

PEMANFAATAN CANGKANG RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*) SEBAGAI SUMBER KALSIUM DAN FOSFOR DALAM PEMBUATAN PRODUK *CRACKERS*

*Utilization of Crabs Shell (*Portunus pelagicus*) as Sources of Calcium and Phosphorus in Making of Crackers Product*

Vita Yanuar*, Joko Santoso, Ella Salamah

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Diterima 5 Mei 2009/Disetujui 1 Oktober 2009

Abstract

Crabs shell is main waste product from pasteurization or canning industry of crabs. It contains high minerals content especially Ca and P. The objectives of this experiment were to produce crabs shell powder through two methods i.e. dry and wet methods and to evaluate their physicochemical characteristics include solubility of Ca and P. Production methods of crabs shell powder did not significantly affected the physicochemical properties; however, wet method produced slightly higher solubility of Ca and P than dry method. Crabs shell powder addition in different concentrations (0, 0.75, 1.50, 2.25, and 3.00%) into crackers product did not affect significantly sensory parameters through scoring test, therefore the smallest and the highest concentration of crabs shell powder addition, namely formulas A and D, were chosen to be tested for their physicochemical properties. Formula D crackers obtained high number of Ca and P and significantly different from other formulas include commercial product, however formula A crackers had the highest solubility of Ca and P with values were 42.12% and 57.08% respectively.

Keyword: calcium crackers, phosphorus, solubility, shell powder, crabs

PENDAHULUAN

Rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan salah satu jenis organisme laut yang banyak terdapat di perairan Indonesia. Berdasarkan data Departemen Kelautan dan Perikanan (2005), ekspor rajungan beku sebesar 2813,67 ton tanpa kulit (dagingnya saja), dan rajungan tidak beku (bentuk segar maupun dalam kaleng) sebesar 4312,32 ton. Cangkang rajungan merupakan hasil samping dari pengolahan rajungan. Multazam (2002) menyatakan bahwa dalam satu ekor rajungan dengan bobot tubuh berkisar antara 100-350 g, terdapat cangkang sekitar 51-177 g.

* Korespondensi: Vita Yanuar, Jln. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga-Bogor, 16680

Cangkang rajungan mempunyai kandungan mineral yang tinggi, terutama kalsium (19,97%) dan fosfor (1,81%) (Multazam 2002). Kalsium merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah lebih dari 100 mg per hari. Fungsi kalsium dalam tubuh adalah untuk pertumbuhan dan perkembangan tulang dan gigi, pengatur reaksi otot dan mineral yang mempengaruhi pertumbuhan tubuh (Guthrie 1975; Almatsier 2003).

Kekurangan asupan kalsium dalam tubuh manusia menyebabkan abnormalitas metabolisme terutama pada usia dini, gangguan pertumbuhan seperti tulang kurang kuat, mudah bengkok, dan rapuh. Pada orang dewasa dengan usia diatas 50 tahun, akan kehilangan kalsium dari tulangnya sehingga menjadi rapuh dan mudah patah yang dikenal sebagai osteoporosis (Ensminger *et al.* 1995; Almatsier 2003).

Fosfor merupakan mineral kedua terbanyak didalam tubuh setelah kalsium, yaitu 1% dari berat badan. Kurang lebih 58% fosfor di dalam tubuh terdapat sebagai garam kalsium fosfat, yaitu bagian dari kristal hidroksiapatit di dalam tulang dan gigi yang tidak dapat larut (Almatsier 2003).

Umumnya mineral akan bersifat *bioavailable* dalam bentuk terlarut. Kondisi mineral terlarut diperlukan untuk memudahkan penyerapan mineral di dalam tubuh. Kelarutan (solubilitas) mineral dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti derajat keasaman, interaksi dengan komponen lain, dan bentuk mineralnya sendiri yang terutama disebabkan oleh proses pengolahan (Newman dan Jagoe 1994; Yoshie *et al.* 1999).

