

KAJIAN GELATIN DARI KULIT SAPI LIMBAH SEBAGAI RENEWABLE FLOCCULANTS UNTUK PROSES PENGOLAHAN AIR

REVIEW OF GELATIN DERIVED FROM BOVINE HIDE WASTE AS RENEWABLE FLOCCULANTS FOR WATER TREATMENT

Sugihartono

Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik, Kementerian Perindustrian
Jl. Sokonandi No. 9, Yogyakarta - Indonesia

e-mail: hsugihartono@ymail.com

diajukan: 08/10/2014, direvisi: 17/11/2014, disetujui: 28/11/2014

ABSTRACT

The use of flocculants are preferred compared to the coagulants in water treatment processes, because more stable of the influence of pH and slightly dosage. Polymer flocculants synthesis of non-renewable materials are still widely used, the case can cause health and environmental problem, because it is not biodegradable materials. Therefore it takes flocculants polymers derived from renewable natural material, which are safe, affordable cost, suitable for a variety of purposes and has high activity. Some derivatives of polysaccharides and protein can be used as flocculants, some certain protein have equivalent activity to flocculant synthesis polyacrilamide (PAM). Gelatine from bovine hide waste is proreins derived from collagen by hydrolysis, its has ability as a flocculants, procine gelatine even have the ability 2,6 times greater than the anionic PAM. Gelatine as a flocculant may be used singly, modified, or combined with other types of flocculant for purification application, water and waste water treatment.

Keywords: flocculants, bovine hide waste, gelatine, renewable

ABSTRAK

Pengolahan air menggunakan flokulan lebih disukai dibandingkan dengan koagulan, karena dosis pemakaian sedikit dan lebih stabil terhadap pengaruh pH. Flokulan polimer sintesis dari bahan tidak terbarukan masih banyak digunakan, padahal dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan, karena tidak bersifat *bio-degradable*. Oleh karena itu dibutuhkan flokulan polimer terbarukan yang berasal dari bahan alami, yang bersifat aman, dengan biaya terjangkau, cocok untuk berbagai keperluan, serta memiliki aktivitas tinggi. Beberapa turunan polisakarida dan protein dapat digunakan sebagai flokulan, protein tertentu memiliki aktivitas setara dengan flokulan sintesis *polyacrilamide* (PAM). Gelatin kulit sapi limbah merupakan protein turunan dari hidrolisa kolagen, memiliki kemampuan sebagai flokulan, bahkan gelatin babi memiliki kemampuan 2,6 kali lebih besar dibandingkan dengan PAM an-ionik. Flokulan gelatin dapat digunakan secara tunggal, modifikasi, atau kombinasi dengan flokulan jenis lainya untuk aplikasi penjernihan, pengolahan air dan air limbah.

Kata Kunci: flokulan, kulit sapi limbah, gelatin, terbarukan

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dan produksi berdampak pada lingkungan dan daya dukung alam. Sungai sebagai tempat penampungan berbagai macam limbah, secara alamiah sudah tidak mampu membersihkan cemaran yang dikandungnya (Yudianto dan Yuebo, 2010). Air sungai tercemar oleh limbah domestik, industri, peternakan, dan pertanian, sehingga sudah tidak sesuai peruntukannya, dan tidak dapat digunakan secara maksimal untuk berbagai keperluan (Armaita, 2012). Dampak dari

pencemaran air dan fenomena alam, menyebabkan terjadinya perubahan fisik sumber daya air dan kerusakan infrastruktur yang berada pada sumber daya air tersebut (Moelyo₁, 2012).

Sumber air merupakan wadah air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, termasuk akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk, dan muara (Peraturan Pemerintah Nomor 2, Tahun 2001). Kualitas air yang berasal dari air tanah, sungai, danau, dan waduk di beberapa tempat di Indonesia telah mengalami penurunan karena sumber-

sumber pencemar dan sumber air tidak dikendalikan serta dikelola secara baik (Achmad dan Sudjianto, 2009). Industri yang memanfaatkan air dari sumber air tersebut sebagai bahan baku dan atau penolong, perlu mengolahnya terlebih dahulu sebelum menggunakan dalam proses produksinya. Pengolahan bertujuan agar proses produksi dan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Pengolahan air termasuk air buangan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti; fisika, kimia, dan biologi maupun kombinasinya. Penggunaan bahan kimia pada proses pengolahan air mempunyai tujuan untuk memisahkan logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun, serta partikel koloid. Pada proses pengolahan air, penggunaan flokulan lebih disukai dari pada koagulan. Hal ini karena kinerja koagulan dipengaruhi oleh pH dan penggunaannya cukup banyak, sedangkan flokulan relatif lebih stabil terhadap pengaruh pH dan penggunaannya relatif lebih sedikit (Purwanto, dkk., 2013).

Sampai dengan saat ini, flokulan polimer yang disiapkan dari bahan tidak terbarukan masih banyak digunakan untuk berbagai keperluan (Piazza, *et al.*, 2011). Jenis flokulan yang sering digunakan dalam penanganan air limbah dan industri fermentasi adalah flokulan an-organik dan organik sintesis karena aktivitasnya kuat dan biayanya murah (Nontembiso, *et al.*, 2011). Piazza *et al.* (2012) mengemukakan bahwa flokulan dari polimer sintesis banyak digunakan secara ekstensif untuk perbaikan air limbah, stabilisasi tanah, dan pengurangan kebocoran saluran air. Pada hal beberapa peneliti mengemukakan bahwa flokulan sintesis dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Sebagai contoh *acrylamide monomer* tidak hanya bersifat *neurotoxin* dan *karsinogen* kuat bagi manusia tetapi juga tidak dapat diurai di alam (Nontembiso, *et al.*, 2011).

