

# ISOLASI KITIN DARI LIMBAH CANGKANG KEPITING (*SCYLLA SP*) DENGAN VARIASI PELARUT PADA PROSES BLEACHING

Frederika Mawarni Adilasari Nduru<sup>1</sup>, Drastinawati<sup>2</sup>, Silvia Reni Yenti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Material dan Korosi

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,

Pekanbaru 28293

Email: frederika\_mawarni@yahoo.com

## ABSTRACT

*Crab shell is a waste that reach 50-60% of total weight, with chitin content of 20-30%. Chitin is biopolymer commercially used in biochemistry, medicine, textile, agriculture and others. The main aim of this research is to compare the level of lightness and whiteness of chitin produced in the bleaching process with organic and inorganic solvents. The research was started by reducing the size of the crab shell into a powder. Chitin was isolated by deproteinization process using 3.5% NaOH and demineralization process using HCl 1N, followed by bleaching process with organic solvents variation of methanol; ethanol; acetone; ethanol:acetone (1:1), inorganic solvents of NaOCl 4%; Ca(OCl)<sub>2</sub> 3%; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, and the combination of acetone followed by NaOCl 0.315%. The result obtained is chitin without bleaching process with a yield of 24.44%, water content of 4%, and ash content of 1.75%. The IR spectrum analyzed before and after bleaching process showed relativity similiar absorption and were not affected by the solvent used in bleaching process. The color of chitin was analyzed using colorimeter. The result is the use of acetone followed by NaOCl 0.315% yielding chitin with 100% lightness, 99.95% whiteness and categorized as white.*

**Keywords:** bleaching, crab shell, chitin, lightness, and whiteness.

## 1. PENDAHULUAN

Keanekaragaman potensi sumber daya alam Indonesia terutama dibidang perikanan menjadi salah satu daya tarik untuk industri yang berkembang pesat di era globalisasi ini. Salah satunya berasal dari hasil tangkapan laut seperti dari kelas *crustacea*, diantaranya udang, kepiting atau rajungan. Pengolahan limbah cangkang kepiting dapat mengurangi pencemaran lingkungan serta menambah nilai guna dari kepiting bakau. Cangkang kepiting mengandung protein (15,60%-23,90%), kalsium karbonat (53,70%-78,40%) dan kitin (18,70%-32,20%) (Focher dkk, 1992).

Kitin merupakan poli (2-asetamido-2-deoksi-β-(1,4)-D-glukopiranos) dengan rumus molekul (C<sub>8</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>5</sub>)<sub>n</sub> yang tersusun atas 47% C, 6% H, 7% N, dan 40% O. Struktur kitin menyerupai struktur selulosa

dan hanya berbeda pada gugus yang terikat di posisi atom C-2. Gugus pada C-2 selulosa adalah gugus hidroksil, sedangkan pada C-2 kitin adalah gugus N-asetil (-NH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, asetamida) (Muzzarelli, 1977). Kitin dapat larut dalam asam mineral pekat seperti HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HNO<sub>3</sub> dan tidak larut dalam air, larutan asam encer, pelarut alkali dan pelarut organik. Kitin memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam karena mengandung gugus asetamida yang bertindak sebagai penukar ion (Savitri dkk, 2010).

Diperlukan beberapa tahapan proses sehingga didapatkan kitin sesuai dengan mutu standarnya. Isolasi kitin dari cangkang kepiting dapat dilakukan melalui tiga tahapan proses yaitu penyisihan protein (deproteinasi), penyisihan mineral

(demineralisasi) dan penghilangan pigmen warna (*bleaching*).

Dalam proses isolasi kitin ini akan ditentukan karakteristik dari kitin hasil isolasi dengan variasi pelarut pada proses *bleaching* menggunakan uji warna (colorimeter), analisa gugus fungsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Menentukan *yield*, kadar air dan kadar abu pada kitin hasil isolasi.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Alat

#### 2.1.1 Bahan

Bahan baku dalam penelitian ini adalah limbah cangkang kepiting yang diperoleh dari restoran di Kota Pekanbaru, Riau. Bahan pendukung berupa NaOH, HCl, aquades, Aseton, Etanol, Metanol, NaOCl,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

#### 2.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, ayakan 100 *mesh*, *magnetic stirrer*, penangas, *beaker glass*, gelas ukur 100 ml, labu ukur 500 ml dan 1000 ml, gelas kimia 50 ml-2000 ml, kertas indikator pH, termometer, oven, cawan porselin, statif & klem, batang pengaduk, corong, kertas saring, pipet tetes, dan *aluminum foil*.

