

Uji Pemanfaatan Tulang Hewan Sebagai Koagulan Alami Pada Pengolahan Air Sungai

Hana Puspitasari, Nieke Karnaningroem

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: nieke@enviro.its.ac.id

Abstrak — Pada proses pengolahan air bersih perkotaan yang menggunakan air baku dari sungai, masalah yang sering dihadapi adalah pada proses penyisihan kekeruhan. Proses koagulasi flokulasi sebagai metode yang paling umum digunakan pada penyisihan TSS seringkali mengalami permasalahan pada efektifitas penggunaan bahan koagulan kimia yang berpengaruh terhadap pH serta gangguan kesehatan pada tingkat konsumsi yang lebih tinggi. Berdasarkan persamaan sifat dengan kitosan yang telah ditemukan sebagai koagulan alami yang efektif, tulang hewan sebagai sisa limbah konsumsi berpotensi menjadi alternatif baru sebagai koagulan alami. Penelitian ini menggunakan tiga jenis tulang hewan, yaitu tulang ayam, tulang sapi, dan tulang ikan. Pembuatan ekstrak tulang hewan dilakukan berdasarkan metode pembuatan kitosan, melalui 3 tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Hasil penelitian menunjukkan hasil bahwa tulang hewan tidak mampu mendestabilisasi koloid dan membentuk flok. Berdasarkan uji FTIR, pada tulang hewan tidak ditemukan gugus amina yang memegang peranan penting dalam proses koagulasi dan flokulasi.

Kata Kunci — Koagulan Alami, Pengolahan Air, Tulang Hewan

I. PENDAHULUAN

Pada proses pengolahan air bersih, aspek yang akan banyak diperhatikan adalah proses penyisihan TSS, kekeruhan, serta warna. Penggunaan koagulan kimia

adalah metode pengolahan air yang sangat umum di lapangan. Terutama di negara berkembang, metode ini sangat banyak diterapkan. Penggunaan koagulan alami dinyatakan memberikan lebih banyak manfaat daripada koagulan kimia. Pada penggunaan koagulan kimia, masalah yang sering dihadapi adalah batasan pH dan alkalinitas, sedangkan koagulan alami terbukti lebih tahan terhadap penurunan pH yang cukup signifikan. Di sisi lain, *sludge* yang dihasilkan dari proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan koagulan alami dinyatakan 4-5 kali lebih padat dibandingkan dengan koagulan alum, sehingga penyisihan kekeruhan akan lebih optimal [1]. Pada tingkatan pengolahan yang lebih tinggi yaitu pada pengolahan air minum, penggunaan koagulan alum yang mengandung *aluminium salts*, jika dikonsumsi akan berdampak pada penyakit Alzheimer [2].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada beberapa jenis koagulan alami seperti kitosan,

memperlihatkan bahwa kitosan dapat digunakan sebagai koagulan yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan tawas, hal ini terlihat dari berkurangnya kekeruhan air meskipun dengan konsentrasi kitosan yang rendah [3]. Kitosan memiliki gugus amina (NH_2) yang bersifat nukleofil kuat yang menyebabkan kitosan dapat digunakan sebagai polielektrolit yang bersifat multifungsi dan berperan pada pembentukan flok [4]. Sifatnya yang polikationik, mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, sumbernya adalah khitin yang berasal dari kulit udang juga mudah didapat. Pengolahan khitin menjadi khitosan juga hanya memerlukan teknik yang sederhana [5].

Tingginya daya konsumsi masyarakat terhadap produk hewani berpotensi untuk menghasilkan sisa sampah berupa tulang dalam jumlah yang cukup tinggi. Misalnya dari proses pemotongan satu ekor sapi dengan berat 500-700 kg, akan didapatkan tulang yang beratnya mencapai 50 kg. Jika tidak diolah, tulang sapi akhirnya menjadi limbah yang berpotensi mengganggu lingkungan [6]. Berdasarkan sifat penyusun yang sama dengan kitosan, tulang hewan pada kelompok unggas (ayam) ditemukan sebagian besar terdiri atas protein kolagen dengan asam amino dengan penyusun utamanya adalah prolin, glisin, dan alanin [7].

II. URAIAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium untuk menguji kapabilitas tulang hewan sebagai koagulan atau pembentuk flok. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah Kekeruhan, pH, dan TSS. Variabel penelitian ini meliputi jenis tulang dan variasi dosis. Jenis tulang yang digunakan yakni tulang sapi, tulang ayam, dan tulang ikan. Proses pembuatan ekstrak tulang dilakukan berdasarkan metode pembuatan kitosan.

A. Deproteinasi Tulang

Sebanyak 20 g serbuk tulang dimasukkan ke dalam gelas beaker 1 L, lalu ditambahkan 200 mL larutan NaOH 3,5%, sehingga perbandingan serbuk dan pelarutnya 1 : 10 (berat/volume) lalu dipanaskan pada suhu 65°C selama 2 jam. Selanjutnya padatan disaring dengan penyaring kain, dicuci dengan aquades hingga pH netral. Padatan yang diperoleh (padatan tulang) dikeringkan dalam oven dengan suhu 65°C selama 24 jam.

B. Demineralisasi Tulang

Padatan tulang yang telah didapatkan dari proses sebelumnya dimasukkan ke dalam larutan HCl 1 M, dengan perbandingan tulang dan pelarutnya 1 : 15 (berat/volume). Campuran dipanaskan pada suhu 65°C, selama 2 jam, kemudian disaring. Padatan yang diperoleh dicuci dengan aquades untuk menghilangkan HCl yang tersisa. Lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 24 jam.

C. Deasetilasi Tulang

Padatan tulang yang telah didapatkan dari proses sebelumnya dimasukkan ke dalam larutan NaOH 50%, dengan perbandingan tulang dan pelarutnya 1 : 20 (berat/volume). Campuran dipanaskan pada suhu 100°C, selama 2 jam, kemudian disaring. Padatan yang diperoleh dicuci dengan aquades untuk menghilangkan NaOH yang tersisa. Lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 24 jam.

D. Pembuatan Larutan Koagulan

Ekstrak tulang dilarutkan pada asam asetat 1% dengan perbandingan tulang dan pelarutnya 1 : 100 (berat/volume)

E. Uji FTIR

Uji berdasarkan infra merah ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada tulang hewan, sehingga kapabilitasnya sebagai koagulan dapat diketahui secara uji ilmiah.

F. Uji Jarrest

Pada proses uji jar test, koagulan yang digunakan adalah dari ekstrak murni dari tulang yang telah didapat dari proses sebelumnya.

Penentuan variasi penambahan dosis koagulan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama dilakukan dengan cara membuat range variasi yang cukup ekstrim dimulai dari 1 mg/L, 10 mg/L, 100 mg/L dan 1000 mg/L. Setelah didapatkan dosis optimum, dilakukan tahap kedua dengan cara mempersempit range variasi. Misalnya didapatkan dosis optimum sebesar 100 mg/L, maka dibuat variasi 80 mg/L, 90 mg/L, 110 mg/L, 120 mg/L, dan seterusnya.

Uji lanjutan juga dilakukan dengan cara mencampurkan tulang hewan dengan koagulan lain yaitu tawas, PAC, dan Kitosan untuk mengetahui efektifitasnya sebagai koagulan tambahan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan kemudian menghasilkan data yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Tabel dan grafik tersebut selanjutnya dianalisis dan dilakukan pembahasan terhadap data yang diperoleh.

Pada proses pembuatan kitosan, protein dalam kitin tidak dapat dihilangkan seluruhnya sebab protein terikat oleh kitin melalui ikatan kovalen dan membentuk kompleks yang stabil. Oleh karena itu diperlukan tahap deproteinasi dengan tujuan untuk membentuk kompleks yang lebih stabil. Sedangkan pada tahap demineralisasi, penambahan larutan HCl akan bereaksi dengan mineral tersebut sehingga terbentuk garam-garam yang dapat larut dalam pelarut sehingga mudah dihilangkan dan akan terbentuk gas CO₂ yang dapat terpisah

