seperti *suspended solid*, zat yang mengapung seperti lemak, serta mengurangi 60 % *suspended solid*, dan 30 % BOD. Pengolahan pertama dapat dilakukan melalui dua metode utama, yaitu pengolahan secara fisika dan kimia. Pengolahan kimia yaitu mengendapkan bahan padatan dengan bahan kimia. Bahan kimia (koagulan) yang dipakai antara lain: aluminium sulfat (tawas) natrium hidroksida, soda abu, soda api, ferri sulfat, dan ferri chloride, tetapi menggunakan bahan kimia sebagai koagulan relatif cukup mahal dan tidak semua daerah menjual bahan kimia tersebut.

Biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dalam bahasa jawa bisa disebut dengan klungsu yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, dapat dimanfaatkan dalam pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Pemanfaatan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) menjadi koagulan alami terbukti efektif dalam pengolahan air limbah. Nurika dkk (2007) telah melakukan penelitian biji asam jawa (*Tamarindus indica*) terhadap limbah cair tahu. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi serbuk Biji asam jawa (*Tamarindus indica*) 14 g/l dan pengadukan selama 3 menit mampu menurunkan TSS 67,29% dan BOD₅ 24,18%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis penambahan koagulan biji asam jawa

yang paling efektif untuk menurunkan TSS pada limbah cair tahu dengan variasi dosis serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica*) 0 g/l, 1 g/l, 2 g/l dan 3 g/l dengan pengadukan selama 1 menit dan banyaknya putaran adukan sebanyak 120 kali, pengadukan selama 15 menit dan banyaknya putaran sebanyak 900 kali, dan pengendapan selama 15 menit, serta dengan adanya penelitian ini produsen tahu dapat memanfaatkan biji asam jawa sebagai koagulan dalam pengolahan pertama limbah tahu.

METODE PENELITIAN

Lokasi pengambilan sampel di Industri Tahu Dusun Teguhan Desa Sragen Wetan Kecamatan Sragen Kabupaten Saragen dan pengukuran kadar TSS dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, dengan mengambil sampel pada satu titik dimana satu titik tersebut sudah mewakili sampel secara keseluruhan dengan pertimbangan tertentu. Pertimbangan tersebut meliputi :

1. Industri tahu yang limbah cairnya tidak bisa dialirkan ke IPAL.
2. Mempunyai Kadar TSS yang tinggi.
3. Industri tahu dengan produksi yang banyak setiap harinya yaitu sekitar 4 kwintal/hari.

Analisis data yang digunakan adalah analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis univariat dilakukan untuk menjelaskan atau menggambarkan data dari variabel yang diteliti dengan tujuan untuk mengetahui presentase dan *mean* setiap variabel yang disajikan dalam bentuk tabel *dummy*, sedangkan analisis bivariat digunakan untuk mengetahui ada dosis penambahan koagulan biji asam jawa yang paling efektif untuk menurunkan TSS pada limbah cair tahu yang dilakukan menggunakan uji *one way anova* dan uji lanjut *Post Hoc Test LSD* untuk

mengetahui dosis yang paling efektif untuk menurunkan kadar TSS limbah cair tahu sampai mencapai 50 % dari kadar TSS Awal.

Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, gelas kimia, corong glas, pH meter untuk mengukur pH, termometer untuk mengukur suhu, alat pengaduk, botol, pipet, kertas saring, oven, timbangan analitik, dan alat tulis.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu, biji asam jawa dan aquades.

Penentuan Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan rancangan *pretest-posttest* dengan kelompok kontrol (*pretest-posttest with control group*). Dalam rancangan ini dilakukan pengelompokan anggota kelompok kontrol dan eksperimen berdasarkan acak atau *random*. Kelompok control (tanpa koagulan) dan kelompok eksperimen (penambahan koagulan biji asam jawa 1, 2, dan 3 g/l). Pada setiap perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

Pelaksanaan Penelitian

1. Biji asam jawa yang digunakan adalah buah asam jawa yang sudah matang/tua dan berwarna coklat tua. Biji asam jawa dipisahkan dari dagingnya, dicuci hingga bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 1 hari. Kemudian biji asam jawa setelah dikeringkan diblender hingga halus dan diayak. Biji asam jawa yang sudah menjadi serbuk halus di oven pada suhu 105°C selama 30 menit supaya homogen dan kandungan air dalam biji asam jawa konstan. Serbuk biji asam jawa siap digunakan sebagai koagulan.

