

**Khitin Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai Biokoagulan untuk
Penyisihan Turbidity, TSS, BOD dan COD pada Pengolahan Air Limbah Farmasi**

PT. Phapros Tbk, Semarang

Widyastuti Kusuma Wardhani; Mochtar Hadiwidodo^(*); Sudarno^(*)

widyastuti92@rocketmail.com

ABSTRACT

Derived from crab shell waste 40-60% of the total weight of crabs and not have been exploited yet contain 20-30% chitin that can be biocoagulant. The purpose of this study to the effect of the addition of crab shell chitin biocoagulant and to know the dose and the optimal mixing speed quickly on the value of turbidity, TSS, BOD and COD effluent pharmaceutical PT. Phapros Tbk, Semarang and removal efficiency parameters. The independent variable in this study is small crab chitin biocoagulant dose and mixing speed quickly. The dose variation of 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04% and 0.05% (v/v) while mixing fast speed variation is 100 rpm, 125 rpm and 150 rpm. By using Jar test to compare the preliminary results of the parameter variation biocoagulant dose and mixing speed quickly. In the Jar Test method, to vary the speed of rapid stirring for 1 minute, then continued 45 rpm for 20 minutes, and let stand for 15 minutes. Coagulant used is derived from chitin white colored gray with a degree of deacetylation of 81.2% which is then diluted with 85% phosphate acid.

The results showed a decrease concentration in turbidity, TSS, BOD and COD is directly proportional to the dose biocoagulant additions were added and inversely proportional to the speed of mixing quickly used. Biocoagulant optimal dose was 0.05% and the optimum mixing speed of 100 rpm faster and produce the best turbidity removal efficiency is 97%, TSS 70%, BOD 32% and COD 31%. Therefore, biocoagulant crab chitin can be an alternative substitution for PAC Macroflog used in PT. Phapros Tbk, Semarang.

Keywords – Chitin, biocoagulant, pharmaceutical waste water, coagulation, flocculation

1. PENDAHULUAN

PT. Phapros Tbk Semarang yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri farmasi formulasi, industri ini merupakan penghasil sediaan obat. PT. Phapros Tbk Semarang telah membuat Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) pada tahun 1994 untuk meminimasi dampak negatif yang ditimbulkan jika limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan (badan air). Limbah cair industri farmasi mengandung berbagai macam polutan antara lain koloid yang tidak bisa langsung mengendap.

Pemisahan koloid ini dapat dilakukan dengan cara penambahan koagulan kimia yang diikuti dengan pengadukan lambat (flokulasi) sehingga menyebabkan penggumpalan partikel-partikel koloid yang kemudian sebagian besar dapat dipisahkan dengan sedimentasi. Jenis koagulan yang dipakai di PT. Phapros, Tbk adalah bahan kimia yaitu PAC (*poly aluminium chloride*). Pembubuhan bahan kimia pada proses koagulasi tidak baik, dimana pada akhirnya effluen dari proses koagulasi flokulasi akan mengandung unsur kimia tertentu yang tidak boleh dibuang ke lingkungan perairan. Oleh karena itu, dibutuhkan koagulan yang ramah lingkungan salah satunya yaitu biokoagulan dari kitin ekstrak cangkang rajungan.

Rajungan (*Portunus Pelagicus*) merupakan salah satu komoditas sektor perikanan Indonesia yang dijual dalam bentuk rajungan dalam kaleng. Aktivitas pengambilan dagingnya oleh industri pengolahan rajungan dihasilkan limbah kulit keras (cangkang) cukup banyak yang jumlahnya dapat mencapai sekitar 40-60% dari total berat rajungan. Cangkang rajungan ini dapat dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak, tetapi pemanfaatan ini belum dapat mengatasi limbah cangkang rajungan secara maksimal. Padahal limbah cangkang rajungan masih mengandung senyawa kimia yang cukup banyak, diantaranya ialah protein 30-40%, mineral (CaCO_3) 30-50% dan khitin 20-30% (Srijanto, 2003).

Khitin yang terkandung didalam cangkang rajungan bisa didapatkan dengan melalui tahap demineralisasi dan diproteinisasi sehingga khitin yang dihasilkan 20-30% dari berat cangkang rajungan awal dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah karena merupakan suatu biopolimer.