Variabel penelitian terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap pada penelitian ini adalah ukuran ayakan lolos 100 *mesh*, proses deproteinasi dan demineralisasi mengacu pada metode Hong (1989), konsentrasi NaOH 3,5%, 2 jam pada suhu 65°C, konsentrasi HCl 1N, dengan lama proses 1 jam pada suhu HCl (*ambient temperature*), kecepatan pengadukan 150 rpm, pengeringan dilakukan selama 4 jam suhu 100°C. Proses *bleaching* perbandingan antara serbuk kitin dan pelarut sebesar 1:10 (b/v).

Variabel berubah pada penelitian ini yaitu variasi pelarut pada proses *bleaching* menggunakan pelarut organik Metanol, Etanol, Aseton, dan Etanol:Aseton (1:1) dengan perlakuan 24 jam. Pelarut anorganik menggunakan NaOCl 4%,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  3%,  $\text{H}_2\text{O}_2$  3% dengan perlakuan 1 jam. Untuk kombinasi dari pelarut organik dan

anorganik menggunakan pelarut aseton perlakuan 30 menit yang diikuti penggunaan NaOCl 0,315% selama 10 menit.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu persiapan bahan baku, persiapan larutan, isolasi kitin meliputi deproteinasi, demineralisasi dan *bleaching*, analisa *yield*, analisa kadar air, kadar abu, analisa FTIR, dan analisa warna (colorimeter) dari kitin yang dihasilkan.

#### 2.2.1 Tahap Persiapan

Persiapan bahan baku diawali dengan membersihkan cangkang kepiting dengan dicuci berulang kali hingga kotorannya hilang. Kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Cangkang kepiting yang sudah kering dihaluskan, diayak dengan ukuran partikel lolos 100 *mesh*. Serbuk cangkang kepiting yang lolos ayakan siap diisolasi menjadi kitin.

Tahap selanjutnya larutan NaOH 3,5% dibuat dengan melarutkan 35 gram NaOH didalam labu takar 1000ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas. Untuk larutan HCl 1 N dibuat dengan cara mengencerkan larutan HCl 12 N sebanyak 83,3 ml kemudian dimasukkan kedalam labu takar 1000ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas

#### 2.2.2 Tahap Penelitian

##### a. Deproteinasi

Penghilangan protein dengan mereaksikan serbuk cangkang kepiting lolos 100 *mesh* dengan NaOH 3,5% dengan perbandingan berat cangkang kepiting dengan volume larutan 1:10 (b/v), campuran dipanaskan pada suhu 65°C selama 2 jam, pengadukan 150 rpm. Kemudian didinginkan dan disaring, diambil residunya dan dicuci menggunakan aquades sampai pH netral. Endapan hasil penyaringan dikeringkan dalam oven suhu 100 °C selama 4 jam.

##### b. Demineralisasi

Proses demineralisasi dengan mereaksikan serbuk hasil proses deproteinasi dengan HCl 1 N, perbandingan berat serbuk

cangkang kepiting dengan volume larutan 1:15 (b/v) pada suhu HCl selama 1 jam dengan pengadukan 150 rpm lalu disaring untuk diambil residunya, dicuci menggunakan akuades sampai pH netral. Endapan hasil penyaringan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam.

### c. *Bleaching*

Kitin dilarutkan dengan pelarut organik dan anorganik, perbandingan serbuk kitin dan volume pelarut 1:10 (b/v). Pelarut organik menggunakan metanol, etanol, aseton, dan campuran etanol:aseton (1:1), perlakuan 24 jam, pengadukan pada 1 jam pertama kemudian perendaman selama 23 jam. Pelarut anorganik menggunakan NaOCl 4%, Ca(OCl)<sub>2</sub> 3%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% dengan pengadukan selama 1 jam. Kombinasi pelarut menggunakan pelarut organik aseton selama 30 menit pengadukan, pemanasan 50°C, dicuci, dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 100°C, kemudian diputihkan menggunakan NaOCl 0,315 % selama 10 menit pengadukan. Sampel yang telah di *bleaching* disaring, dicuci hingga pH netral dan residu dioven pada suhu 100°C selama 4 jam. Hasil proses *bleaching* di timbang kemudian dianalisa *yield*, kadar air, kadar abu, uji FTIR dan uji warna (colorimeter).