2. Limbah Cair tahu sebanyak 1 liter dimasukkan ke dalam baker glass dan ditambahkan koagulan biji asam jawa dengan dosis 1, 2, dan 3 g/l. Limbah cair diaduk dengan pengaduk sebanyak 120 kali selama 1 menit, kemudian pengadukan sebanyak 900 kali selama 15 menit, dan di diamkan supaya mengendap selama 15 menit. Lakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

Pengukuran Parameter

Pengukuran parameter dilakukan sebelum dan sesudah proses koagulasi meliputi pH, suhu dan kadar TSS. Metode analisis kadar TSS yang digunakan berdasarkan pada SNI 06-6989.3-2004 Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*) secara Gravimetri.

Analisis Hasil Pengamatan

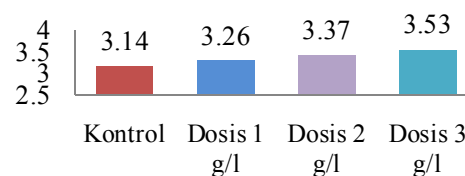
Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis *One Way Anova* untuk mengetahui adanya dosis yang efektif dalam menurunkan kadar TSS. Jika ada dosis yang efektif maka dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* LSD 0,01 untuk menentukan dosis yang paling efektif. Pengolahan data menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran pH Limbah Cair Tahu

Hasil pengukuran pH limbah cair tahu diketahui bahwa rata-rata kadar pH limbah cair tahu sebelum dilakukan perlakuan sebesar 3,05, karena pH awal limbah tahu sangat rendah dan bersifat asam. Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata kadar pH setelah diberi perlakuan penambahan dosis koagulan biji asam jawa sebanyak 1 g/l pH yang terkandung sebesar 3,14, penambahan dosis koagulan biji asam jawa sebanyak 2 g/l pH yang terkandung

sebesar 3,26 dan penambahan dosis koagulan biji asam jawa sebanyak 3 g/l pH yang terkandung sebesar 3,55.



Gambar 1. pH Limbah Cair Tahu Setelah Perlakuan

Menurut Asmadi dan Suharno (2012), pH yang baik untuk terdapat dalam air buangan atau air sungai harus mengandung kadar pH yang masih bisa memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan baik dan pH yang baik untuk air limbah adalah netral (pH 7). Tingkat keasamaan (pH) berkaitan dengan karbon dioksida dan alkalinitas, semakin tinggi kadar pH semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbon dioksida bebas (Effendi, 2003).

Penambahan dosis koagulan biji asam jawa sebanyak 1 g/l, 2 g/l, dan 3 g/l mampu meningkatkan kadar pH yang terdapat di limbah cair tahu meskipun belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, yang menyatakan pH air limbah tahu sebesar 6,0-9,0.

Hal ini sejalan dengan penelitian Nurika dkk (2007), pH sebelum diberi perlakuan sebesar 3,93, kemudian diberi perlakuan dengan penambahan konsentrasi serbuk biji asam jawa (6 g/l, 10 g/l, dan 14 g/l) dan lama pengadukan (3 dan 5 menit) terjadi peningkatan pH rata-rata berkisar 4,120 – 4,485, pH dengan rata-rata terendah adalah 4,120 pada penambahan konsentrasi biji asam jawa sebanyak 6 g/l dan yang tertinggi 4,485 pada penambahan

konsentrasi biji asam jawa sebanyak 14 g/l. 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.

Meningkatnya nilai pH diduga adanya senyawa *tannin*, menurut Rao (2005), menyatakan bahwa *tannin* mampu menetralkan pH air dan membentuk senyawa kompleks melalui ikatan hidrogen.