Jar test adalah suatu percobaan skala laboratorium untuk menentukan kondisi operasi optimum pada proses pengolahan air dan air limbah. Metode ini dapat menentukan nilai pH, variasi dalam penambahan dosis koagulan dan polimer, kecepatan putar, variasi jenis koagulan atau

(*) Dosen Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

polimer, pada skala laboratorium untuk memprediksi kebutuhan pengolahan air yang sebenarnya. Metode *jar test* mensimulasikan proses koagulasi flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (*suspended solid*) dan zat – zat organik yang tersuspensi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pembuatan Biokoagulan Khitin Rajungan

Metode ekstraksi yang digunakan ialah Darmanto (2011), limbah cangkang rajungan yang sudah dicuci bersih dan kering, dihaluskan dengan blender. Proses demineralisasi, cangkang rajungan direndam dengan larutan HCl 2 N selama 48 jam. Ganti larutan HCl setiap 24 jam. Cuci cangkang rajungan dengan akuades sampai pH 7.00. Proses deproteinisasi, rendam cangkang rajungan dengan larutan NaOH 1 N selama 12 jam. Panaskan cangkang rajungan dengan kompor dengan suhu 98°C selama 36 jam. Cuci dengan akuades sampai pH 7.00. Keringkan cangkang rajungan yang telah melalui proses demineralisasi dan deproteinisasi selama beberapa hari sampai serbuk berwarna putih keabu-abuan.

2.2. Pembuatan Dosis Biokoagulan Khitin Rajungan

1 gr Khitin dilarutkan dalam 100ml asam fosfat 85% dan diperoleh larutan khitin 1%. Kemudian larutan khitin diambil sebanyak 0,5 mL, 1mL, 1,5mL, 2 mL dan 2,5 mL dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL selanjutnya diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Maka diperoleh larutan sebesar 0,01% 0,02% 0,03%, 0,04% dan 0,05%

2.3. Proses Koagulasi dengan Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Cepat

Sebanyak 0,01% 0,02% 0,03%, 0,04% dan 0,5% larutan biokoagulan khitin dari ekstrak cangkang rajungan, masing-masing dimasukkan ke dalam gelas beker 1000ml yang telah berisi air limbah PT. Phapros, Tbk.

Dilakukan pengadukan dengan *jar test* dengan variasi kecepatan pengadukan cepat 100rpm, 125 rpm, dan 150 rpm pada setiap variasi dosis selama 1 menit, kemudian 40 menit selama 20 menit, dan didiamkan selama 15 menit.

Bagian atas masing-masing sampel tersebut untuk dilakukan analisis (TSS dan *Turbidity*).

Diukur juga pH, suhu, BOD₅, dan COD dari air limbah yang telah diberi perlakuan *jar test*.

2.4. Pengukuran *Turbidity* (NTU)

Memasukkan sampel air limbah yang telah diolah dengan menggunakan biokoagulan khitin rajungan pada kuvet dalam alat pengukur kekeruhan Turbidimeter.

2.5. Uji TSS (mg/L)

Siapkan dua buah cawan penguap (mulut lebar) 1 buah cawan pijar (cawan kecil) dan 1 lembar kertas saring bebas abu. Cawan-cawan yang telah bersih dipanasi 600° C selama 1 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator lalu ditimbang sampai konstan. Kertas saring bebas abu dengan akuades, kemudian dipanaskan 105° C selama 1 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Kertas saring yang berisi endapan dimasukkan ke dalam cawan pijar dan dipanaskan dalam oven 105° C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator, kemudian timbang (i gram). Cawan tersebut selanjutnya dipanaskan pada suhu 600° C selama 1 jam. Setelah dingin, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (j gram).