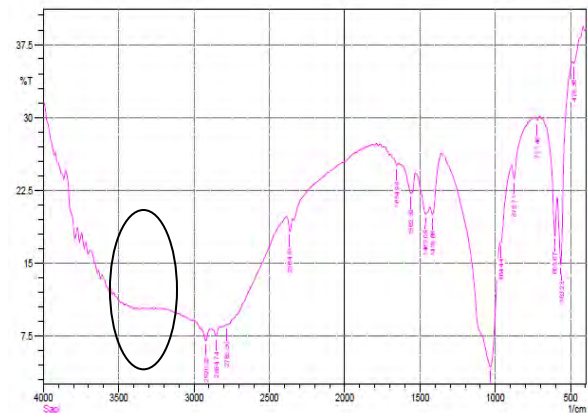
dari campuran berupa gelembung-belembung udara. Deasetilasi dilakukan untuk menghilangkan gugus asetil yang berikatan dengan gugus amina menggunakan NaOH pekat agar ikatan C-N gugus asetamida pada atom C-2 pada asetamida kitin dapat terputus, sehingga terbentuk gugusamina (-NH₂) pada kitosan.

Kitosan yang terdiri dari gugus amina dan hidroksil bersifat basa sehingga dapat bereaksi dengan asam. Untuk mempermudah proses koagulasi maka kitosan dilarutkan terlebih dahulu dengan menggunakan asam sehingga didapatkan larutan kitosan. Mekanisme tersebut didasarkan pada sifat kitosan yang mengandung gugus amina yang apabila bereaksi dengan asam maka akan membentuk garam. Sehingga kitosan yang tidak dapat larut dalam air harus dilarutkan kedalam asam. Mengikuti metode pembuatan koagulan dari kitosan, sebanyak 1 gram masing-masing tulang dilarutkan pada 100 ml larutan asam asetat 1% untuk membuat larutan koagulan 1% [4].

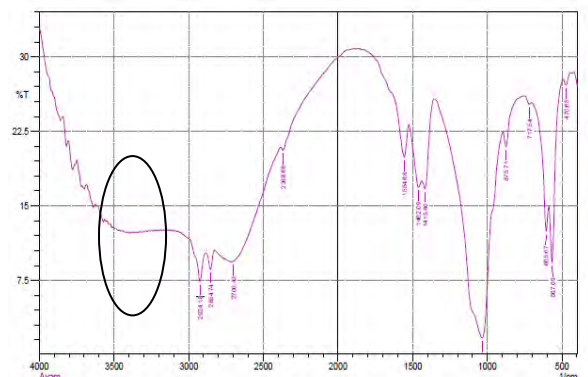
Melalui tahapan yang sama dengan proses pembuatan kitosan, yaitu dengan proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi, dari 20 gram tulang sapi, tulang ayam, dan tulang ikan didapatkan 5,2 gram serbuk tulang sapi, 3,9 serbuk tulang ayam, dan 4,5 serbuk tulang ikan.

Masing-masing tulang selanjutnya diuji gugus fungsinya dengan metode serapan infra merah atau yang lebih dikenal dengan FTIR.

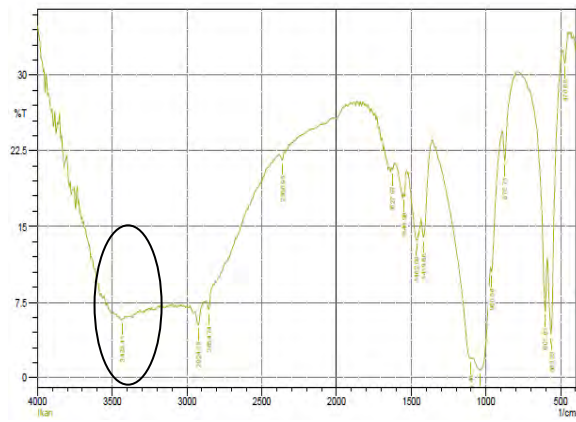
Dari uji FTIR didapatkan hasil sesuai pada gambar 3.1, 3.2, 3.3.



