

**PEMANFAATAN BELIMBING WULUH (AVERRHOA BILIMBI L)
SEBAGAI BIOKOAGULAN LIMBAH LIMING**

**Rohmatun Wahyuni¹⁾ Khurriyatul Khasanah¹⁾
Joko Samiyo²⁾ RLMS Ari Wibowo²⁾**

¹⁾Mahasiswa Akademi Teknologi Kulit Yogyakarta Prodi Teknologi Pengolahan Kulit

²⁾Staf Pengajar Akademi Teknologi Kulit Yogyakarta Prodi Teknologi Pengolahan Kulit

ABSTRACT

In many industry, water purification methods like flocculation and coagulation are often inappropriate because of the high cost and low availability of chemical coagulants. The concern for environmental and ecological issues encourages the use of the biodegradable coagulant in waste water and industrial effluent treatment. Biocoagulant from *Averrhoa Bilimbi* fruits are alternative because can precipitate the lime, especially for easily handling and more economical alternative in countries where the plant are available. This biocoagulant has been investigated to treat water effluent from liming processes. A series of jar test were conducted to determine the parameter involved during coagulation flocculation processes. The treatment by adding 25 ml dosage of *Averrhoa Bilimbi* biocoagulant and with the addition of 10 drops of aquaclear as flocculants in wastewater liming the natural wastewater at pH 12.00, 0.17 unit decreasing of pH, resulted 91 NTU turbidity reduction, resulted 0.008% and 0.0117 grNa₂S levels of lime and sulphide reduction.

Keywords: biocoagulant, *Averrhoa Bilimbi* fruits, liming liquid waste

INTISARI

Flokulasi dan koagulasi merupakan salah satu metode pemurnian air limbah yang pada umumnya masih belum dilaksanakan dengan baik oleh pihak industri, hal ini diantaranya berkaitan dengan biaya yang tinggi dan ketersediaannya bahan koagulan. Perhatian terhadap kondisi lingkungan dan ekologi, khususnya bidang pengolahan limbah cair yang berasal dari rumah tangga maupun industri, telah mendorong digunakannya bahan koagulan yang ramah lingkungan. Biokoagulan dari belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) menjadi salah satu alternatif karena mampu mengendapkan kapur, mudah penggunaannya dan bernilai ekonomis bagi daerah penghasilnya. Pada penelitian ini, belimbing wuluh diambil ekstraknya digunakan sebagai biokoagulan untuk mengolah limbah liming. Serangkaian pengamatan dari percobaan jar tes yang melibatkan proses koagulasi dan flokulasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan biokoagulan belimbing wuluh terhadap penurunan limbah, penurunan turbiditas, penurunan kadar kapur dan sulfida yang terbentuk. Penambahan biokoagulan belimbing wuluh yang paling efektif yaitu sebanyak 25 ml dan dengan penambahan 10 tetes aqua clear sebagai flokulan pada pH alami limbah liming yaitu sebesar 12,00 mampu menurunkan pH sebesar 0,17 menurunkan turbiditas limbah sebesar 91 NTU, menurunkan kadar kapur dan sulfida sebesar 0,008% dan 0,0117 grNa₂S.

Kata kunci: biokoagulan, buah belimbing wuluh, limbah cair *limming*

PENGANTAR

Sejak tahun 1970-an hingga sampai saat ini industri pengolahan kulit di Indonesia terus mengalami pertumbuhan. Walau demikian industri pengolahan kulit termasuk dalam kategori industri yang banyak menghasilkan limbah, sedangkan sesuai dengan PP No. 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Bahan dan Beracun (B3) maka industri ini dikategorikan sebagai industri penghasil limbah B3 dari sumber yang spesifik. Limbah yang dihasilkan pada industri pengolahan kulit ini dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat ini dapat dihasilkan pada proses feshing (buang daging), unhairing (buang bulu), split, shaving, buffing, treaming, dll. Sedangkan limbah yang bersifat B3 yaitu berupa limbah cair. Limbah cair pengolahan kulit ini jumlahnya lebih banyak karena sebagian besar proses penyamakan kulit ini menggunakan air dengan mencampurkan bahan-bahan kimia. Limbah yang dihasilkan setiap tahapan proses penyamakan kulit ini berbeda-beda, diantaranya pada proses soaking mengandung kadar Cl yang tinggi, proses limming mengandung sulfida dan kapur, proses deliming dan bating mengandung kadar nitrogen yang tinggi, proses tanning mengandung Cr atau bahan penyamak nabati (mimosa), dsb. Dilihat dari limbah yang dihasilkan tersebut maka secara umum limbah cair pengolahan kulit memiliki karakteristik BOD, COD, serta padatan tersuspensinya tinggi, mengandung bibit penyakit, kotor dan berbau busuk.

