

PENELITIAN EKSTRAKSI KALSIMUM DARI TULANG IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis* L.)

Jamal Basmal¹⁾, R.H. Suprpto²⁾, dan Murtiningrum³⁾

ABSTRAK

Ekstraksi kalsium dari tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) telah dilakukan dengan teknik deproteinisasi menggunakan larutan alkali (NaOH). Normalitas larutan NaOH yang digunakan berturut-turut: 0,5; 1,0; dan 1,5N; sedangkan waktu ekstraksi 12, 16, dan 20 jam pada suhu 50°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan normalitas larutan NaOH dan lama waktu ekstraksi telah menurunkan rendemen, kadar air, protein, lemak, sebaliknya telah meningkatkan kadar abu, kalsium, fosfor, dan derajat putih. Perlakuan terbaik yang diperoleh adalah penggunaan larutan NaOH 1,5N dengan lama waktu ekstraksi 20 jam yang dapat meningkatkan rendemen hingga 24,3% (bk), kadar kalsium 26,2% (bk), dan kadar fosfor hingga 42,2% (bk).

ABSTRACT: *Study on the extraction of fish bone calcium from skipjack (*Katsuwonus pelamis* L.). By: Jamal Basmal, R.H. Suprpto, and Murtiningrum.*

*An experiment to extract fish bone calcium from skipjack (*Katsuwonus pelamis*) was carried out using deproteinisation technique. The sodium hydroxide was used as a solvent for deproteinisation at various concentration levels (0.5; 1.0; and 1.5N). The deproteinisation was carried out at 50°C for 12, 16, and 20 hours. Results of experiment showed that increasing concentration of NaOH solution and deproteinisation time decreased the yield, moisture, protein, and fat contents, but increased ash, calcium, and phosphate contents, as well as whiteness degree of product. The combination of 1.5N sodium hydroxide and 20 hour deprotenisation period increased calcium content, phosphor content, and yield up to 26.2% dry bases (db), 42.2% (db), and 24.3% (db), respectively.*

KEYWORDS: *fish bone, calcium, phosphor, and extraction.*

PENDAHULUAN

Pada industri pengolahan hasil perikanan selalu terdapat sisa olahan yang terdiri atas tulang, isi perut, dan limbah sisa pengolahan. Perkiraan limbah dari hasil pengolahan seperti dalam pembuatan ikan kayu dan filet ikan adalah sebesar 45% (Basmal *et al.*, 1998), sedangkan limbah dari pengalengan diperkirakan sebesar 25%-30%. Selama ini limbah tersebut baru dimanfaatkan untuk membuat tepung ikan dengan kualitas rendah atau dibuat sebagai pupuk organik. Padahal sebagian besar sisa olahan ini merupakan sumber protein, lemak (lemak tak jenuh), dan sumber mineral esensial. Trikalsium fosfat yang berasal dari tulang ikan termasuk dalam kelompok kalsium esensial. Sisa olahan dari isi perut dapat diekstrak enzim protease yang sangat bermanfaat untuk penanganan cumi-cumi, sedangkan tulang dan sisik ikan kaya akan kalsium dalam bentuk trikalsium fosfat.

Kebutuhan mineral terutama kalsium untuk manusia di segala kelompok umur sangat tinggi. Sekarang ini asupan kalsium tiap hari yang direko-

mendasikan selama masa kanak-kanak di bawah sepuluh tahun adalah 800 mg/hari, remaja dan orang hamil sebesar 1.200 mg/hari, serta untuk orang dewasa memerlukan antara 500-700 mg/hari. Menurut Sudarisman (1996), untuk memenuhi asupan kalsium selama ini diperoleh dari perpaduan senyawa organik dan anorganik seperti kalsium karbonat, dolomit (campuran kalsium dan magnesium karbonat), dan kalsium sitrat telah banyak dijumpai dan merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai sumber kalsium. Akan tetapi asupan dari campuran antara kalsium organik dan anorganik tidak dapat langsung dicerna oleh tubuh, sebaliknya kalsium yang berasal dari tulang ikan dapat langsung dicerna oleh tubuh. Sada (1984) memperkirakan dalam 100-120 ton ikan cakalang segar terkandung kira-kira dua ton tulang dan yang telah dimanfaatkan baru sekitar 2%.

Kalsium yang berasal dari hewan seperti limbah olahan produk perikanan sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia, pada hal tulang ikan mengandung trikalsium fosfat yang sangat ideal untuk tubuh manusia. Rasio tulang manusia sebagian besar terdiri atas 1 : 2 (kalsium :

¹⁾ Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Laut

²⁾ Pengajar pada Institut Pertanian Bogor

³⁾ Mahasiswi pada Institut Pertanian Bogor

fosfat) dan ini sangat sesuai dengan rasio kalsium : fosfat dalam tulang ikan (1:2).

