

**STUDI PERBANDINGAN KITOSAN CANGKANG
KERANG HIJAU DAN CANGKANG KEPITING DENGAN
PEMBUATAN SECARA KIMIAWI SEBAGAI KOAGULAN
ALAM**

***COMPARATIVE STUDY OF CHITOSAN FROM MUSSEL
SHELLS AND CRAB SHELLS THAT ARE CHEMICALLY
MADE AS COAGULANT FROM NATURE***

^{*1}Maulana Nur Arif, ²Sinardi, dan ³Prayatni Soewondo

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

e-mail : ¹arifbinusin@gmail.com, ²ina_asriadi@yahoo.com, dan ³prayatnisoe@yahoo.com

Abstrak: Koagulasi merupakan proses pengolahan air untuk menghilangkan materi tersuspensi dan koloid. Tawas adalah bahan kimia yang sering dipakai sebagai koagulan. Penggunaan tawas menimbulkan masalah karena residu anorganik yang dihasilkan bersifat karsinogenik dan dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan serta tidak mudah dibiodegradasi. Ini mendorong pemanfaatan koagulan dari bahan alami seperti kitosan. Kitosan dapat dihasilkan dari cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting yang keberadaannya melimpah di Indonesia. Produksi cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting berpotensi menjadi limbah karena belum dimanfaatkan dengan baik. Salah satu pemanfaatan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting adalah dengan membuat kitosan sebagai koagulan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji efisiensi penggunaan kitosan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting sebagai koagulan. Tahapan penelitian meliputi karakterisasi kitosan, preparasi air sintesis sebagai sampel, uji jarrest, dan uji parameter yang meliputi kekeruhan, zat organik, dan besi. Pada penelitian ini didapat bahwa kitosan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting memiliki kadar air rendah, 1,02% dan 2,21%. Hasil pengukuran FTIR juga menunjukkan bahwa kitosan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting memiliki derajat deasetilasi besar, 77,80% dan 87,64%. Ini menyebabkan koagulasi menjadi lebih efektif. Dari jarrest, didapatkan bahwa pH optimum kitosan cangkang kerang hijau adalah pH 7-9 dan untuk kitosan cangkang kepiting adalah pH 5. Pada penelitian didapatkan dosis optimum kitosan cangkang kerang hijau pada pH 5, 7, dan 9 adalah 200, 350, dan 250 mg/l serta kitosan cangkang kepiting pada pH 5, 7, dan 9 yaitu 6, 10, dan 14 mg/l.

Kata kunci: kepiting, kerang, kitosan, koagulan, koagulasi.

Abstract: Coagulation is water treatment process to remove suspended and colloidal material. Alum is a chemical often used as coagulant. The use of alum can cause trouble because the resulting inorganic residue which is carcinogenic can interfere with environment and health and is not biodegradable. This prompts to make use of coagulant from natural material such as chitosan. Chitosan can be produced from shells of mussel and crab which are very abundant in Indonesia. Production of shells from mussle and crab could potentially be a waste because it has not been utilized well. One of the utilization of shells from mussel and crab is to make chitosan as coagulant. The purpose of this study is testing the efficiency of chitosan from mussel shells and crab shells to be used as coagulant. Stages in this experiment include characterization of chitosan, synthetic water preparation as sample, jarrest, and parameters test including turbidity, organic matter, and iron. In this

study, found that chitosan from mussel shells and crab shells have low water content, 1.02% and 2.21%. The results of FTIR measurement also show that chitosan from mussel shells and crab shells have high deacetylation degree, 77.80% and 87.64%. This will cause the coagulation run more effectively. From jarrest, found optimum pH for chitosan from mussel shells is pH 7-9 and from crab shells is pH 5. In this study, found optimum dose for chitosan from mussel shells at pH 5, 7, and 9 are 200, 350, and 250 mg/l then for crab shells at pH 5, 7, and 9 are 6, 10, and 14 mg/l.

Key words: chitosan, coagulant, coagulation, crabs, shells.

PENDAHULUAN

Koagulasi/flokulasi merupakan salah satu proses pada pengolahan air minum yang bertujuan untuk menghilangkan kekeruhan dalam bentuk materi tersuspensi dan koloid. Tawas adalah bahan kimia yang sering digunakan sebagai koagulan. Penggunaan tawas sebagai koagulan menimbulkan kekhawatiran karena residu anorganik yang dihasilkan bersifat karsinogenik (Rizzo et al., 2008). Selain itu, pemakaian tawas dapat menimbulkan efek bagi lingkungan maupun kesehatan karena koagulan jenis ini tidak mudah terbiodegradasi. Hal inilah yang mendorong para peneliti untuk memfokuskan pemanfaatan koagulan yang berasal dari bahan alami.

Kitin merupakan golongan polisakarida yang mempunyai berat molekul tinggi dan merupakan molekul polimer berantai lurus dengan nama lain $\beta(1-4)$ -2 asetamida 2-deoksi-D-glukosa (N-asetil-D-Glukosamin) dengan rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$ (Kurita, 2001). Kitosan merupakan produk alam yang berasal dari kitin dan merupakan biopolimer seperti selulosa dan banyak ditemukan pada exoskeleton biota laut. Kandungan amino pada kitosan memungkinkan digunakan sebagai koagulan penjernih air (Borovickova, 2006). Kitosan atau disebut juga poli $[\beta(1-4)$ -2-amino-2-deoksi-D-glukopiranos] atau D-glukosamina dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ merupakan turunan kitin yang diperoleh melalui proses deasetilasi. Kitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer, dan sekunder (Tokura dan Nishi, 1995).