Pemilihan cangkang rajungan sebagai sumber kalsium dan fosfor dalam penelitian ini sejalan dengan konsep *zero waste product* dan *environmental friendly process*. Selain itu juga sebagai alternatif sumber kalsium susu karena harga susu yang mahal dan tidak semua kalangan masyarakat dapat membelinya.

Crackers dipilih sebagai salah satu jenis makanan yang ditambahkan tepung cangkang rajungan karena mudah dibuat dalam skala rumah tangga maupun industri dan dengan pertimbangan penerimaan bagi masyarakat dalam segala usia maupun tingkat ekonomi. *Crackers* adalah jenis biskuit yang terbuat dari adonan keras melalui

proses fermentasi, berbentuk pipih yang mengarah pada rasa asin dan relatif renyah, serta bila dipatahkan penampang potongannya berlapis-lapis (Manley 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk 1) Membuat tepung cangkang rajungan (*Portunus palegicus*) dengan metode basah dan kering serta mengevaluasi karakteristik fisiko-kimianya termasuk solubilitas Ca dan P tepung cangkang rajungan dalam kaitannya dengan variasi nilai pH; 2) Formulasi *crackers* dengan penambahan tepung cangkang rajungan dan menentukan karakteristik organoleptik serta fisiko-kimianya termasuk nilai solubilitas Ca dan P.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Desember 2006 sampai dengan bulan Mei 2007. Penelitian dilakukan di beberapa laboratorium yaitu di Laboratorium Pengolahan Hasil Perikanan dan Unit Produksi Hasil Perikanan, Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor (IPB), *Pilot Plan* Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Laboratorium Pengolahan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Fakultas Peternakan IPB, Laboratorium Kimia Terpadu Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Laboratorium Terpadu Departemen Anatomi Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB, serta Laboratorium Organoleptik Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua bagian, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan tepung cangkang rajungan dan evaluasi karakterstiknya. Pembuatan tepung cangkang rajungan dilakukan dengan dua metode penepungan, yaitu metode basah dan kering. Terhadap kedua tepung cangkang rajungan yang dihasilkan dilakukan analisis sifat fisik (rendemen, derajat putih, daya serap air, dan densitas kamba) dan kimia (kadar air, abu, kalsium, fosfor, daya larut kalsium dan fosfor). Tepung cangkang rajungan

yang dipilih untuk formulasi *crackers* adalah tepung cangkang rajungan yang memiliki solubilitas kalsium tinggi.

Pada penelitian utama dilakukan pembuatan *crackers* dengan formulasi yang berbeda, yaitu penambahan tepung cangkang rajungan pada berbagai konsentrasi (0; 0,75; 1,50; 2,25 dan 3,00%) dan analisis mutu *crackers* meliputi uji organoleptik yaitu uji skoring. Dua formulasi terpilih yang dilihat dari nilai rata-rata uji skoring dilakukan uji perbandingan pasangan dengan produk komersial dan karakteristik sifat fisiko-kimianya.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal, yaitu metode penepungan pada penelitian pendahuluan dan penambahan konsentrasi tepung kalsium pada penelitian utama yang masing-masing dilakuakn sebanyak tiga kali ulangan. Data dianalisis dengan analisis ragam dan uji lanjut *Tukey*. Data hasil uji organoleptik diolah dengan statistik nonparametrik *Kruskal Wallis* dan uji lanjut *Multiple Comparison*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Pada penelitian ini, dilakukan analisis fisik terhadap tepung cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Metode pembuatan tepung cangkang rajungan berpengaruh nyata terhadap derajat putih, sedangkan untuk daya serap air dan densitas kamba tidak dipengaruhi secara nyata oleh metode penepungan. Nilai derajat putih tepung cangkang rajungan dengan metode basah (62,88%) lebih besar daripada metode kering (54,64%). Pengukuran derajat putih penting untuk jenis tepung-tepungan karena merupakan salah satu faktor yang menunjukkan nilai mutu dari tepung tersebut. Semakin tinggi derajat putih suatu jenis tepung maka semakin baik mutu tepung tersebut (Buckle *et al.* 1987).

