EFEKTIVITAS KACANG BABI (*VICIA FABA*) DALAM MENURUNKAN KADAR KROMIUM TOTAL DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

THE EFFECTIVENESS OF BROAD BEANS (VICIA FABA) TO REDUCE TOTAL CHROMIUM IN TANNERY LEATHER INDUSTRY

Evi Kurniati[1*], Bambang Suharto[1], Rike Ardhinissa[2]
[1]Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145
[2]Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65345

*Email korespondensi : evi_kurniati@yahoo.com

ABSTRAK

Pembangunan industri terfokus pada pemenuhan kebutuhan saat ini tanpa mengesampingkan kebutuhan mendatang yang mana hal ini dikaitkan dengan kelestarian dan kesehatan lingkungan alam. Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri yang sering dipermasalahkan karena limbahnya mengandung kromium dan bahan organik maupun inorganiknya. Proses koagulasi ini merupakan proses efektif untuk menurunkan kadar kromium dan padatan tersuspensi yang ada pada limbah cair penyamakan kulit. Kacang babi (*Vicia faba*) memiliki daya koagulan yang tinggi, *Vicia faba* dikenal memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu berkisar 20-25%. Titik pengambilan dari sampel limbah ini berada pada unit proses tanning. Sampel dilakukan pengujian bertingkat, yaitu dilakukan koagulasi sebanyak dua kali. Koagulasi pertama diberi suspensi *Vicia faba* sebanyak 12% lalu hasilnya diendapkan terlebih selama 24 jam. Koagulasi kedua, diberi konsentrasi suspensi *Vicia faba* yang berbeda sebanyak 6 level yaitu 8%; 10%; 12%; 14%; 16% dan tanpa tambahan koagulan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial tunggal. Parameter yang akan diuji dalam penelitian ini adalah kadar kromium total dan Total Suspended Solid (TSS). Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya koagulan dari suspensi *Vicia faba* mampu menurunkan kadar krom total sebesar 55% dan kadar TSS sebesar 67%. Hasil dari penelitian menunjukkan adanya koagulan dari suspensi *Vicia faba* mampu menurunkan kadar kromium total sebesar 55% dan TSS sebesar 67% pada suspensi *Vicia faba* 16%.

Kata kunci: Industri Penyamakan Kulit, Koagulan alami, Koagulasi, Limbah Penyamakan Kulit, *Vicia faba*

Abstract

Development that focused just for current condition without ruling out the future needs for sustainability and the health of environment. Tannery industry is one of the industries that get often questioned because the waste contains chromium and organic-inorganic materials. Coagulation is one of waste treatment method by chemical-physical. This coagulation process is an effective process to reduce chromium and suspended solids level in the tannery waste water. Broad beans (Vicia faba) has a huge coagulant power, Vicia faba is known to have a fairly high protein content about 20-25%. The experimental design that used in this study is Completed Randomized design (RAL) with one factorial. Parameters to be tested in this research are total chromium and Total Suspended Solid (TSS).The results of this study concluded that Vicia faba suspensions are able to reduce total chromium up to 55% andTSS up to 67% at dosage 16%.

Keywords: Coagulation, Natural Coagulant, Tannery Leather Industry, Tannery Waste, Vicia faba

PENDAHULUAN

Tantangan dalam dunia industri maupun perdagangan semakin besar. Pembangunan terfokus pada penentuan kebutuhan saat ini tanpa mengesampingkan kebutuhan mendatang yang mana hal ini dikaitkan dengan kelestarian dan kesehatan lingkungan alam. Semakin meningkatnya kegiatan industri maupun perdagangan maka semakin besar pula permasalahan lingkungan yang terjadi. Dimana permasalahan lingkungan yang dominan salah satunya adalah limbah cair. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak yang luar biasa pada perairan, khususnya sumber daya air (Habibi, 2012).

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri yang sering dipermasalahkan karena limbahnya yang berpotensi mencemari lingkungan yang ada disekitarnya baik melalui air, tanah, dan udara. Industri ini menghasilkan limbah cair yang mengandung sisa bahan penyamak kimia seperti sodium sulfide, krom, kapur, dan amoniak dalam jumlah besar. Air buangan limbah industri penyamakan kulit umumnya mengandung kromium. Keberadaan kromium dalam limbah cair penyamakan kulit dengan kadar yang tinggi dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan (Wahyuningtyas, 2001).

Proses koagulasi merupakan salah satu tahapan pengolahan limbah sacara fisika-kimia. Tahap ini memegang peranan penting untuk menghilangkan partikel-partikel terlarut dan tersuspensi. Secara umum, proses koagulasi-flokulasi merupakan proses pengumpulan partikel-partikel halus yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi menjadi partikel yang lebih besar (Waluyo, 2005). Koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan limbah dapat berupa koagulan alami atau koagulan sintetis (bahan kimia). Proses koagulasi ini merupakan proses efektif untuk menurunkan kadar kromium yang ada pada limbah cair penyamakan kulit (Ulfin, dkk, 2014)

Beberapa bahan alami yang telah diketahui dapat berperan sebagai koagulan alternatif diantaranya *Moringa oleifera* (Babu & Chauduri, 2005; Sutherland et al., 1990; Ndabigengsere & Narasiah, 1998), Strychnos potatorum (Cohen & Hannah, 1971) dan kacang-kacangan seperti *Vigna unguculata* (Liew et al., 2004). Beberapa penelitian menunjukan bahwa koagulan alami seperti Moringa oleifera dan beberapa tumbuhan lainnya terbukti lebih efektif dalam pengolahan limbah dibandingkan dengan penggunaan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) baik dalam hal turbiditas dan kandungan kimia dari limbah yang dihasilkan.