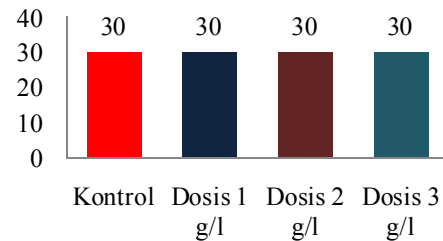
Hasil pH yang masih belum memenuhi baku mutu perlu dilakukan penambahan bahan untuk menetralkan. Bahan yang biasa dipakai untuk menetralkan kandungan limbah yang bersifat asam yaitu NaOH dan kapur tohor. Kapur tohor merupakan bahan tambahan yang bisa digunakan untuk menetralkan kandungan limbah asam menjadi netral (pH 7) dan juga kapur tohor sangat mudah didapatkan dipasaran dengan harga yang terjangkau masyarakat

2. Pengukuran Suhu Limbah Cair Tahu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada Tabel 2, diketahui bahwa suhu limbah cair tahu mengalami penurunan antara sebelum dan sesudah perlakuan. Suhu limbah cair tahu sebelum dilakukan perlakuan sebesar $42^{\circ}C$ dan setelah perlakuan dengan dosis 1 g/l, 2g/l, dan 3 g/l sebesar 30, $33^{\circ}C$, $30^{\circ}C$, dan $30^{\circ}C$. Semua perlakuan tersebut telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar $38^{\circ}C$.

Suhu limbah cair tahu menurun dari suhu sebelum perlakuan karena jarak pengambilan sampel menuju ke Laboratorium membutuhkan waktu sekitar 1 jam, sehingga faktor menurunnya suhu limbah cair tahu yaitu limbah cair tahu didiamkan didalam botol selama kurang lebih 1 jam dan kemudian diberi perlakuan

dengan penambahan dosis koagulan biji asam jawa dan mengalami proses pengadukan selama 16 menit dan pengendapan selama 15 menit. Hal tersebut secara tidak langsung dapat menurunkan suhu limbah cair tahu.



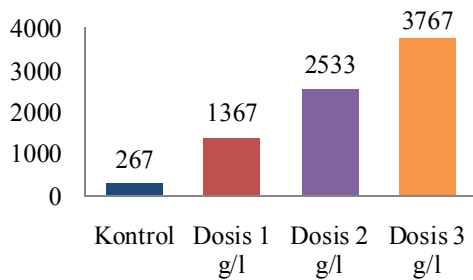
Gambar 2. Suhu Limbah Cair Tahu Setelah Perlakuan

Suhu limbah cair tahu tersebut sudah memenuhi baku mutu parameter temperatur limbah cair tahu menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, yang menyatakan bahwa kadar maksimum temperatur limbah cair tahu adalah $38^{\circ}C$.

3. Penurunan Kadar TSS Limbah Cair Tahu

Berdasarkan hasil pengukuran kadar TSS limbah cair tahu sebelum dilakukan perlakuan dengan penambahan dosis koagulan biji asam jawa sebesar 3.900 mg/l. Hasil pengukuran kadar TSS limbah cair tahu dengan penambahan dosis koagulan biji asam jawa dan mengalami pengadukan selama 1 menit dengan banyaknya putaran 120 kali serta pengadukan selama 15 menit dengan banyaknya putaran 900 kali dapat menghasilkan penurunan kadar TSS turun secara maksimal sebesar 3.767 mg/l dengan dosis yang digunakan sebanyak 3 g/l. Jika dibandingkan dengan dosis 1 g/l,

2 g/l dan kontrol yang masing-masing penurunan kadar TSS sebesar 1.367 mg/l, 2.533 mg/l dan 267 mg/l, maka dosis 3 g/l yang paling efektif dalam menurunkan kadar TSS sebesar 133 mg/l.



Gambar 3. Penurunan Kadar TSS

Pada kadar TSS limbah cair tahu tanpa diberi penambahan koagulan biji asam jawa (kontrol) dapat menghasilkan penurunan kadar TSS sebesar 267 mg/l. Hal ini terjadi karena pada perlakuan kontrol setelah dilakukan pengadukan maka padatan yang terkandung dalam limbah tahu mengalami gaya gravitasi secara alami selama 15 menit sehingga padatan tersebut dapat mengendap. Namun pada kontrol tidak ada proses pembentukan flok dengan baik, karena tidak adanya koagulan biji asam jawa yang fungsinya membantu dalam mempercepat menghasilkan flok-flok yang terbentuk, sehingga kadar TSS pada perlakuan kontrol hanya mampu menurunkan kadar TSS sebesar 267 mg/l. Pada perlakuan penambahan dosis koagulan biji asam sebanyak 1 g/l, 2 g/l dan 3 g/l mengalami peningkatan penurunan kadar TSS, yang dimana pada dosis 3 g/l mampu menghasilkan penurunan sebanyak 3.767 mg/l. Hal ini terjadi karena adanya koagulan biji asam jawa dapat dipergunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi, karena biji asam jawa terdapat kandungan *tannin*. *Tannin* adalah