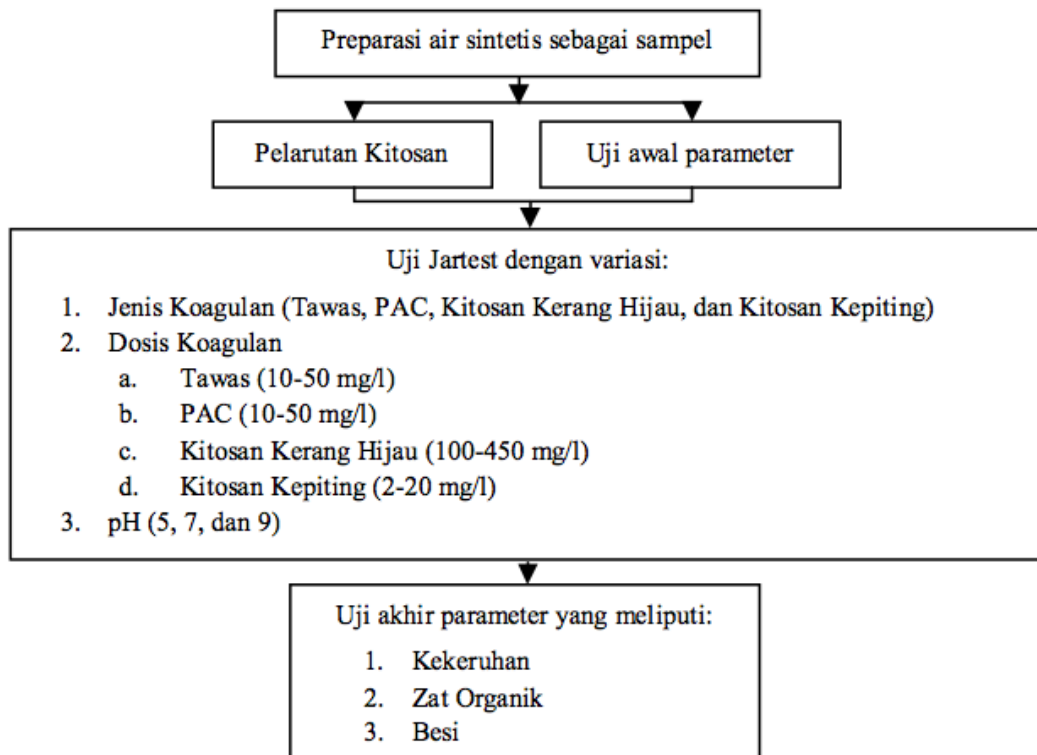
Kerang hijau dan kepiting sangat melimpah keberadaannya di Indonesia dan merupakan salah satu jenis makanan yang sangat digemari masyarakat. Kerang dan kepiting ini juga mempunyai nilai ekonomis yang baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Berdasarkan data statistik perikanan tangkap Indonesia tahun 2011, produksi kerang hijau di Indonesia mencapai 2.867 ton dan produksi kepiting mencapai 39.433 ton (KKP, 2011). Cangkang kerang hijau dan kepiting berpotensi menjadi limbah karena belum termanfaatkan secara maksimal. Meningkatnya jumlah limbah tersebut masih merupakan masalah yang perlu dicarikan upaya pemanfaatannya. Salah satu pemanfaatan cangkang kerang hijau dan kepiting yang dapat dilakukan adalah dengan membuat kitosan sebagai koagulan dalam proses pengolahan air. Hal ini bukan saja memberikan nilai tambah pada usaha budidaya kerang hijau, akan tetapi juga dapat menanggulangi masalah pencemaran lingkungan yang ditimbulkan, terutama masalah bau yang dikeluarkan serta estetika lingkungan yang kurang bagus.

Pada umumnya, kitosan yang sering dijadikan bahan penelitian berupa kitosan yang berasal dari udang. Untuk penelitian kitosan kerang hijau sebagai koagulan, jumlahnya masih sedikit. Penelitian yang pernah dilakukan untuk memanfaatkan kitosan kerang hijau sebagai koagulan adalah penelitian yang dilakukan oleh Zakiyya (2012). Dalam penelitian ini, digunakan kitosan kerang hijau yang belum dimodifikasi, yaitu kitosan yang proses pembuatannya mengacu pada metode yang dilakukan oleh No dan Meyers (1989). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan polutan oleh kitosan kerang hijau tanpa modifikasi belum mampu bersaing dengan tawas maupun PAC sebagai koagulan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini dilakukan pengujian efektivitas dan efisiensi penggunaan kitosan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting untuk dijadikan koagulan alam. Kitosan-kitosan ini dibuat menggunakan metode yang dikembangkan oleh Sinardi (2013). Diharapkan koagulan yang diperoleh dari kitosan ini adalah bahan yang ramah lingkungan dan mempunyai nilai tambah yang tinggi.