Limming merupakan salah satu tahapan proses pengolahan kulit yang disebut juga proses pengapuran. Pada proses ini biasanya diikuti dengan proses buang bulu. Bahan kimia yang digunakan berupa kapur dan Na_2S , memiliki aroma yang busuk. Limbah *limming* perlu ada penanganan mengingat bahaya yang ditimbulkannya. Sulfida yang ditimbulkan dari limbah ini berpotensi menjadi senyawa toksid karena gas H_2S yang diluarkan akibat dari pH rendah. Selain itu, pada limbah ini juga mengandung kapur dengan ukuran partikel-partikel yang besar. Dengan demikian limbah dari proses ini tidak boleh sembarangan dibuang di alam. Salah satu usaha yang dapat dilakukan pihak manajemen industri untuk mengurangi dampak negatif dari limbah terhadap lingkungan

adalah dengan melakukan pengolahan limbah. Pengolahan limbah cair secara kimia yang bertujuan untuk mengurangi konsentrasi partikel padat ukuran koloid dalam air diantaranya dapat dilakukan melalui proses koagulasi dan flokulasi, hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan bahan koagulan dan flokulan sehingga partikel padatnya mudah dipisahkan dari air.

Partikel koloid mempunyai ukuran $0,01 - 1 \mu\text{m}$, pada umumnya partikel koloid dalam air limbah memiliki muatan negatif dan gaya tarik menarik antara partikel koloid (*attractive body force*) lebih kecil dibandingkan dengan gaya tolaknya (*repelling forces*), hal ini yang mengakibatkan partikel koloid ini stabil. Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid karena partikel-partikel koloid dalam air yang bermuatan negatif akan lebih dinetralkan oleh penambahan bahan koagulan, sehingga partikel ini dapat saling mendekat. Bahan aluminium dan besi seperti; aluminium sulfat (alum) dan poli aluminium klorida (PACI) merupakan bahan koagulan anorganik atau sintetis yang telah digunakan secara luas. (Hammer, 1977, Metcal, *etal.* 2004 dan Winarni, 2003)

Permukaan partikel koloid yang bermuatan apabila bertemu dengan ion yang muatannya berlawanan atau *counterion* mengakibatkan kedua ion tersebut saling mendekat, hal ini disebabkan oleh adanya interaksi elektrostatik, gaya Van der Waals ataupun pengadukan. Destabilisasi partikel koloid dengan menambahkan *counterion* akan menipiskan lapisan listrik difusi dan mengakibatkan penurunan potensial zeta (ζ) pada permukaan *shear plane* partikel koloid. Zeta potensial partikel koloid yang semakin rendah akan mengakibatkan partikel koloid dapat semakin mendekat. (Metcalf *etal.* 2004, Singh, *etal.* 2000)

Amagloh *etal.* 2009 dan Schwarz, 2000. Menyebutkan bahwa bahan koagulan nonsintetis yang berasal dari alam atau biokoagulan relatif aman dan tidak beracun bagi tubuh manusia dan juga ramah terhadap lingkungan. Salah satu sumber biokoagulan terdapat pada ekstrak belimbing wuluh, dimana tanaman ini banyak tumbuh dikawasan asia.