senyawa *phenolic* yang larut dalam air, dengan berat molekul antara 500-30000 dapat mengendapkan protein dari suatu larutan dan pada limbah cair tahu terdapat kandungan protein sehingga *tannin* yang terkandung di dalam biji asam jawa mampu mengendapkan protein pada limbah tahu.

Biji asam jawa juga mempunyai kemampuan sebagai biokoagulan diakibatkan kandungan proteinnya yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai polielektrolit (Hendrawati dkk, 2013). Polielektrolit mempunyai fungsi untuk mempermudah pembentukan flok setelah adanya proses destabilisasi penambahan koagulan biji asam jawa yang dimana koagulan biji asam jawa mempunyai muatan positif yang dapat cepat menetralisasi muatan partikel koloid yang bermuatan negatif membentuk mikroflok, kemudian terjadinya penggabungan partikel-partikel yang telah mengalami proses destabilisasi (koagulasi) dengan penambahan bahan koagulan biji asam jawa yang juga berperan sebagai polielektrolit sehingga terbentuk partikel dengan ukuran lebih besar yang mudah untuk diendapkan. Penggunaan koagulan biji asam jawa yang memiliki kandungan *tannin* dan berperan sebagai polielektrolit mampu mempercepat pembentukan flok yang terjadi pada proses penggabungan antara muatan negatif yang terkandung dalam limbah cair tahu dengan muatan positif yang terkandung dalam koagulan biji asam jawa mampu menyisihkan dan menurunkan kadar TSS limbah cair tahu mencapai 3.767 mg/l.

Menurut Nurika dkk (2007), biji asam jawa mampu mengikat partikel-partikel sisa protein yang tidak mengumpal dan padatan tersuspensi dari limbah cair tahu pada proses penambahan koagulan biji asam jawa mampu

mempercepat pengendapan dan mampu menurunkan kadar TSS limbah cair tahu.

Penelitian yang sudah dilakukan oleh Nurika dkk (2007), penambahan konsentrasi koagulan serbuk biji asam jawa (6 g/l, 10 g/l dan 14 g/l) dan lama pengadukan (3 dan 5 menit) dapat menurunkan kadar TSS limbah cair tahu sebesar 148,67 dengan dosis yang optimal sebanyak 14 g/l. Penelitian terdahulu jika dibandingkan dengan penelitian ini lebih efektif dengan dosis 3 g/l koagulan biji asam jawa untuk menurunkan kadar TSS limbah cair tahu sampai kandungan TSS limbah cair tahu sebesar 133 mg/l. Namun kandungan kadar TSS pada limbah cair tahu tersebut belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, yang menyatakan parameter kadar TSS sebesar 100 mg/l.

Menurut Nurika dkk (2007), 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 berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang dalam air. Kadar TSS yang tinggi yang terkandung dalam limbah cair tahu jika dibuang ke sungai tanpa ada pengolahan terlebih dahulu dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan seperti keadaan fisik dari sungai garuda yang ada di Dusun Teguhan yaitu air sungai yang keruh berwarna putih, berbau dan merusak keindahan sungai.

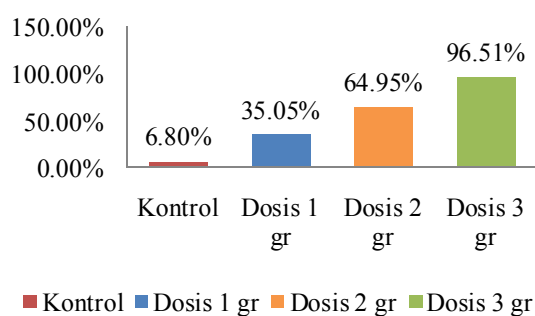
Padatan tersuspensi yang terkandung dalam limbah cair tahu dapat diolah menggunakan koagulan. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk membantu proses pengendapan partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan

sendirinya (Januardi dkk, 2014). Menurut Asmadi dan Suharno (2012), koagulan yang biasa digunakan merupakan koagulan kimia seperti aluminium sulfat bekerja efektif pada pH >6, ferro sulfat pada rentang pH 4-7, dan ferri chlorida pada rentang pH 3-5. Koagulan kimia tersebut lebih efektif daripada koagulan alami, namun koagulan tersebut relatif mahal, tidak setiap daerah menjual koagulan kimia, dan penggunaan koagulan kimia pada akhir proses pengolahan menghasilkan endapan yang lebih sulit menanganinya serta monomer beberapa polimer organik sintetik seperti PAC dan Alum memiliki sifat neurotoksisitas (Hendrawati dkk, 2013). Oleh karena itu penelitian ini memanfaatkan biji asam jawa sebagai koagulan untuk dapat menurunkan kadar TSS limbah cair tahu, karena kelebihan menggunakan koagulan biji asam jawa yaitu koagulan ramah lingkungan, masyarakat dapat membudidayakan asam jawa sehingga dapat melestarikan alam, dan menghasilkan endapan yang tidak sulit untuk diolah kembali. Oleh karena itu penelitian ini memanfaatkan biji asam jawa sebagai koagulan untuk dapat menurunkan kadar TSS limbah cair tahu. Koagulan biji asam jawa mempunyai karakteristik dapat bekerja efektif dalam keadaan asam, sehingga pada penelitian ini tidak perlu adanya penambahan kapur tohor sebelum penambahan koagulan biji asam jawa.

4. Keefektifan Dosis Koagulan Biji Asam Jawa

Semua dosis biji asam jawa dapat menurunkan kadar TSS pada limbah cair tahu hal ini dibuktikan dengan hasil pengukuran kadar TSS limbah cair tahu setelah dilakukan perlakuan dengan penambahan biji asam jawa. Hasil pengukuran tersebut yaitu pada dosis 1 g/l

koagulan biji asam jawa tingkat keefektifan koagulan dalam menurunkan kadar TSS sebesar 35,05 %, pada dosis 2 g/l koagulan biji asam jawa tingkat keefektifan koagulan dalam menurunkan kadar TSS sebesar 64,95 % dan pada dosis 3 g/l koagulan biji asam jawa tingkat keefektifan koagulan dalam menurunkan kadar TSS sebesar 96,51 % (Gambar 4).



Gambar 4. Keefektifan Koagulan dalam Menurunkan Kadar TSS

Keefektifan koagulan biji asam jawa pada penelitian ini merupakan perbandingan antara kadar TSS awal dikurangi kadar TSS akhir dibagi dengan kadar TSS awal dinyatakan dalam bentuk persentase, presentase penurunan yang tertinggi dan kadar TSS turun sampai mencapai 50 % dari kadar TSS awal. Hasil pengukuran kadar TSS dengan penambahan dosis koagulan biji asam jawa 1 g/l, 2 g/l dan 3 g/l hanya pada dosis 2 g/l dan 3 g/l yang bisa dikatakan efektif dalam menurunkan kadar TSS, tetapi dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar TSS limbah cair tahu yaitu sebesar 3 g/l koagulan biji asam jawa yang mampu menurunkan kadar TSS sampai 133 mg/l.

Berdasarkan penelitian Enrico (2008), bahwa penyisihan TSS tertinggi diperoleh pada dosis koagulan partikel asam jawa 3000 mg/l limbah cair tahu dengan ukuran partikel 140 mesh dengan penyisihan TSS

sebesar 98,78%, dengan ukuran partikel ayakan tepung dosis koagulan partikel asam jawa 3000 mg/l mampu menyisihkan TSS sebesar 98,78%, sehingga tidak ada perbedaan ukuran partikel dalam penyisihan TSS.

Jika dibandingkan dengan penelitian ini kadar TSS mampu turun sampai 133 mg/l dengan keefektifan koagulan biji asam jawa pada dosis 3 g/l sebesar 96,51% dengan ukuran ayakan 1 mm serbuk biji asam jawa mampu menurunkan kadar TSS lebih dari 50 % dan hampir memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan penelitian Enrico (2008), semakin kecil ukuran partikel, luas bidang kontak antara partikel biji asam jawa terhadap limbah cair tahu semakin besar juga menyisihkan kadar TSS limbah cair tahu.