Oleh karena itu dibutuhkan flokulan pengganti yang *biodegradable*, dari bahan terbarukan, biaya terjangkau, aman bagi manusia dan makhluk hidup lainnya, serta memiliki aktivitas tinggi. Bahan terbarukan dapat berasal dari bahan alami (*natural*) atau material limbah pertanian secara luas

(Zeenat, *et al.*, 2013). Penelitian terbaru telah mengungkapkan bahwa beberapa protein dapat bertindak sebagai flokulan yang memiliki aktivitas setara dengan flokulan an-ionik sintesis *polyacrilamide* (PAM) (Piazza, *et al.*, 2011).

Gelatin didefinisikan sebagai produk dengan komponen utama protein yang diperoleh melalui proses hidrolisis kolagen dari kulit, jaringan ikat putih, dan tulang hewan; menggunakan asam, basa, atau enzim (GMIA, 2012). Gelatin merupakan biopolimer penting yang kegunaannya sangat luas (Mariod and Adam, 2013). Kajian ini bertujuan memberikan alternative pengolahan air dengan memanfaatkan gelatin dari kulit sapi limbah dan aplikasinya dilapangan, sehingga aman bagi mahluk hidup, ramah terhadap lingkungan dan dapat terbarukan.

Koagulasi dan Flokulasi

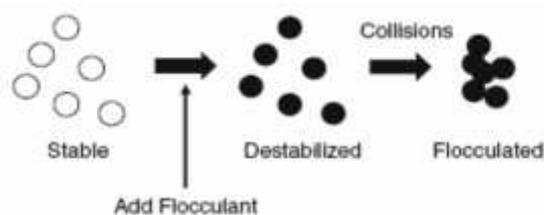
Koagulasi dan flokulasi merupakan suatu proses kimia, biasanya dilakukan secara berurutan dengan tujuan untuk memisahkan bahan tersuspensi dan koloid dengan fasa cairnya. Koagulasi adalah proses destabilisasi muatan partikel koloid dan *suspended solid* menggunakan bahan koagulan yang diikuti pengadukan cepat untuk mendispersikan bahan kimia koagulan agar merata (Moelyo₂, 2012), sehingga akan terbentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan (Risdianto, 2007). Pengadukan cepat juga bertujuan untuk mempercepat dan menyeragamkan distribusi koagulan, sehingga proses pembentukan gumpalan dapat terjadi secara merata (Risdianto, 2007).

Proses koagulasi berfungsi untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel sehingga terjadi gaya tarik *van der Waals* dan mendorong terjadinya agregasi koloid serta zat-zat tersuspensi halus untuk membentuk *microfloc*. Reaksi yang terjadi antara lain sebagai berikut; pertama terjadi pengurangan zeta potensial (potensial elektrostatik) hingga suatu titik dimana gaya *van der Waals* dan agitasi yang diberikan menjadikan partikel yang tidak stabil bergabung serta membentuk flok. Kedua terbentuk agregasi partikel melalui

rangkaian inter-partikulat antara grup reaktif pada koloid; dan ketiga terjadi penangkapan partikel koloid negatif oleh flok-flok hidroksida yang mengendap (Moelyo₂, 2012).

Terdapat tiga faktor yang saling berkaitan sebagai penentu keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu; jenis koagulan, pengadukan, dan dosis yang digunakan. Jenis koagulan yang sering digunakan untuk pengolahan air antara lain; aluminium sulfat [$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$], feri sulfat [$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$], fero sulfat ($FeSO_4$), feri klorida ($FeCl_3$), dan poly- aluminium klorid (Risdiyanto, 2007 dan Kristijarti, dkk., 2013).

Flokulasi didefinisikan sebagai proses dimana partikel-partikel kecil pada suspensi membentuk agregat menjadi kelompok besar sehingga lebih mudah dipisahkan dibanding partikel aslinya (Gregory, 2013), atau merupakan proses berkumpulnya partikel-partikel flok mikro membentuk aglomerasi besar melalui pengadukan fisis atau melalui aksi pengikatan oleh flokulan (Krsistijarti, dkk., 2013). Flokulasi merupakan proses yang penggunaannya sangat luas di industri, seperti bioteknologi, prosesing mineral, pembuatan kertas, pengolahan air dan air limbah serta lainnya (Gregory, 2013). Secara skematis destabilisasi dan flokulasi partikel disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema destabilisasi dan flokulasi partikel (Gregory, 2013)

Mula-mula partikel tersuspensi berada pada kondisi yang stabil (*stable*), sehingga sulit dipisahkan. Penambahan flokulan yang sesuai menjadikan partikel tidak stabil (*destabilized*), kemudian partikel-partikel berbenturan dan bergabung (*collisions*) membentuk aglomerasi besar menjadi flok, sehingga mudah dipisahkan.

Flokulasi dibedakan menjadi dua yaitu, mikro flokulasi (flokulasi perikinetik)

dan makro flokulasi (flokulasi ortokinetik). Flokulasi perikinetik terjadi ketika partikel teragregasi yang disebabkan karena gerakan termal acak dari molekul cairan yang disebut *brownian motion*. *Brownian motion* mengakibatkan terjadinya tumbukan antar partikel yang kemudian membentuk partikel yang lebih besar. Semua reaksi dan mekanisme yang terlibat dalam pendestabilisasian partikel dan pembentukan partikel yang lebih besar melalui flokulasi perikinetik termasuk koagulasi (Kristijarti, dkk., 2013).

Flokulasi ortokinetik terjadi ketika partikel teragregasi karena adanya peningkatan gradien kecepatan dan pencampuran dalam media, dan juga disebabkan ketika partikel-partikel besar menarik partikel-partikel kecil membentuk partikel yang lebih besar atau disebut pengendapan diferensial (Susanto, 2008; Kristijarti, dkk., 2013).

Flokulan terdiri dari berbagai berat molekul polimer yang berkarakter anionik, kationik, dan nonionik. Digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasi pengendapan, penjernihan, penyaringan dan sentrifugasi (Krsistijarti, dkk., 2013).