METODOLOGI

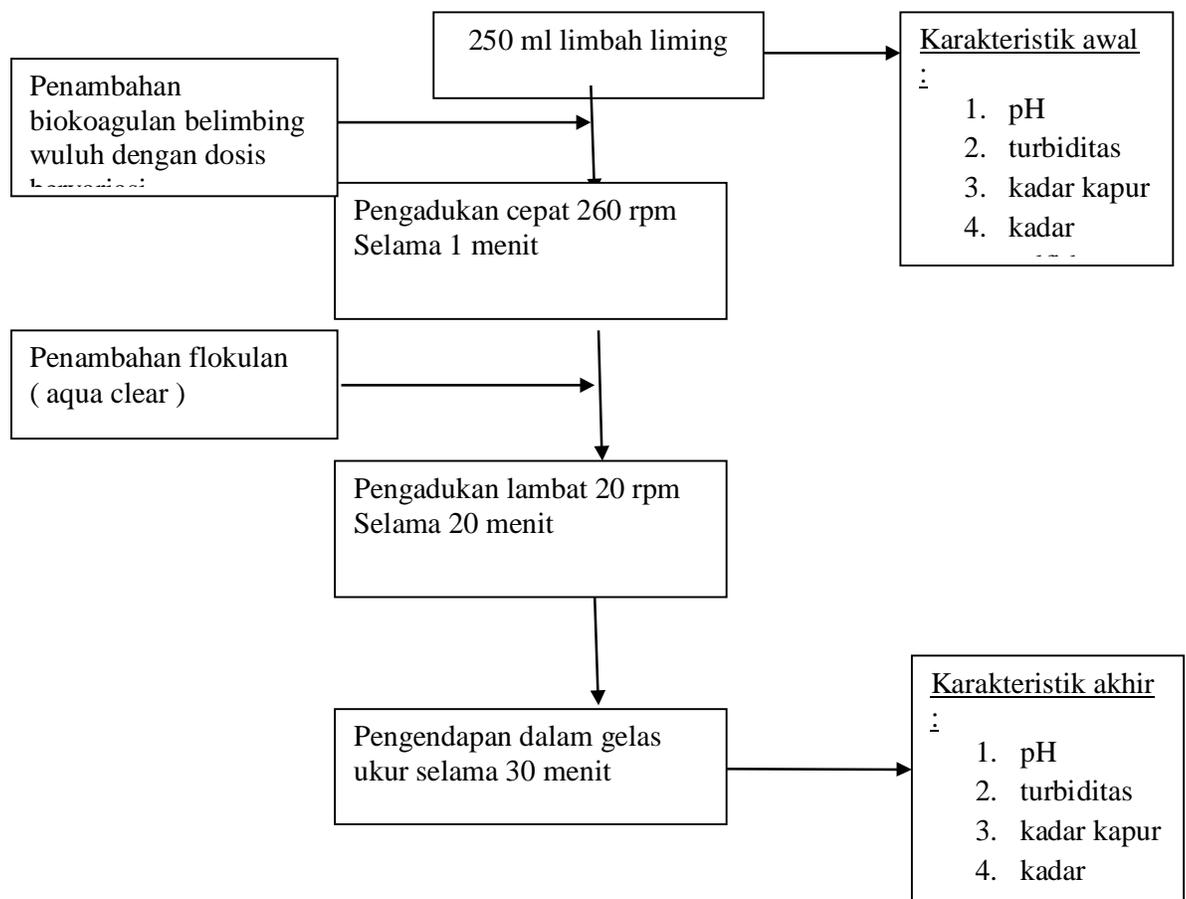
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Akademi Teknologi Kulit Yogyakarta. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya berupa mesin jar tes dimana proses flokulasi-koagulasi berlangsung secara paralel pada enam buah gelas beker dan instrumen untuk mengukur variabel terikat yang berupa turbidimeter, pH meter, erlenmeyer, buret, labu ukur, gelas ukur, seperti yang tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

Bahan yang digunakan adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) yang diperoleh dari daerah di kabupaten Bantul, limbah liming, aqua clear, HCl 0,5 N, indikator PP, larutan buffer, indikator DMG, BaCl₂, dan larutan ferisianida. Belimbing wuluh diblender sampai hancur kemudian disaring untuk diambil sarinya.

Prosedur proses flokulasi-koagulasi pada jar tes tertera pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. prosedur proses koagulasi-flokulasi pada jar tes

Penelitian ini dirancang melalui sekali percobaan proses koagulasi-flokulasi. Variabel bebas pada percobaan ini adalah volume penambahan biokoagulan dan pH limbah liming, sedangkan variabel terikatnya adalah penurunan angka turbiditas, penurunan pH, analisa kapur dan analisa sulfidanya. Pengukuran variabel terikatnya adalah sebagai berikut :

Penurunan turbiditas = turbiditas limbah awal – turbiditas limbah akhir

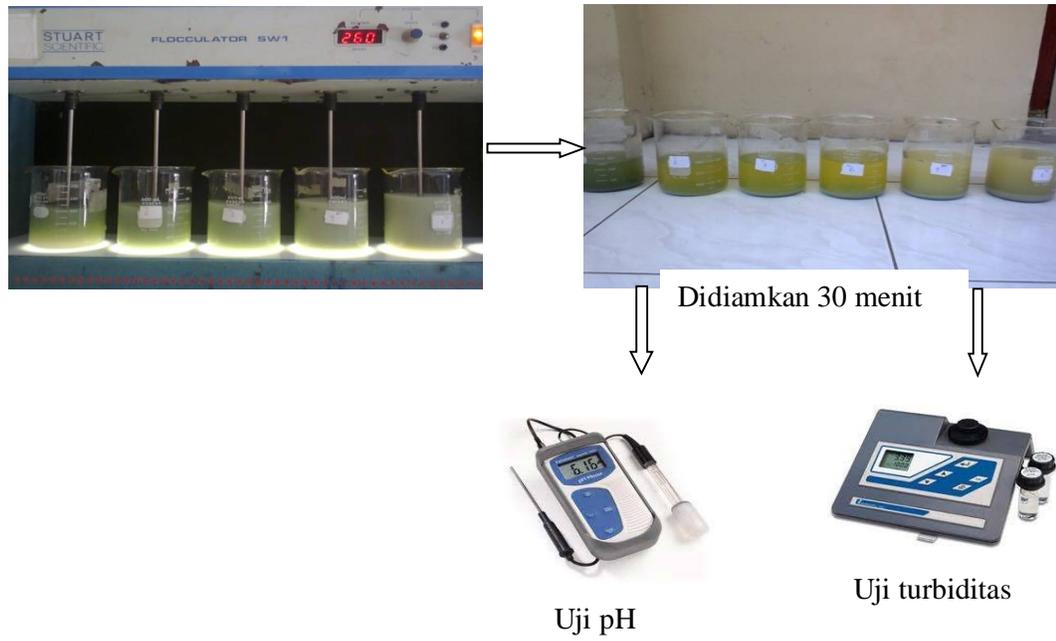
Penurunan pH = pH limbah awal – pH limbah akhir