Tabel 1. Karakteristik fisik tepung cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*)

Parameter	Metode Basah	Metode Kering
Rendemen (%)	96,48	74,94
Derajat putih (%)	62,88±0,21 ^b	54,64±0,37 ^a
Daya serap air (%)	65,96±4,57 ^a	66,455±0,75 ^a
Densitas kamba (g/ml)	0,69±0,01 ^a	0,68±0,01 ^a

Angka-angka dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf superscript berbeda^{a,b} menunjukkan berbeda nyata (p<0,05)

Daya serap air tepung cangkang rajungan yang dihasilkan dengan metode basah (65,96%) lebih rendah daripada metode kering (66,45%). Daya serap air merupakan kemampuan suatu bahan pangan dalam menyerap air yang ada di sekitarnya. Faktor yang mempengaruhi daya serap air adalah porositas. Semakin besar porositas suatu bahan maka semakin kecil densitas kambanya (Anwar 1990).

Karakteristik Kimia Tepung Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Analisis kimia terhadap tepung cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) meliputi kadar air, abu, Ca, P dan pH (Tabel 2). Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa pembuatan tepung cangkang rajungan dengan metode penepungan yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap parameter kimia. Meskipun demikian terlihat bahwa kandungan terbesar adalah mineral dengan jumlah Ca sekitar 300 mg/g bk dan P sekitar 12 mg/g bk.

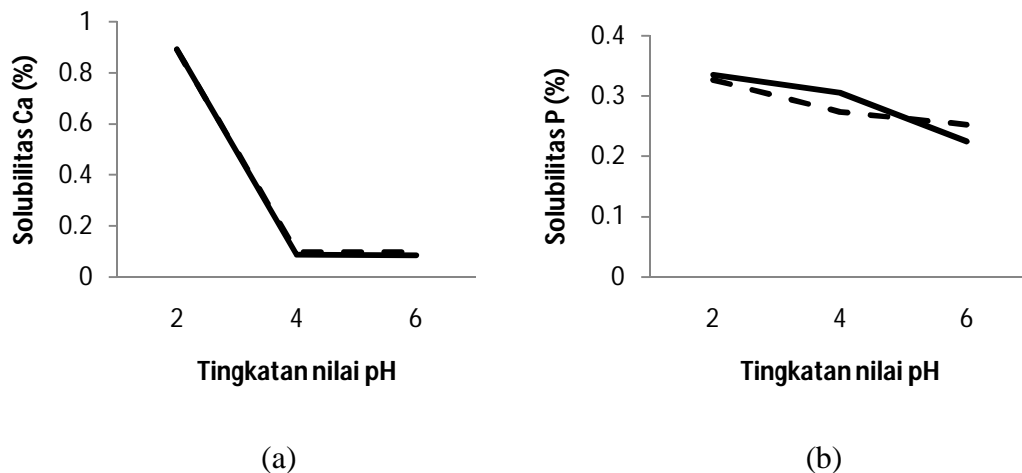
Tabel 2. Karakteristik kimia tepung cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*)

Parameter	Metode Basah	Metode Kering
Kadar air (%)	3,32±0,55 ^a	3,24±0,74 ^a
Kadar abu (%)	72,87±0,36 ^a	72,28±0,58 ^a
Kadar Ca (mg/g bk)	300,90±10,15 ^a	299,41±5,90 ^a
Kadar P (mg/g bk)	12,01±0,98 ^a	12,35±0,07 ^a
pH	9,64±0,05 ^a	9,31±0,15 ^a

Angka-angka dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf superscript berbeda^{a,b} menunjukkan berbeda nyata (p<0,05)