TSS (mg/L) =

$$\frac{(\text{kertas saring awal} - \text{kertas saring akhir})}{\text{ml sampel yg dimasukan}} \times 10^6$$

2.6. Uji BOD (mg/L)

Sampel air limbah PT. Phapros, Tbk setelah proses koagulasi menggunakan *jar test* diencerkan sebanyak dengan air aerasi dan dimasukkan dalam 2 botol BOD (A1 dan A2). Untuk blanko digunakan air aerasi tanpa penambahan sampel yang dimasukkan dalam 2 boto BOD (B1 dan B2). Botol A2 dan B2 dimasukkan dalam pendingin dengan suhu 20oC selama 5 hari untuk pengujian BOD₅. Botol A1 dan B1 masing-masing ditambahkan 1ml MnSO₄, larutan alkali 1 mL, Larutan H₂SO₄ pekat 1ml dan dikocok sampai gumpalan mengendap. Kemudian diukur menggunakan DO meter setelah 20 menit dan didapat DO₀, dan setelah 5 hari ukur menggunakan DO meter pada untuk mendapatkan DO₅.

$$\text{BOD (mg/L)} = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times \text{AP}$$

Keterangan :

DO₀ : konsentrasi oksigen terlarut pada hari ke-0

DO₅ : konsentrasi oksigen terlarut pada hari ke-5

AP : Angka pengenceran (volume botol/volume sampel)

2.7. Uji COD (mg/L)

Lakukan pengenceran pada sampel air limbah setelah dilakukan *jar test* 10 x, yaitu dengan cara memasukkan sampel sebanyak 5 mL kedalam labu takar 50 mL, kemudian tambahkan akuades sampai tanda tera, lalu dikocok. Masukkan larutan digestion solution sebanyak 1,5 mL kedalam tabung reaksi.

Tambahkan sampel yang telah diencerkan sebanyak 2,5 mL ke dalam tabung reaksi. Tambahkan pereaksi H₂SO₄ sebanyak 3,5 mL. Masukkan tabung reaksi tersebut ke dalam COD reactor selama 2 jam. Setelah 2 jam, periksa menggunakan Spektrometer dengan panjang gelombang 600 nm.

2.8. Pengukuran pH

Mencelupkan elektroda pH meter pada sampel air limbah PT. Phapros, Tbk yang telah dilakukan

proses koagulasi dengan penambahan biokoagulan khitin rajungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik awal air limbah

Limbah cair PT. Phapros, Tbk seperti pada tabel 1. Dapat dilihat bahwa parameter BOD, COD, dan **Tabel 1.** Karakteristik Awal Air Limbah

Parameter	Satuan	Baku Mutu Perda Jateng No. 5 tahun 2012	Konsentrasi
pH		6,0-9,0	7,12
Temperatur	° Celcius	-	30,4
Turbidity	NTU	-	88,5
TSS	(mg/L)	75	243
COD	(mg/L)	150	199,16
BOD	(mg/L)	75	110,2

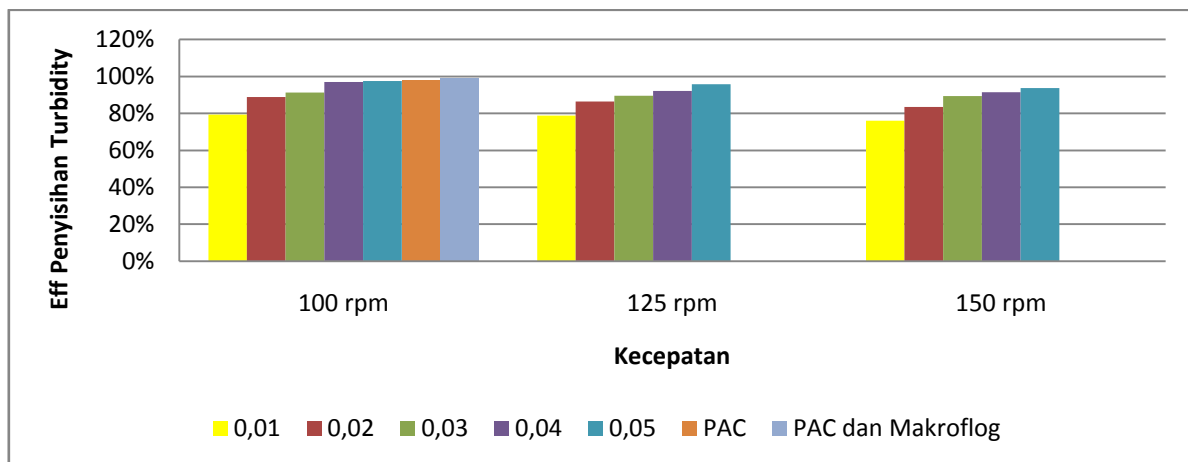
TSS telah melebihi baku mutu, sehingga perlu dilakukan pengolahan terhadap air buangan sebelum masuk lingkungan.