Sekian banyak tumbuhan yang memanfaatkan sebagai koagulan alami, *Vicia faba* memiliki daya koagulan yang tinggi, hanya saja pemanfaatannya belum dilakukan secara optimal dalam pengolahan limbah di Indonesia. *Vicia faba* dikenal memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu berkisar 20-25% dan beragam jenis asam amino dengan kadar yang cukup tinggi, dalam 100 gram protein (Duke, 1983).

Menurut Nilawati (2014), *Vicia faba* dapat mengurangi kadar krom dalam limbah penyamakan kulit cukup baik yaitu sebesar 86.36% dengan dosis suspensi 12%. Namun, hasil dari penurunan kadar logam krom masih diatas baku mutu. Sehingga perlu dilakukan pengujian berulang-ulang, artinya hasil pengolahan limbah dengan konsentrasi optimum 12% diendapkan dahulu selama beberapa hari, kemudian limbah diolah kembali dengan konsentrasi koagulan yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas *Vicia faba* sebagai alternatif biokoagulan dalam menurunkan kadar krom pada limbah cair penyamakan kulit, dan mengetahui dosis optimum *Vicia faba* dalam menurunkan kadar krom setelah dilakukan pre-treatment dengan konsentrasi koagulan 12%.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian yakni metode eksperimental, menggunakan metode *Grab sample* dalam mengambil sampel air limbah yang akan digunakan sebagai bahan perlakuan. Titik pengambilan sampel air ini berada pada inlet saluran IPAL pabrik penyamakan kulit. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola

faktorial tunggal dengan 5 perlakuan dosis suspensi yang berbeda (A1, A2, A3, A4, A5) dan 1 perlakuan kontrol (A0), masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali, jadi jumlah keseluruhan percobaan adalah 18 plot.

Sampel air limbah diukur kadar krom total dan TSS (*Total Suspended Solid*). Penelitian ini dilakukan koagualasi dua tingkat, yaitu koagulasi pertama dengan dosis koagulan 12% sebagai pre-treatment dan koagulasi kedua dengan dosis koagulan 8%; 10%; 12%; 14%; 16%. Penentuan pH optimum dilakukan pada penelitian pendahuluan. Penentuan pH optimum ini dilakukan dengan cara membuat 3 plot sampel dengan variasi pH yaitu pH 3.6 tanpa pengaturan, pH 3 yang diatur dengan penambahan H_2SO_4 20%, dan pH 4 yang diatur dengan penambahan NaOH 25%. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan koagulasi yang menggunakan dosis 12% dengan kecepatan pengadukan cepat 156 rpm selama 10 menit dan pengadukan lambat 40rpm selama 15 menit yang kemudian dilakukan proses pengendapan selama 24 jam. Pengujian penurunan kandungan logam Cr dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spechtrophotometer* (AAS). Hasil penurunan yang diperoleh dianalisis dengan tabel ANOVA dan diuji menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) kepercayaan 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap nilai kualitas air limbah.

Pengambilan dan Pengujian Kadar Kromium, TSS Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Pengambilan sampel limbah cair dilakukan pada outlet unit proses tanning industri penyamakan kulit. Setelah limbah cair diambil lalu dilakukan pengujian kadar Kromium dan TSS pada Laboratorium MIPA Fakultas Matematika dan IPA Universitas Brawijaya, Malang.

Pembuatan Suspensi *Vicia faba*

Berikut adalah langkah-langkah pembuatan suspense *Vicia faba* :

a. *Vicia faba* yang sudah tua kering berwarna cokelat di rendam dengan air dingin selama 12 jam,
b. Kulit *Vicia faba* dikupas kulitnya, lalu dimasukan ke oven selama 30 menit dengan suhu 105°C,
c. *Vicia faba* yang sudah kering, dihaluskan dengan disk mill, kemudian diayak dan disaring dengan ayakan ukuran 100 mess hingga didapatkan serbuk halus.
d. serbuk halus *Vicia faba* dibuat suspensi (b/v) dengan aquades.