Flokulan anionik akan bereaksi dengan suspensi bermuatan positif (zeta potensial positif), biasanya berupa garam dan hidroksida logam. Flokulan kationik akan bereaksi dengan suspensi bermuatan negatif (zeta potensial negatif), seperti silika dan substansi organik. Namun demikian hal tersebut tidak berlaku umum, sebagai contoh flokulan anionik dapat mengaglomerasi tanah liat (*clays*) yang bersifat elektro negatif (Flocculant Info, 2013).

Terdapat tiga kelompok flokulan (Flocculants Info, 2013) yang saat ini digunakan yaitu; mineral, alami dan sintetis. Flokulan mineral; berupa koloid yang dapat berperan pada beberapa mekanisme flokulasi yaitu mengadsorpsi dan netralisasi muatan. Sebagai contoh adalah silika yang diaktifkan (*activated silica*), tanah liat tertentu (*bentonite clays*), hidroksida logam tertentu dengan struktur polimer (tawas dan hidroksida besi).

Flokulan sintetis yang umum digunakan adalah *polyacrilamide* (PAM), sedangkan untuk kegunaan pada kondisi

tertentu dipakai polietilen-imine, poliamida-amine, poliamine, polietilen-oksida, dan senyawa tersulfonasi. PAM merupakan polimer non-ionik, dapat menjembatani antara partikel dengan rantai polimer, memiliki berat molekul paling tinggi diantara sintesa kimia lainnya, yaitu 10–20 juta. Biasanya kekuatan intrinsik flokulan meningkat seiring meningkatnya berat molekul. Polimer dapat diberikan karakter anionik melalui kopolimerisasi akrilamida dengan asam akrilat. Kopolimerisasi akrilamida dengan monomer kationik menghasilkan polimer kationik (Flocclulants Info, 2013).

Flokulan alami, merupakan polimer yang larut dalam air, berkarakter anionik, kationik atau nonionik. Polimer nonionik mengadsorpsi partikel tersuspensi. Flokulan alami yang paling umum adalah turunan pati dari jagung dan kentang, polisakarida dan alginat. Penggunaan turunan pati sebagai flokulan untuk pengolahan air mengalami penurunan, tetapi tetap penting untuk industri kertas. Polisakarida biasanya berasal dari *guar gums*, digunakan untuk flokulan yang ber-medium asam. Alginat berkarakter anionik, digunakan untuk pengolahan air minum (Flokulan info, 2013). Bioflokulan merupakan polimer esensial yang diproduksi oleh mikro-organisme pada fase pertumbuhannya (Nontembiso *et al.*, 2011), dengan produksi bioflok berbedabeda tergantung pada komunitas mikrobanya (Subahar *et al.*, 2009). Bioflok berkemampuan untuk aplikasi pada air minum, pengolahan air limbah, proses pengolahan hilir, dan proses fermentasi (Nontembiso *et al.*, 2011). Aplikasi bioflok pada sistem akuakultur ditujukan untuk mengatasi kualitas air biaya tinggi (Subahar *et al.*, 2009).

Renewable flocculants yang berasal dari produk dan limbah pertanian dalam arti luas telah dilaporkan oleh beberapa peneliti antara lain yaitu; kitosan (Purwanti, 2003), gelatin babi dan ekstrak protein dari daging dan tulang (Piazza dan Garcia, 2010), protein dari darah sapi (Piazza, *et al.*, 2012), campuran kitosan dan jamur lapuk putih (Karelius, 2012), turunan polimer selulosa yaitu karbosi-metil-selulosa (Zeenat, *et al.*, 2013), pati sagu termodifikasi digabung dengan akrilamid (Purwanto dkk., 2013).

Beberapa protein dari hasil pertanian dalam arti luas memiliki kemampuan yang dapat menggantikan PAM yang merupakan flokulan turunan dari minyak bumi (Piazza and Garcia, 2010).

Penggunaan tepung kitosan sebagai flokulan pada pengolahan limbah cair industri pengolahan udang memberi hasil cukup baik, karena mampu menurunkan kandungan pencemar antara 50 sampai 70% (Purwanti, 2003). Pemakaian campuran kitosan dan jamur lapuk putih sebagai koagulan dan flokulan dapat menurunkan tingkat kekeruhan dan warna air gambut serta dapat menjadikannya sebagai sumber air bersih. Kondisi tersebut dicapai pada perbandingan kitosan dengan jamur lapuk putih sebesar 6 : 4 atau 4 : 6 dengan dosis 1000 mg campuran per liter air gambut (Karelius, 2012). Pada berat kering yang sama penggunaan gelatin babi dan ekstrak protein dari daging serta tulang memiliki kemampuan sebagai flokulan 2,6 dan 17 kali lebih besar dibanding PAM anionik (Piazza and Garcia, 2010). Zeenat *et al.* (2013) melaporkan bahwa dosis optimum yang paling efektif untuk pengolahan air limbah menggunakan flokulan karboksi metil selulosa (CMC) adalah 70 mg/L pada kondisi pH 7.

Gelatin dari Kulit Limbah

Industri penyamakan kulit dapat digolongkan kedalam industri yang mengeluarkan limbah dalam jumlah banyak, baik limbah cair maupun padat. Penyamakan kulit basah yang dengan perlakuan penggaraman sebanyak satu ton, diperlukan air kurang lebih 40 m³, dan bahan kimia untuk proses 452 kg. Dari proses tersebut dihasilkan kulit samak sebanyak 255 kg, limbah padat sebelum samak sebesar 350 kg (berupa kulit hasil *trimming* 100 kg dan *fleshing* 250 kg), limbah padat sesudah samak (berupa *split*, *shaving* dan *cutting*) sebesar 330 kg, dan limbah bahan kimia dari prosesing sebesar 380 kg (Paul, *et al.*, 2013). Limbah tersebut belum termasuk bulu dan kotoran lainnya serta limbah cair.