METODOLOGI

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi karakterisasi kitosan, preparasi air sintesis, uji awal parameter, uji jarstest, dan uji akhir parameter. Untuk lebih jelas, metodologi penelitian dapat dilihat dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Air sampel menggunakan air sintesis yang dibuat dari aquades dan ditambahkan besi, mangan, asam humat, dan kaolin. Data penambahan zat kimia yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat dalam **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Data penambahan bahan kimia dalam air sintesis

Bahan yang ditambahkan	Satuan	Besaran
Asam Humat	mg/l	100
Kaolin	mg/l	300
FeSO ₄ .7H ₂ O	mg/l	15
MnSO ₄ .H ₂ O	mg/l	15

Bahan-bahan di atas dicampur dan diaduk lalu didiamkan 24 jam agar partikel kasar mengendap. Air yang telah terpisah dari endapannya digunakan untuk jarstest. Larutan kitosan dibuat dengan melarutkan 1 gram kitosan dalam 100 ml asam asetat 1% (v/v) untuk mendapatkan 10 mg kitosan pada 1 ml larutan (1% b/v). Setelah itu, dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer selama 6 jam agar kitosan terlarut sempurna

(Danwanichakul, 2011). Jarrest dilakukan menggunakan Flocculator SW1 (Stuart Scientific) dan 6 buah gelas kimia berisikan 500 ml air sintetis. Koagulasi dilakukan dengan pengadukan pada kecepatan 100 rpm selama 1 menit setelah penambahan koagulan. Flokulasi dilakukan dengan pengadukan pada kecepatan 60 rpm selama 10 menit. Setelah itu, flok yang terbentuk diendapkan selama 30 menit (AWWA, 1992). Setelah flok terendapkan, air sampel segera dianalisa. Jarrest dilakukan pada 3 variasi pH dan berbagai variasi dosis koagulan seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Variasi penelitian

Jenis Koagulan	pH ^a	Dosis (mg/l)
Kitosan cangkang kerang hijau	5,7,9	100-450 (rentang 50)
Kitosan cangkang kepiting	5,7,9	2-20 (rentang 2)
Tawas (Aluminium sulfat)	5,7,9	10-50 (rentang 10)
PAC	5,7,9	10-50 (rentang 10)

^a pH air sebelum koagulasi

Untuk membuat pH air menjadi asam digunakan HCl 0,1 M dan untuk membuat pH air menjadi basa digunakan NaOH 0,1 M.

Setelah dilakukan Jarrest, air hasil uji dianalisa terhadap 3 parameter yaitu kekeruhan, zat organik, dan besi. Kekeruhan diukur menggunakan Turbidimeter jenis TurbiCheck (Lovibond) setelah pengendapan. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring lalu dianalisis kandungan zat organik dan besi dengan menggunakan metode angka permanganat (SNI 06-6989.22:2004), dan Phenantroline Spektrofotometri (SNI 06-4138:1996) menggunakan spektrofotometer jenis Spectronic 20+. Adapun efisiensi pengurangan setiap parameter dihitung menggunakan **Persamaan (1)** dengan E adalah efisiensi, C₀ adalah konsentrasi awal, dan C_t adalah konsentrasi akhir.

$$E(\%) = \left(\frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% \right) \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Sintetis

Air sintetis dibuat dengan menambahkan kaolin, asam humat, besi (II) sulfat, dan mangan (II) sulfat pada aquades. Aquades dipilih sebagai pelarut karena pada aquades (diharapkan) terdapat sedikit ion. Hasil setelah penambahan dapat dilihat pada **Tabel 3** di bawah ini.

Tabel 3. Karakteristik air sintetis

Parameter	Satuan	Nilai
pH	-	6 ± 0,5
Kekeruhan	NTU	100 ± 5
Konduktivitas	µS/cm	43 ± 6
Besi	mg/l	2,62 ± 0,2
Mangan	mg/l	3,43 ± 0,34
Zat Organik	Mg/l KMnO ₄	57 ± 8

Karakteristik Kitosan

Kitosan yang digunakan berasal dari cangkang kerang hijau dan kepiting yang dibuat dengan mengacu pada metode No dan Meyer (1989) dan dimodifikasi oleh Sinardi (2013). Adapun karakteristik yang diukur meliputi kadar air dan derajat deasetilasi.

a. Kadar Air

Kadar air diukur agar diketahui kemurnian kitosan per satuan berat. Kadar air untuk masing-masing kitosan seperti pada **Tabel 4** berikut ini.

Tabel 4. Kadar air kitosan

Sampel	Kadar Kering (%)	Kadar Air (%)
Kitosan cangkang kerang hijau	98,98	1,02
Kitosan cangkang kepiting	97,79	2,21

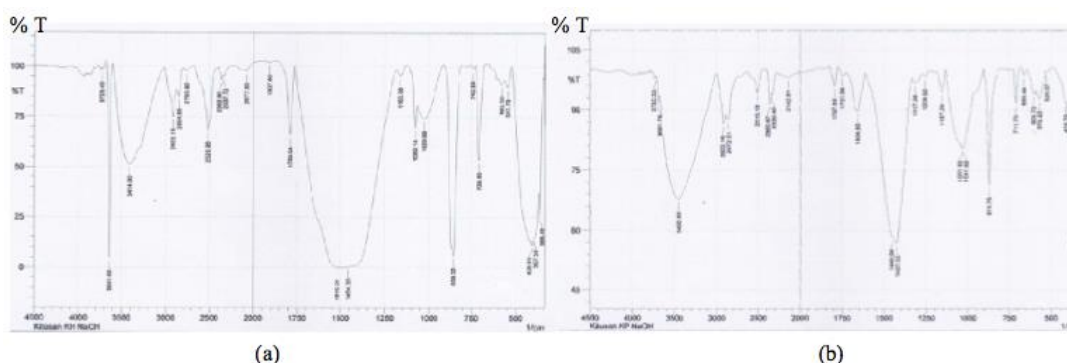
Dari **Tabel 4** di atas, kitosan cangkang kerang hijau memiliki kadar air terendah yaitu

1.02%, disusul oleh kitosan cangkang kepiting sebesar 2.21%. Dari pengukuran ini, didapatkan kadar air pada masing-masing kitosan berjumlah relatif sedikit sehingga dapat diabaikan.

b. Derajat Deasetilasi

Deasetilasi kitin adalah penghilangan gugus asetil yang berikatan dengan gugus amin menggunakan larutan basa kuat pekat. Larutan basa kuat pekat yang digunakan adalah NaOH 60%. Hal ini dikarenakan basa lemah tidak dapat memutuskan ikatan C-N gugus asetamida pada atom C-2 pada asetamida kitin sedangkan basa kuat akan memutuskan ikatan antara gugus asetil dengan atom N sehingga terbentuk gugus amina (-NH₂) pada kitosan. Adapun derajat deasetilasi merupakan jumlah banyaknya gugus asetil yang hilang (Mu'minah, 2008).

Derajat deasetilasi diukur menggunakan metode FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada kitosan. Pada penelitian ini, gugus fungsi yang diamati adalah gugus hidroksil dan amida karena merupakan gugus fungsi yang berperan penting dalam pembentukan flok. Gugus hidroksil berada pada panjang gelombang 3450 cm⁻¹ dan gugus amida berada pada panjang gelombang 1655 cm⁻¹. Derajat deasetilasi untuk kerang hijau dan kepiting didapat dari percobaan menggunakan FTIR dan menghasilkan grafik seperti dalam **Gambar 2** berikut ini.



Gambar 2. Hasil serapan infra merah pada kitosan cangkang (a) kerang hijau dan (b) kepiting

Dari **Gambar 2** di atas, didapat absorbansi gugus hidroksil untuk kerang hijau pada panjang gelombang 3450 cm⁻¹ (A₃₄₅₀) adalah 1,3 dan absorbansi gugus amida pada panjang gelombang 1655 cm⁻¹ (A₁₆₅₅) adalah 0,30. Absorbansi tersebut digunakan untuk menghitung derajat deasetilasi (%DD) seperti pada **Persamaan (2)**.

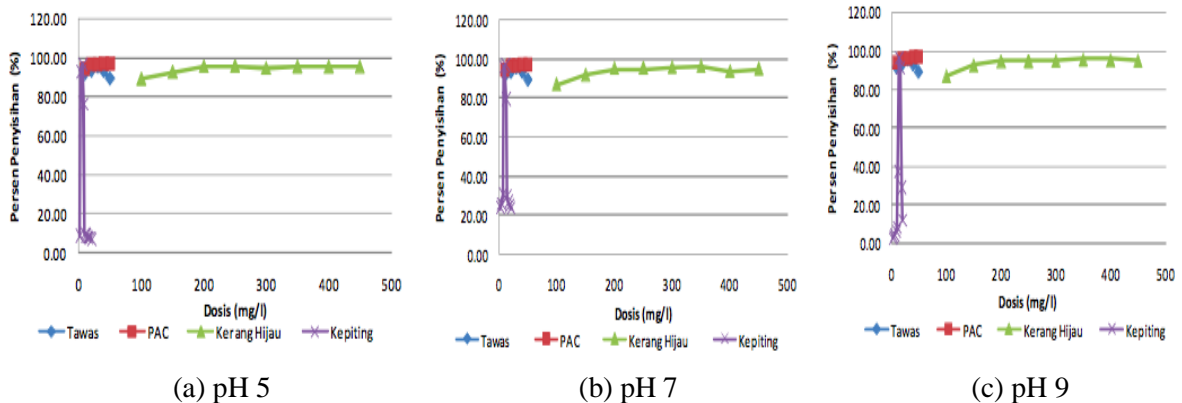
$$\%DD = \left\{ 1 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1,33} \right) \right\} \times 100\% \quad (2)$$

Dari persamaan tersebut didapatkan %DD kitosan cangkang kerang hijau sebesar

77,80%. Pada kitosan cangkang kepiting, absorbansi pada panjang gelombang 3450 cm^{-1} (A_{3450}) adalah 0,17 dan absorbansi pada panjang gelombang 1655 cm^{-1} (A_{1655}) adalah 0,03, menghasilkan %DD sebesar 87,64%. Dari hasil ini didapatkan kesimpulan bahwa %DD kitosan kepiting lebih besar sehingga gugus asetil lebih banyak yang hilang.

Pengaruh pH pada Penyisihan Kekeruhan

Kekeruhan merupakan parameter penting untuk dianalisa karena dapat dilihat dengan jelas. Grafik pada **Gambar 3** berikut merupakan hasil pengolahan data terhadap kekeruhan.



Gambar 3. Grafik penyisihan kekeruhan pada variasi pH dan koagulan

Dari Gambar 3, tawas memiliki kenaikan efisiensi lebih cepat pada pH 5. Dengan dosis 10 mg/l, efisiensi penyisihan mencapai 91,69%. Sedangkan efisiensi penyisihan pada pH 7 dan 9 hanya 4,51% dan 4,98%. Namun, semakin bertambahnya dosis, efisiensi penyisihan paling besar terjadi pada pH 7. Hal ini ditunjukkan oleh efisiensi pada dosis 20 mg/l mencapai >95% saat pH 7 sedangkan pada pH 5 dan 9 belum mencapai >95%. Perolehan efisiensi pada pH 5 dan 9 baru 93,28% dan 22,95%. Dengan demikian, dapat disimpulkan pH optimum tawas adalah pH 5-7. Dalam Gambar 3 di atas, pada pH 5 dosis optimum tawas adalah 30 mg/l dengan penyisihan 95,51%. Saat pH 7, dosis optimum tawas adalah 20 mg/l dengan penyisihan 98,45 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum tawas adalah 40 mg/l dengan penyisihan 97,55 %.