Gambar 3.1 Hasil Uji FTIR Tulang Sapi

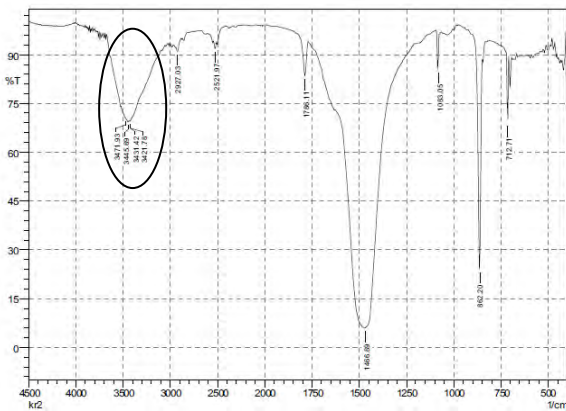


Gambar 3.2 Hasil Uji FTIR Tulang Ayam



Gambar 3.3 Hasil Uji FTIR Tulang Ikan

Dari hasil uji FTIR ketiga tulang hewan dapat diketahui bahwa pada frekuensi 3200-3600 cm⁻¹ tidak ditemukan gugus aktif. Berbeda dengan hasil uji FTIR Kitosan yang memiliki gugus aktif pada daerah frekuensi tersebut. Pada daerah frekuensi 3300-3500 cm⁻¹ terdapat senyawa amina dengan ikatan N-H. Sedangkan pada daerah frekuensi 3200-3600 cm⁻¹ terdapat senyawa hidroksil dengan ikatan O-H. Pada kitosan, kedua gugus fungsi inilah yang memiliki peranan penting dalam proses koagulasi. Adanya gugus amina dan hidroksil yang bertindak sebagai donor elektron. Karena sifat-sifat itu, kitosan bisaberinteraksi dengan partikel-partikel koloid yang terdapat di dalam air melalui proses jembatan antar partikel flok.



Gambar 3.4 Hasil Uji FTIR Kitosan

Tabel 3.1 Daerah Frekuensi pembacaan FTIR

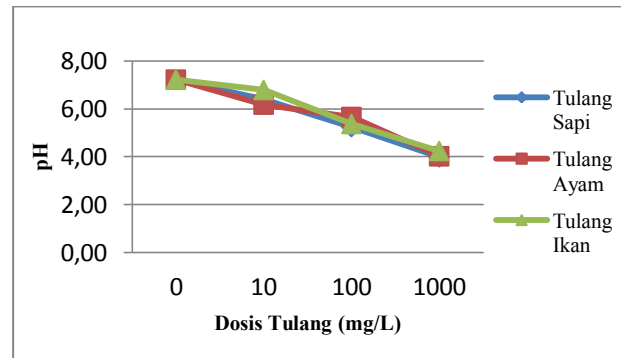
Daerah Frekuensi (cm ⁻¹)	Ikatan	Tipe Senyawa	Intensitas
3300 - 3500	N - H	Amina, Amida	Sedang
3200 - 3600	O - H	Hidroksil	Berubah-ubah
2927.03	C - H	Alkana	Kuat
2521.97	O - H	Hidroksil	Melebar
1466.89	C - H	Alkana	Kuat
1083.05	C - O	Asam karboksilat	Kuat
862.20	C - H	Alkena	Sedang kuat

Untuk menguji secara ilmiah kemampuan tulang hewan sebagai pembentuk flok, dilakukan analisa jartest dengan menambahkan tulang hewan yang sudah dilarutkan dengan asam asetat. Penambahan dosis tulang dibuat dengan variasi yang cukup ekstrim. Proses jartest dilakukan dengan kecepatan flashmix 100rpm selama 1 menit, dan kecepatan slowmix 50rpm selama 15 menit. Lama waktu pengendapan

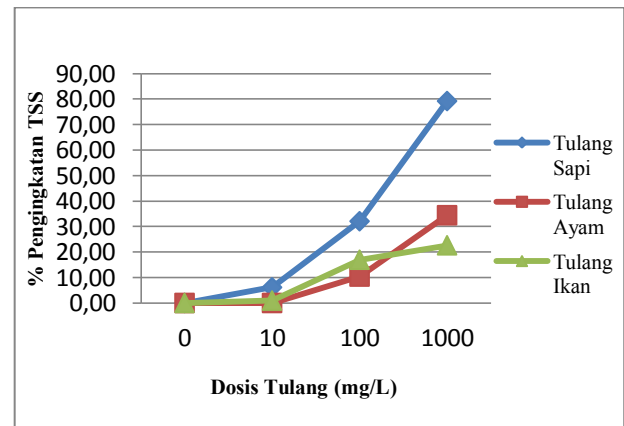
setelah proses pengadukan yaitu 15 menit. Hasil dari uji jartest dengan menggunakan koagulan tulang dapat dilihat pada gambar 3.6, 3.7, dan 3.8.