3.2. Biokoagulan Khitin Rajungan

Cangkang Rajungan sebelum di ekstraksi adalah 450 gr, kemudian diperoleh bubuk khitin rajungan 103,5 gr, yang memiliki kadar air 12,78%, kadar abu 60,3% dan derajat deasetilasi 81,2%.

3.3. Pengaruh Variasi Dosis dan Kecepatan Pengadukan Cepat terhadap Turbidity dan TSS

Dosis koagulan yang optimal untuk menurunkan konsentrasi *Turbidity* adalah pada dosis 0,05 % (v/v). Pada dosis koagulan ini dapat menurunkan konsentrasi menjadi 2,23 NTU dari kondisi semua 88,5 NTU. Konsentrasi *Turbidity* pada pemberian koagulan dengan dosis 0,05% ini merupakan hasil terbaik pada setiap variasi kecepatan pengadukan cepat.

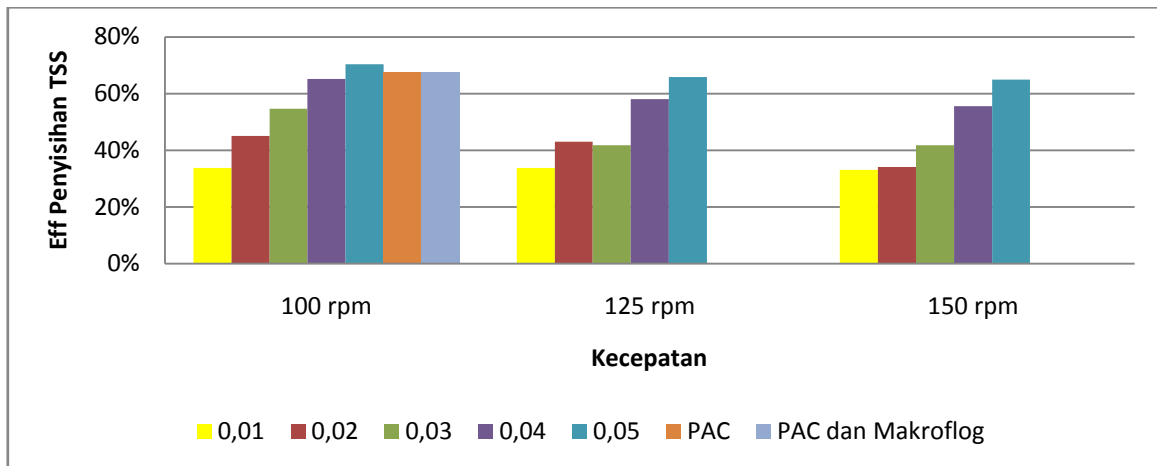


Gambar 1 Efisiensi Penurunan Turbidity

Pemberian koagulan pada dosis yang optimal ini membantu mengikat bahan pencemar lalu membuat partikel-partikel halus penyebab kekeruhan yang tadinya bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya sehingga terjadi gaya tarik-menarik menjadi terendapkan membentuk flok. Dengan demikian proses pengendapan partikel

koloid pada air limbah PT. Phapros, Tbk ini berlangsung.

Kecepatan pengadukan yang optimal untuk menurunkan *turbidity* ialah 100 rpm. Dengan efisiensi penurunan terbaik 97%.