Limbah padat yang berupa kulit terutama yang belum disamak, masih memiliki manfaat ekonomi yang cukup

besar, karena dapat digunakan sebagai kerupuk kulit, makanan ternak atau bahan baku gelatin yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri pangan maupun bukan pangan. Gelatin merupakan salah satu bahan yang prospektif karena bersifat biodegradable dan biokompatibel dalam lingkungan fisiologis yang dapat digunakan sebagai bahan biomaterial (Dian, dkk., 2012). Sebagai biomaterial, gelatin telah digunakan secara luas untuk bahan pembalut luka, kapsul, dan *scaffold* dalam rekayasa jaringan.

Nurhalimah (2010) menyatakan bahwa kulit limbah dapat diolah menjadi gelatin melalui proses asam (hasil gelatin Tipe A) atau proses basa (hasil gelatin Tipe B). Proses alkali menghasilkan rendemen lebih sedikit bila dibandingkan proses asam, tetapi karakteristik (viskositas, berat molekul, dan kekuatan gel) lebih baik. Proses asam menghasilkan rendemen 22,12% - 30,77%, sedangkan proses basa hanya 6,40% - 26,12%. Menurut Arthadana (2001) rendemen gelatin dari kulit sapi split yang diproses asam berkisar antara 26%–41%, lebih tinggi dari yang dilaporkan Nurhalimah (2010).

Dari data tersebut di muka, secara teoritis pada setiap penyamakan kulit mentah 1000 kg, diturunkan kulit limbah sebelum disamak (*trimming*) 100 kg. Apabila diproses menjadi gelatin akan dihasilkan gelatin tipe A sebanyak 22,12 kg - 30,77 kg atau gelatin tipe B sebanyak 6,40 kg - 26,12 kg. Gelatin asal kulit limbah sebelum disamak dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti industri pangan dan farmasi karena tidak mengandung logam berat (krom), dan juga untuk *photografi*, serta untuk keperluan teknis. Pada industri pangan gelatin antara lain digunakan untuk penjernihan *wine*, *beer*, *vinegar* dan sari buah (GMIA, 2012).

Sifat Fisik-Kimia Gelatin sebagai Flokulan

Gelatin padat bersifat tidak berwarna sampai sedikit kekuningan, hampir tidak berbau dan tidak berasa / hambar (Singh, *et al.*, 2002), dengan demikian gelatin mudah menyesuaikan terhadap produk yang diolah. Gelatin merupakan protein *amphoter*,

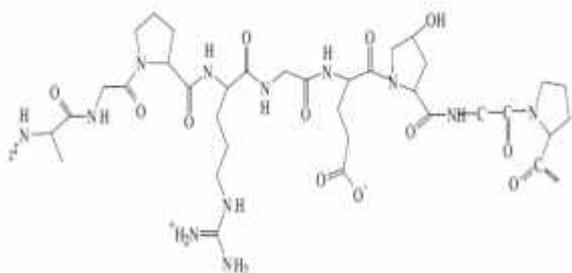
sehingga dapat bertindak sebagai asam atau basa pada waktu bersamaan (Cole, 2000; Jaswir, 2007; GMIA, 2012). Gelatin dalam larutan asam bermuatan positif dan bertindak sebagai kation, sedangkan dalam larutan basa bermuatan negatif dan bertindak sebagai an-ion (GMIA, 2012). Memiliki titik iso-ionik 5 dan 9 tergantung bahan dasar dan metoda pengolahannya (Cole, 2000; Jaswir, 2007). Gelatin Tipe B memiliki titik iso-ionik 4,7 – 5,4 (GMIA, 2012), sedangkan menurut Cole (2000) titik iso-ionik Tipe B 4,8 – 5,2. Gelatin Tipe A titik iso-ioniknya 7-9 (Cole, 2000; GMIA, 2012).

Gelatin tidak larut dalam aseton, kloroform, etanol (95%), eter, dan metanol; tetapi larut dalam gliserin, asam dan alkali, namun asam kuat dan basa kuat dapat menyebabkan terjadinya presipitasi. Membengkak dan melumat di dalam air; secara bertahap dapat menyerap air sebanyak 5 sampai 10 kali beratnya. Larut dalam air panas, setelah pendinginan hingga 35⁰- 40⁰ C berbentuk gel. Pada temperatur > 40⁰ C gelatin berada pada sistem sol. Viskositas gel gelatin pada media alkali lebih tinggi dibandingkan pada media asam (Singh, *et al.*, 2002). Gel dari gelatin bersifat *thermoreversible*, dengan titik leleh < 35⁰C atau dibawah suhu tubuh manusia (Cole, 2000).

Unsur penyusun gelatin adalah karbon (C) 50,5%, hidrogen (H) 6,8%, nitrogen (N) 17%, dan oksigen (O) 25,2%. Gelatin memiliki kandungan air 8-13% dan densitas relatif 1,3 -1,4, serta berat molekul bervariasi dari 15.000 – 400.000 (GMIA, 2012). Gelatin terdiri dari campuran asam amino yang berikatan membentuk ikatan peptida menjadi polimer. Menurut Dian dkk. (2012), gelatin merupakan campuran rantai polipeptida polidispersi dengan berat molekul lebih dari 30 kDa. Gelatin yang berat molekulnya tinggi memiliki kekuatan lebih tinggi bila dibandingkan dengan gelatin yang berat molekul rendah.

Asam amino penyusun gelatin kulit sapi sebanyak 19 buah, yaitu alanine, arginin, asam aspartat, sisteine, asam glutamat, glisine, histidine, hidroksi-lisine, hidroksi-proline, isoleusine, leusine, lisine, metionine, penilalanin, proline, serine, treonine, tirosine, dan valine. Kandungan

yang paling dominan adalah glisine 26,9-27,5%, proline 14,8-16,4%, dan hidroksi-proline 14,0-14,5%; sedangkan yang terendah adalah sistein dan tirosin serta hampir tidak mengandung triptofan (GMIA, 2012). Struktur kimia penyusun gelatin pada umumnya adalah sebagai berikut: Ala-Gly-Pro-Arg-Gly-Glu-4Hyp-Gly-Pro- (Jaswir, 2007), bangun struktur unit penyusun gelatin disajikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Unit Molekul Penyusun Gelatin (Stavinskaya *et al.*, 2014)

Hidroksi-proline berperan penting dalam menstabilkan untaian *triple-helix* melalui kemampuan ikatan hidrogen grup-OH. Gelatin yang memiliki kandungan hidroksi-prolin tinggi memiliki kemampuan membentuk struktur *triple-helix* dengan struktur gel gelatin yang stabil (Pranoto, 2009). Ikatan hidrogen antara molekul air dan grup hidroksil bebas asam amino pada gelatin juga berperan terhadap kekuatan gelnya. Kekuatan gel gelatin juga meningkat seiring peningkatan kandungan 4-hidroksi-proline.

Gelatin memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai *renewable flokulan*, karena merupakan polimer (alami) turunan dari kolagen, bersifat *amphoter*, memiliki aktivitas setara dengan PAM. Disamping itu, gelatin dapat bereaksi dengan asam, basa, aldehyd dan gula aldehyda, anionik dan kationik polimer, elektrolit, ion logam, *plasticizer*, preservatif, dan surfaktan (Singh, *et al.*, 2002). Sifat *amphoter* menjadikan gelatin sebagai *renewable flokulan* dapat beroperasi pada kisaran pH yang luas yaitu dalam suasana asam maupun basa. Dengan demikian flokulan gelatin, dapat bertindak sebagai kation dan anion pada waktu bersamaan. Atas dasar itu, gelatin dapat diaplikasikan untuk operasi penjernihan air, produk cair, atau limbah

cair yang bersifat asam maupun basa. Proses flukolasi gelatin juga tidak memerlukan penambahan kalsium klorida sedangkan PAM tidak efektif tanpa kalsium klorida (Piazza *and* Garcia, 2010), Dengan kata lain, penggunaan gelatin lebih praktis, fleksibel dan luas.

Gelatin juga dapat bereaksi dengan ion logam, dengan demikian operasi penjernihan air, produk cair, atau limbah cair menggunakan flokulan gelatin akan diperoleh manfaat ganda yaitu disamping menjernihkan atau mengendapkan partikel-partikel koloid, juga dapat mengurangi/menurunkan kandungan ion-ion logam termasuk logam berat. Hal ini berarti gelatin juga cocok digunakan untuk menurunkan kandungan logam-logam berat pada air buangan industri. Manfaat lain dari pengikatan ion logam oleh gelatin adalah dapat meningkatkan kinerja bahan yang kinerjanya dihambat oleh ion-ion logam. Sebagai contoh ion Zn^{2+} dan Mg^{2+} pada konsentrasi 4mM menjadi inhibitor aktivitas enzim pektinase (Anggraini, dkk., 2013). Dengan penambahan gelatin pada produk yang mengandung ion logam tersebut, akan dapat meningkatkan kinerja enzim pektinase.

Gelatin dapat bereaksi dengan anionik dan kationik polimer. Hal ini sangat menguntungkan karena flokulan alami apabila digabungkan dengan flokulan sintetis akan menjadi kopolimer baru (hibrid) yang bersifat unggul. Sifat unggul tersebut merupakan gabungan dari sifat-sifat senyawa penyusunnya. Polimer hibrid banyak diminati karena aplikasinya luas (Purwanto dkk., 2013). Li *et al.* (2013) menyatakan bahwa hidrolisat kolagen apabila digabungkan dengan *3-chloro-2-hydroxypropyl trimethyl ammonium chlorid* (CHPTAC) akan menjadi flokulan baru dengan kemampuan flokulasi signifikan. Apabila di kombinasikan dengan Al^{3+} dalam dosis kecil memiliki kemampuan flokulasi lebih baik dari polimer aluminium dan sebanding dengan PAM.

Kinerja flokulan juga tergantung pada sifat fisiko-kimia flokulan polimer, termasuk berat molekul, muatan densitas, hidrofobik, kepadatan absorbs, dan konformasi flokulan teradsorpsi (Panjaitan, 2011). Dapat dikemukakan bahwa sebagai flokulan, gelatin

dapat diaplikasikan secara tunggal, dikombinasikan dengan flokulan lain, dan dimodifikasi/digabungkan menjadi kopolimer baru.

Beberapa keuntungan pemanfaatan gelatin dari kulit limbah sebagai flokulan ditinjau dari segi lingkungan antara lain; membantu menekan volume limbah padat industri penyamakan kulit, dapat digunakan untuk mengolah air limbah termasuk limbah penyamakan kulit, aman, tidak berbahaya bagi kesehatan, secara alamiah mudah diurai sehingga ramah terhadap lingkungan. Dari segi penggunaan lebih praktis karena tidak memerlukan bahan penolong kalsium klorida dan dapat digunakan untuk operasi penjernihan larutan sari buah, anggur, beer dan minuman lainnya, serta untuk pengolahan air dan air limbah. Dari segi teknis dapat diaplikasikan pada suasana asam atau basa sehingga derajat keasaman daerah operasi flokulasi menjadi lebih luas, dapat menurunkan kandungan ion-ion logam, dan meningkatkan kinerja flokulan jenis lain, serta lumpur yang dihasilkan dapat digunakan untuk pupuk.

Pengolahan Air Menggunakan Gelatin

Pengolahan air dari sumber air untuk keperluan industri bertujuan agar air yang digunakan sesuai dengan persyaratan peruntukannya, sehingga tidak mengganggu proses produksi dan atau kesehatan. Proses kimia-fisika dapat dipilih untuk mengolah air dari sumber air yang masih mengandung bahan pencemar. Teknologi pengolahan air yang diterapkan disesuaikan dengan karakteristik air yang akan diproses dan persyaratan dari industri yang akan menggunakannya.

Dosis penggunaan gelatin untuk menurunkan polutan yang ada pada air dan air limbah, *vinegar*, dan minuman (*wine*, *beer*, dan sari buah) yang diproses harus tepat. Pemberian bahan flokulan (gelatin) perlu disesuaikan dengan kondisi air yang diproses dan peruntukan air hasil olahannya. Jika dosis yang digunakan terlalu sedikit maka kotoran-kotoran yang ada tidak terikat secara sempurna, sebaliknya jika dosis terlalu banyak maka lumpur yang terbentuk cenderung terapung

(Hendrawati, dkk., 2009). Untuk penentuan dosis gelatin pada operasi pengolahan air dan air limbah serta penjernihan sari buah atau minuman dapat dilakukan dengan menggunakan jarrest.

Sebagai contoh aplikasi gelatin secara tunggal adalah pada penjernihan sari buah jeruk. Penambahan gelatin 0,2% kedalam sari buah jeruk, dengan waktu pengendapan 2 jam telah dapat menjernihkan sari buah jeruk yang diolah, serta tidak mempengaruhi aroma dan rasa (Rahangmetan, 2013). Kombinasi gelatin dengan bahan penjernih lain memberikan hasil yang lebih baik dari pada penggunaan salah satu bahan penjernih. Penggunaan bentonit 2% dan gelatin 0,1% pada proses pengolahan sari buah apel manalagi diperoleh sari buah apel yang paling baik dengan nilai turbidity sebesar 21,4 NTU (Nasution, 2011).

Informasi tentang penggunaan gelatin untuk operasi penjernihan air belum ditemukan, pada hal dari sifat yang dimiliki, gelatin dari kulit sapi limbah sesuai untuk berbagai keperluan aplikasi seperti operasi penjernihan air dan produk cair, serta untuk pengolahan air limbah. Penelitian yang dilakukan untuk penjernihan air dan penanganan air limbah masih sebatas pada kemampuan gelatin dalam mengendapkan *clays* (Piazza and Garcia, 2010) maupun kaolin (Li, et al., 2013). Dengan demikian untuk aplikasi di lapangan masih diperlukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan gelatin untuk tujuan penjernihan air dan penanganan limbah cair, agar tidak menemui hambatan dan permasalahan.

Sifat Gelatin dalam Pengolahan Air

Beberapa karakteristik gelatin di dalam pengolahan/penjernihan air antara lain; dari segi fisik gelatin tidak berwarna sampai sedikit kekuningan. Keadaan ini memberi keuntungan karena gelatin tidak memberi warna ikutan pada produk air yang diolah. Gelatin hampir tidak berbau dan tidak berasa (Singh, et al., 2002), dengan demikian tidak meninggalkan bau dan rasa pada produk air yang diolah.

Pada proses pengolahan air, gelatin berfungsi sebagai media yang dapat menjadikan partikel tersuspensi yang

tadinya berada pada kondisi stabil dan sulit dipisahkan, menjadi tidak stabil. Selanjutnya partikel-partikel yang tidak stabil tersebut saling berbenturan dan bergabung membentuk *aglomerasi* besar sehingga menjadi mudah dipisahkan.

Pada pengolahan air yang bersifat asam, gelatin dapat bermuatan positif dan bertindak sebagai kation. Sedangkan pada pengolahan air yang bersifat basa, gelatin dapat bermuatan negatif dan bertindak sebagai an-ion (GMIA, 2012). Pada keadaan yang demikian gelatin memiliki sifat yang sangat menguntungkan, karena memiliki daerah operasi pada kisaran pH yang luas yaitu dapat digunakan untuk memproses air yang bersifat asam maupun basa.

Gelatin dapat bereaksi dengan ion-ion logam yang terdapat pada air yang diolah, dengan demikian pada operasi penjernihan disamping dapat mengendapkan partikel koloid, juga mampu menurunkan kandungan logam yang terdapat pada air yang diproses. Dengan demikian produk air yang diolah sangat sesuai untuk memproses bahan yang kinerjanya dihambat ion logam.

Proses flokulasi menggunakan gelatin untuk operasi penjernihan air tidak memerlukan bahan tambahan kalsium klorida. Keadaan ini menjadikan operasi dapat lebih praktis dan murah karena tidak memerlukan biaya tambahan.

Untuk memberikan hasil yang lebih baik dalam proses pengolahan air, maka pemakaian gelatin dapat dikombinasikan dengan flokulan jenis lain seperti *bentonit*, atau dimodifikasi dengan flokulan jenis lain sehingga menjadi flokulan *hybrid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prospek aplikasi gelatin kulit sapi limbah sebagai bahan penjernih air terbuka lebar, karena beberapa keunggulan yang dimiliki; antara lain tidak menimbulkan warna, bau maupun rasa pada produk yang diolah. Derajat keasaman daerah operasi luas, dapat mengikat ion-ion logam, untuk aplikasi tidak memerlukan bahan penolong lain, dapat dimodifikasi dan dikombinasikan dengan flokulan jenis lain. Air dari hasil

pengolahan sesuai untuk memproses bahan yang kinerjanya terganggu ion-ion logam.

Penggunaan gelatin lebih praktis dan mudah dibandingkan dengan flokulan sintesis, karena proses operasinya tidak memerlukan bahan penolong lain, hal ini juga merupakan salah satu keunggulan gelatin. Keunggulan lainnya adalah apabila gelatin dikombinasikan dengan flokulan lain, maka kinerja masing-masing flokulan akan meningkat. Disamping itu juga bersifat *biodegradable* sehingga tidak akan menimbulkan masalah pada lingkungan.