Pre-treatment

Menurut Nilawati,dkk (2014) perlu dilakukan pengujian berulang-ulang artinya limbah penyamakan kulit dilakukan koagulasi dengan konsentrasi 12%. Kemudian hasilnya diendapkan dahulu selama 24 jam, kemudian dipindahkan dari endapannya dan diberi konsentrasi yang diinginkan berikut adalah tahapan pre-treatment pada penelitian ini :

1. diatur pH hingga 6,5 dengan NaOH 25%,
2. dimasukkan suspensi *Vicia faba* sebanyak 100 ml,
3. diambil sampel 900 ml dan dimasukan ke gelas beaker,
4. diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan pengadukan cepat 150 rpm selama 10 menit dan pengadukan lambat 40 rpm selama 15 menit,
5. didiamkan selama 24 jam,
6. diukur konsentrasi kromium awal dan TSS.

Proses Koagulasi

Sampel air limbah industri penyamakan kulit yang telah dilakukan pretreatment terlebih dahulu, segera digunakan untuk koagulasi. Sampel air limbah diukur kadar logam krom menggunakan AAS (*Atomic Absorbsion Spektrophotometri*) untuk mengetahui konsentrasi awal logam krom air limbah sebelum dilakukan koagulasi. Terdapat 5 perlakuan yang masing-masing perlakuan diberi suspensi *Vicia faba* kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan tinggi 156 rpm selama 10 menit dan kecepatan rendah 40 rpm selama 15 menit, setelah itu didiamkan selama 24 jam. Masing–masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, kemudian sampel-sampel ini diukur kadar logam krom akhir menggunaan AAS.

Penentuan Efektivitas Koagulasi

Sampel kromium limbah penyamakan kulit diukur absorbansinya dengan AAS, sehingga diperoleh data absorbansi. Data tersebut diinterpolasikan kedalam persamaan garis kurva kalibrasi sehingga didapatkan konsentrasi kromium dalam sampel. Data konsentrasi kromium pada sampel dicari dengan bantuan persamaan garis kurva kalibrasi. Masing-masing koagulan dicari efektivitas koagulasi dengan rumus sebagai berikut (Rizki, 2016):

$$\frac{S_0 - S_1 x\ 100}{S_0}$$

Keterangan:
S0: konsentrasi ion logam Cr awal (ppm)
S1: konsentrasi ion logam Cr akhir (ppm)

Masing-masing koagulan dibandingkan efektivitas koagulasi. Koagulan dengan efektivitas koagulasi tertinggi disebut koagulan terefektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Awal Parameter Limbah Cair Penyamkakan Kulit

Limbah cair penyamakan kulit yang digunakan sebagai sampel adalah limbah yang diambil dari proses tanning. Limbah tersebut berwarna kebiruan dan cenderung kental, selain itu terdapat sedikit endapan yang berupa bulu sapi karena terbawa dari proses sebelumnya yaitu pencabutan bulu. Pada Tabel 1 dapat dilihat kualitas limbah cair industri penyamakan kulit sebelum dilakukan pengolahan.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit.

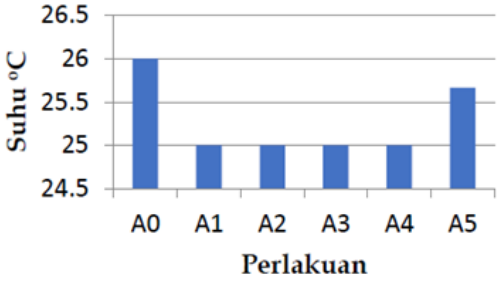
Parameter	Nilai	BM Air Limbah*
Krom total (Cr) (mg.L^{-1})	2,158	0.5
TSS (mg.L^{-1})	117	100
pH (mg.L^{-1})	3.6	6 - 9

Keterangan : BM = Baku mutu, *) Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.52 Tahun 2014

Kualitas limbah cair penyamakan kulit PT Nasional Djawa Kulit pada unit proses tanning yang belum diolah dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang diatur dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jwa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Industri Lainnya. Terlihat bahwa kadar parameter krom total, TSS, dan pH melebihi baku mutu. Kadar krom total yang dihasilkan dari proses tanning adalah 215 mg.L^{-1} , TSS sebesar 117 mg.L^{-1} dan pH sebesar 3.6. Seharusnya kadar yang diperbolehkan dibuang ke badan air adalah krom total 0.50mg.L^{-1}, TSS sebesar 100 dan pH sebesar 6.0-9.0. Hal itu dikarenakan industri penyamakan kulit menggunakan senyawa kromium sulfat antara 60-70%, dan adanya limbah padat berupa bulu dan sisa kulit.

Pengamatan Suhu Limbah Cair Penyamakan Kulit

Pengamatan suhu limbah cair penyamakan kulit dilakukan dengan menggunakan thermometer. Pengolahan koagulasi dilakukan dengan menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruang dan tidak dilakukan pengaturan suhu pada setiap plot perlakuan. Pengukuran suhu dilakukan setelah proses pengadukan. Pada Gambar 1 menunjukkan data suhu pada setiap plot.