PAC memiliki efisiensi penyisihan kekeruhan yang meningkat tajam pada pH 5.

PAC

dengan dosis 10 mg/l dapat menghasilkan penyisihan pada pH 5, 7, dan 9 sebesar 94,39 %, 26,46 %, dan 55,87 %. Efisiensi >90% dapat diperoleh pada pH 7 dan 9 saat dosis 20 mg/l. Dengan meningkatnya dosis, efisiensi penyisihan pada pH 5 masih tinggi dibandingkan pH 7 dan 9. Hal ini ditunjukkan dengan perolehan efisiensi pada pH 5, 7, dan 9 saat dosis 40 mg/l sebesar 97,22%, 76,75%, dan 59,14%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa pH optimum PAC adalah pH 5. Dalam Gambar 3 di atas, pada pH 5 dosis optimum PAC adalah 40 mg/l dengan penyisihan 97,22%. Saat pH 7, dosis optimum PAC adalah 20 mg/l dengan penyisihan 96,21%. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum PAC adalah 20 mg/l dengan penyisihan 95,30%.

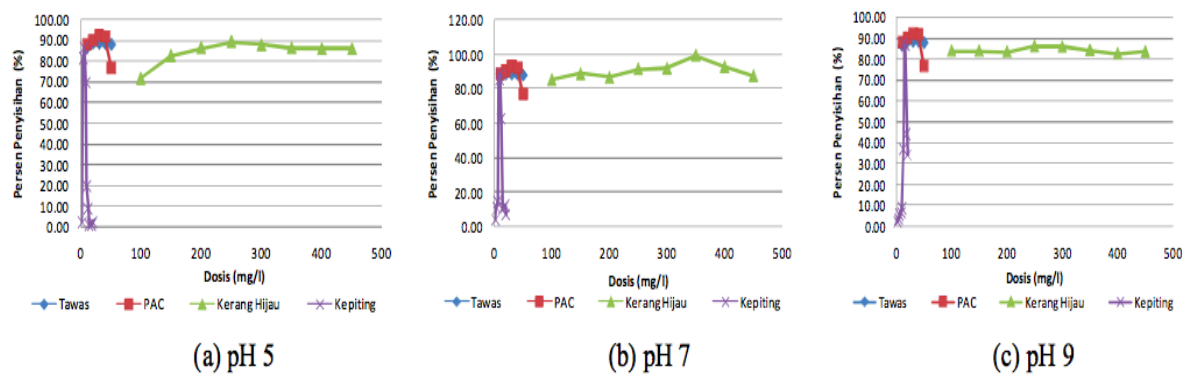
Untuk kerang hijau, efisiensi penyisihan kekeruhan >90% dapat dicapai pada dosis 150 mg/l untuk semua pH. Hasil penyisihan kekeruhan pada pH 5, 7, dan 9 sebesar 92,48%, 91,52%, dan 92,56%. Semakin bertambah dosis, tidak ditemukan perbedaan efisiensi yang signifikan pada tiap pH. Hasil ini menunjukkan bahwa kerang dapat diaplikasikan pada rentang pH 5-9. Dalam **Gambar 3** di atas, pada pH 5 dosis optimum didapatkan 200 mg/l dengan penyisihan 95,43 %. Saat pH 7, dosis optimum didapatkan 350 mg/l dengan

penyisihan 96,18 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum didapatkan 350 mg/l dengan penyisihan 95,61 %.

pH optimum untuk kitosan kepiting adalah pH 5. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 3 bahwa pada dosis yang lebih kecil, efisiensi penyisihan mencapai >90%. Hasil efisiensi penyisihan dengan dosis 4 mg/l yang diperoleh pada pH 5, 7, dan 9 adalah 93,09%, 25,29%, dan 3,57%. Dalam Gambar 3 di atas, pada pH 5 dosis optimum didapatkan 6 mg/l dengan penyisihan 96,36 %. Saat pH 7, dosis optimum didapatkan 10 mg/l dengan penyisihan 96,72 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum didapatkan 14 mg/l dengan penyisihan 96,37 %.

Pengaruh pH pada Penyisihan Zat Organik

Zat organik penting untuk dianalisa karena jika kandungan zat organik tinggi maka air tidak dapat digunakan dan bisa beracun jika diminum. Grafik pada **Gambar 4** di bawah ini merupakan hasil pengolahan data terhadap penyisihan zat organik.



Gambar 4. Grafik penyisihan zat organik pada variasi pH dan koagulan

Dari Gambar 4, pada pH 7 tawas memiliki efisiensi penyisihan >90% dengan dosis lebih kecil dibandingkan pH yang lain. Pada pH 7, efisiensi penyisihan pada dosis 20 mg/l mencapai 92,63%. Sedangkan pada pH 5 dan 9 penyisihan baru 88,24% dan 11,53%. Akan tetapi, jika ditinjau dari peningkatan efisiensi, pH 5 merupakan pH yang terbaik. Hal ini dibuktikan dengan dosis lebih kecil (10 mg/l), efisiensi penyisihan pada pH 5 sudah mencapai 86,20%, sedangkan pada pH 7 dan 9 masih 8,81% dan 1,45%. Dengan demikian, pH optimum untuk tawas adalah pH 5-7. Dalam Gambar 4 di atas, pada pH 5 dosis optimum tawas adalah 20 mg/l dengan penyisihan 88,24%. Saat pH 7, dosis optimum tawas adalah 20 mg/l dengan penyisihan 92,63%. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum tawas adalah 40 mg/l dengan penyisihan 93,72 %.