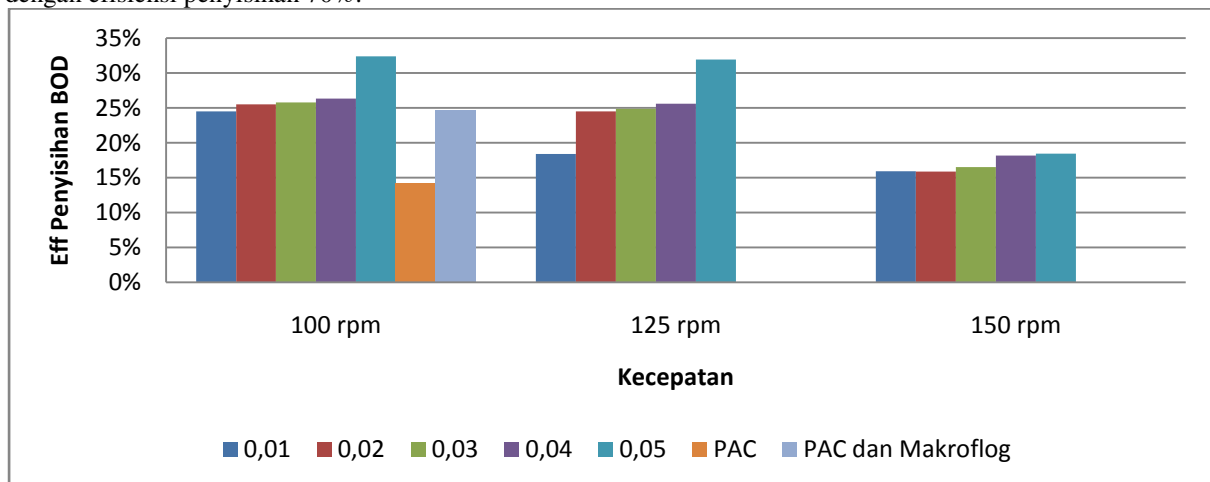
Gambar 2 Efisiensi Penurunan TSS

TSS erat hubungannya dengan *turbidity*, dengan dosis biokoagulan yang dibubuhkan 0,05% dan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm mampu menyisihkan TSS secara optimal.

Berdasarkan gambar 2 tersebut penurunan TSS, dengan air limbah awal 226 mg/L menjadi 72 mg/L dengan efisiensi penyisihan 70%.

3.4. Pengaruh Variasi Dosis dan Kecepatan Pengadukan Cepat terhadap BOD

Dosis koagulan yang optimal untuk menurunkan konsentrasi BOD adalah pada dosis 0,05 % dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Pada dosis koagulan ini dapat menurunkan konsentrasi menjadi 110,2 mg/L dari kondisi semua 74,5 mg/L.



Gambar 3 Efisiensi Penurunan BOD

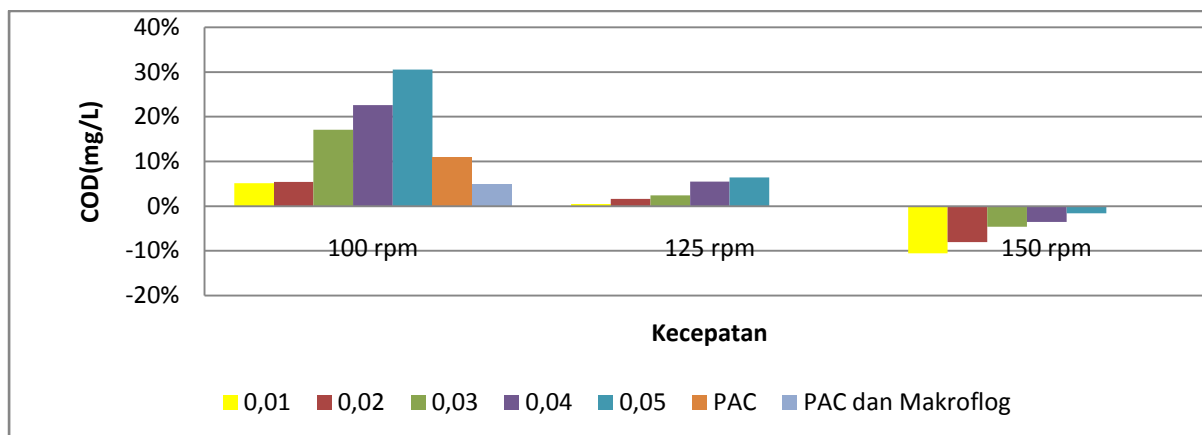
Penurunan konsentrasi BOD oleh faktor dosis koagulan terjadi karena koagulan tersebut mampu mengikat atau menyerap partikel tersuspensi (yang bersifat organik) sehingga partikel tersebut berhasil diendapkan. Setelah mengendap berupa flok maka jumlah oksigen di dalam air akan mengingkat kembali. Berkurangnya jumlah partikel tersuspensi di dalam limbah cair meningkat sehingga nilai BOD menurun. (Agrifa, 2011)

Selain itu, penurunan BOD yang terjadi juga dikarenakan oleh sifat antimikroba yang dimiliki oleh khitin, khitosan dan turunannya (Shahidi et al., 1999). Senyawa didalam khitin dapat secara langsung membunuh dan juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. BOD merupakan parameter yang mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik yang terlarut dan

tersuspensi, jadi dengan berkurangnya mikroorganisme dalam limbah akan mengurangi nilai BOD dalam limbah.