Gambar 1. Pengukuran Suhu

Gambar 1 menunjukkan tidak adanya perubahan suhu yang signifikan. Hasil dari pengamatan suhu menunjukkan rata-rata sebesar 25.2^{o}C. Suhu tertinggi diperoleh pada A0 (kontrol) sebesar 26^{o}C. Menurut Muslimin (1996), perubahan suhu dalam pengolahan limbah dapat dipengaruhi oleh aktivitas mikroba di dalamnnya. Kecepatan metabolisme mikroba akan naik dan pertumbuhannya dipercepat bila suhu naik, sebaliknya kecepatan metabolisme mikroba menurun dan pertumbuhannya diperlambat bila suhu turun. Hasil penelitian yang dilakukan Setiawan (2015),

bahwa kenaikan suhu sedikit mempengaruhi pH suatu larutan air limbah. Penambahan senyawa ion H^+ terlarut dalam suatu asam mendesak kesetimbangan ke kiri (ion H+ akan diikat oleh ion H^+ membentuk air) akibatnya terjadi kelebihan ion hydrogen dan meningkatkan konsentrasinya. Temperatur berpengaruh umumnya terhadap pH larutan yang didalamnya mengandung kesetimbangan ion H^+ dan OH^- dari asam dan basa lemah atau kesetimbangan zat padat terlarut dengan bentuk ion pada larutannya yang berhubungan dengan kesetimbangan H^+ dan OH^- dalam larutan.

Hasil pengujian dari limbah setelah diberikan perlakuan kemudian dianalisa sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap nilai akhir suhu. Setelah dianalisa sidik ragam kemudian dianalisa dengan tabel ANOVA dan diuji menggunakan uji BNT kepercayaan 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap nilai kualitas air limbah. Hasil dari uji BNT dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji BNT 5% Perhitungan Suhu

Perlakuan	Rata-rata ($mg.L^{-1}$)	Notasi
A1 (8%)	25	a)*
A2 (10%)	25	a
A3 (12%)	25	a
A4 (14%)	25	a
A5 (16%)	25.7	b
A0 (kontrol)	26	b
BNT 5%	0.34	

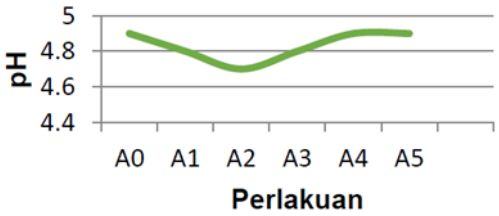
Sumber: Perhitungan

*) Bilangan rata-rata yang didampingi huruf yang tidak sama berbeda nyata pada p=0.05

Tabel 2 menunjukkan hasil notasi dari uji BNT 5% nilai suhu setelah dilakukan pengolahan. Penelitian yang dilakukan Kukic et. al. (2015) dengan menggunakan *Vicia faba* sebagai koagulan dalam menurunkan turbiditas, dan hasilnya menunjukkan penyisihan sebesar 54% dengan perlakuan pH diatur dan suhu ruangan yaitu 20 - 25^oC. Menurut Susanto (2008) proses koagulasi dapat berkurang pada suhu rendah karena peningkatan viskositas dan perubahan struktur agregat menjadi lebih kecil sehingga dapat lolos dari saringan, sedangkan pada suhu tinggi yang mempunyai kerapatan lebih kecil akan mengalir ke dasar kolam dan merusak timbunan lumpur. Menurut Septiyanto dan Fathul (2004) peningkatan suhu akan meningkatkan kecepatan gerak partikel dalam sistem sehingga semakin banyak tumbukan antar partikel yang dapat terjadi yang akhirnya mempercepat terbentuknya flok. Pernyataan itu juga didukung oleh Manurung, (2009) bahwa dengan turunnya suhu maka viskositas air semakin tinggi sehingga kecepatan flok untuk mengendap semakin turun. Penurunan suhu menyebabkan kecepatan reaksi berkurang sehingga flok lebih sukar mengendap.

Pengamatan pH Limbah Cair Penyamakan Kulit

Nilai pH awal limbah cair penyamakan kulit ialah 3,6. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan membuat variasi pH untuk menentukan pH optimum. Variasi pH yang diuji yaitu, pH 3.6; 3; dan 6. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa pH optimum berada di pH 6. Menurut Hakim dan Yayat (2011), bahwa semakin besar pH (semakin basa) maka kadar logam dalam limbah setelah proses koagulasi semakin kecil. Hal ini disebabkan pada pH yang semakin basa maka konsentrasi logam terlarut telah melewati (lebih tinggi) dari hasil kali kelarutan, sehingga pada pH basa logam mengendap dengan sempurna. Logam terlarut dalam limbah akan memulai mengendap pada pH 6 dan mengendap sempurna pada pH 9. Dari hasil penelitian yang dilakukan Hakim dan Yayat 2011, pada pH 6 logam mengendap dengan mampu menyisihkan logam sebesar 89%.



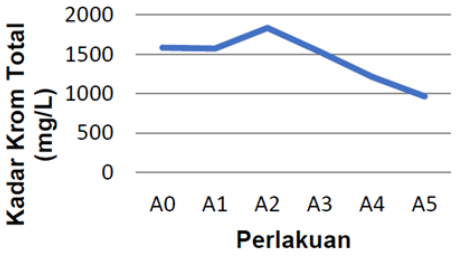
Gambar 2. Nilai pH Limbah

Nilai pH saat telah dilakukan koagulasi dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil menunjukkan bahwa pH mengalami penurunan sebesar 1.5 - 1.8 yang kemudian pH akan naik kembali. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014, nilai pH limbah cair penyamakan kulit setelah dilakukan

perlakuan masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan sehingga perlu adanya perlakuan lanjutan.