Untuk PAC, efisiensi penyisihan sebesar >90% dengan dosis terkecil didapat pada pH 5 dan 9. Nilai efisiensi penyisihan yang diperoleh pada pH 5, 7, dan 9 pada dosis 20 mg/l adalah 90%, 89,08%, dan 94,26%. Namun, efisiensi penyisihan pada pH 9 lebih cepat turun dari pH 5. Ini terjadi saat dosis 40 mg/l. Pada pH 5 didapat efisiensi 91,79% sedangkan pada pH 9 sudah turun menjadi 45,19%. Selain itu, pada dosis lebih kecil (10 mg/l), pada pH 5 efisiensi sudah mencapai 88,24%, sedangkan pada pH 9 baru 30,43%. Dari beberapa hal ini, disimpulkan bahwa pH optimum PAC adalah pH 5. Dalam Gambar 4 di atas, pada pH 5 dosis optimum PAC adalah 30 mg/l dengan penyisihan 92,42%. Saat pH 7, dosis optimum PAC adalah 20 mg/l dengan penyisihan 89,08%. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum PAC adalah 20 mg/l dengan penyisihan 94,26%.

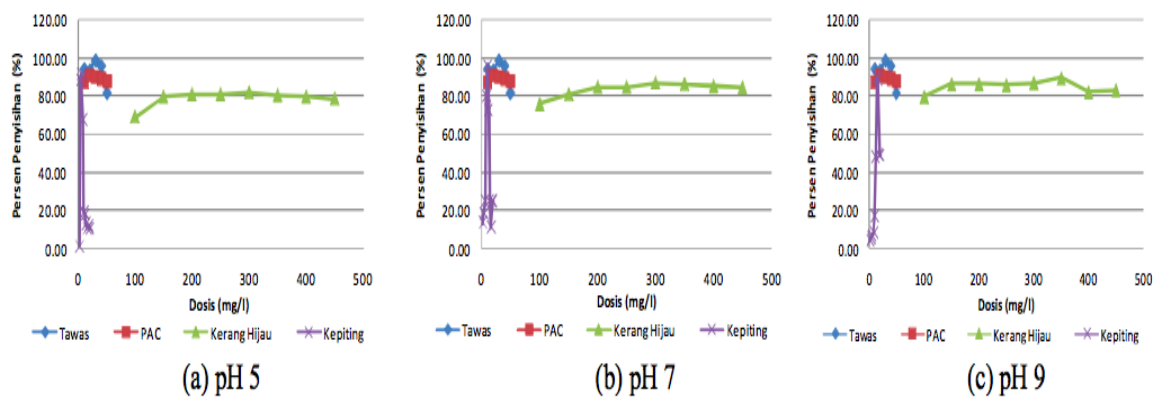
Pada kitosan kerang hijau, efisiensi penyisihan mengalami kenaikan cepat pada pH 7 dan 9. Ini dapat dilihat pada hasil penelitian yaitu pada dosis 100 mg/l didapat efisiensi untuk pH 5, 7, dan 9 adalah 71,23%, 84,72%, dan 83,93%. Namun, dengan bertambahnya dosis, kenaikan efisiensi pada pH 7 lebih besar dibandingkan pH 9. Hal ini berarti pH 7

merupakan pH optimum untuk kitosan kerang hijau. Dalam Gambar 4 di atas, pada pH 5 dosis optimum didapatkan 250 mg/l dengan penyisihan 89,21 %. Saat pH 7, dosis optimum didapatkan 350 mg/l dengan penyisihan 98,68 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum didapatkan 250 mg/l dengan penyisihan 86,23%.

Adapun untuk kepitng, kenaikan efisiensi lebih cepat didapat pada pH 5. Pada dosis 4 mg/l didapat efisiensi untuk pH 5, 7, dan 9 adalah 81,01%, 10,91%, 3,2%. Maka dari itu, pH 5 merupakan pH optimum untuk kitosan kepitng. Dalam Gambar 4 di atas, pada pH 5 dosis optimum didapatkan 6 mg/l dengan penyisihan 86,05 %. Saat pH 7, dosis optimum adalah 10 mg/l dengan penyisihan 88,07 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum adalah 14 mg/l dengan penyisihan 87,24 %.

Pengaruh pH pada Penyisihan Besi

Besi merupakan zat inorganik yang banyak terdapat pada air tanah seperti sumur dan sungai. Unsur besi yang berlebih pada air yang digunakan dapat menimbulkan berbagai masalah seperti air berubah warna menjadi kekuningan dan berbau logam. Maka dari itu, besi harus diolah. Grafik pada **Gambar 5** berikut merupakan hasil pengolahan data terhadap



besi.

Gambar 5. Grafik penyisihan besi pada variasi pH dan koagulan

Dari Gambar 5, tawas memiliki kenaikan efisiensi lebih cepat pada pH 5. Dengan dosis 10 mg/l, tawas memiliki efisiensi 93,79%. Sedangkan efisiensi pada pH 7 dan 9 hanya 32,67% dan 38,85%. Semakin bertambah dosis, efisiensi penyisihan pada pH 5 dan 7 memiliki kesamaan yaitu grafik cenderung naik hingga optimum di dosis 30 mg/l. nilai efisiensi yang dihasilkan tidak signifikan antara 2 pH tersebut. Pada pH 9, efisiensi penyisihan baru menembus 90% saat dosis 30 mg/l dan optimum pada dosis 40 mg/l dengan efisiensi >95%. Dengan demikian, dapat disimpulkan pH optimum tawas adalah pH 5. Dalam Gambar 5 di atas, pada pH 5 dosis optimum tawas adalah 30 mg/l dengan penyisihan 98,13%. Saat pH 7, dosis optimum tawas adalah 30 mg/l dengan penyisihan 99,29 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum tawas adalah 40 mg/l dengan penyisihan 98,51 %.