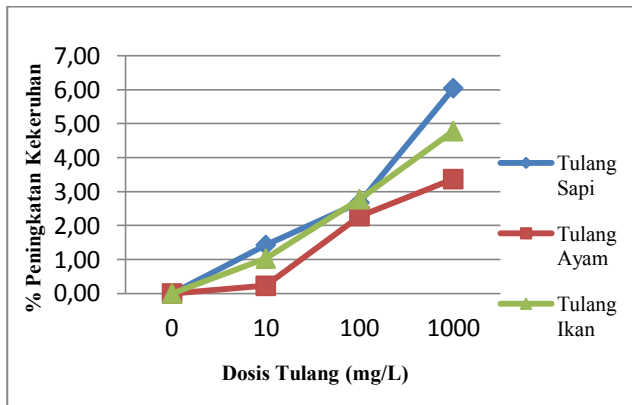
Gambar 3.5 Analisa Jartest



Gambar 3.6 Nilai pH pada Uji Jartest menggunakan Tulang Hewan



Gambar 3.7 Nilai TSS pada Uji Jartest menggunakan Tulang Hewan



Gambar 3.8 Nilai Kekeruhan pada Uji Jartest menggunakan Tulang Hewan

Dari gambar 3.6, 3.7, dan 3.8 dapat diketahui bahwa penambahan tulang dalam proses jartest justru menurunkan nilai pH dan meningkatkan nilai kekeruhan serta TSS seiring dengan semakin besarnya dosis yang ditambahkan. Peningkatan nilai kekeruhan dan TSS tertinggi ditemukan pada penggunaan tulang sapi. Penurunan pH yang terjadi diakibatkan karena adanya sifat asam lemah pada asam asetat yang digunakan sebagai pelarut tulang sapi. Sedangkan peningkatan nilai TSS disebabkan karena ketidak mampuan tulang sapi mendestabilisasi zat-zat koloid dalam air untuk membentuk flok. Sesuai dengan analisa FTIR, hal ini terjadi karena pada tulang hewan tidak ditemukan gugus amina dan juga gugus hidroksil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan uji FTIR, tulang hewan ditemukan tidak memiliki gugus amina yang sangat berperan penting dalam pembentukan flok pada proses koagulasi, sehingga dengan ini tulang hewan dinyatakan tidak mampu digunakan sebagai koagulan.
2. Pada uji jartest menggunakan tulang sapi, tulang ayam, dan tulang ikan sebagai koagulan, didapatkan hasil bahwa pH sampel menurun serta nilai kekeruhan dan TSS sampel meningkat secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis H.P. mengucapkan terima kasih kepada Ir. M. Razif, M.M., Ir. Atiek Moesriati, M.Kes., dan Ipung Fitri Purwanti ST. MT. Ph.D., dan atas kritik dan masukan untuk kesempurnaan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pise, C.P., Halkude, S.A. (2012). *Blend of Natural and Chemical Coagulant for removal of Turbidity in Water*. India : SKN Singhad College of Engineering Pandhapur.
- [2] Miller, R.G., Kopfler, F.F., Kelty, K.C., Stober, J.A., Ulmer, N.S. (1984). *The Occurrence of Aluminium in Drinking Waters*. Journal AWWA.

- [3] Mu'minah. (2008). *Aplikasi Kitosan Sebagai Koagulan untuk Penjernihan Air Keruh*. Bandung : ITB.
- [4] Sinardi, Soewondo J., Notodarmojo S. (2013). *Pembuatan, Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (Mytilus Virdis Linneaus) Sebagai Koagulan Penjernih Air*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- [5] Manurung, M. (2011). *Potensi Khitin/Khitosan dari Kulit Udang sebagai Biokoagulan Penjernih Air*. Bali : Universitas Udayana
- [6] Akbar, M. (2012). *Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Tulang Sapi pada Ion Timbal (Pb²⁺)*
- [7] Winarno, F.G. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama