

EEkstraksi dan Karakterisasi Kalsium dari Limbah Demineralisasi Kitin (Extraction and Characterization of Calcium from Demineralised Chitin Waste)

Eko Cahyono, Stevy Imelda Murniati Wodi, Jaka Frianto Putra Palawe

Teknologi Pengolahan Hasil Laut Politeknik Negeri Nusa Utara Tahuna
Jl. Kesehatan No 1 Tahuna, ekocahyono878@gmail.com

Abstrak: Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Lebih dari 99% kalsium ada di dalam tulang dan gigi, yaitu bersama-sama dengan fosfat membentuk kristal tidak larut yang disebut kalsium hidroksiapatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{Ca}(\text{OH})_2$). Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan dan mendayagunakan limbah demineralisasi kitin agar menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis tinggi dengan cara proses pembuatan kalsium. Kalsium yang dihasilkan diharapkan dapat membantu mengatasi gejala osteoporosis bagi kamu lansia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstraksi dengan menerapkan sistem zero waste. Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel limbah crustacea di industri pengolahan seafood selanjutnya dilakukan proses pembuatan kitin yang menghasilkan beberapa jenis limbah seperti limbah heating, limbah deproteinasi dan limbah demineralisasi. Limbah demineralisasi yang telah terkumpul selanjutnya diprecipitasi dengan menggunakan basa kuat seperti NaOH. Pengujian kalsium dilakukan untuk mengetahui mutu kalsium yang diekstraksi dari limbah demineralisasi. Produk kalsium yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan alami untuk mencegah penyakit osteoporosis dengan spesifikasi rendemen terbaik sebesar 64,80%, loss on drying sebesar 1,10%, loss on ignition sebesar 0,40%, nilai pH sebesar 7,65, kadar kalsium sebesar 97,80%, dan daya serap air sebesar 20,15%.

Kata Kunci: ekstraksi, karakterisasi, kalsium, limbah demineralisasi, kitin

Abstract: Calcium is a mineral that is most abundant in the body. More than 99% of calcium in the bones and teeth, together with phosphate to form insoluble crystals, called calcium hydroxyapatite ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{Ca}(\text{OH})_2$). This study aims to harness and leverage chitin demineralised waste in order to become a product that has high economic value in a way to making process calcium. The resulting calcium is expected to help overcome the symptoms of osteoporosis for the elderly. The method used in this study is the extraction by implementing a zero waste system. The study began with a sampling of crustacean waste in seafood processing industry chitin-making process is then performed which produces several types of waste such as heating waste, deproteination and demineralization waste. Demineralization waste that has been collected, subsequently precipitated by using strong bases such as NaOH. Testing was conducted to determine the quality of calcium extracted from demineralization waste. The resulting calcium product can be used as a natural ingredient to prevent osteoporosis disease with specifications best yield of 64.80%, loss on drying of 1.10%, loss on ignition of 0.40%, a pH value of 7.65, the levels of calcium amounting to 97.80%, and water absorption of 20.15%.

Keywords: extraction, characterization, calcium, waste demineralization, chitin

Wilayah perairan Indonesia yang sangat luas merupakan sumberdaya alam yang tidak ada habisnya. Semua potensi kelautan belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan komoditas perikanan

(udang, kepiting, lobster, dan rajungan) untuk keperluan konsumsi menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Rochima, *et al.* (2007) menyatakan bahwa cangkang *crustacea* mengandung kitin dalam kadar

tinggi berkisar antara 20-60% tergantung spesies. Abello, *et al.* (2002) menambahkan bahwa limbah padat *crustacea* (kepala, kulit, dan kaki) merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh pabrik pengolahan *seafood*. Nendes (2011) juga menambahkan bahwa selama ini limbah tersebut dikeringkan dan dimanfaatkan sebagai pakan dan pupuk dengan nilai ekonomi yang rendah.

Salah satu alternatif upaya pemanfaatan limbah cangkang *crustacea* agar memiliki nilai dan daya-guna limbah serta menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi adalah ekstraksi menjadi kitin, kitosan dan turunannya (Dutta, *et al.*, 2004). Proses transformasi kitin secara umum adalah tahap deproteinasi dan demineralisasi dengan menggunakan pelarut asam basah (Roig, *et al.*, 1999). Proses ini menghasilkan sebuah limbah yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dengan menerapkan sistem *zero waste*. Sistem ini memungkinkan tidak adanya limbah yang tersisa dari semua proses ekstraksi. Penerapan sistem *zero waste* pada limbah demineralisasi kitin akan menghasilkan produk baru yaitu kalsium.

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Lebih dari 99% kalsium ada di dalam tulang dan gigi, yaitu bersama-sama dengan fosfat membentuk kristal tidak larut yang disebut kalsium hidroksiapatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Muchtadi, *et al.*, 1993). Jumlah kalsium dalam plasma darah kurang lebih 10 mg/100 mL dengan jumlah lebih kecil di dalam sel-sel, sedangkan jumlah fosfor kurang lebih 4 mg/100 mL, lebih banyak terdapat dalam sel (Sediaoetama, 2000). Sisanya kalsium dalam tubuh berada dalam intra dan ekstraselular memegang peranan yang sangat vital dalam mengatur fungsi sel dan impuls syaraf (Linder, 1992).

Kebutuhan mineral esensial untuk manusia bervariasi dari beberapa mikrogram perhari sampai sekitar 1 g/hari. Jika konsumsi mineral tersebut rendah dalam kurun waktu tertentu, maka dapat menyebabkan defisiensi. Sebaliknya, jika konsumsi terlalu besar dapat menyebabkan terjadinya gangguan fungsi ginjal (Miller 1996). Kebutuhan kalsium untuk orang dewasa sekitar 800 mg/kg/hari dan kebutuhan yang lebih tinggi yaitu sekitar 1.200 mg/kg/hari digunakan untuk wanita hamil dan menyusui (Miller 1996). Seiring dengan pentingnya konsumsi kalsium dan semakin meningkatnya volume produksi limbah hasil industri pengolahan *seafood*. Perlu dilakukan sebuah upaya pemanfaatan limbah demineralisasi kitin sebagai sumber kalsium dan merupakan

alternatif pemanfaatan limbah yang tepat dalam rangka menyediakan sumber pangan kaya kalsium sekaligus mengurangi dampak buruk akibat pencemaran limbah pada industri pengolahan *seafood*.

Rumusan Masalah

Osteoporosis merupakan penyakit kekurangan kalsium dimana struktur dari tulang mengalami perubahan secara patologis. Perubahan ini ditandai dengan terjadi pelepasan mineral dalam tulang yang mengakibatkan menurunnya kepadatan tulang. Kerapuhan pada tulang umumnya menyerang lansia baik pria maupun wanita. Terapi secara farmakologis bertujuan untuk mengembalikan struktur tulang yang telah mengalami kerapuhan tetapi tidak menjamin efek kesehatan dimasa mendatang. Terapi pemberian kalsium secara alami dari limbah demineralisasi kitin diharapkan dapat memperbaiki struktur pada tulang tanpa adanya efek samping.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan dan mendayagunakan limbah demineralisasi kitin agar menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta memproduksi kalsium sebagai bahan alami untuk mencegah osteoporosis.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengurangi pencemaran limbah dan memberikan nilai tambah (*added value*) dalam pemanfaatan limbah hasil perikanan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2015 di Laboratorium Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Laut Politeknik Negeri Nusa Utara.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah *crustacea* (udang, kepiting, rajungan, dan lobster), Asam klorida (HCl), Natrium hidroksida (NaOH), Asam sulfat (H_2SO_4) pekat, kertas whatman 40, aluminium foil, dan aquades. Alat yang digunakan kompor listrik (Hitachi), beaker galss 2.000 mL (Pyrex), beaker galss 1.000 mL (Pyrex glass piala

40 mL (Pyrex), pengaduk glass, oven listrik (Yamato DV41), tanur listrik (Yamato), *Atomic Absorption Spektrofotometer* (AAS), timbangan analitik (Quattro), pH meter (Hanna), cawan porselin (Pyrex), glass ukur 15 mL (Pyrex), dan gegep.

Tahap Penelitian

Pada tahap pembuatan kalsium menerapkan sistem *zero waste* dari limbah demineralisasi (ekstraksi asam) kitin dengan konsentrasi HCl 16% b/v dan waktu pemanasan 120 menit. Sampel diekstraksi dalam beaker glass dengan konsentrasi dan lama pemanasan yang ditentukan. Precipitasi dengan NaOH 30, 40, 50, 60 dan 70% memisahkan sampel dan pengotor, selanjutnya dicuci dengan aquades hingga pH mencapai 6-7. Crude kalsium dipanaskan dengan menggunakan tanur listrik pada suhu 700 °C selama 4 jam sehingga diperoleh kalsium yang siap untuk digunakan.

Peubah yang Diamati

Rendemen kalsium (AOAC 2005)

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam mengetahui berat akhir suatu bahan setelah proses produksi. Persentase (%) berat kalsium dari limbah demineralisasi kitin dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat hasil kalsium}}{\text{Berat limbah demineralisasi kitin}} \times 100 (\%)$$

Loss on Drying (Ileleji et al. 2010)

Timbang 1 gram sampel kalsium (A). Cawan perti yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam. Sampel yang telah dipanaskan ditimbang kembali (B). Bobot yang hilang selama pemanasan (*loss on drying*) dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Loss on Drying} = \frac{A - B (\text{gram})}{A (\text{gram})} \times 100 (\%)$$

Loss on Ignition (Santisteban et al. 2004)

Residu pengapian dilakukan untuk mengukur berat sisa dari sampel ketika asam sulfat ditambahkan ke dalam sampel dan dinyalakan. Pengukuran residu pengapian dilakukan sebagai berikut: Cawan porselin dipanaskan dalam tanur listrik suhu 600 °C selama 30 menit. Cawan porselin ditimbang secara akurat dengan menggunakan timbangan analitik (B). Sebanyak 1 gram sampel ditimbang (C). Sebanyak

1 mL asam sulfat ditambahkan ke dalam sampel selanjutnya dipanaskan dengan *bunsen gas* menggunakan api kecil sampai sampel hangus terbakar secara menyeluruh. Sebanyak 1 mL asam sulfat ditambahkan pada sampel hangus sampai merata. Sampel dipanaskan kembali dengan api sedang sampai mengeluarkan asap putih. Sampel dimasukkan ke dalam tahir listrik pada suhu 600 °C selama 2 jam. Sampel ditimbang untuk mengetahui residu dari pembakaran (A). Perhitungan *Loss on Ignition* dengan rumus:

$$\text{Loss on Ignition} = \frac{A - B (\text{gram})}{C (\text{gram})} \times 100 (\%)$$

Derajat Keasaman (SNI 06-6989.11:2004)

Salah satu parameter yang ditetapkan dalam penentuan standar mutu kalsium adalah pH atau derajat keasamannya. Pengukuran pH adalah pengukuran banyaknya ion H⁺ pada suatu larutan. Cara determinasi pH kalsium menggunakan pH meter dengan cara menimbang sebanyak 1 gram sampel selanjutnya dituangkan ke gelas piala 40 mL yang telah berisi air dan mengukur tingkat keasamannya pada suhu 25 °C menggunakan pH meter.

Kadar Kalsium (Apriyantono 1989)

Penetapan kadar kalsium dilakukan dengan mengukur contoh yang sudah didestruksi secara basah pada *Atomic Absorbtion Spectrophotometer* (AAS) dengan menggunakan panjang gelombang 420 nm. Contoh didestruksi dengan campuran asam kemudian dipisahkan dari residunya.

Analisis kadar kalsium contoh dilakukan dengan menimbang 0,1 gram contoh halus yang kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL dan ditambahkan 10-13 mL campuran asam yang terdiri dari HNO₃, HClO₄ dan HCl (perbandingan 6:6:1), larutan didestruksi sampai berwarna jernih kemudian didinginkan. Setelah dingin, campuran hasil destruksi disaring dengan kertas saring Whatman. Pada saat penyaringan, labu Kjeldahl dan corong dibilas dengan air bebas ion sebanyak 4 kali. Volume hasil penyaringan ditera hingga 100 mL dan siap diukur pada AAS dengan panjang gelombang 420 nm.

Larutan stok standar kalsium 1000 ppm dibuat dengan cara menimbang 2,497 g CaCO₃ kemudian dilarutkan dengan asam nitrat 1:4 sampai 1 liter. Larutan standar dibuat dari larutan stok 1000 ppm. Seri larutan standar yang digunakan adalah 0, 2, 5, 10 dan 20 ppm dengan volume 100 mL. Larutan

standar tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan AAS. Berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan AAS pada seri larutan standar, diperoleh hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi melalui persamaan garis lurus $y = a + bx$ (y sebagai absorbansi dan x sebagai konsentrasi). Perhitungan kadar kalsium ditetapkan dengan rumus sebagai berikut:

$$(\text{Ca}) = \frac{(\text{Absorban cth} - \text{Absorban blgko}) \times \text{mL aliquot} \times \text{F pengencer}}{\text{Berat contoh (gram)}}$$

Analisis daya serap air metode gravimetri (Fardiaz *et al.* 1992)

Sebanyak 1 gram contoh ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse. Selanjutnya ditambahkan 10 mL air dan dikocok menggunakan forter mixer. Kemudian disentrifuse dengan kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit. Selanjutnya volume *supernatant* diukur dengan menggunakan gelas ukur 10 mL. Daya serap air ini dihitung sebagai berikut:

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Volume air awal} - \text{Volume supernatant}}{\text{Berat kering sample}}$$

Analisa Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap satu faktor yaitu larutan NaOH dengan lima taraf yaitu 30, 40, 50, 60, dan 70%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Model matematika yang digunakan dalam rancangan acak lengkap ini (Steel dan Torrie 1989) adalah:

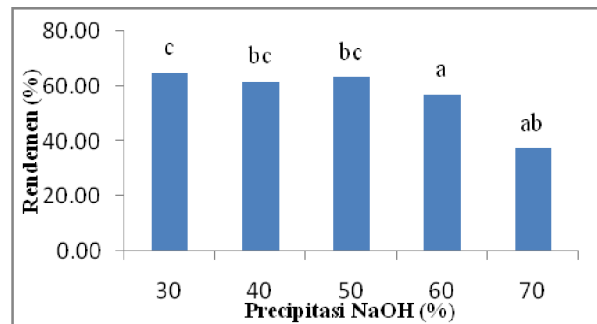
$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_j$$

Analisis data dilakukan menggunakan analisis ragam (Anova) dengan uji-F. Perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan derajat bebas pada taraf 5% dan berpengaruh nyata apabila nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dengan derajat bebas pada taraf 5%. Uji lanjut yang digunakan untuk mengetahui taraf terbaik dari masing-masing perlakuan adalah uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Calsium

Rendemen merupakan suatu parameter penting untuk mengetahui efektivitas dan efisien suatu proses produksi. Perhitungan rendemen berdasarkan presentase perbandingan antara berat akhir dengan berat awal calsium (Cahyono, 2015). Rendemen calsium dengan perlakuan precipitasi NaOH dapat dilihat pada Gambar 1.



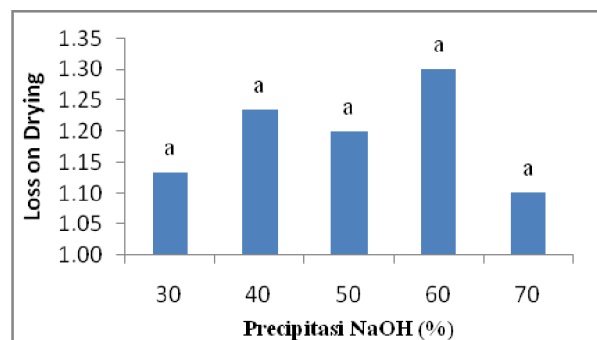
Gambar 1. Histogram rendemen calsium

Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata rendemen calsium dari limbah demineralisasi kitin yang diperoleh berkisar antara (37,50–64,80%). Rendemen terendah diperoleh pada precipitasi NaOH 70%, sedangkan rendemen tertinggi diperoleh pada precipitasi NaOH 30%.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan precipitasi dengan basa NaOH memberikan pengaruh nyata terhadap rendemen ($p < 0,05$). Berdasarkan uji lanjut Duncan peningkatan konsentrasi NaOH pada proses precipitasi cenderung menurunkan rendemen. Hal ini diduga karena semakin tinggi konsentrasi basa NaOH yang diberikan semakin lama pula proses netralisasi. Tahap netralisasi dilakukan secara manual dimana dalam tahap ini calsium yang telah diperoleh akan ikut terbuang pada proses penetralan, sehingga menurunkan rendemen. Menurut Murtiningrum (1997) rendemen yang tertinggi belum tentu akan menghasilkan kadar calsium tertinggi, tetapi ditentukan juga oleh faktor-faktor lain seperti rendahnya kandungan lainnya (protein, lemak, dan mineral non calsium) dalam bahan tersebut.

Loss on Drying

Pengujian *Loss on Drying* dilakukan untuk mengukur jumlah air dan bahan volatil yang terdapat pada sampel dengan caramengeringkan di bawah kondisi atau suhu tertentu (Cahyono, 2015). Nilai LoD calsium pada perlakuan precipitasi NaOH dapat dilihat pada Gambar 2.



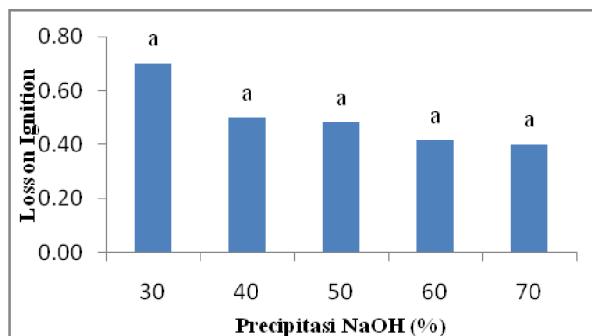
Gambar 2. Histogram Loss on Drying calsium

Berdasarkan hasil penelitian nilai LoD calcium berkisar antara (1,10-1,30%). Nilai LoD calcium terjadi peningkatan secara berkala pada precipitasi NaOH 30% sebesar (1,13%) dan konsentrasi NaOH 40% sebesar (1,23%). Pada precipitasi NaOH 50% terjadi penurunan nilai LoD sebesar (1,20%) nilai ini tidak lebih rendah dari perlakuan NaOH 30% sedangkan, pada precipitasi NaOH 60% terjadi peningkatan sebesar (1,30%) dan pada perlakuan NaOH 70% terjadi penurunan yang sangat drastis dengan nilai LoD mencapai (1,10%).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam perlakuan precipitasi NaOH tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *Loss on Drying* ($p > 0,05$). Perbedaan nilai LoD disetiap perlakuan diduga dikarenakan teknik pengemasan yang tidak maksimal dimana setiap bahan bila diletakkan dalam udara terbuka maka kadar air akan mencapai kesetimbangan dengan kelembaban udara disekitarnya.

Loss on Ignition

Loss on Ignition merupakan residu anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik bahan pangan. LoI merupakan bagian dari analisis proksimat yang bertujuan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu produk atau bahan pangan terutama total mineral (Cahyono, 2015). Total *loss on ignition* calcium dengan perlakuan precipitasi basa NaOH dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Loss on Ignition calcium

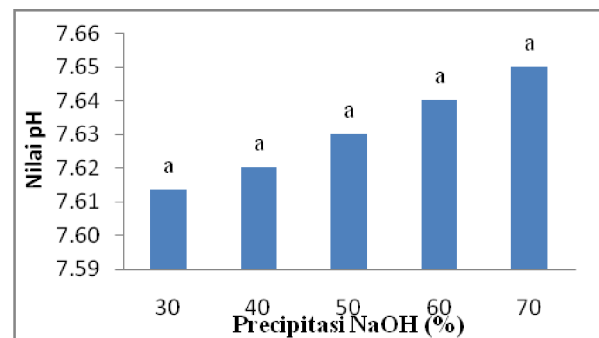
Rata-rata hasil uji LoI menunjukkan bahwa nilai residu pembakaran calcium berkisar antara 0,40-0,70%. Nilai LoI yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan disetiap perlakuan precipitasi NaOH. Nilai LoI terendah diperoleh pada perlakuan precipitasi NaOH 70% sedangkan, nilai LoI tertinggi diperoleh pada perlakuan NaOH 30%.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan precipitasi basa NaOH tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai LoI

calcium ($p > 0,05$). Penurunan nilai LoI pada setiap perlakuan diduga dikarenakan proses ekstraksi calcium dengan asam HCl dan dilanjutkan precipitasi basa NaOH yang berbeda menghasilkan nilai LoI yang lebih rendah. Hal ini erat kaitannya dengan terlepasnya gugus Cl^- dari HCl dan gugus OH^- dari NaOH yang menyebabkan sebuah larutan atau bahan menjadi garam organik (NaCl).

Nilai pH

Nilai pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda (Cahyono 2015). Nilai pH calcium pada perlakuan precipitasi NaOH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram nilai pH calcium

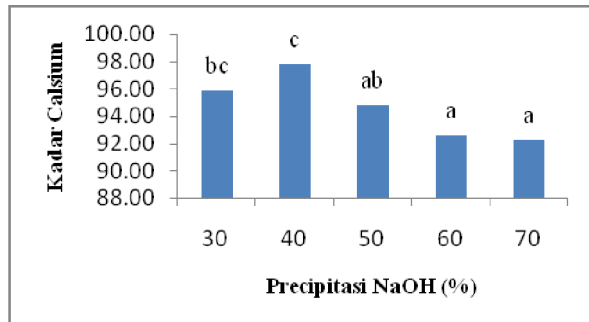
Berdasarkan hasil penelitian nilai derajat keasaman calcium berkisar antara 7,61-7,65. Nilai pH yang dihasilkan cenderung mengalami peningkatan disetiap perlakuan precipitasi NaOH. Nilai pH terendah diperoleh pada perlakuan precipitasi NaOH 30% sedangkan, nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan NaOH 70%. Nilai pH yang diperoleh dalam penelitian ini diupayakan untuk mencapai pH netral.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan precipitasi NaOH tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai pH ($p < 0,05$). Perbedaan nilai pH pada setiap perlakuan diduga diakibatkan adanya penambahan konsentrasi NaOH tidak maksimalnya proses penetralan, sehingga masih menyisakan konsentrasi asam pada bahan. Trilaksani, *et al.* (2006) menyatakan bahwa setiap bahan yang diekstraksi dengan menggunakan larutan basa ataupun asam akan memiliki kecenderungan memiliki nilai pH sesuai dengan bahan pelarutnya.

Kadar Calcium

Calcium terdapat dalam berbagai bentuk diantaranya adalah kalsium fosfat, calcium sitrat dan

calcium asetat. Pada hewan laut khususnya *crustacea* sebanyak 99% kalsium terdapat pada jaringan tubuh dan kerangka (Nabil 2005). Kadar calcium perlakuan precipitasi NaOH dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram kadar calcium

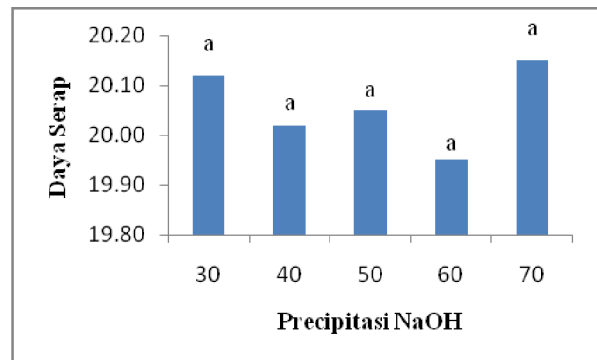
Berdasarkan hasil penelitian kadar calcium berkisan antara 92,20-97,80%. Kadar calcium yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan disetiap perlakuan precipitasi NaOH. Nilai kadar calcium terendah diperoleh pada perlakuan precipitasi NaOH 70% sedangkan, nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan NaOH 40%. Nilai kadar calcium yang diperoleh diharapkan mampu memenuhi kebutuhan calcium bagi penderita osteoporosis berdasarkan tingkat kemurniannya.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan precipitasi NaOH memberikan pengaruh nyata terhadap kadar calcium ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan bahwa unsur mineral relatif stabil dengan adanya proses pemanasan, sebagaimana yang disampaikan Haris dan Karnas (1989) yang menyatakan bahwa proses pemanasan dengan cara perebusan dalam larutan HCl tidak berpengaruh penting pada kadar kalsium yang dihasilkan.

Daya Serap

Daya serap air merupakan nilai rata-rata penyerapan air. Nilai daya serap air cenderung meningkat, sejalan dengan semakin rendahnya kadar air bahan (Nabil 2005). Nilai daya serap calcium pada perlakuan precipitani NaOH dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil penelitian nilai daya serap air produk calcium berkisan antara 19,95-20,15%. Nilai daya serap air produk calcium yang dihasilkan cenderung mengalami fluktuatif disetiap perlakuan precipitasi NaOH. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan nilai *loss on drying* calcium. Semakin tinggi mutu dari *loss on drying* semakin tinggi pula daya



Gambar 6. Histogram daya serap calcium

serap air produk calcium. Nilai daya serap calcium terendah diperoleh pada perlakuan precipitasi NaOH 60% sedangkan, daya serap calcium tertinggi diperoleh pada perlakuan NaOH 70%.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan precipitasi NaOH tidak memberikan pengaruh nyata terhadap daya serap produk calcium ($p > 0,05$). Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap air suatu bahan pangan adalah porositas, polaritas dan komposisi kimia bahan. Porositas bahan ditunjukkan dengan nilai densitas kamba bahan tersebut, semakin besar porositas bahan maka semakin kecil densitas kambanya (Munarso, 1989).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa produk calcium dari ekstraksi limbah demineralisasi kitin dapat digunakan sebagai bahan alami untuk mencegah penyakit osteoporosis dengan spesifikasi rendemen terbaik sebesar 64,80%, *loss on drying* sebesar 1,10%, *loss on ignition* sebesar 0,40%, nilai pH sebesar 7,65, kadar calcium sebesar 97,80%, dan daya serap air sebesar 20,15%.

Saran

Disarankan penggunaan tepung calcium dari limbah demineralisasi kitin dengan caramelakukan fortifikasi ke dalam bahan makanan yang lain.

DAFTAR RUJUKAN

- Ablo, P., Carbonell, A., Torres, P. 2002. Biogeography of benthic crustaceans on the shelf and upper slop of the iberian peninsula mediterranean coasts: implication for the establishment of natural management areas. *Scientia Maria*. 66(2):183-196.

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Maryland: Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Sedarwati, Budiyanto, S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Cahyono, E. 2015. *Produksi Glucosamin dengan Metode Hidrolisis Bertekanan sebagai Bahan Penunjang Kesehatan Sendi*. [Tesis]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Dutta, P.K., Dutta, J., Tripathi, V.S. 2004. Chitin and chitosan, chemistry, properties and applications. *Journal of Scientific and Industrial*. 63(5):20-23.
- Fardiaz, D., Andarwulan, N., Wijaya, H., Puspitasari, L.N. 1992. *Petunjuk Laboratorium: Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Haris, R.S., Karmas, E. 1989. *Evaluasi Gizi pada Pengolahan Bahan Pangan*. Achmadi S, Penerjemah; Bandung: Penerbit ITB.
- Ileleji, K.E., Gracia, A.A., Kingsly, A.R.P., Clemetson, C.L. 2010. Comparison of standard moisture loss on drying methods for determination of moisture content of corn distillers dried grains with solubles. *Journal of Association of Official Analytical Chemists International*. 93(3):825-831.
- Linder, M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Klinis*. Jakarta: UI Press.
- Miller, D.D. 1996. Chapter Milk (Mineral). Di dalam: Owen C, Fennema OR, editors. *Food Chemistry*. 3th Edition. New York: Cornell University.
- Muchtadi, D., Palupi, N.S., Astawan. 1993. *Metabolisme Zat Gizi*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Murtiningrum. 1997. Ekstraksi kalsium dari tulang ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dengan teknik deproteinasi [Skripsi]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Roig, M.J., Alegria, A., Barbera, R., Farre, R., Lagarda M.J. 1999. Calcium dialysability as an estimation of bioavailability in human milk, cow milk and infant formulas. *Food Chem*. 64: 403-409.
- Rochima, E., Suhartono, M.T., Sugiyono, D.S. 2007. Viscosity and Molecule Weight of Enzymatic Reaction Chitosan by Chitin Deacetylase from (*Bacillus papandayan* K29-14) Isolate. [internet]. Hal 1-18. [7 januari 2014]. <http://chemistry.unpad.ac.id/isroceeding/Pdf/OP/03050310%20OP081%2020Emma%20Rochima.pdf>.
- Sediaoetama, A.D. 2000. *Ilmu Gizi: untuk Mahasiswa dan Profesi*. Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah bagian 11: Cara uji derajat keasaman pH dengan menggunakan alat pH meter. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Steel RBD, Torrie, J.H. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Jakarta (ID): Gramedia.
- Trilaksani, W., Salamah, E., Nabil, M. 2006. Pemanfaatan limbah tulang ikan tuna (*Thunnus* sp.) sebagai sumber kalsium dengan metode hidrolisis protein. *Buletin Teknologi Hasil Perairan*. 9(2):01-12.