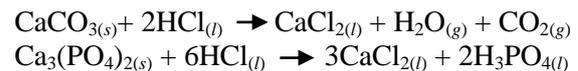
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Isolasi Kitin

Cangkang kepiting yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya dihaluskan sehingga diperoleh bubuk cangkang kepiting yang lolos ayakan 100 *mesh*, agar permukaan kontakannya lebih luas sehingga efektivitas hasil isolasi yang diperoleh dapat meningkat.

Proses deproteinasi dilakukan untuk memisahkan ikatan antara protein dan kitin dengan mengekstrak serbuk cangkang dalam NaOH panas, protein akan terlepas, membentuk Na-proteinat yang larut. Hasil dari proses deproteinasi ini ditandai dengan serbuk kitin yang berwarna merah muda dan filtrat deproteinasi yang berwarna oranye. Serbuk hasil deproteinasi yang telah dikeringkan sebesar 83,45% dari 100 gr serbuk cangkang kepiting.

Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral didalam cangkang kepiting. Proses demineralisasi mengakibatkan kalsium karbonat dan kalsium fosfat bereaksi dengan asam klorida membentuk kalsium klorida, asam karbonat dan asam fosfat yang merupakan senyawa larut dalam air, sedangkan residu yang tidak larut merupakan senyawa kitin. Reaksi pelarutan mineral yang terjadi dituliskan pada persamaan reaksi (1) dan (2).



CO<sub>2</sub> yang dihasilkan terlihat dari buih yang terbentuk pada proses demineralisasi. Sehingga HCl harus dituangkan secara bertahap untuk menghindari meluapnya CO<sub>2</sub>. Dihasilkan endapan kering berwarna kuning kecoklatan seberat 24,44 gr dari serbuk kitin hasil deproteinasi.

Selanjutnya tahap *bleaching* bertujuan menghilangkan pigmen atau zat warna pada kitin. Di dalam cangkang kepiting, pigmen karoten berikatan dengan protein. Pada saat deproteinasi pada suhu tinggi, ikatan pigmen yang bebas protein mendominasi menjadi warna merah muda bercampur kuning dikarenakan adanya pemanasan.

*Bleaching* menggunakan pelarut organik polar menyebabkan larutnya pigmen karotenoid (*astaxanthin*) yang juga tergolong polar. Pengadukan selama 1 jam memberikan kontak lebih luas antara kitin dan pelarut, melalui proses perendaman yang semakin lama akan membuka pori-pori suatu bahan menjadi lebih besar. Hal ini akan menyebabkan zat warna akan mudah berikatan dengan pelarut organik (Kaimudin dan Leounupun, 2016).

Penggunaan pelarut anorganik memberikan perubahan mencolok terhadap warna yang dihasilkan pada kitin sebelum dan sesudah *bleaching*. Hal ini dikarenakan pelarut anorganik NaOCl, Ca(OCl)<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sebagai oksidator kuat akan mengoksidasi karotenoid yang ada didalam kitin dalam waktu yang lebih cepat dan dengan hasil warna yang lebih putih dibandingkan pelarut organik. Oksidator akan memutuskan ikatan rangkap pada *astaxanthin*, sehingga menyebabkan

perubahan warna. Pada proses *bleaching* menggunakan pelarut aseton 30 menit, pengikatan pigmen karotenoid lebih efektif karena diiringi dengan pemanasan 50°C sehingga ikatan karotenoid menjadi tidak stabil, dan akan mempengaruhi proses pemutihan selanjutnya dengan NaOCl 0,315%, dimana dalam waktu yang 10 menit dapat memutihkan kitin. Derajat *lightness* dan *whiteness* dari kitin diuji dengan colorimeter.