Kadar Kromium Limbah Cair Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

Kadar krom total awal limbah cair penyamakan kulit sebelum dilakukan pengolahan sebesar 2,158 mg.L^{-1}. Limbah cair penyamakan kulit dilakukan pre-treatment terlebih dahulu berupa koagulasi, kemudian diendapkan selama 24 jam. Hasil dari pengendapan tersebut dilakukan kembali proses koagulasi dan diendapkan selama 24 jam. Hasil dari pengolahan tersebut diambil untuk dijadikan sebagai sampel. Pengukuran kadar krom total menggunakan AAS dan dilakukan duplo untuk tiap perlakuannya. Hasil pengukuran kadar krom total limbah cair penyamakan kulit setelah dilakukan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Data Pengukuran Kadar Krom Total

Gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran kadar krom total pada limbah cair penyamakan kulit setelah dilakukan pengolahan. Terlihat bahwa terjadi penurunan nilai kadar krom total yang signifikan pada limbah cair penyamakan kulit seiring dengan meningkatnya konsentrasi *Vicia faba* yang diberikan. Penyisihan kadar krom total tertinggi terjadi pada perlakuan A5 sebesar 55% dengan dosis 16% dan rata-rata sebesar 965 mg.L^{-1}, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi polielektrolit yang diberikan, efektivitas penurunan kadar krom total yang dihasilkan semakin baik karena hamper semua ion logam selalu berinteraksi dengan kompleks protein secara cepat karena protein memiliki gugus amina dan karboksil yang dapat mengikat logam (Darmono, 1995). Penyisihan kadar krom total terendah terjadi pada perlakuan A2 sebesar 14% dengan dosis 10% dan rata-rata sebesar 1,834.86 mg.L^{-1}. Hal itu disebabkan karena kemungkinan koagulan bekerja kurang maksimal saat proses koagulasi dan flokulasi, yang dapat dilihat dari endapan yang dihasilkan dari perlakuan A2 sangat sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pada dosis 16% (A5) adalah dosis optimum *Vicia faba* dalam menurunkan kadar krom total pada proses koagulasi dengan kadar krom total sebesar 965 mg.L^{-1}. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Industri, hasil kadar krom total akhir dari limbah cair penyamakan kulit yang sudah memalui proses koagulasi dengan menggunakan biokoagulan dari serbuk *Vicia faba* belum memenuhi standar baku mutu, dimana standar baku mutu limbah yang diizinkan untuk dibuang ke badan air untuk parameter krom total adalah 0.5 mg.L^{-1}. Dalam hal ini perlu adanya treatment lanjutan untuk mengurangi kadar krom total agar dapat memenuhi standart baku mutu yang diizinkan. Salah satu treatment yang dapat dilakukan adalah dengan cara bioremediasi. Bioremediasi logam berat dalam limbah industri oleh mikroba dapat dilakukan karena beberapa mikroba memiliki mekanisme detoksifikasi logam berat. Mekanisme detoksifikasi yang dapat dilakukan oleh bakteri, salah satunya yaitu dengan biorsorpsi. Yaitu penghilangan metal atau jenis metaloid, senyawaan, dan partikulat, radionuklida, senyawa organometaloid dari larutan melalui interaksi secara fisikawi dan kimiawi dengan material biologi. Biosorpsi adalah kemampuan mikoorganisme (baik hidup maupun mati) untuk mengakumulasi logam berat dari limbah cair (Martino., dkk, 2013). Biosorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri Bacillus yang mampu menurunkan kadar krom total sebesar 71.03% dalam waktu inkubasi 8 jam (M. Yazid., dkk, 2007). Isah & Lawal menggunakan limbah kantong teh untuk menyerap krom yang diaktivasi secara kimiawi dengan penambahan 1M H_2SO_4 dan dapat menyerap 99.9% logam krom dari limbah cair penyamakan kulit.

Hasil pengujian dari limbah penyamakan kulit setelah diberikan perlakuan kemudian dianalisa sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap nilai akhir kadar krom total,

setelah dianalisa sidik ragam kemudian dianalisa dengan tabel ANOVA dan diuji menggunakan uji BNT kepercayaan 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap nilai kualitas air limbah yang dapat dilihat Tabel 3.