Kadar kapur = $\frac{V_{HCl} \times N_{HCl} \times 0,028}{\text{berat sampel}}$ x 100%

Kadar sulfida = V ferisianida 0,01 N x 0,0039 gram Na₂S

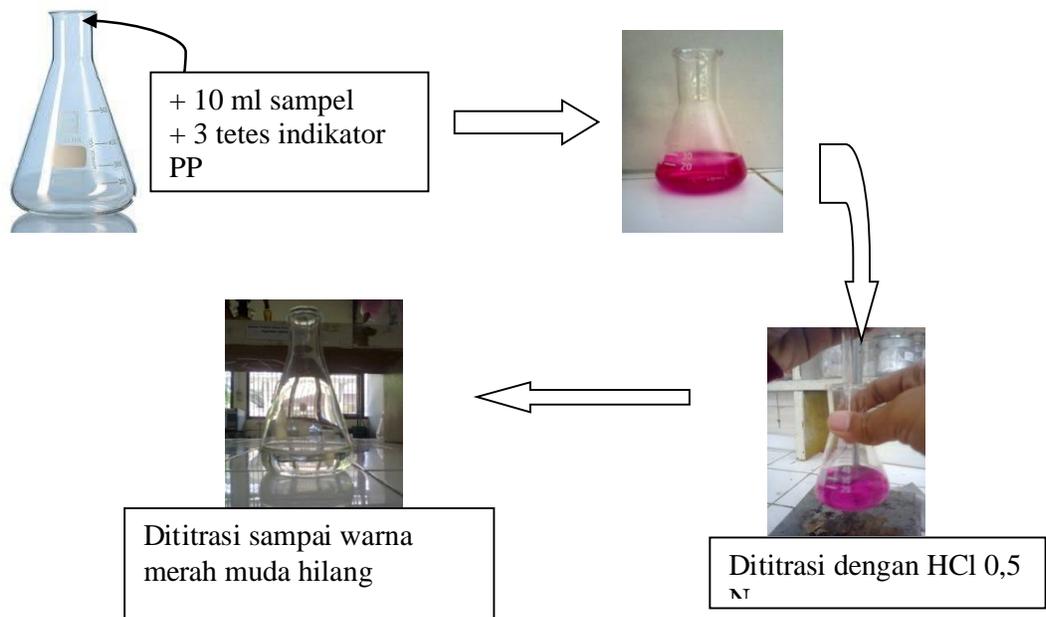
Percobaan pada tahap koagulasi-flokulasi adalah variasi penambahan volume biokoagulan belimbing wuluh sebanyak 0, 25, 50, 75, 100 dan 125 ml untuk masing-masing gelas nomor 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 pada volume limbah liming 250 ml dan penambahan aqua clear sebagai flokulan sebanyak 10 tetes. Setelah dilakukan jar tes larutan diendapkan terlebih dahulu selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengujian turbiditas, penurunan pH, analisa kapur dan analisa sulfida. Pengujian turbiditas atau kekeruhan dilakukan dengan menggunakan alat turbidimeter. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sedangkan analisa kapur dilakukan dengan cara dipipet 10 ml larutan sampel lalu ditambahkan 3 tetes indikator pp kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 N yang sudah distandarisasi. Untuk analisa sulfida dilakukan dengan cara dipipet 10 ml larutan sampel kemudian ditambahkan 10 ml larutan buffer, 1 ml indikator DMG dan 12,5 ml BaCl₂. Selanjutnya erlenmeyer ditutup dan didiamkan selama 1 menit untuk mengendapkan sulfitnya lalu dititrasi dengan larutan ferisianida 0,1 N.