Solubilitas Ca dan P Tepung Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Analisis solubilitas Ca dan P terhadap tepung cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) pada pH yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1. Secara umum, persentase solubilitas Ca dan P meningkat seiring dengan menurunnya nilai pH. Hal ini dipertegas dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya dimana persen solubilitas Fe pada tiga jenis rumput laut Jepang yaitu *Porphyra yezoensis*, *Eneromorpha intestinalis*, dan *Hizikia fusiformis* pada pH 2 lebih tinggi daripada pH 6. Selain itu, solubilitas Fe pada ikan Cod, kerang, dan udang menurun dengan meningkatnya pH. Pada perebusan dalam air atau 0,5% asam asetat pada 100 °C selama 20 menit secara signifikan meningkatkan solubilitas Ca pada semua sampel rumput laut.



Gambar 1. Grafik solubilitas Ca (a) dan P (b) tepung cangkang rajungan dengan (—) metode basah dan (-----) metode kering berdasarkan pH 2, 4 dan 6

Persentase solubilitas Fe lebih tinggi pada pH endogen (2,5-3,1) dari pada pH sistem model (5,5) yang mengandung asam organik dan lignin. Daya serap mineral dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor pendorong adalah pH asam dan faktor yang penghambat adalah kondisi pH basa, keberadaan serat dan asam pitat (Sediaoetama 1993; Suzuki *et al.* 1992; Yoshie *et al.* 1999; Almatsier 2003; Santoso *et al.* 2006).

Berdasarkan nilai solubilitas Ca, maka tepung cangkang rajungan dengan metode basah digunakan dalam tahap pembuatan *crackers*. Tingkat penambahan tepung cangkang rajungan yang digunakan adalah 0; 0,75; 1,50; 2,25; dan 3,00%.

Karakteristik Organoleptik *Crackers* Hasil Formulasi

Analisis organoleptik *crackers* hasil formulasi dengan penambahan tepung cangkang rajungan meliputi parameter kenampakan, warna, aroma, rasa, dan tekstur yang diuji dengan metode skoring.

Uji skoring

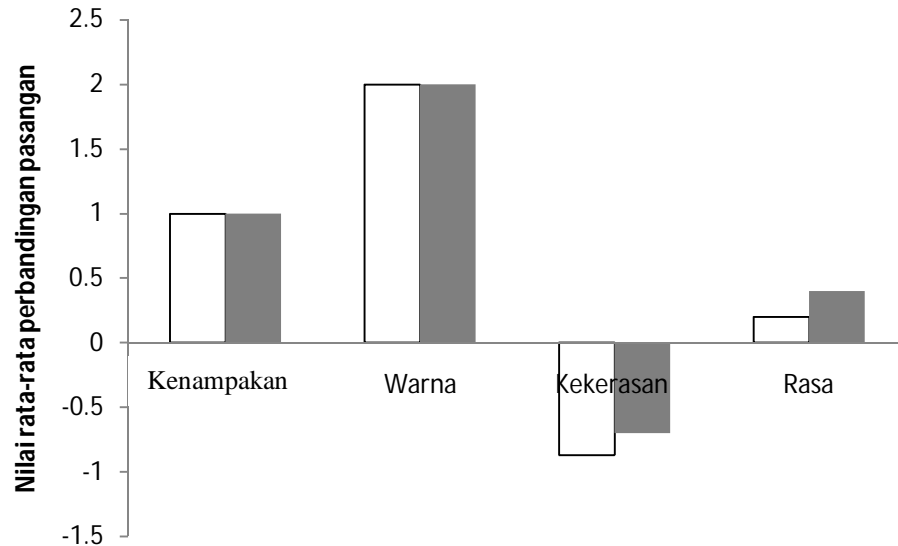
Hasil uji skoring terhadap karakteristik organoleptik *crackers* dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis, penambahan tepung cangkang rajungan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap *crackers* formulasi sehingga dipilih satu tingkat formulasi yang rendah (0,75%) dan satu tingkat formulasi yang tinggi (3,00%) untuk dilakukan uji perbandingan pasangan dan fisiko-kimia termasuk solubilitas Ca dan P.