Tabel 3. Uji BNT 5% Perhitungan Kadar Krom Total

Perlakuan	Rata-rata ($mg.L^{-1}$)	Notasi
A5 (16%)	965	a)*
A4 (14%)	1211	a
A3 (12%)	1532	b
A1 (8%)	1574	bc
A0 (kontrol)	1583	bc
A2 (10%)	1835	c
BNT 5%	272.06	

Sumber: Perhitungan

*) Bilangan rata-rata yang didampingi huruf yang tidak sama berbeda nyata pada p=0.05

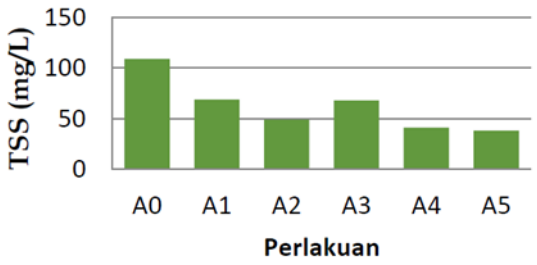
Tabel 3 menunjukkan hasil notasi yang diperoleh dari uji BNT 5% terdapat nilai notasi yang berbeda-beda hal ini disebabkan rentang antar variasi dosis yang kurang luas atau jauh. Menurut Rachmawati., dkk (2009) penambahan dosis koagulan dapat menyebabkan adanya peningkatan pembentukan presipitat, yang akan diikuti dengan peningkatan frekuensi tumbukan antar partikel sehingga dapat membentuk flok yang lebih besar. Menurut Kristijarti., dkk (2013) dosis koagulan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan padatan.

Dilihat pada hasil notasi A5 dengan A3, hal ini dikarenakan rentang dosis yang tidak berdekatan dan dapat menentukan dosis optimum *Vicia faba* pada koagulasi untuk menurunkan kadar krom total pada limbah cair industri penyamakan kulit. Menurut Wulan., dkk (2010) perlu dilakukan variasi dosis yang luas untuk mengetahui kisaran dosis optimal, pada dosis yang terlalu rendah menyebabkan flok tidak akan terbentuk karena koagulan yang diberikan tidak cukup untuk mengkompresi lapisan ganda pertikel koloid ataupun mengikat partikel koloid untuk membentuk bridding. Sedangkan pada dosis yang terlalu tinggi menyebabkan restabilisasi koloid dapat terjadi karena kelebihan kation sehingga flok juga tidak akan terbentuk. Perlakuan A3 dengan A2 memiliki hasil yang kurang signifikan, dapat dilihat kandungan krom total yang masih tinggi pada perlakuan A2 dibandingkan dengan perlakuan A3. Hal ini disebabkan koagulan *Vicia faba* yang bekerja kurang optimal. Menurut Wulan, dkk. (2010), hal ini terjadi karena kurangnya kation yang dapat mengkompresi lapisan partikel koloid sehingga walaupun mekanisme sweep floc dapat bekerja, penggumpalan partikel karena gaya tarik van der waals tidak terlalu signifikan. Menurut Aryani (2007) penggunaan konsentrasi *Vicia faba* yang tepat sangat penting dalam keefektivitasannya memperbaiki sifat isik dan kimiawi limbah. Konsentrasi *Vicia faba* yang terlalu minim atau berlebih, sedikit banyak akan mempengaruhi sifat fisik dan kimiawi limbah yang dihasilkan.

Kadar TSS Limbah Cair Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

Materi tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organism produser (Wardhani dkk., 2008). Menurut Kodoatie dan Sjarief (2008), TSS di dalam dasar badan air akan mengganggu kehidupan di dalam badan air. Endapan solid di dasar badan air tersebut akan mengalami dekomposisi yang menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut sehingga badan air tersebut mengalami kekurangan oksigen yang sangat diperlukan oleh kehidupan air dan menimbulkan bau busuk serta pemandangan yang tidak sedap. Penelitian ini dilakukan dengan memberi dosis koagulan yang telah ditentukan, kemudian diaduk dengan magnetic stirrer dengan pengadukan cepat 156 rpm selama 10 menit dan pengadukan lambat 40 rpm selama 15 menit. Menurut Siregar (2005), pada proses ini selama pengadukan cepat dan pengadukan lambat flok-flok mulai terbentuk dari polutan-polutan yang tersuspensi koloid yang halus di dalam air limbah. Flok-flok tersebut menggumpal yang setelah diendapkan atau diapungkan. Proses pengadukan lambat mencampur koagulan yang sudah ditambahkan dan setelah terbentuk flok pada proses pengadukan lambat. Pengukuran TSS dilakukan setelah sampel melalui proses pengendapan selama 24 jam, dan diuji

dengan menggunakan metode gravimetri. Hasil pengukuran ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar TSS

Hasil pengukuran TSS awal limbah cair penyamakan kulit adalah 117 mg.L^{-1}. Pada perlakuan A3 mengalami penaikkan TSS dan hanya melakukan penyisihan TSS sebesar 41%. Hal ini disebabkan karena kemungkinan waktu tunggu penyaringan yang terlalu lama sehingga terjadi proses dekomposisi koloid pada sampel. Sampel mengalami restabilisasi yang mana hal ini juga disebabkan air sampel yang terlalu lama dibiarkan sehingga adsorbs kation oleh partikel koloid menjadi berlebih, hal ini dapat mengakibatkan tidak semua partikel dapat diendapkan, sebagian partikel masih dapat disaring dan tertahan oleh kertas saring (Budiman dkk., 2008). Hal ini juga terjadi pada penelitian Budiman (2008) yang mana mengalami kenaikan nilai TSS, peristiwa ini diakibatkan penyerapan kation oleh partikel koloid yang masih kurang sehingga masih banyak partikel yang memiliki muatan negatif dan masing melayang-layang di dalam air. Penyimpangan yang terjadi pada plot perlakuan A2 mungkin disebabkan karena pada waktu tersebut tidak semua koagulan yang terkoagulasi dan terflokulasi dengan sempurna.