PAC memiliki efisiensi yang meningkat tajam pada pH 5. PAC dengan dosis 10 mg/l dapat menyisihkan besi pada pH 5, 7, dan 9 sebesar 86,97 %, 18,07 %, dan 13,87 %. Efisiensi >90% diperoleh pada pH 7 saat dosis 20 mg/l dan pH 9 saat dosis 30 mg/l. Semakin meningkatnya dosis, penyisihan pada pH 5 masih tinggi dibandingkan dengan pH 7 dan 9. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa pH optimum PAC adalah pH 5. Dalam Gambar 5 di atas, pada pH 5 dosis optimum PAC adalah 20 mg/l dengan penyisihan 90,46%. Saat pH 7,

dosis optimum PAC adalah 20 mg/l dengan penyisihan 93,79%. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum PAC adalah 30 mg/l dengan penyisihan 90,01 %.

Adapun untuk kerang hijau, efisiensi penyisihan tidak ada yang mencapai >90%. Namun jika dilihat dari grafik, didapatkan efisiensi penyisihan besi pada pH 9 mengalami kenaikan lebih cepat dari pH lainnya. Pada dosis 100 mg/l, efisiensi yang dicapai saat pH 5,7, dan 9 adalah 68,85%, 75,60%, dan 79,27%. Pada pH 9, efisiensinya sedikit lebih besar dari pH 7. Sedangkan pH 5 memiliki grafik efisiensi paling rendah seiring bertambahnya dosis. Hasil ini menunjukkan bahwa pH optimum kerang hijau adalah pH 7-9. Dalam Gambar 5 di atas, pada pH 5 dosis optimum didapatkan 300 mg/l dengan penyisihan 81,51 %. Saat pH 7, dosis optimum didapatkan 300 mg/l dengan penyisihan 86,82 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum didapatkan 350 mg/l dengan penyisihan 89,27 %.

Pada kepiting, pH optimum yang didapatkan adalah pH 5. Pada pH 5, dengan dosis lebih kecil efisiensi penyisihan mencapai >90%. Hasil penyisihan dengan dosis 4 mg/l yang diperoleh pada pH 5, 7, dan 9 adalah 87,94%, 18,12%, dan 5,6%. Dalam Gambar 5 di atas, pada pH 5 dosis optimum didapatkan 6 mg/l dengan penyisihan 90,75 %. Saat pH 7, dosis optimum didapatkan 10 mg/l dengan penyisihan 95,22 %. Sedangkan pada pH 9, dosis optimum adalah 14 mg/l dengan penyisihan 89,51 %.

Penentuan pH Optimum

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan tentang pH optimum bagi masing-masing koagulan. Rangkuman penjelasan di atas dapat dilihat dalam **Tabel 5** berikut ini.

Tabel 5. pH optimum pada variasi koagulan

Jenis Koagulan	pH optimum		
	Kekeruhan	Zat organik	Besi
Tawas	5-7	5-7	5
PAC	5	5	5
Kitosan kerang hijau	5-9	7	7-9
Kitosan kepiting	5	5	5

Dari Tabel 5 di atas, disimpulkan pH optimum tawas adalah pH 5-7. pH optimum PAC adalah pH 5. pH optimum kitosan kerang hijau adalah pH 7-9 Sedangkan untuk kitosan kepiting pH optimum terjadi pada pH 5. Dari Tabel 5 di atas, didapat bahwa kitosan kerang hijau memiliki keunggulan dibandingkan koagulan lainnya. Keunggulan terletak pada pH optimum yang dicapai, yaitu pH 7-9 (netral-basa). Hal ini berarti saat penggunaan pada air dengan pH basa, tidak perlu ditambahkan asam untuk menurunkan pH air, tidak seperti koagulan lainnya.

Penentuan Dosis Optimum

Dosis optimum digunakan untuk mengetahui tingkat keefektifan suatu koagulan. Dosis optimum masing-masing koagulan dapat dilihat dalam **Tabel 6**.

Tabel 6. Penentuan dosis optimum koagulan

pH	Jenis Koagulan	Kekeruhan		Zat Organik		Besi		Dosis Optimum	Ket.
		Dosis Opt.	% Penyisihan	Dosis Opt.	% Penyisihan	Dosis Opt.	% Penyisihan		
5	Tawas	30	95,51	20	88,24	30	98,13	30	% Penyisihan Org (30) = 88,12%
	PAC	40	97,22	30	92,42	20	90,46	20	% Penyisihan Turb (20) = 96,54% Org (20) = 90,00%
	Kitosan Kerang	200	95,43	250	89,21	300	81,51	200	% Penyisihan Org (200) = 86,30% Fe (200) = 80,62%
	Kitosan Kepiting	6	96,36	6	86,05	6	90,75	6	-
7	Tawas	20	98,45	20	92,63	30	99,29	20	% Penyisihan Fe (20) = 95,53%
	PAC	20	96,21	20	89,08	20	93,79	20	-
	Kitosan Kerang	350	96,18	350	98,68	300	86,82	350	% Penyisihan Fe (350) = 85,99%
	Kitosan Kepiting	10	96,72	10	88,07	10	95,22	10	-
9	Tawas	40	97,55	40	93,72	40	98,51	40	-
	PAC	20	95,30	20	94,26	30	90,01	20	% Penyisihan Fe (230) = 80,45%
	Kitosan Kerang	350	95,61	250	86,23	350	89,27	250	% Penyisihan Turb (250) = 94,86% Fe (250) = 85,79%
	Kitosan Kepiting	14	96,37	14	87,24	14	89,51	14	-