Perlu diketahui bahwa tidak semua limbah kulit dari industri penyamakan kulit dapat diolah menjadi gelatin pangan. Limbah yang dapat diolah menjadi gelatin untuk industri pangan termasuk untuk proses pengolahan air yang peruntukannya sebagai air proses industri pangan adalah limbah turunan kulit sebelum proses penyamakan (Sugihartono, 2013). Limbah kulit setelah penyamakan mengandung bahan kimia berbahaya (krom). Apabila diproses menjadi gelatin, maka dikhawatirkan senyawa krom akan terikut pada produk gelatin yang dihasilkan.

Dari aspek ekonomi, eksploitasi pemanfaatan kulit sapi limbah industri penyamakan kulit menjadi gelatin sangat strategis, karena mengolah limbah menjadi produk yang bernilai tambah dan memiliki nilai ekonomi, serta dapat membantu industri dalam menangani dan menekan jumlah limbah padat. Keadaan ini juga dapat mengurangi atau menekan pencemaran lingkungan, yang berarti pula mengurangi biaya lingkungan. Dengan demikian industri memperoleh keuntungan ganda yaitu; limbah padat dapat diolah menjadi produk yang bernilai ekonomi, biaya pengolahan limbah padat dan lingkungan dapat ditekan, serta produk dapat digunakan untuk mengolah limbah cairnya.

Pengolahan limbah kulit menjadi gelatin juga dapat dikatakan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan kulit. Proses pengolahannya dapat dilakukan terpadu dengan industri penyamakan atau terpisah, keadaan ini berarti dapat membantu menciptakan lapangan kerja dan lapangan usaha baru

Teknologi pengolahan gelatin dari kulit sapi limbah tergolong sederhana, tidak rumit serta tidak memerlukan peralatan yang mahal, oleh karena itu apabila harga gelatin dapat bersaing dengan harga flokulan sintesis, maka penggunaan gelatin untuk pengolahan air memiliki prospek yang baik.

Dari uraian yang telah dikemukakan, dapat dikatakan bahwa, pengolahan kulit sapi limbah menjadi gelatin memiliki prospek yang strategis, karena dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan industri termasuk untuk flokulan pada proses pengolahan air. Disamping itu dapat meningkatkan efisiensi penggunaan kulit, pemanfaatan limbah padat, mengurangi pencemaran dan biaya lingkungan, meningkatkan nilai ekonomis dan nilai tambah, serta kegunaan kulit. Keuntungan lainnya adalah dapat membantu menciptakan lapangan kerja dan usaha baru.

KESIMPULAN

Penggunaan flokulan yang bersifat *renewable* lebih disukai daripada koagulan pada proses pengolahan air. Turunan pati, polisakarida, alginat, gelatin, protein, dan bioflok merupakan polimer alami yang dapat digunakan sebagai flokulan yang bersifat *renewable*. Gelatin dari kulit sapi limbah, memiliki kemampuan setara dengan flokulan sintesis, aman bagi makhluk hidup, dan memiliki aktivitas, serta dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

SARAN

Aplikasi gelatin dari kulit limbah untuk proses penjernihan, pengolahan air dan air limbah, dapat dilakukan secara tunggal, kombinasi atau modifikasi dengan flokulan jenis lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. dan Sudjianto, R. W. 2009. Penelitian Dampak Limbah Lumpur Terhadap Kualitas Air Penampungan dan Pemanfaatannya Sebagai Rekoagulan. *Buletin Keairan*. 2(2):173-186
- Anggraini, D. P., Roosdiana, A., Prase tyawan, S., & Mardiana, D. 2013. Pengaruh Ion-ion Logam terhadap Aktivitas *Pektinase* dari *Aspergillus niger* pada Penjernihan Sari Buah Jambu. *Natural B*. 2(1): 66-72.
- Armaita, S. 2012. Penilaian Tingkat Pencemaran Air S. Bengawan Solo Dengan Menggunakan Indeks Kimia-Fisika. *Jurnal Sumber Daya Air*. 8(1): 81-94.
- Arthadana, I. 2001. *Kajian proses Gelatin Tipe A Berbahan Baku Kulit Sapi Dengan Metode Perendaman Asam*. Skripsi Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fateta, IPB. Bogor.
- Cole, C.G.B. 2000. Gelatin. *Encyclopedia of Food Science and Technology*, 2nd edition, 4: 1183-1188. Ed. JF. Frederick. New York. John Wiley & Sons,
- Dian P. P., Darmawan, Erizal, dan Tjahyono. 2012. Isolasi dan sintesis Gelatin Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Berikatan Silang Dengan Teknik Induksi Iradiasi Gamma. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 14(1): 40-46.
- Flocculants Info. 2013. *To Inform, Educate and Instruct by example*. <http://www.flocculants.info/> [26 Maret 2014]
- Gregory, J. 2013. *Flocculation Fundamentals*, in T.Tadros (ed.), *Encyclopedia of Colloid and Interface Science*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 459-624
- GMIA. 2012. *Gelatin Handbook*. Gelatin Manufacturers Institute of America, Inc., New York, NY.
- Hendrawati, R. Susanto, dan Tjandra, J. 2009. Penetapan Dosis Koagulan dan Flokulan Pada Proses Penjernihan Air Untuk Industri. *Jurnal Valensi*. 1(5): 225-234.
- Jaswir, I.. 2007. *Memahami Gelatin*. Artikel lptek. <http://www.beritaiptek.com> [17 Juli 2012]
- Karelius. 2012. Pemanfaatan Kitosan dan Jamur Lapuk Putih (*Trametes versicolor*) Untuk Menurunkan Keke ruan dan Warna Pada Air Gambut sebagai Sumber Air Bersih Alternatif. *Jurnal Ilmiah Kimia MOLEKUL*. 8(1): 66-77
- Kristijarti, A. P., Ign. Suharto, dan Mariena. 2013. *Penentuan Jenis Koagulan Dan Dosis Optimum Untuk Meningkatkan*

- Efisiensi Sedimentasi Dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu*. X. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Li, R., Liao, X., He, Q., and Shi, B. 2013. A Collagen – Based Flocculant Prepared Solid Leather Waste. *Proceeding XXXII. Congres of UILTCS. May 29th – 31th 2013. Istambul, Turkey.*
- Mariod, A. A. and Adam, H. F. 2013. Review: Gelatin, Source, extraction, and Industrial Application. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 12(2):135-147*
- Moelyo₁, M.. 2012. Tingkat Korosifitas Air Terhadap Infrastruktur Sumber Daya Air Menurut DIN 4030 Dan Langelier Saturation Index. *Jurnal Sumber Daya Air. 8(2):187-200*
- Moelyo₂, M.. 2012. Pengkajian Efektivitas Proses Koagulasi dan Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit - Sukaregang, Garut. *Jurnal Teknik Hidraulik. 3(2): 169-182.*
- Nasution, F. O. W.. 2011. *Aplikasi Bahan Penjernih Bentonit dan Gelatin Sebagai Alternatif Pemecahan Masalah Haze Pada Industri Sari Buah Apel Manalagi (Malus sylvestris Mill)*. Thesis Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Nontembiso, P. Sekelwa, C. Leonard, M. V. and Anthoni, O. I. 2011. Assessment of Bioflocculant Production By Bacillus sp. Gilbert, a Marine Bacterium Isolated from the Bottom Sediment of Algoa Bay. *Journal Mar Drugs. 9 (7): 1232 - 1242.*
- Nurhalimah, E. 2010. *Comparison of Gelatin Extraction Process of Bovine Hide Split by Acid and base Process*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/61883> [18 Juni 2013]
- Panjaitan, R. R. 2011. Flokulasi Suspensi Kaolin Tanah Liat Dengan Modifikasi Hidrofobik Kopolimer Akrilamida Kationik. *Berita Litbang Industri, XLVIII(3): 58- 65*
- Paul, H.L. Phillips, P.S. Covington, A.D. Evans, P. And Antunes, A.P.M. 2013. Dechroming Optimisation of Chrome Tanned Leather Waste As Potential Poultry Feed Additive: A Waste to Resources. *Proceeding XXXII. Congres of UILTCS. May 29th – 31th 2013. Istambul, Turkey.*
- PP-R1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 82. Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. [hukum.unsrat.ac.id/pp/pp_82_01 htm](http://hukum.unsrat.ac.id/pp/pp_82_01.htm) [03 September 2014]
- Pranoto, Y. 2009. Pemanfaatan Gelatin Ikan Dalam Industri Pangan. *Food Review Indonesia, edisi Agustus 2009: 16 - 20.*
- Purwanti, E. Sukarsono dan Zaenab, S. 2003. Teknologi Pemanfaatan Limbah Pengolahan Udang Dengan Metode Deasetilasi. *Jurnal Dedikasi. 1(1): 65 – 72.*
- Purwanto, S. Hambali, E. dan Suprihatin. 2013. Sintesis Flokulan dari Pati Sagu dan Akrilamida Menggunakan Microwave initiated Technique Untuk Aplikasi Penurunan Kadar Padatan Tersuspensi Dalam Air. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 23(1): 46 - 60*
- Piazza, G. J. and Garcia, R. A. 2010. Meat & Bone Meal Extract and Gelatin as Renewable Flocculants. *Bioresourcetechnology 101(2): 781-787.*
- Piazza, G. J. Mc Aloon, A. J. and Garcia, R. A. 2011. A Renewable Flocculant From a Poultry Slaughter house Waste and Preliminary Estimate of Production Costs. *Resources, Conservation and Recycling. 55(9): 842-848.*
- Piazza, G. J. Nunez, A. and Garcia, R. A. 2012. Identification Of Highly Active Flocculant Protein In Bovine Blood. *Applied Biochemistry and Biotechnology. 166(5): 1203 - 1214*
- Rahangmetan, S.M. 2013. *Penjernihan Sari Buah Jeruk (Citrus sinensis L) Asal Kabupaten Nabire Secara Non Enzimatis Menggunakan Gelatin*. Thesis Master Fakultas Pertanian dan teknologi Pertanian, Universitas Negeri Papua. <http://eprints.unipa.ac.id/id/eprint/895> [11 September 2014]
- Risdianto D. 2007. *Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus*

- PT. Sido Muncul*). Thesis Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Singh, S. Rama Rao, K.V. Venugopal, K. and Manikandan, R. 2002. Alteration in Dissolution Characteristics of Gelatin-Containing Formulations. A Review of the Problem, Test Method, and Solutions. *Pharmaceutical Technology* April 2002, pp 36-58. <http://www.pharmtech.com/pharmtech/data/articlestandard/pharmtech/132002/14096/article/pdf> [10 September 2013]
- Stavinskaya, O. Laguta, I. and Orel, I. 2014. Silica-Gelatin Composite Materials for Prolonged Desorption of Bioactive Compounds. *Materials Science*. 20(2): 171-176.
- Subahar, T.S.S. Junda, M. Aditiawati, P. and Suantika, G. 2009. The Potential of Selected Microbial Community on Biofloc Formation under Laboratory Condition. *Aquacultura Indosiana*. 10(2): 119 – 125.
- Sugihartono. 2013. Pemanfaatan Limbah Penyamakan Kulit Menjadi Gelatin Untuk Industri Pangan. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 7(14): 87- 99.
- Susanto, R. 2008. *Optimasi Koagulasi – Flokulasi dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Yudianto, D. dan Yuebo, X. 2010. Aplikasi Teknologi Bakteri Dalam Pekerjaan Restorasi Sungai Xuxi, Kota Wuxi, China. *Jurnal Teknik Hidraulik*. 1(1): 1 - 14
- Zeenat, M. A. Mughal, M. A. Laghari, A. J. Ansari, A.K. and Saleem, H. 2013. Polymeric Cellulose Derivative: Carboxymethyl-Cellulose as Useful Organic Flocculant Against Industrial Wastewater. *International Journal of Advancements in Research & Technology*. 2 (8): 14 - 20