Perlakuan A4 dan A5 mengalami penurunan nilai TSS sebesar 41 mg.L^{-1}; 38 mg.L^{-1} dan terjadi penyisihan berturut-turut sebesar 65% dan 67%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis koagulan yang diberikan maka semakin kecil kadar TSS atau mengalami penurunan yang besar. Menurut Susanto (2008), dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap tumbukan partikel, sehingga penambahan koagulan harus sesuai dengan kebutuhan untuk membentuk flok-flok. Jika dosis koagulan kurang mengakibatkan tumbukan antar partikel berkurang sehingga mempersulit pembentukan flok. Begitu juga sebaliknya, jika dosis koagulan terlalu banyak maka flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali. Berdasarkan teori yang ada, semakin besar konsentrasi koagulan yang digunakan maka semakin besar juga jumlah TSS yang tersisihkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rossi (1993) bahwa penghilangan flok berupa turbiditas dan TSS dari media cair bergantung pada jenis dan jumlah suspense koloid, pH, komposisi kimia cairan dan jenis koagulan. Menurut Olphen (1977) hal ini terjadi karena efek dari polielektrolit terhadap kestabilan koloid tergantung pada konsentrasinya. Penambahan elektrolit dengan konsentrasi yang tinggi, akan menghilangkan gaya tolak menolak antar koloid sehingga menyebabkan penggabungan partikel maksimum. Berdasarkan baku mutu air limbah yang diatur dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jwa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Industri Lainnya, bahwa kadar TSS yang diperbolehkan sebesar 100 mg.L^{-1}, maka *Vicia faba* mampu menurunkan kadar TSS hingga mencapai baku mutu sebesar 39 mg.L^{-1}.

Hasil pengujian dari limbah penyamakan kulit setelah diberikan perlakuan kemudian dianalisa sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap nilai akhir kadar TSS, setelah dianalisa sidik ragam kemudian dianalisa dengan tabel ANOVA dan diuji menggunakan uji BNT kepercayaan 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap nilai kualitas air limbah. Hasil dari uji BNT dapat dilihat Tabel 4.

Berdasarkan perhitungan statistika denngan menggunakan uji ANOVA pada taraf signifikan 5%, diperoleh nilai F hitung > F tabel 5%. Persitiwa ini terjadi karena kemungkinan beberapa faktor yaitu variasi dosis yang tidak terlalu jauh atau karena variasi waktu pengadukan yang tidak dilakukan. Menurut Reynold, (1995) seiring dengan peningkatan waktu pengadukan,terjadi peningkatan efisiensi removal terhadap masing-masing parameter. Gaya adsorpsi molekul dari

suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontaknya semakin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih banyak. Perlakuan A5 dengan A3; A1; dan A0 serta perlakuan A1 dengan A0 mengalami berbeda nyata, nilai ini menunjukkan adanya perbedaan efektivitas penurunan TSS karena pemberian suspensi *Vicia faba* dengan konsentrasi yang berbeda. Hal ini terjadi karea efek dari polielektrolit terhadap kestabilan koloid tergantung pada konsentrasinya. Penambahan elektrolit dengan konsentrasi yang tinggi, akan menghilangkan gaya tolak menolak antar koloid sehingga menyebabkan penggabungan partikel maksimum (Olphen, 1977). Menurut Irnia Nurika, dkk., (2007) bahwa semakin besar penambahan konsentrasi koagulan akan menyebabkan nilai TSS limbah cair semakin menurun. Hasil penelitian yang dilakukan Hendriarianti dan Humairoh (2011) bahwa penurunan kandungan TSS terus meningkat seiring dengan penambahan dosis koagulan, dimana penurunan konsentrasi TSS tertinggi sebesar 83.33%.

Tabel 4. Uji BNT 5% Perhitungan Kadar TSS

Perlakuan	Rata-rata ($mg.L^{-1}$)	Notasi
A5 (16%)	39	a
A4 (14%)	41	a
A2 (10%)	49	ab
A3 (12%)	68	bc
A1 (8%)	69	c
A0 (kontrol)	109	d
BNT 5%	26.74	

Sumber: Perhitungan

*) Bilangan rata-rata yang didampingi huruf yang tidak sama berbeda nyata pada p=0.05

Pada penelitian ini dpat diketahui bahwa efisiensi koagulan *Vicia faba* (kacang babi) dalam menurunkan krom total mencapai 55%, sedangkan terhadap kadar TSS sebesar 67%. Dosis *Vicia faba* yang paling berpengaruh dalam menurunkan krom total setelah pre-treatment ialah sebesar 16%. *Vicia faba* mampu menurunkan kadar TSS hingga mencapai baku mutu hingga sebesar 39 $mg.L^{-1}$ pada dosis 16%. Hubungan nilai pH dengan dosis koagulan adalah berbanding lurus sehingga semakin tinggi nilai pH maka semakin besar dosis koagulan yang diberikan. Penurunan kadar krom total dengan menggunakan biokoagulan *Vicia faba* masih belum memenuhi standar baku mutu yang berlaku, hal ini perlu adanya treatment lanjutan sebelum limbah dibuang ke badan air.