Hasil uji *One Way Anova* diketahui bahwa penambahan dosis koagulan biji asam jawa ada yang efektif untuk menurunkan kadar TSS pada limbah cair tahu yang diketahui dari nilai signifikansi (Sig.) 0,000 ($p \leq 0,01$), sehingga H_0 diterima yang artinya penambahan dosis koagulan biji asam jawa dengan variasi dosis 1 g/l, 2 g/l, dan 3 g/l ada dosis yang efektif untuk menurunkan kadar TSS limbah cair tahu di Dusun Teguhan yaitu dosis 2 g/l dan 3 g/l yang masing-masing kandungan kadar TSS sebesar 1.367 mg/l dan 133 mg/l. Keefektifan dosis koagulan biji asam jawa juga dapat diketahui melalui uji lanjut dari uji *One Way Anova* yaitu melakukan *Post Hoc Test LSD* yang bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan biji asam jawa paling efektif untuk menurunkan kadar TSS pada limbah cair tahu, dengan melihat *mean difference* pada masing-masing dosis. Uji tersebut diketahui bahwa penambahan dosis 3 g/l koagulan biji asam jawa memiliki *mean difference* terbesar yaitu 89.74359

dibandingkan dengan *mean difference* pada dosis 2 g/l koagulan biji asam jawa.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada dosis koagulan biji asam jawa yang paling efektif untuk menurunkan kadar TSS limbah cair tahu di Dusun Teguhan Desa Sragen Wetan Kecamatan Sragen Kabupaten Sragen dengan banyaknya dosis 3 g/l koagulan biji asam jawa (1 sendok makan koagulan biji asam jawa) mampu menurunkan kadar TSS limbah cair tahu sampai mencapai lebih dari 50 % dari kadar TSS awal, namun belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah dengan parameter kadar TSS sebesar 100 mg/l.

Penggunaan koagulan biji asam jawa dalam proses menurunkan kadar TSS limbah cair tahu dengan menggunakan proses secara kimia (koagulasi) belum mampu menurunkan kadar TSS limbah tahu memenuhi baku mutu, hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa hal, antara lain :

1) Kecepatan Putaran Pengaduk dan Waktu Pengadukan

Proses koagulasi membutuhkan kecepatan putaran pengaduk yang tinggi tetapi dengan waktu pengadukan relatif cepat antara 2 – 15 menit, sedangkan pada proses flokulasi dibutuhkan kecepatan pengaduk yang rendah dan waktu pengadukan yang relatif lama antara 20 – 40 menit (Asmadi dan Suharno, 2012). Proses pengadukan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan banyak putaran 90 kali dengan waktu kecepatan selama 1 menit dan 120 kali putaran dengan waktu kecepatan selama 15 menit. Hal ini mungkin mempengaruhi endapan yang dihasilkan sehingga kandungan kadar

TSS belum mampu turun sampai memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

2) Lama Pengendapan

Pengolahan limbah secara kimia dengan proses penambahan koagulan akan memerlukan waktu pengendapan (lama pengendapan) untuk menghasilkan endapan setelah proses pengadukan dengan kecepatan tertentu. Semakin lama proses pengendapan akan menghasilkan endapan yang banyak sehingga kadar TSS mampu turun, hal ini ditunjukkan dengan penelitian terdahulu bahwa dengan dosis 3 g/l koagulan biji asam jawa dengan lama pengendapan 60 menit mampu menurunkan kadar TSS sampai 98,78% dengan kadar TSS awal 9850 mg/l (Enrico, 2008) dan lama pengendapan optimum selama 60 menit mampu menurunkan kadar TSS limbah cair tahu mencapai 90,32% (Bangun dkk, 2013). Pada penelitian ini lama pengendapan hanya selama 15 menit, dengan waktu tersebut belum mampu menghasilkan endapan yang banyak sehingga kadar TSS belum mampu turun sampai memenuhi baku mutu.