### 3.2 Yield

Dalam proses isolasi kitin, berat akhir dari setiap proses akan berkurang diakibatkan adanya zat yang hilang dengan penambahan pelarut. Saat proses deproteinasi *yield* yang diperoleh sebesar 83,45%, hal ini menunjukkan adanya kehilangan protein, yang larut serta hilang selama perlakuan pemanasan. Adanya pemanasan menyebabkan protein hilang tetapi dapat menurunkan *yield* yang dihasilkan. Pada proses demineralisasi, penurunan nilai *yield* terjadi dikarenakan banyak kandungan mineral yang terlarut dihilangkan terutama senyawa kalsium dan fosfat. Dari proses deproteinasi dan demineralisasi didapatkan *yield* kitin sebesar 24,44 % dari 100 gr serbuk cangkang kepiting.

Pada proses *bleaching* dengan berbagai jenis pelarut, didapatkan *yield* yang tidak berkurang jauh  $\geq 98,7\%$ . Dikarenakan zat warna yang terdapat didalam kitin sebagian besar hilang pada saat deproteinasi. Lamanya perlakuan terhadap kitin menggunakan pelarut organik 24 jam mempengaruhi *yield* dimana akan terjadi pelarutan pigmen warna hingga dicapai kondisi jenuh. Pada penggunaan pelarut anorganik, *yield*nya tidak berbeda jauh dibandingkan *yield* pelarut organik akibat sifat anorganik sebagai oksidator kuat, sehingga mampu memutihkan kitin dengan *yield* yang tidak jauh berbeda dengan penggunaan pelarut organik 24 jam. Namun pada penggunaan pelarut aseton 30 menit, suhu 50°C diikuti NaOCl 0,315%, nilai *yield* 98,5%, lebih rendah dikarenakan adanya dua

perlakuan serta pemanasan terhadap kitin yang menyebabkan pigmen dan pengotor lebih banyak hilang.

### 3.3 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter standar mutu kitin. Kadar Air kitin dipengaruhi oleh kelembaban udara sehingga terjadi penyerapan air dari lingkungan disekitarnya ketika kitin dalam penyimpanan. Menurut standar mutu SNI-7948 kitin komersial diharapkan memiliki kadar air kurang dari  $\leq 12\%$ . Pada penelitian ini kitin yang diisolasi memiliki kadar air  $\geq 2\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa kitin yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu kadar air yang telah ditetapkan. Menurut No dkk, (1989) semakin murni kitin yang dihasilkan maka akan semakin kuat untuk mengikat air, dengan semakin banyaknya mineral dan protein yang terbuang pada saat isolasi.

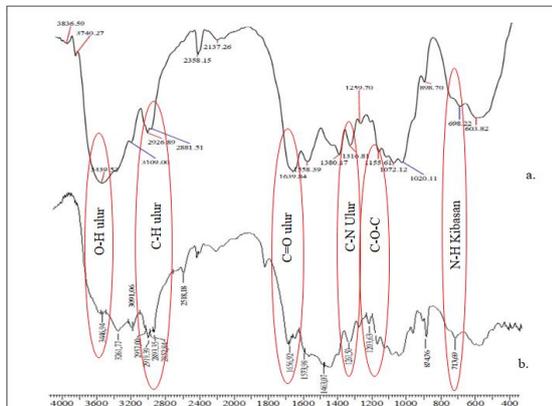
### 3.4 Kadar Abu

Abu adalah residu anorganik dari pembakaran komponen organik sedangkan mineral merupakan komponen penyusun abu yang terdapat dalam proporsi yang berbeda-beda tergantung jenis bahan organiknya. Hasil analisa kadar abu cangkang kepiting bakau kering adalah 51%, sedangkan kadar abu kitin tanpa *bleaching* sebesar 1,75 % dan sesudah *bleaching* antara 0,95% - 1,35 %. Penurunan kadar abu yang cukup besar ini dominan terjadi karena proses demineralisasi. Hal ini menunjukkan bahwa kitin yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu kadar abu yang telah ditetapkan yaitu  $\leq 5\%$ .

### 3.5 FTIR

Kitin yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR untuk menganalisis gugus fungsinya. Secara kualitatif data spektra IR kitin hasil isolasi dan kitin standar memiliki pita serapan yang relatif sama. Spektrum kitin tanpa *bleaching* maupun sesudah *bleaching* juga memberikan pola serapan yang sama dengan munculnya

serapan pada gugus fungsi kitin standar. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses *bleaching*, penggunaan pelarut tidak mempengaruhi gugus fungsi dari kitin.