3.5. Pengaruh Variasi Dosis dan Kecepatan Pengadukan Cepat terhadap COD

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan nilai COD semakin turun seiring dengan banyaknya dosis yang di tambahkan. Dosis optimalnya, sama halnya konsentrasi *Turbidity*, BOD, dan COD yaitu 0,05% dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Hal ini terjadi karena partikel koloid (yang bersifat organik) memiliki muatan listrik negatif, dan penambahan biokoagulan khitin rajungan pada sampel air limbah akan membentuk jembatan antar partikel, sehingga membentuk mikroflok, hingga akhirnya membentuk partikel dengan ukuran yang lebih besar (makroflok).

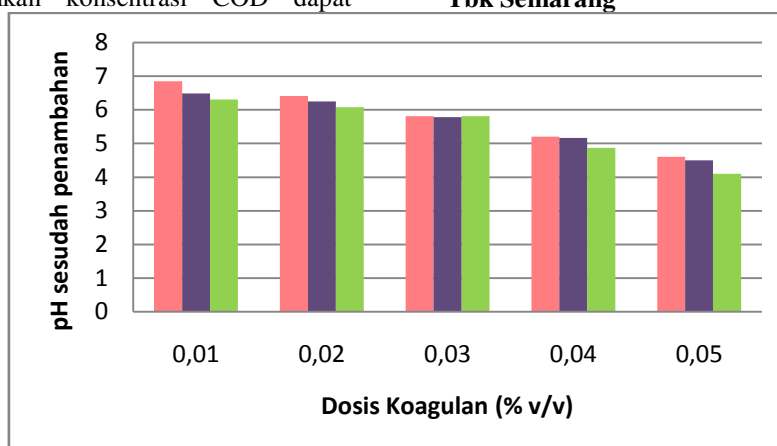


Gambar 4 Efisiensi Penurunan COD

Sesuai dengan Gambar 4, efisiensi terbaik penurunan COD 31%, dari kondisi limbah yang semula 199,16 mg/L menjadi 138,3 mg/L. Namun, apabila dosis dan kecepatan pengadukan cepat yang diberikan tidak tepat (dalam penelitian ini 125 rpm dan 150 rpm), maka penurunan konsentrasi COD rendah, dan bahkan konsentrasi COD dapat

mengalami kenaikan sehingga melebihi baku mutu. Hal ini dikarenakan, Akan terjadi gaya geser yang berlebihan yang diakibatkan karena kecepatan benturan antar partikel yang berlebih sehingga susunan flok yang diinginkan tidak bisa terbentuk (Reynolds, 1985).

3.6. Pengaruh penambahan Biokoagulan Khitin Rajungan terhadap pH limbah PT. Phapros, Tbk Semarang



Gambar 5 Hasil Uji pH

Hasil penelitian yang diperoleh untuk pengukuran pH limbah menunjukkan, penambahan biokoagulan khitin rajungan berpengaruh pada nilai pH yang dihasilkan seiring dengan bertambahnya dosis biokoagulan. Hal ini dikarenakan, khitin rajungan hanya dapat larut dalam asam kuat, dimana dalam penelitian ini menggunakan H_3PO_4 . Namun, dengan perubahan pH ini tidak berpengaruh terhadap kinerja dari biokoagulan khitin rajungan. Didukung oleh Penelitian Hanjaya (2013), pH optimum untuk kinerja khitin dalam mengadsorb adalah 4-7.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

- Berdasarkan penelitian, dosis optimal biokoagulan khitin rajungan adalah 0,05% dan kecepatan pengadukan cepat yang optimal adalah 100 rpm dengan efisiensi penyisihan BOD, COD, TSS dan *Turbidity* antara 31%-97% dan semua parameter memenuhi baku mutu Peraturan Daerah Jawa

Tengah nomor 5 Tahun 2012 untuk Limbah Cair Industri Farmasi Formulasi.