Untuk dapat dimanfaatkan sebagai asupan kalsium, maka tulang ikan perlu dilakukan pemisahan trikalsium fosfatnya dari unsur-unsur lain seperti serat, gelatin, lemak, protein, dan vitamin. Teknik yang dapat mereduksi bahan-bahan selain trikalsium fosfat adalah teknik deproteinisasi. Prinsip dari ekstraksi trikalsium fosfat yaitu menghilangkan protein pada tulang dengan cara hidrolisis protein.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kemungkinan pemanfaatan tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebagai sumber mineral (trikalsium fosfat) dengan mengkaji pengaruh normalitas pelarut alkali sebagai larutan NaOH dan lama ekstraksi terhadap kadar kalsium yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang berasal dari sisa olahan pembuatan ikan kayu (*Arabushi*). Limbah ikan cakalang yang terdiri atas tulang sejati dan sirip ekor dibersihkan dari sisa-sisa daging yang melekat pada tulang. Bobot rata-rata per tulang adalah $24,8 \pm 9,3$ g per ekor. Tulang-tulang tersebut direduksi ukurannya yang bertujuan untuk memperluas permukaan bahan yang kontak dengan larutan alkali. Jenis larutan bahan kimia yang digunakan untuk memisahkan protein dari tulang adalah natrium hidroksida.

Metode

Penelitian terdiri atas penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dimaksudkan untuk menentukan perbandingan antara larutan NaOH dan volume bahan. Tulang-tulang yang telah diperkecil ukurannya dihidrolisis menggunakan larutan

NaOH 0,5N dengan perbandingan antara volume larutan NaOH dan bobot bahan adalah berturut-turut: 1 : 2; 2 : 2; 3 : 2; 4 : 2; dan 5 : 2. Campuran bahan dan larutan NaOH dihidrolisis selama 18 jam dalam oven pada suhu 50°C dan selanjutnya hasil hidrolisis dinetralkan dengan pencucian menggunakan akua-des. Pencucian dilakukan berulang kali hingga pH menunjukkan netral. Kemudian bahan tersebut dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C selama 12 jam dan setelah itu digiling menggunakan *mesh* 40. Hasil penelitian pendahuluan ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan penelitian utama. Pada penelitian utama normalitas alkali (NaOH) yang digunakan adalah 0,5; 1,0; dan 1,5N dengan waktu ekstraksi 12, 16, dan 20 jam pada suhu 50°C.

Jenis analisis adalah kadar air, abu, protein, dan lemak (AOAC, 1980), derajat putih (Hunt, 1991), kalsium dan fosfor (Apriyantono *et al.*, 1988), serta penentuan rendemen.

HASIL DAN BAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Hasil analisis proksimat tulang ikan cakalang dapat dilihat pada Tabel 1. Protein merupakan kandungan terbesar setelah kadar air. Penghilangan kandungan protein semaksimal mungkin dari tulang merupakan salah satu cara untuk memperoleh kadar kalsium setinggi mungkin.

Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa penurunan kadar protein tertinggi diperoleh pada perbandingan 4 : 2, dan perbandingan ini digunakan pada penelitian utama. Pada perbandingan yang lebih tinggi yaitu 5 : 2 (Tabel 2) terjadi penurunan kemampuan untuk menghilangkan protein sehingga kadar protein bahan baku lebih tinggi.

Rendemen

Rendemen kalsium yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 24,3%-57,2% (bk). Faktor

Tabel 1. Hasil analisis proksimat tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*).
Table 1. Proximate composition of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) bone.

Parameter	Jumlah (Total)	
	% (b/b)/(wb)	% (b/k)/(db)
Kadar air (<i>Moisture content</i>)	56.1	127.8
Kadar abu (<i>Ash content</i>)	17.2	39.2
Kadar lemak (<i>Fat content</i>)	3.3	7.6
Kadar protein (<i>Crude protein</i>)	23.1	52.5

b/b = bobot basah; wb = wet bases
b/k = bobot kering; db = dry bases

Tabel 2. Kadar protein kalsium dari berbagai perbandingan volume larutan 0,5N NaOH dan bobot tulang ikan.

Table 2. Protein content of calcium obtained from several ratios of 0.5N NaOH solution and fish bone weight.

Perbandingan volume ekstraksi Ratio extraction volume	Kadar protein Protein content (% bk/db)
1 : 2	24.83
2 : 2	22.11
3 : 2	18.11
4 : 2	13.59
5 : 2	21.88

bk = bobot kering; db = dry bases

yang mempengaruhi rendemen kalsium tulang ikan cakalang yaitu normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi. Histogram hubungan normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi terhadap rendemen dapat dilihat pada Gambar 1.

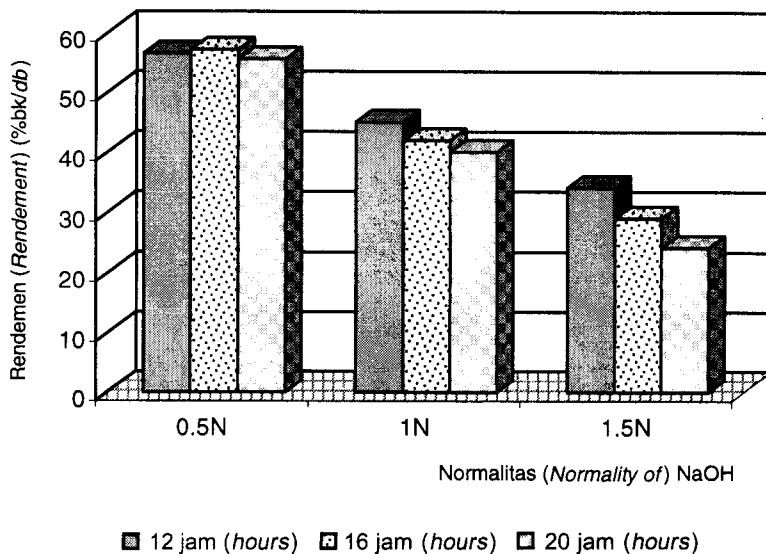
Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa peningkatan normalitas larutan NaOH cenderung menurunkan rendemen. Hal ini diduga dengan meningkatnya normalitas NaOH yang diberikan, semakin banyak komponen nonmineral (air, protein, lemak, dan vitamin) dalam bahan baku tulang akan terlarut ke dalam larutan NaOH. Di samping itu, faktor waktu ekstraksi juga mempunyai risiko tinggi terhadap penurunan rendemen. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi

berpengaruh nyata terhadap rendemen yang dihasilkan, sedangkan interaksi antara perlakuan normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen.

Rendemen yang tinggi belum tentu menghasilkan kadar kalsium tinggi, karena ada faktor-faktor lain yang juga berpengaruh seperti kandungan protein dalam bahan.

Kadar air

Kadar air produk kalsium yang diperoleh berkisar antara 4,5%-7,2% (bk). Hasil analisis sidik ragam yang dilakukan terhadap kadar air menunjukkan bahwa larutan NaOH, lama ekstraksi serta interaksi



Gambar 1. Histogram hubungan normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi terhadap rendemen.
Figure 1. Correlation between NaOH concentration and extration time on calcium yield.

antara normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air ($p>0,01$).

Kadar abu

Kadar abu dari produk kalsium untuk semua perlakuan berkisar antara 67,0%-84,6%. Kadar abu tertinggi ditemukan pada perlakuan menggunakan larutan NaOH 1,5N dengan waktu ekstraksi 20 jam, sedangkan yang terendah ditemukan pada perlakuan normalitas pelarut 0,5N NaOH dengan waktu ekstraksi 16 jam. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa normalitas larutan NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu kalsium tulang ikan begitu pula lama ekstraksi dan interaksi antara normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi berpengaruh nyata terhadap kadar abu kalsium tulang ikan ($p>0,01$).

Histogram hubungan normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi terhadap kadar abu dapat dilihat pada Gambar 2. Peningkatan normalitas larutan NaOH yang digunakan cenderung akan meningkatkan kadar abu yang dihasilkan. Hal ini diduga karena semakin tingginya normalitas larutan NaOH, akan meningkatkan kemampuan larutan NaOH untuk melarutkan komponen nonmineral yang terkandung dalam bahan. Dengan semakin rendahnya komponen nonmineral pada tulang akan semakin meningkatkan persentase relatif abu terhadap bahan.

Peningkatan lama ekstraksi dan normalitas larutan NaOH akan cenderung meningkatkan kadar abu karena semakin lama waktu ekstraksi akan semakin lama produk berhubungan dengan pelarut dan se-

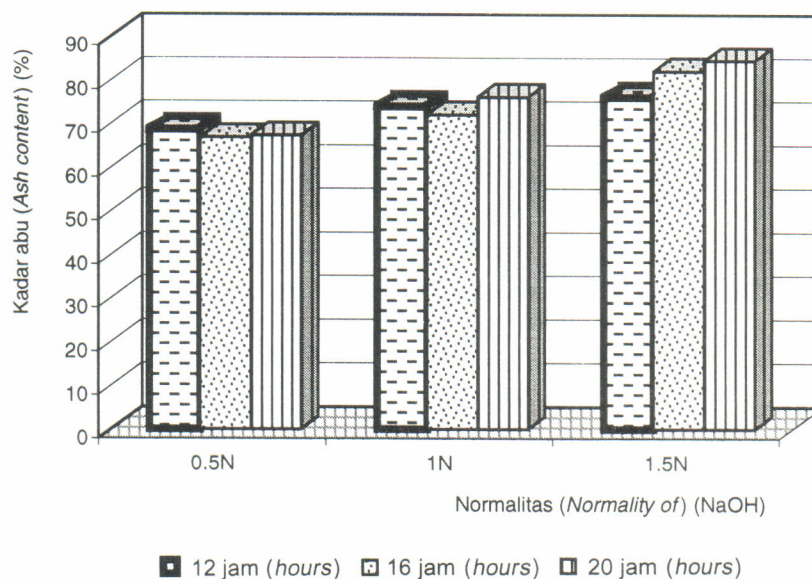
bagai akibatnya akan semakin banyak komponen nonmineral yang terlarut.

Kadar protein kasar

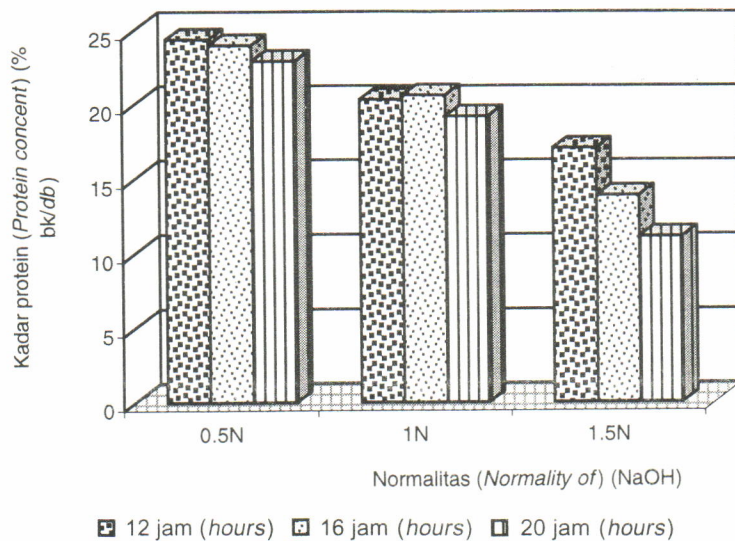
Kadar protein kasar yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 11,6%-24,4% (bk) dengan kadar protein tertinggi pada perlakuan menggunakan larutan ekstrak 0,5N NaOH dengan waktu ekstraksi selama 12 jam, sedangkan yang terendah ditemukan pada perlakuan menggunakan larutan NaOH 1,5N dengan lama waktu ekstraksi selama 20 jam. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi berpengaruh nyata terhadap kadar protein yang dihasilkan. Interaksi antara normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar protein ($p>0,01$).

Histogram hubungan normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi terhadap kadar protein dapat dilihat pada Gambar 3. Peningkatan normalitas larutan NaOH cenderung akan menurunkan kadar protein.

Peningkatan waktu ekstraksi juga berpengaruh terhadap kelarutan protein dalam pelarutnya yakni semakin lama waktu ekstraksi maka semakin rendah kadar protein dalam kalsium ikan. Pada penelitian ini penggunaan waktu ekstraksi selama 20 jam pada suhu 50°C mempunyai nilai protein terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kepolaran protein akan bertambah dengan semakin lamanya waktu hidrolisis mengakibatkan pemecahan ikatan



Gambar 2. Kadar abu produk kalsium tulang dari ikan cakalang.
 Figure 2. Ash content of calcium obtained from skipjack tuna bone.



Gambar 3. Kadar protein produk kalsium tulang ikan cakalang.
 Figure 3. Crude protein of calcium obtained from skipjack tuna bone.

peptida yang selanjutnya meningkatkan gugus NH_2 dan COOH yang bersifat polar (Harrow & Mazur, 1961). Menurut Karmas (1982) hidrolisis menggunakan larutan NaOH dapat melarutkan protein dengan cepat dengan perkiraan protein terlarut mencapai 90% dari total protein ikan tanpa merusak nilai gizi dari protein. Dalam penelitian ini jumlah protein tidak semuanya terlarut, hal ini diduga karena proses hidrolisis menggunakan larutan NaOH hanya dilakukan satu kali sehingga larutan NaOH tidak dapat memutuskan semua ikatan peptida yang menghubungkan asam-asam amino secara keseluruhan.

Kadar lemak

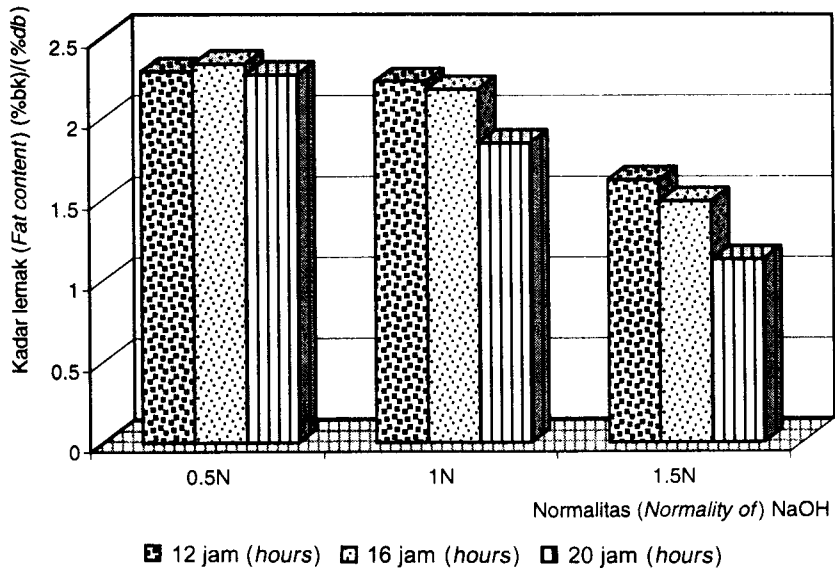
Lemak merupakan salah satu komponen yang harus dihilangkan dalam pembuatan produk kalsium ikan karena selama penyimpanan lemak tersebut akan mengalami proses autooksidasi dan bereaksi dengan kalsium yang menyebabkan mutu produk yang dihasilkan menurun.

Hasil pengukuran kadar lemak pada produk kalsium yang dihasilkan pada penelitian ini adalah berkisar antara 1,1%-2,3% (bk). Hasil tertinggi ditemukan pada perlakuan normalitas NaOH 0,5N dengan lama waktu ekstraksi 12 jam, sedangkan yang terendah pada produk kalsium dengan perlakuan normalitas 1,5N NaOH dengan lama waktu ekstraksi 20 jam. Hasil tersebut membuktikan bahwa peningkatan normalitas larutan NaOH dan lama ekstraksi dapat mengurangi kadar lemak kalsium. Winarno (1992) mengatakan bahwa dengan adanya air, lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak,

dan reaksi ini dipercepat dengan adanya basa, asam atau enzim. Lemak dengan larutan NaOH akan membentuk proses saponifikasi yang dapat mempengaruhi kandungan lemak produk kalsium. Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa normalitas larutan NaOH, lama ekstrak dan interaksi antara keduanya memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,01$). Pada Gambar 4 disajikan kadar lemak dalam produk kalsium setelah pengolahan.

Derajat putih

Derajat putih produk kalsium yang diukur dengan menggunakan alat khromameter berkisar antara 66,1%-77,4%. Suatu bahan benar-benar menunjukkan warna putih bila dari hasil pembacaan menggunakan alat khromameter mempunyai nilai $w = 100\%$. Nilai tertinggi derajat putih ditemukan pada produk kalsium yang dibuat dengan larutan 1,5N NaOH dengan lama waktu ekstraksi 16 jam, sedangkan yang terendah pada produk kalsium yang dibuat dengan larutan 0,5N NaOH dengan waktu ekstraksi 12 jam. Analisis sidik ragam membuktikan bahwa variasi normalitas larutan NaOH dan lama waktu ekstraksi yang diberikan serta interaksi keduanya memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan derajat putih produk kalsium yang dihasilkan. Produk kalsium ikan yang diperoleh berwarna krem/kuning sangat muda, hal ini diduga karena adanya pengaruh reaksi oksidasi lemak dan pencoklatan (reaksi Maillard). Menurut Meyer (1969) dan Whistler & Daniel (1985) reaksi pencoklatan dapat terjadi karena adanya reaksi antara karbohidrat khususnya

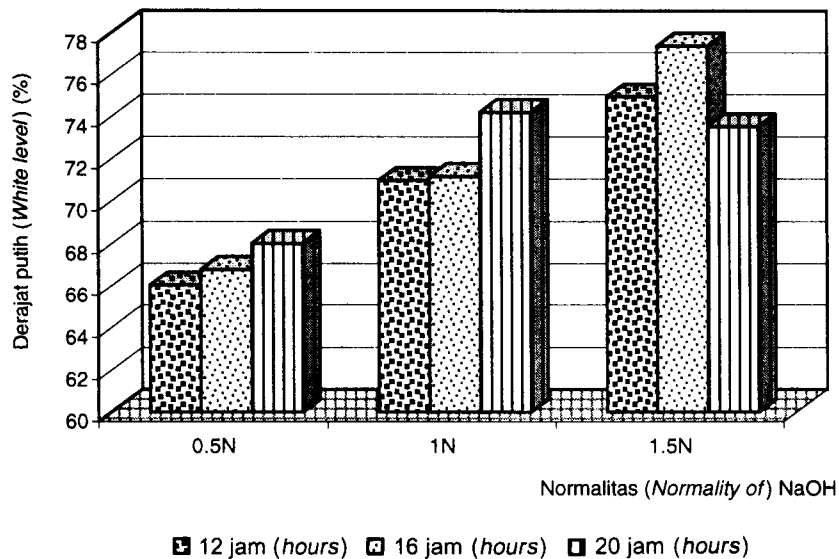


Gambar 4. Kadar lemak produk kalsium dari tulang ikan cakalang setelah pengolahan.
 Figure 4. Fat content of calcium obtained from skipjack tuna bone.

gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan warna coklat. Intensitas warna coklat yang dihasilkan tergantung pada jumlah gula pereduksi yang bereaksi dengan gugus amina primer dan kecepatan reaksi. Reaksi ini lebih mudah terjadi dalam suasana basa dan suhu tinggi. Pada Gambar 5 dapat dilihat nilai derajat putih produk kalsium setelah mendapat perlakuan alkali.

Kadar kalsium

Kalsium pada ikan diperkirakan sebanyak 99% terdapat pada tulang sejati, kerangka dan sirip. Persentase bobot basah kalsium pada ikan secara keseluruhan antara 0,5%-1,0% dengan rasio antara kalsium dan fosfor adalah 0,7 : 1,6 (Lovell, 1989). Setelah mengalami proses deproteinisasi mengguna-



Gambar 5. Derajat putih kalsium dari tulang ikan cakalang setelah pengolahan.
 Figure 5. Degree of whiteness of calcium obtained from skipjack tuna bone after processing.

kan berbagai variasi normalitas larutan NaOH dan waktu ekstraksi ditemukan bahwa kadar kalsium berkisar antara 15,1%-26,2% (bk). Kadar kalsium tertinggi ditemukan pada produk yang diperlakukan dengan larutan 1,5N NaOH dengan lama waktu 20 jam sebesar 26,2% (bk). Sedangkan terendah ditemukan pada produk dengan larutan 1,0N NaOH dengan lama waktu ekstraksi 16 jam sebesar 15,1% (bk). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi konsentrasi larutan NaOH, lama waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kadar kalsium produk ($p>0,01$). Hal ini diduga bahwa larutan alkali seperti larutan NaOH yang diberikan tidak bereaksi dengan kalsium, tetapi bereaksi dengan protein, lemak, dan vitamin serta mineral lainnya. Karmas (1982) menyebutkan bahwa pada akhir hidrolisis protein menggunakan larutan alkali akan ditemukan bahan yang tidak larut yang terdiri atas protein tidak larut serta fraksi-fraksi tulang. Selanjutnya dikatakan bahwa bila proses ini dilanjutkan dengan menggunakan sentrifus akan dihasilkan larutan protein dan tulang yang tidak larut dan protein kaya akan mineral. Selain itu, diduga bahwa kalsium yang terdapat di dalam tulang ikan membentuk kompleks trikalsium-fosfat yang sulit sekali dipisahkan. Kirk & Othmer (1964) menyatakan bahwa kalsium orthofosfat baik monokalsiumfosfat, dikalsiumfosfat, ataupun trikalsiumfosfat sulit berada dalam kesetimbangan.

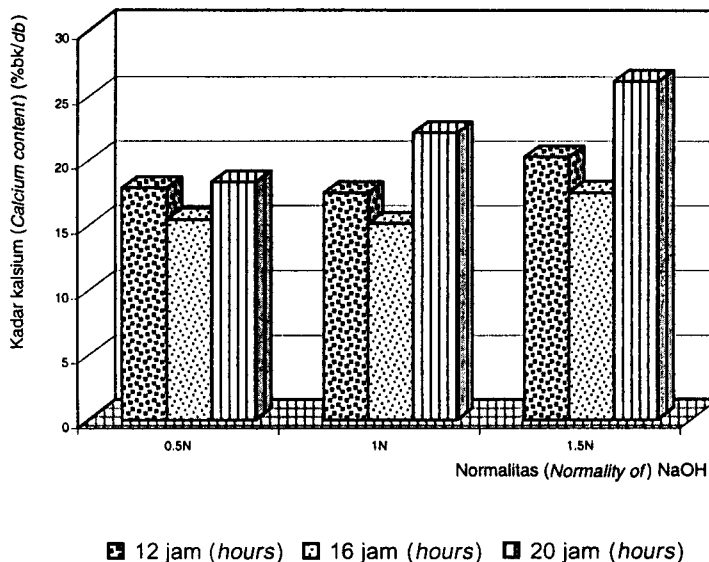
Peningkatan normalitas larutan NaOH yang dikombinasikan dengan peningkatan waktu ekstraksi terbukti dapat meningkatkan kadar kalsium produk

yang terekstrak (Gambar 6). Hal ini diduga bahwa semakin besar kesempatan pelarut melarutkan komponen nonmineral yang terdapat di dalam bahan. Selain itu semakin lama waktu ekstraksi yang diberikan akan semakin lunak bahan yang diperlakukan sehingga memberikan kesempatan pada larutan NaOH lebih banyak lagi bereaksi dengan protein, lemak, dan vitamin.

Kadar fosfor

Kadar fosfor dalam tulang ikan (sirip, tulang sejati, dan kepala) diperkirakan sebanyak 85%–90% yang terikat dalam bentuk trikalsiumfosfat (Lovell, 1989). Hasil penelitian ditemukan bahwa kadar fosfor pada produk kalsium dari tulang sejati ikan cakalang berkisar antara 31,1%–42,2% (bk). Kadar fosfor tertinggi ditemukan pada produk kalsium dengan perlakuan menggunakan normalitas pelarut 1,5N NaOH dengan waktu ekstraksi selama 20 jam yakni sebesar 42,2%, sedangkan kadar fosfor terendah ditemukan pada produk kalsium dengan penggunaan normalitas 0,5N NaOH dengan waktu ekstraksi selama 16 jam yakni sebesar 31,1% (bk).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa normalitas larutan NaOH, lama waktu ekstraksi, dan interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan kadar fosfor produk kalsium. Hal ini diduga karena mineral baik kalsium maupun fosfor tidak dipengaruhi oleh larutan NaOH yang digunakan. Jika bentuk kompleks trikalsium-fosfat ada yang terurai menjadi natrium fosfat dan



Gambar 6. Kadar kalsium tulang ikan cakalang setelah pengolahan.
 Figure 6. Calcium content of skipjack tuna bone after processing.

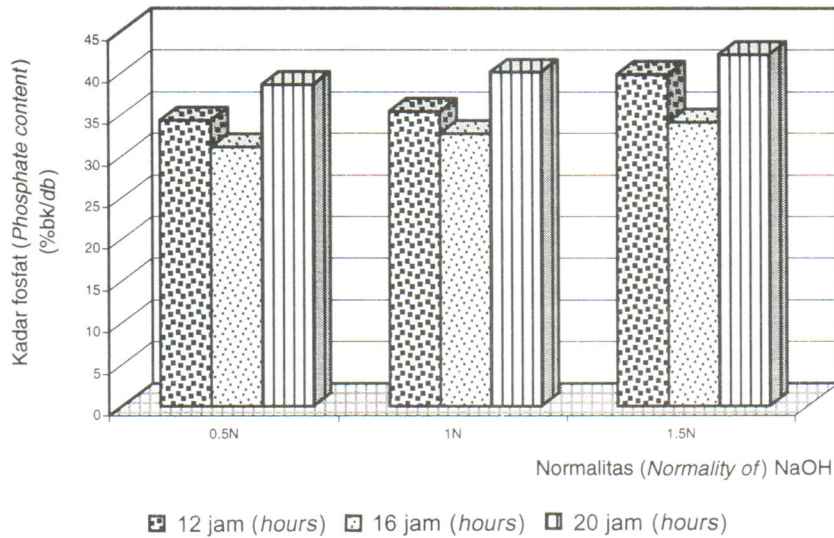
kalsium hidroksida akibat bereaksi dengan larutan NaOH, diduga akan terbentuk kembali trikalsium-fosfat. Diketahui bahwa ion-ion kalsium hidroksida tidak akan larut akibat terjadinya reaksi di atas. Hal ini sesuai dengan pendapat Kirk & Othmer (1964), bahwa kalsium hidroksida yang terbentuk sulit sekali larut, walaupun terjadi peningkatan suhu. Adanya proses pencucian, memungkinkan ion-ion Na^+ dan ion-ion Ca^{2+} yang tersedia akan kembali membentuk kompleks trikalsiumfosfat. Pada Gambar 7 dapat dilihat variasi kadar fosfor yang ada pada produk kalsium dari tulang ikan setelah proses pemisahan protein.

lemak 1,1%(bk); derajat putih 73,5%; kalsium 26,2%; dan fosfor 42.2% (bk).

Saran

Lama waktu ekstraksi selama 20 jam kurang menguntungkan jika diterapkan dalam industri. Untuk itu perlu dikaji tentang pengurangan lama waktu ekstraksi dengan meningkatkan pengaruh suhu hidrolisis.

Hasil samping dari ekstraksi kalsium tulang adalah protein terlarut berupa hidrolisat protein,



Gambar 7. Kadar fosfor dalam produk kalsium dari tulang ikan cakalang setelah pengolahan.
Figure 7. Phosphor content of calcium product obtained from spikjack bone after processing.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Peningkatan normalitas NaOH cenderung menurunkan rendemen, kadar air, protein, lemak, dan cenderung meningkatkan kadar abu, derajat putih, kalsium, fosfor dari produk kalsium. Peningkatan lama waktu ekstraksi cenderung menurunkan rendemen, kadar air, protein, lemak, dan cenderung meningkatkan kadar abu, derajat putih, kalsium, dan fosfor.

Kondisi terbaik untuk menghasilkan produk kalsium dari tulang ikan cakalang adalah dengan pemisahan protein menggunakan 1,5N NaOH dengan lama waktu 20 jam. Produk kalsium yang diperoleh dengan perlakuan tersebut ditemukan rendemen 24,3% (bk); kadar air 4,5%; abu 84,5%; protein 11,2%;

untuk itu perlu dikaji pemanfaatannya lebih lanjut misalnya untuk pakan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis of The Assosiation of Official of Analytical Chemist*. Horwitz (Ed.) Benjamin Franklin Station, Washington D.C. 884 pp.
- Apriyantono, A., Fardias, D., Puspitasari, N.L., Sedarmanto, dan Budiyanto, S. 1988. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi, Bogor. 19–20.
- Basmal, J., Nasran., S., Indriati, N., dan Hak, N. 1998. Penelitian pendahuluan pengolahan *Katsuobushi* dari ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) secara alami. *Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II*. Ujung Pandang 2–3 Desember 1997. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. 377–385.

- Darensbourg, M.Y., Darensbourg, D.J., Dicherson, R.E., and Gray, H.B. 1984. *Chemical Principles*. The Benjamin/Cummings Publishing Co., Inc. Mento Park, California. 257 pp.
- Harrow, B. dan Mazur, A. 1961. *Textbook of Biochemistry*. W.B. Sanders. Co. London. 445 pp.
- Hunt, R.W.G. 1991. Obtaining spectral data and tristimulus values. *Measuring Colour*. Second edition. Ellis Horwood. New York. 110-123.
- Karmas, E. 1982. *Meat, Poultry and Seafood Technology*. Noyes data. Corporation Park ridge, New Jersey, USA. 330 pp.
- Kirk, R.E. and Othmer. 1964. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol 4. Interscience Encyclopedia Inc, New York. 14-.
- Labuza, T.P. 1976. Drying food: technology improves on the sun. *Food Tech* 30: 37-.
- Lovell, T. 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. An AVI Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York. 275 pp.
- Meyer, L.H. 1969. *Food Chemistry*. Van Nostrand Reinhold. Co. New York. p. 259.
- Muchtadi, T. dan Budiyatman. 1992. *Teknologi Pangan Lanjutan*. Laboratorium rekayasa proses pangan. PAU pangan dan gizi., IPB Bogor. 50 pp.
- Sada, M. 1984. Fish calcium. *Infofish Mark. Dig.* 1(84): 29-30.
- Sudarisman. 1996. Suplemen kalsium perlukah. *Majalah Warta Konsumen*, Juni 1996/6. 16 pp.
- Whistler, R.L. dan Daniel, J.R. 1985. Carbohydrates. *Food chemistry*. Second edition. Revised and expanded. Marcel Dekker, New York. 430-440.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. P.T. Gramedia, Jakarta. 253 pp.