Jas tes



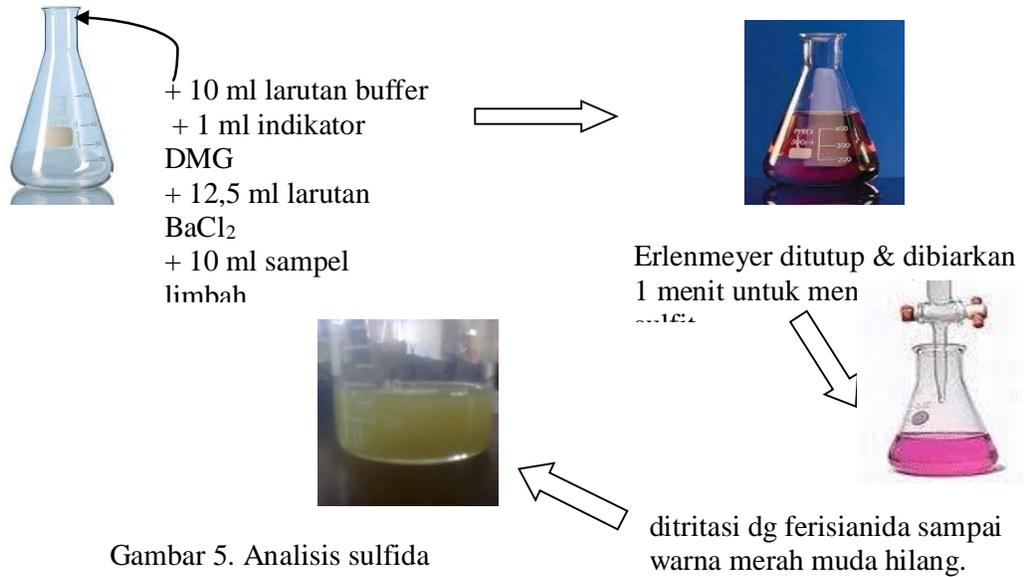
Gambar 3. Analisis kekeruhan dan pH

Analisa Kapur



Gambar 4. Analisis kapur

Analisa Sulfida



Gambar 5. Analisis sulfida

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap bahan-bahan yang digunakan mempunyai fungsi dan manfaat yang berbeda-beda antara lain adalah sebagai berikut :

1. Belimbing wuluh berfungsi sebagai biokoagulan yang membantu mengendapkan zat-zat dalam air limbah proses liming.

Analisis Limbah Hasil Penjernihan:

1. Larutan BaCl_2 berfungsi untuk mengendapkan sulfid
2. Larutan NH_4Cl berfungsi sebagai buffer
3. Larutan DMG berfungsi sebagai indikator
4. Larutan $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ berfungsi sebagai titran untuk menentukan kadar sulfida

Pada persiapan limbah maka sebanyak 5 liter limbah cair yang langsung berasal dari proses limming pada praktikum pengolahan kulit di Akademi Teknologi Kulit Yogyakarta terlebih dahulu disaring. Hal ini dimaksudkan untuk memisahkan cairan dengan kontaminan kasar seperti kapur, rambut, atau bahkan sisa-sisa daging. Selanjutnya limbah cair awal ini dikarakteristikkan.

Tabel 1. Hasil karakteristik awal limbah cair proses limming

Karakter	Kuantitas
pH	12
Turbiditas	157 NTU
Kadar kapur	0,289 %
Kadar sulfida	0,039 gr Na ₂ S

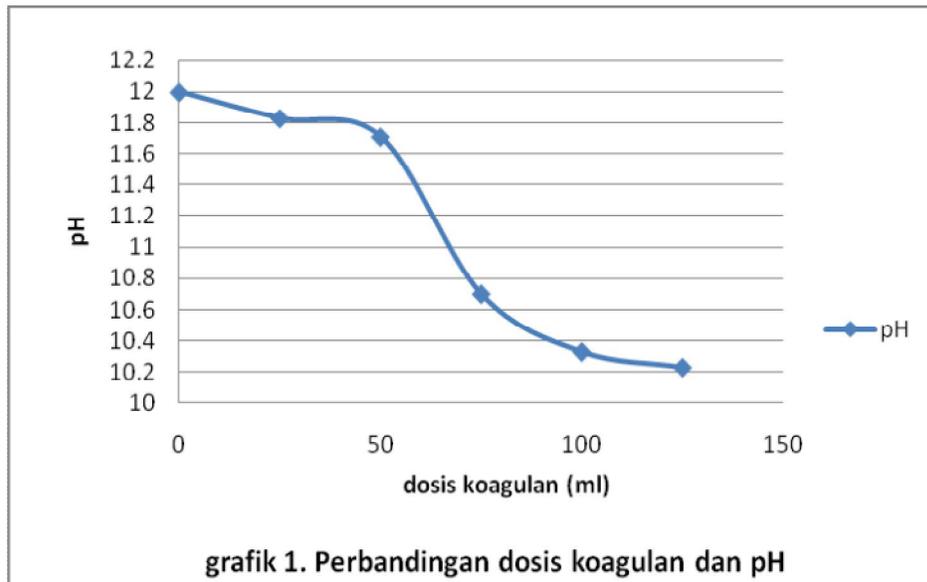
Kemudian dilakukan persiapan biokoagulan belimbing wuluh dengan cara diblender kemudian diambil ekstraknya yang mempunyai warna kehijauan seperti warna buah belimbingnya. Hasil dari pengukuran diperoleh data bahwa pH biokoagulan belimbing wuluh sebesar 2,615 sedangkan pH limbah sebesar 12. Setelah limbah disaring, limbah ditambahkan dengan belimbing wuluh.. Tujuan dari penambahan belimbing wuluh ini yaitu untuk mengendapkan zat-zat yang terkandung dalam limbah proses liming terutama zat kapur. Terendapnya zat-zat dalam air limbah ini diharapkan mampu mengubah penampilan fisik air menjadi jernih. Dengan demikian air limbah cepat mendapat perlakuan untuk tahapan proses pengolahan selanjutnya. Berikut ini data hasil praktikum yang telah dilakukan

Tabel 2. Hasil karakteristik limbah limming setelah penambahan biokoagulan

Volume biokoagulan (ml)	pH limbah	Turbiditas (NTU)	Kadar kapur (%)	Kadar sulfida (grNa ₂ S)
0	12,00	157	0,28878	0,039
25	11,83	66	0,28087	0,0273
50	11,71	77	0,25713	0,0246
75	10,70	106	0,24526	0,0176
100	10,33	1230	0,15032	0,0183
125	10,23	1040	0,11868	0,0156

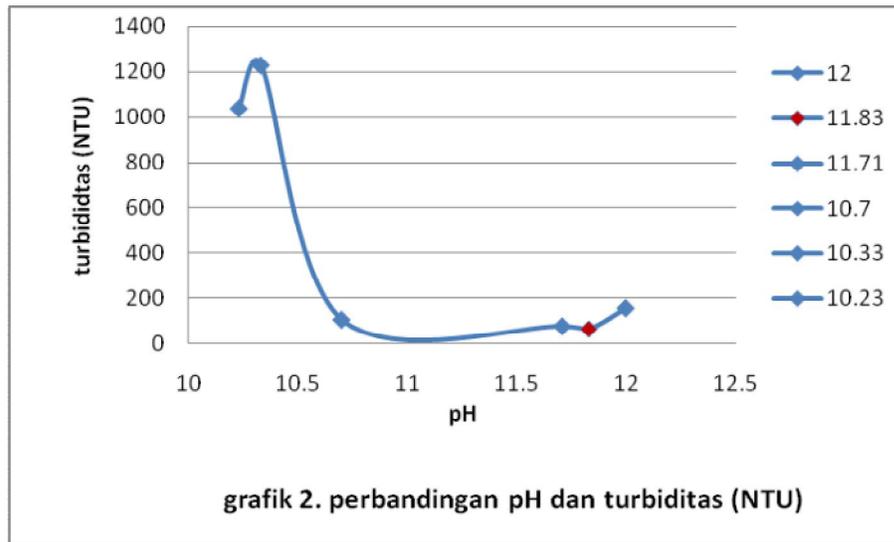
Penambahan belimbing wuluh ini ternyata mampu mengendapkan zat kapur pada air limbah sehingga penampilan fisik limbah lebih jernih. Seperti yang terlihat pada *gambar 2.*, bahwa penambahan biokoagulan dengan dosis yang berbeda-beda akan memberikan tingkan kejernihan yang berbeda pula dan pada penambahan belimbing wuluh dengan dosis 25 ml terlihat pengendapan yang paling efektif. Hal ini diperkuat dengan angka turbiditasnya yang paling kecil yaitu sebesar 66 NTU dari turbiditas awal limbah 157 NTU. Kondisi tersebut terjadi karena adanya proseskoagulasi. Koagulasi adalah suatu proses dimana muatan partikel-partikel dirusak dengan penambahan suatu bahan kimia tertentu dimana bahan yang ditambahkan mempunyai muatan yang berbeda dengan muatan partikel koloid, sehingga akan terjadi gaya tarik menarik antar partikel dan sistem koloid tersebut menjadi tidak stabil. Bergabungnya partikel-partikel padatan akan membentuk gumpalan menyebabkan massanya bertambah besar sehingga mengendapkan padatan.

Umumnya pada tahap *pretreatment* untuk menyaring padatan ini membutuhkan banyak tempat untuk mengalirkan serta mengendapkan limbah. Namun itu semua dapat disederhanakan dan dipersingkat dengan menambahkan belimbing wuluh. Hasil limbah dapat dengan cepat dipisahkan antara padatan dan beningan (belimbing wuluh berperan sebagai koagulan). Tidak hanya menghemat waktu dan tempat saja, ternyata penambahan belimbing wuluh ini tidak menimbulkan bau karena biasanya limbah proses liming ini akan timbul bau yang menyengat ketika dalam kondisi pH yang sangat rendah. Pada pengolahan ini juga terjadi penurunan pH, seperti yang terlihat pada grafik dibawah ini.



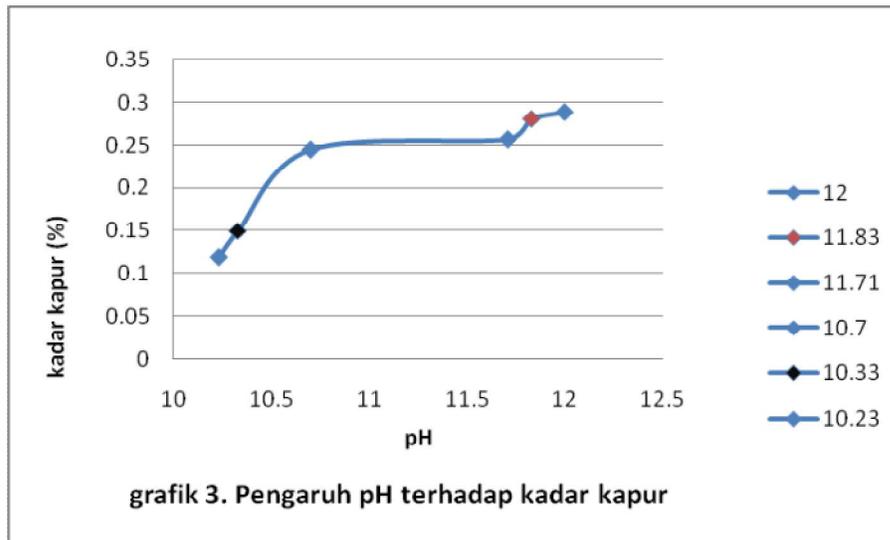
Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa semakin banyak volume biokoagulan yang ditambahkan maka pH relatif mengalami penurunan. Akan tetapi penurunan pH yang terjadi sangat kecil, hal ini disebabkan oleh kandungan dari biokoagulan belimbing wuluh. Dimana asam yang terkandung pada belimbing wuluh tersebut tergolong asam lemah (asam sitrat). Kondisi pH yang berbeda-beda ini menyebabkan kondisi limbah cair mengalami perbedaan. Diantaranya turbiditas, kadar kapur dan kadar sulfida.

Dari grafik 2 dibawah ini dapat dilihat bahawa semakin rendah pH limbah akan menyebabkan turbiditas limbah kembali keruh. Maka dari itu perlu diketahui pada kondisi pH berapa larutan limbah akan mencapai kondisi turbiditas yang paling kecil.



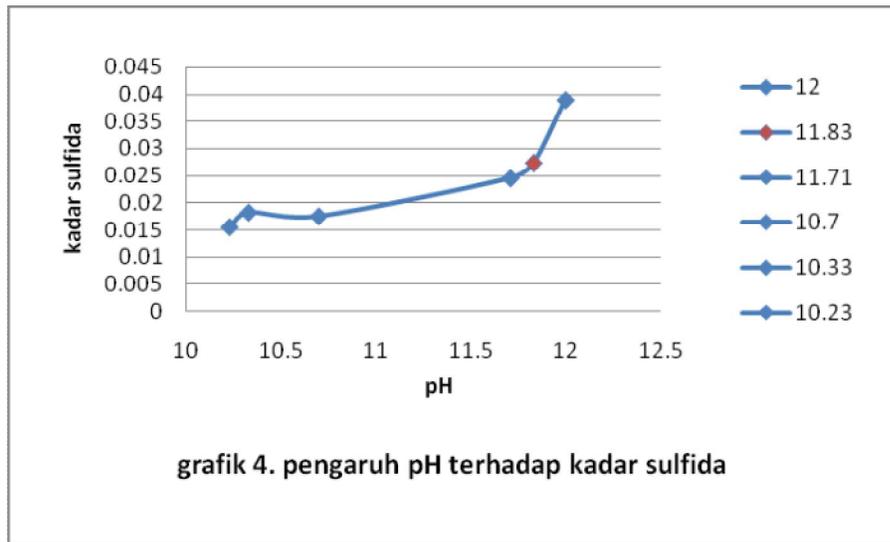
Turbiditas limbah liming mencapai kondisi maksimum pada pH 11,83 dengan penambahan biokoagulan sebanyak 25 ml. Pada grafik 2 dapat dilihat bahwa penurunan turbiditas limbah cair terjadi karena terjadi proses destabilisasi muatan partikel koloid yang bermuatan negatif oleh biokoagulan yang bermuatan positif. Bahan flokulan masih perlu ditambahkan karena masih diperlukan usaha penggabungan partikel koloid. Sisi aktif flokulan mampu mengadsorpsi partikel koloid lewat mekanisme pembentukan jembatan polimer untuk menghasilkan flok (Metchlf *etal.*2004).

Kadar kapur yang terkandung dalam larutan limbah semakin menurun seiring dengan penurunan pH. Penurunan kadar kapur dapat kita lihat pada grafik di bawah ini:

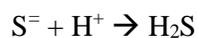


Pada pH 11,83 kadar kapur sebesar 0,2808 % yang mampu menurunkan kadar kapur sebesar 0,00791% dari keadaan limbah alami yang mana pada kondisi tersebut mencapai kondisi paling jernih (turbiditas rendah). Sedangkan penurunan kadar kapur paling drastis terjadi pada kondisi pH 10,33 dengan penurunan kadar kapur sebesar 0,095%.

Kandungan sulfida dalam limbah ini juga mengalami penurunan konsentrasi sulfida seiring dengan penurunan pH walaupun penurunannya sangat kecil pula. Berikut ini grafik hubungan antara pH terhadap kadar sulfida:



Berdasarkan grafik 3 diatas penurunan kadar sulfida tertinggi terjadi pada pH 11,83 dengan kandungan sulfida sebesar 0,039 grNa₂S dan penurunannya sebesar 0,007 grNa₂S. Pada pengolahan limbah sulfida penggunaan jenis biokoagulan ini kurang efektif karena dari data yang dihasilkan tersebut dapat kita ketahui bahwa masih banyak sulfida yang terlarut dalam larutan limbah. Limbah yang mengandung sulfida akan menimbulkan bau busuk jika bercampur dengan cairan yang mengandung asam yang menyebabkan pH larutan berubah menjadi 8,5 - 9,5. Bau yang timbul ini disebabkan oleh terbentuknya gas H₂S sesuai dengan reaksi berikut:



Jika konsentrasi S⁼ dalam larutan tinggi maka pembentukan gas H₂s juga semakin tinggi yang akan membahayakan lingkungan. Agar cairan yang dibuang sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan dan lingkungan tetap terjaga kualitasnya, maka perlu dilakukan pengolahan limbah yang lebih lanjut untuk mengurangi kandungan sulfida.

Walaupun terjadi reaksi kimia, penambahan belimbing wuluh ini hanya mampu menjernihkan larutan/ mengendapkan kapur. Kandungan sulfida masih ada yang larut. Oleh karena penurunan pH dan jumlah sulfida yang sangat sedikit pada tahap penjernihan ini kami golongkan dalam pengolahan awal limbah (*pretreatment*).

E. Kelebihan

Beberapa kelebihan dari pemanfaatan belimbing wuluh sebagai koagulan limbah liming ini adalah sebagai berikut :

1. Mudah didapat dan sangat ekonomis
2. Ramah lingkungan karena merupakan bahan alami
3. Sederhana tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mengendapkan padatan pada limbah liming

F. Kekurangan

Alat penyairng ini memiliki beberapa kekurangan pula antara lain seperti berikut :

1. Hanya mampu mengendapkan limbah pada proses liming
2. Sulfida masih terlarut dalam beningan limbah sehingga perlu penanganan lebih lanjut

Kesimpulan

Belimbing wuluh dapat dijadikan sebagai biokoagulan pada tahap *pretreatment* dengan dosis optimum penambahan biokoagulan belimbing wuluh sebesar 25 ml dalam 250 ml limbah liming mampu menurunkan turbiditas sebesar 91 NTU, menurunkan kadar kapur dan sulfida sebesar 0,008% dan 0,0117 grNa₂S.

Saran

Perlu dilakukan perbandingan pengolahan limbah dengan bahan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amogloh, F.K. dan Benang, A. 2009. *Effectiveness of Moringa Oleifera Seed as Coagulant for Water Purification*. African Journal of Agricultural Research Vol. 4(1),pp.119-123.
- Hammer, M,J. 1977. *Water and Water Waste Technology*. John Willey and Sons.
- Metchalf dan Edy. 2004. *Water Engineering Treatment and Reuse*. 4 ed,Mc Graw Hill.
- Singh, R.P., Tripathy, T., Karmakar, G. P., Rath, S. K., Karmakar, N. C., Pandey S. R., Kannan, K., Jain S. K. Dan Lan N. T. *Novel Biodegradable Flocculants Based on Polysaccharides*. *Current Science*, Vol. 78, No. 7, pp798-803