Penentuan dosis optimum Tabel 6 dilakukan dengan membandingkan efisiensi penyisihan kekeruhan, zat organik, dan besi. Dosis optimum masing-masing parameter dibandingkan dan diambil dosis optimum paling kecil dengan syarat efisiensi penyisihan parameter lain pada dosis tersebut tidak jauh berbeda dengan kondisi dosis optimum pada parameter tersebut. Sebagai contoh, PAC pada pH 5 didapatkan dosis optimum untuk kekeruhan sebesar 40 mg/l dengan efisiensi 97,22%, untuk zat organik sebesar 30 mg/l dengan efisiensi 92,42%, dan untuk besi sebesar 20 mg/l dengan efisiensi 90,46%. Dosis optimum pada pH 5 yang diambil adalah 20 mg/l. Saat dosis 20 mg/l, efisiensi untuk kekeruhan adalah 96,54% (tidak jauh berbeda dengan dosis optimum 40% sebesar 97,22%) dan untuk zat organik adalah 90,00% (tidak jauh berbeda dengan dosis optimum 40 mg/l sebesar 92,42%).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, didapat hasil bahwa kitosan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting memiliki kadar air yang rendah, yaitu sebesar 1,02% dan 2,21%. Hasil pengukuran FTIR juga menunjukkan bahwa kitosan cangkang kerang hijau dan cangkang kepiting memiliki nilai derajat deasetilasi yang besar, yaitu 77,80% dan 87,64%. Hal ini akan menyebabkan proses koagulasi akan berjalan dengan lebih efektif. Dari percobaan jartest, didapatkan bahwa pH optimum untuk masing-masing koagulan dalam berbagai kondisi pH tidak sama. Secara umum, pH optimum untuk tawas adalah 5-7, pH optimum untuk PAC adalah pH 5, pH optimum untuk kitosan cangkang kerang hijau adalah pH 7-9, dan pH optimum untuk kitosan cangkang kepiting adalah pH 5. Dari penelitian ini juga didapatkan dosis optimum untuk masing-masing koagulan dalam berbagai pH. Dosis optimum untuk tawas pada pH 5, 7, dan 9 adalah 30, 20, dan 40 mg/l. Dosis optimum untuk PAC pada pH 5, 7, dan 9 adalah 20 mg/l masing-masing. Untuk cangkang kerang, dosis optimum yang diperoleh pada pH 5, 7, dan 9 adalah 200, 350, dan 250 mg/l. Dosis optimum terkecil diperoleh pada kitosan cangkang kepiting, yaitu 6, 10, dan 14 mg/l pada pH 5, 7, dan 9.

DAFTAR PUSTAKA

- AWWA (1992). Operational Control of Coagulation and Filtration Processes. American Water Work Association. Denver. Colorado.
- Borovickova, B. (2006). Chitosan – A New Type of Polymer Coagulant. Institute of Chemistry and Tecnology of Environmental Protection, Brno University. Czech Republic.
- Danwanichakul, P., Werathirachot, R., Kongkaew, C., dan Loykulnat, S. (2011). Coagulation of Skim Natural Rubber Latex Using Chitosan or Polyacrylamide as an Alternative to Sulfuric Acid. European Journal of Scientific Research Vol. 62 No. 4 : 537-547.
- KKP (Kementerian Kelautan Dan Perikanan) (2011). Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2010. 11, 59-70.
- Kurita, K. (2001). Controlled Functionalization of the Polysaccharide Chitin, Progress in Polymer Science, 26, 1921-1971.
- Mu'minah (2008). Aplikasi Kitosan sebagai Koagulan untuk Penjernihan Air Keruh. Tesis Prograam Studi Kimia ITB. Bandung.
- No, H. K., dan Meyer, S. P. (1989). Crawfish Chitosan as A Coagulant in Recovery of Organic Compounds from Sefood Processing Streams. J. Agric. Food Chem. Vol. 37 No. 3 : 580-583.
- Rizzo, L., Gennaro, A. D., Gallo, M., dan Bergiorno, V. (2008). Coagulation/Chlorination of Surface Water : A Comparison between Chitosan and Metal Salts, Separation and Purification. Technology Journal, 62, 79-85.
- Sinardi dan Soewondo, P. (2013). Deasetilasi Kitin dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytilus virdis linneaus*) secara Kimiawi, Enzimatik dan Penambahan Ca Bentonit untuk Aplikasi sebagai Koagulan Pengolahan Air Minum. Laporan Kemajuan 1. Disertasi Prodi Teknik Lingkungan. ITB. Bandung.
- Tokura, S. and Nishi, N. (1995). Specification and Characterization of Chitin and Chitosan Collection of Working Papers. 28. Univesiti Kebangsaan Malaysia, 8, 67-78.
- Zakiyya, N. M. (2012). Studi Potensi Penggunaan Biopolimer Kitosan Kerang Hijau sebagai Alternatif Koagulan. Tugas Akhir Teknik Lingkungan. ITB. Bandung.