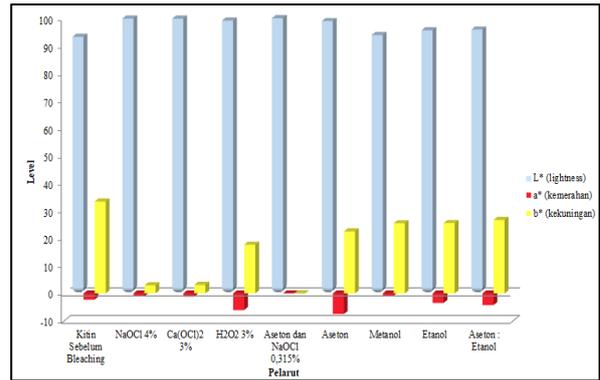
**Gambar 3.1.** Analisa FTIR (a.) Kitin Standar (b.) Kitin Hasil Penelitian

Serapan pada daerah  $3446,94\text{ cm}^{-1}$  yang menandakan gugus O-H. Pita serapan pada daerah  $3261,77\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan N-H pada amida ( $\text{NHCOCH}_3$ ). Pita serapan pada daerah  $2957\text{ cm}^{-1}$  merupakan karakteristik dari vibrasi ulur C-H ( $\text{CH}_3$ ). Daerah dengan bilangan gelombang  $1656,92\text{ cm}^{-1}$  adalah vibrasi ulur C=O. Vibrasi bengkokan N-H muncul pada bilangan gelombang  $1573,98\text{ cm}^{-1}$ . Pita serapan C-N ( $\text{NHCOCH}_3$ ) muncul pada bilangan gelombang  $1261,51\text{ cm}^{-1}$ . Kemudian adanya serapan C-H ( $\text{CH}_2$ ) pada  $1463,07\text{ cm}^{-1}$ . Adanya pita serapan pada daerah  $1203,63\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi C-O-C. Adanya pita serapan pada daerah  $713,69\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi N-H kibasan.

### 3.6 Uji Warna (Colorimeter)

Analisa warna terhadap serbuk kitin dilakukan di Laboratorium Preservasi dan Pengolahan Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor. Pengujian menggunakan *color analyzer* LUTRON 10 BIT. Nilai  $L^*$  (tingkat *Lightness*) menyatakan tingkat gelap (-) sampai terang (+). Nilai  $a^*$  (tingkat kemerahan) menyatakan tingkat warna hijau (-) sampai merah (+) dengan kisaran nilai. Nilai  $b^*$  (tingkat kekuningan) menyatakan tingkat warna biru (-) sampai kuning (+).

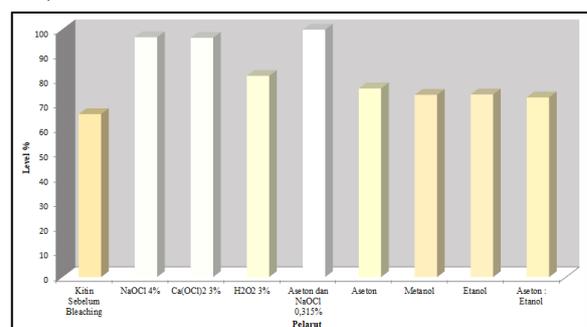
Pada gambar menunjukkan bahwa kitin sesudah *bleaching* memberikan nilai  $L^*$  yang lebih tinggi dikarenakan



**Gambar 3.2.** Tingkat  $L^*$   $a^*$   $b^*$  pada Kitin Hasil Isolasi

hilangnya pigmen berupa senyawa *astaxanthin*. Nilai  $a^*$  bernilai negatif, dapat dikatakan tidak terdeteksi adanya pigmen kemerahan pada kitin. Senyawa *astaxanthin* yang berwarna dominan merah-kuning ataupun oranye ini akan larut dan hilang ketika pencucian. Hal ini menyebabkan nilai  $b^*$  kitin sesudah *bleaching* menurun, dikarenakan pigmen kuning-oranye pada kitin berkurang bahkan hilang.

Tingkat kecerahan tertinggi yaitu dengan menggunakan pelarut organik aseton diikuti dengan agen pemutih NaOCl 0,315% dengan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) 100%. Tingkat kecerahan tertinggi selanjutnya diikuti dengan penggunaan pelarut anorganik, yaitu NaOCl 4%,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  3% dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  3%. Dimana bertindak sebagai oksidator yang kuat mampu memutihkan kitin dalam waktu 1 jam. Tingkat kecerahan ( $L^*$ ) kitin pada penelitian ini di atas 93,26%, lebih tinggi dibandingkan kitin hasil isolasi oleh Yen dkk, (2008) dengan tingkat  $L^*$  sebesar 55,4%, dan lebih tinggi dibandingkan oleh kitin murni yang dianalisa oleh Yen dkk, (2008) sebesar 62,4%.