- Pengolahan Air Limbah PT. Phapros, Tbk menggunakan biokoagulan khitin rajungan, berhasil menurunkan parameter BOD, COD, TSS dan *Turbidity* dengan masing-masing efisiensi penurunan 32%, 31%, 70% dan 97%.
- Variasi penambahan dosis biokoagulan khitin rajungan dan variasi kecepatan pengadukan cepat mempengaruhi hasil penurunan konsentrasi BOD, COD, TSS dan *Turbidity*.
- Biokoagulan khitin rajungan dapat menjadi salah satu alternatif pengganti PAC dan Makroflog dalam pengolah air Limbah PT. Phapros, Tbk.

4.2. Saran

- Perlu ditingkatkan dalam pengujian warna maupun zat logam yang terkandung dalam air limbah.
- Pengaturan pH dalam pelarutan biokoagulan khitin agar tidak begitu berdampak terhadap air limbah yang diolah.

3. Perlu dilakukan proses pembuatan khitin yang lebih efektif sehingga mass lost khitin yang terjadi dapat diperkecil, dan dikaji mengenai kelarutan khitin yang lebih mudah.
4. Proses produksi khitin dapat dilakukan secara kontinyu sehingga memungkinkan produksi dalam skala yang besar

5. DAFTAR PUSTAKA

Alearts dan Santika, 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional

Anggreini, Nora. 2010. *Studi Kelarutan Khitin dalam Asam Fosfat*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.

Anonymous, 1990, Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 245/Menkes/SK/V/1990, Kantor Menteri Kesehatan Republik Indonesia

Anonymous, 1995, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup

Anonymous, 2012, Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah

Darmanto, Y.S. 200. *Jurnal Upaya Peningkatan Komoditas Ekspor Industri Hasil Perikanan dengan Rekayasa Teknologi*. Semarang.: UNDIP

Darmasetiawan, Martin. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Bandung : Yayasan Suryono.

Hanif, Anif Rizqianti. 2011. *Sistem Pengolahan Limbah Cair PT. Phapros, Tbk, Semarang*. Semarang : UNDIP

Kawamura, Susumu. 1991. *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.

Manurung, Manuntun, 2011, *Potensi Khitin/Khitosan dari Kulit Udang sebagai Biokoagulan Penjernih Air*. *Jurnal Kimia* 5(2) : 1907-9850

Muzzarelli, R.A.A., 1985., *New Derivative of Chitin and Chitosan : New Development in Industrial Polysaccharides*, Gordan and Beach, Science Publishing, New York.

Prayudi, Teguh dan Joko Prayitno Susanto. *Chitosan sebagai Bahan Koagulan Limbah Cair Industri Tekstil*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.1, No. 2, Januari 2000 : 121-125

Ruswanti, Indah, dkk. Tidak ada tahun. *Membran Kitosan Padat Dari Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus) Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Mangan(II) dan Besi(II)*. Semarang : UNDIP

Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operations In Enviromental Engineering*. Texas A & M

Univercity; B/C Engineering Division Boston, Massachusetts.

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Suhardi.1993.*Khitin dan Khitosan*. Buku Monograf, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta, 272-278.

Supriyadi, Teguh. 2000. *Pengolahan Air Limbah tekstil oleh Khitosan Cangkang Udang*. Semarang : UNDIP

Tarigan, Agriva. 2011. *Pemanfaatan Serbuk Daun Asam Jawa (Tamarindus Indica) sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Konsentrasi Turbidity, TSS, BOD, dan COD, dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Semarang: Universitas Diponegoro

Tchobanoglous, George. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse*. 4th ed. New York : McGraw Hill Book Company.

Wiyatna, Muhamad Fatah, dkk. Tidak ada tahun. *Pengaruh Tepung Cangkang Rajungan (Portunus Pelagicus) Sebagai Sumber Khitin Dalam Ransum Terhadap Kandungan Lemak Feses Dan Efisiensi Pakan Tikus Putih (Rattus Norvegicus) Strain Wistar*. Bogor : IPB

Yuliusman dan Adelina P.W. *Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari larutan NiSO₄*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010 : 1411-4216

Yuliusman. 2007. *Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Rajungan sebagai Adsorben pada Adsorpsi Logam Nikel dari Limbah Katalis Proses Pengolahan Minyak Bumi*. DIKTI