DAFTAR PUSTAKA

Babu, R. and M. Chauduri. 2005. "Home Water Treatment by Direct Filtration with Natural Coagulant". *Journal of Water and Health*. 3 (1) : 27-30.

Budiman A., Wahyudi C., Irawaty W., dan Hidarso H. 2008. Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Penjernih Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widya Teknik* 7 (1): 25-34

Cohen, J.M. and S.A. Hannah. 1971. *Coagulation and Flocculation. In : Handbook of Public water Supplies*. Edisi ke 3. Mc Graw Hill. Inc. New York.

Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Edisi Pertama. Jakarta: Penerbit UI

Duke, J.A. 1983. Handbook of Energy Crops. http://www.hortpurdue.edu/newcrop/duke- energy/Vicia-faba.html. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2016.

Habibi, Islam. 2012. Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil PT Sukun Tekstil Kudus. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Hendriarianti, Evy dan Humairoh suhastri. 2011. *Penentuan Dosis Optimum Koagulan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica L) dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kota Malang*. Malang: ITN

Irnia Nurika, Ainur Rofiq Mulyanto, Kunty Afshari. 2007. *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa dan Lama*

Pengadukan. Malang: Universitas Brawijaya

Isah , U. A. and Lawali, M. 2012 Acid Activated Tea Bag Waste as a Adsorbent for the Removal of Chromium Ions from Tannery Waste Water. *Pelagia Research Library*, 3, 4033-5

Kodoatie R. J. dan Sjarief R. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: CV. Andi Offset

Kristijarti, A. Prima, Ign Suharto, dan Marieenna. 2013. *Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan

Kukic. D. V, Marina B. Sciban, Jelena M. Prodawovic, Aleksandra M. Tepic, Mirjana A. Vasic. 2015. Extracts of Fava bean (*Vicia faba* L.) Seeds as Natural Coagulants.www.elsevier.com/Locate/ecoleng. diakses pada tanggal 31 Agustus 2017

Liew, A.G., M.J. M. M. Noor, and Y.M. Ng. 2004. "Turbid Water Clarification Using Extraction of Cowpea Seeds". *KKU Engineering Journal*. 31 (2) : 73-82.

M. Yazid, Aris Bastianuddin, dan Widdi Usada. 2007. *Seleksi Bakteri Pereduksi Krom di Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Metode Ozonisasi*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN

Martino, A. De, Iorio, M. and Capasso, R. 2013. Chemosphere Sustainable Sorption Strategies for Removing Cr3+ from Tannery Process Waste Water. 92,1436-41

Ndabigengesere, A, and K. S. Narasiah. 1998. "Use of Moringa oleifera Seed as a Primary Coagulant in Wastewater Treatment". *Environmental Technology*. 19 (8): 789-800

Olphen,V. H. 1997. *An Introduction to Clay Colloid Chemistry*. Edisi Ke 2 John Willey & Sons a Willey Interscience Publication, New York.

Pemerintah Indonesia. 1995. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup

Reynold, D. Tom and Paul, A. Richards. 1995. *Unit Operation and Processing In Environmental Engineering*, 2nd Edition. Boston: Plus Publishing

Rizki, MR. 2016. *Efektivitas Jenis Koagulan Dan Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Kadar Kromium Limbah Penyamakan Kulit*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

Rossi, M. E. and Ward, N. L. 1993. *The Influence of Chemical Treatment of Metal Composition of Raw Water*, Pro C. Int. Conf. On Heavy Metals In The Environ, New York

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

Susanto, Ricky. 2008. *Optimasi Koagulasi Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen*. Jakarta: UIN

Sutherland, J.P., G.K. Folkard, and W.D. Grant. 1990. "Natural Coagulants for Appropriate Water Treatment". A Novel Approach, *Waterlines*, 8 (4), 30-32.

Wahyuningtyas, N., 2001. *Pengolahan Limbah Cair Khromium dari Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Natrium Karbonat* $(Na_2 CO)_2$. Yogyakarta: STTL

Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. Edisi pertama. UMM Press Malang.

Wardhani, Eka., Mila Dirgawati, Dadan Fikriansyah Artadipura. 2008. *Penentuan Jenis dan Dosis Koagulan Dalam Mengolah Air Limbah Industri Penyamakan Kulit.* Bandung: Itenas

Wulan, Praswasti. Pdk, Dianursanti, Misri Gozan, Wahyu Ardie Nugroho. 2010. *Optimasi Penggunaan Koagulan pada Pengolahan Air Limbah Batubara*. Depok: Universitas Indonesia