**Gambar 3.3.** Tingkat *Whiteness* pada Kitin Hasil Isolasi

Dari grafik *whiteness* menunjukkan bahwa proses *bleaching* dengan hasil terbaik yaitu dengan menggunakan aseton yang diikuti dengan agen pemutih NaOCl 0,315% dengan tingkat *whiteness* sebesar 99,95% dengan kategori warna *white*. Diikuti oleh pelarut anorganik dengan tingkat *whiteness* diatas 80%. Tingkat *whiteness* kitin dengan pelarut organik juga cukup jauh terhadap kitin tanpa *bleaching* dengan nilai diatas 72%. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut organik mampu mengikat pigmen warna pada kitin.

Tingkat *whiteness* menggunakan aseton dan NaOCl 0,315% adalah yang tertinggi, hal ini sesuai dengan hasil penelitian No dkk, (1989) dimana penggunaan aseton diikuti dengan agen pemutih NaOCl mampu menghilangkan pigmen warna kitin, dan penggunaan pelarut organik tanpa diikuti agen pemutih membutuhkan waktu lebih dari 1 jam hingga didapatkan hasil yang putih. Semakin putih warna kitin yang dihasilkan maka mutu kitin semakin bagus karena kandungan senyawa pengotor semakin sedikit (Susianthy, 2006).

Tingkat *whiteness* kitin hasil penelitian ini  $\geq 65,86\%$ , ini tergolong tinggi dibandingkan dengan kitin hasil isolasi oleh Susianthy (2006) sebesar 36,3%-44,35%, dan kitin hasil isolasi Yen dkk, (2008) sebesar 43,9%, serta kitin murni yang dianalisa oleh Yen dkk, (2008) sebesar 59,6%. Perbedaan warna kitin yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4.** Serbuk (a) Cangkang Kepiting (b) Kitin Tanpa *Bleaching* (c) Kitin Sesudah *Bleaching* dengan Aseton diikuti NaOCl 0,315%

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil isolasi kitin dari limbah cangkang kepiting tanpa *bleaching* didapatkan *yield* sebesar 24,44%, kadar air 4%, dan kadar abu 1,75%. Hasil analisa dengan spektrofotometer FTIR antara kitin tanpa *bleaching* dan sesudah *bleaching* diperoleh serapan-serapan relatif sama yang menunjukkan residu hasil isolasi adalah kitin dan tidak dipengaruhi oleh pelarut proses *bleaching*. Berdasarkan hasil uji warna dengan colorimeter, hasil terbaik yaitu pada penggunaan pelarut organik Aseton diikuti pelarut anorganik NaOCl 0,315% dengan tingkat *lightness* 100% dan *whiteness* 99,95%, kategori warna *white*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Focher, B., A. Naggi. G., Tarri. A. Cossami. 1992. Structural Differences Between Chitin Polymorphs and Their Precipitates From Solution Evidence From CP-MASS BrC-NMR.FT-IR and FT-Rahman Spectroscopy. *Charbohidrat Polymer*.
- Kaimudin, M., Leonupun, M. F. 2016. Karakterisasi Kitosan dari Limbah Udang dengan Proses *Bleaching* dan Deasetilasi yang Berbeda. *Jurnal Majalah BIAM* 12 (01) 1-7.
- Muzzarelli, R.A.A. 1977. *Chitin*. Pergamon Press Inc., Maxwell House. New York, U.S.A.
- No, H.K., Meyers, S.P., Lee, K.S. 1989. Isolation and Characterization of Chitin from Crawfish Shell Waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Vol 37 (3).
- Susianthy, M. 2006. Pengaruh Jenis Alat Penggiling Terhadap Karakteristik Kitin dari Kulit Rajungan. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Yen, M.T., Yang, J.H., Mau, J.L. 2008. Physicochemical Characterization of Chitin and Chitosan from Crab Shells. *Journal Carbohydrate Polymers* 75: 15-21.