3) Ukuran Partikel Koagulan

Ukuran partikel koagulan yang dipakai sangat mempengaruhi kadar TSS turun, karena semakin kecil ukuran partikel koagulan maka luas kontak antara partikel koagulan dengan limbah akan semakin besar menyebabkan TSS semakin banyak yang dapat tersisihkan (Enrico, 2008). Dalam penelitian ini ukuran partikel koagulan biji asam jawa menggunakan ukuran ayakan sebesar 1 mm, kemungkinan dengan ukuran ayakan yang lebih kecil dari 1mm dapat mampu menyisihkan kadar TSS.

Limbah Cair tahu yang dihasilkan sebaiknya dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan sungai. Pemanfaatan limbah sebagai biogas belum mampu diterapkan kesemua industri tahu dikarenakan perlu biaya yang mahal, lahan yang strategis dan luas dalam pembagunan IPAL. Ada beberapa alternatif yang dapat diterapkan untuk mengolah limbah cair yaitu:

- 1) Mengolah limbah cair tahu yang dihasilkan menjadi biogas dengan cara komunal dengan daya tampung yang besar dan terletak pada lahan yang strategis.
- 2) Menampung limbah cair tahu yang dihasilkan ke dalam bak penampung supaya mempermudah dalam proses pengolahan tahap awal seperti pengolahan kimia dengan penambahan koagulan dan mempermudah dalam proses pengendapan bahan organik sebelum dibuang ke sungai.

Tujuan dari pengolahan limbah diatas supaya kadar TSS limbah cair dapat sesuai dengan baku mutu dan tidak menimbulkan dampak buruk ke lingkungan.

Koagulan biji asam jawa dengan dosis 3 g/l belum mampu menurunkan kadar TSS sampai memenuhi baku mutu, ada beberapa upaya yang dapat dilakukan supaya kadar TSS sesuai dengan baku mutu yaitu menggunakan kecepatan putaran pengaduk yang tinggi dengan waktu pengaduk yang relatif cepat antara 2 – 15 menit, sedangkan dibutuhkan kecepatan pengaduk yang rendah dan waktu pengadukan yang relative lama antara 20 – 40 menit, setelah proses pengadukan perlu lebih lama dilakukan proses pengendapan, perlunya penambahan kapur tohor supaya pH yang dihasilkan setelah proses pengadukan

dapat memenuhi baku mutu, dan melakukan perlakuan dengan mengkombinasikan koagulan biji asam jawa (Pengolahan secara kimia) dengan metode lain, misalnya dikombinasikan dengan pengolahan secara fisika (filtrasi) atau pengolahan secara biologi (penambahan Mikroorganisme, misalnya EM-4 (*Effective Microorganisms*)). Namun perlu dilakukan penelitian terlebih dahulu untuk mengetahui upaya tersebut dapat menurunkan kadar TSS limbah cair tahu sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

KESIMPULAN

1. Dosis sebanyak 3 g/l koagulan biji asam jawa paling efektif dalam menurunkan kadar TSS limbah cair tahu dengan tingkat keefektifan 96,51%.
2. Kadar TSS limbah cair tahu sebelum dilakukan perlakuan penambahan dosis koagulan biji asam jawa sebesar 3.900 mg/l.
3. Kadar TSS limbah cair tahu setelah diberi perlakuan penambahan dosis koagulan biji asam jawa dengan dosis koagulan 1 g/l, 2 g/l, dan 3 g/l masing-masing sebesar 2.533 mg/l, 1.367 mg/l dan 133 mg/l.
4. Kadar TSS limbah cair tahu setelah dilakukan perlakuan penambahan dosis koagulan biji asam jawa dengan dosis koagulan 1 g/l, 2 g/l, dan 3 g/l mengalami penurunan yaitu 1.367 mg/l, 2.533 mg/l dan 3.767 mg/l.

SARAN

1. Bagi Pengusaha Industri Tahu

Pengusaha industri tahu dapat memanfaatkan biji asam jawa sebagai koagulan dalam pengolahan pertama

untuk menurunkan kadar TSS limbah cair tahu dan dapat mengaplikasikan dalam pengolahan pertama limbah cair tahu dengan menggunakan 3 g/l koagulan biji asam jawa (1 sendok makan).

2. Bagi Program Studi Kesehatan Masyarakat

Diharapkan dapat membimbing, memantau dan mengadakan pengabdian masyarakat (produsen industri tahu) dalam pemanfaatan biji asam jawa untuk menurunkan kadar TSS limbah cair tahu.

3. Bagi Peneliti

- Diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan dengan variasi lama pengendapan koagulan biji asam jawa supaya kadar TSS memenuhi baku mutu.
- Diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan dengan variasi kecepatan pengadukan supaya kadar TSS memenuhi baku mutu.
- Diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan dengan variasi ukuran partikel koagulan biji asam jawa supaya kadar TSS memenuhi baku mutu.
- Diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan dengan variasi dosis penambahan NaOH atau kapur tohor untuk menghasilkan pH dan kadar TSS memenuhi baku mutu.
- Diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan dengan mengkombinasikan pengolahan secara kimia (penambahan koagulan biji asam jawa) dengan metode lain (pengolahan secara biologi atau pengolahan secara fisika) untuk menurunkan kadar TSS memenuhi baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar – Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing : Yogyakarta.
- Astawan M. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-Bijian*. Penebar Swadaya Depok.
- Astuti D.A., Wahyudi W., Anggreini R.N. 2007. *Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Bioreaktor Anaerob-Aerob Bermedia Karbon Aktif dengan Variasi Waktu Tunggal*. Vol. 4 No.2. Desember 2007.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Air dan Air Limbah Bagian 3 : Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravimetri*. SNI 06-6989.3-2004.
- Bangun R.A., Siti A., Rudi A.H dan M Yusuf R. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengadukan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 2. No. 1. 2013 : Fakultas Teknik Univesitas Sumatera Utara.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius : Yogyakarta.
- Enrico B. 2008. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu*. [Tesis Ilmia]. Medan : Pascasarjana Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.

- Ginting P. 2010. *Sistem Pengolahan Lingkungan Dan Limbah Industri*. Yrama Widya Bandung.
- Hendrawati, Delsy S., dan Nurhasni. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung 2013. Jakarta : Program studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah.
- Institut Pertanian Bogor. *Antinutrisi*. Diakses : 9 Juli 2014. http://ocw.ipb.ac.id/file.php/24/Handout/09_PIN-Antinutrisi.pdf.
- Januardi R., Tri R.S., dan Mukarlina. 2014. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Kombinasi Serbuk Kelor (*Moringa oleifera*) dan Asam Jawa (*Tamarindus indica*). *Protobiont*. Vol. 3 (1). 2014: 41-45. Universitas Tanjungpura: Pontianak.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Mawaddah D., Titin A.Z., dan Gusrizal. 2014. Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn). *JKK*. Volume 3(1). ISSN 2303-1077. Tahun 2014: 27-31.
- National Plant Database. 2014. *Plant Profile Tamarindus indica L. tamarind*. United States Departement of Agriculture. Diakses : 9 Juli 2014. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=TAIN2>.
- Notoatmojo S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Nurika I., Aunur R.M., dan Kuntty A. 2007. Pemanfaatan Biji Asam (*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. Desember 2007: 215-220.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah. *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5. 2012 Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri*. Jawa Tengah. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah.
- Putra R., Buyung L., MHD Darwis M., dan Ahmad M.R. 2013. Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Jar Test. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 2. No. 2. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Rahayu E.S., Siti R., Andika S., A., Tri P., dan Saiful R. 2013. *Teknologi Proses Produksi Tahu*. Kanisius : Yogyakarta.
- Rao, N. 2005. *Use of Plant Material as Natural Coagulants for Treatment of Wastewater*. Diakses : 9 Juli 2014. <http://www.visionriviewpoint.com/article.asp?articleid=48>.

Salim E. 2013. *Kiat Cerdas Wirausaha Aneka Olahan Kedelai*. Lily Publisher : Yogyakarta.

Siddig EL.K., Gunasena H.PM., Prasad B.A., Pushpakumara D.K.N.G., Ramana K.V.R., Vijayanand P., and Williams J.T. 2006. *Tamarind Tamarindus indica L.* Southampton Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK.

Siregar S.A. 2005. *Instalasi pengolahan Air Limbah*. Kanisius : Yogyakarta.

Sugiharto. 2008. *Dasar Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI-Press : Jakarta.