Tabel 3. Rata-rata uji skoring panelis terhadap karakteristik organoleptik *crackers*

Tingkat penambahan tepung cangkang rajungan (%)	Parameter				
	Kenampakan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
0	4,57 ^a	4,67 ^a	4,60 ^a	4,93 ^a	4,90 ^a
0,75	4,87 ^a	4,87 ^a	4,57 ^a	4,87 ^a	5,10 ^a
1,50	4,80 ^a	4,73 ^a	4,57 ^a	4,77 ^a	5,03 ^a
2,25	4,93 ^a	4,67 ^a	4,37 ^a	4,73 ^a	4,63 ^a
3,00	4,13 ^a	5,03 ^a	4,47 ^a	5,03 ^a	4,87 ^a

Uji perbandingan berpasangan

Uji perbandingan pasangan dilakukan antara dua formulasi *crackers* yang mempunyai nilai rata-rata tertinggi, yaitu penambahan tepung cangkang rajungan 0,75% dan 3,00% dengan *crackers* komersial "Jacobs Hi-Calcium" (Gambar 2). Hasil uji perbandingan pasangan menunjukkan bahwa *crackers* dua formulasi terpilih memiliki kenampakan, warna dan kerenyahan agal lebih rendah dibandingkan dengan *crackers* komersial, sedangkan parameter untuk rasa tidak berbeda dengan *crackers* komersial.



Gambar 2. Diagram batang nilai perbandingan pasangan *crackers* formulasi 0,75% dan 3,00% □ : Biskuit A ■ : Biskuit B

Karakteristik Fisik *Crackers* Dua Formulasi Terpilih

Karakteristik fisik yang meliputi ketebalan, diameter, berat per keping, dan kekerasan dilakukan terhadap dua formulasi *crackers* terpilih dan *crackers* komersial dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa *crackers* dengan dua formulasi terpilih memiliki karakteristik fisik yang tidak berbeda nyata dengan *crackers* komersial. Namun nilai kekerasan untuk *crackers* formulasi A lebih rendah dibandingkan dengan *crackers* komersial. Kekerasan pada *crackers* disebabkan karena tepung cangkang rajungan mengandung CaCO_3 dan $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ sehingga *crackers* yang dihasilkan kurang renyah. Selain itu, *crackers* dengan struktur yang keras (tidak renyah) diduga karena enzim dalam ragi tidak bekerja optimum (Susanti 2001).

Tabel 4. Karakteristik dua formulasi *crackers* terpilih dan komersial

Formulasi	Rata-rata			
	Ketebalan <i>crackers</i> (mm)	Diameter <i>crackers</i> (cm)	Berat <i>crackers</i> (g)	Kekerasan <i>crackers</i> (gf)
K	3,0±0,0 ^a	9,28±0,0 ^a	3,20±0,0 ^a	556,94±35,44 ^a
A	3,0±0,0 ^a	9,28±0,0 ^a	3,20±0,0 ^a	618,05±156,37 ^a
D	3,0±0,0 ^a	9,28±0,0 ^a	3,20±0,0 ^a	637,50±178,30 ^a
Komersial	3,0±0,0 ^a	11,51±0,0 ^a	3,33±0,0 ^a	613,89±108,76 ^a

Angka-angka dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf superscript berbeda^{a,b} menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Keterangan:

K = kontrol (0%)

A = penambahan tepung cangkang rajungan 0,75%

D = penambahan tepung cangkang rajungan 3,00%

Komersial = *crackers* Jacob's Hi-Calcium

Karakteristik Kimia *Crackers* Dua Formulasi Terpilih

Analisis kimia dilakukan terhadap *crackers* dua formulasi terpilih (A dan D) dan *crackers* komersial untuk mengetahui karakteristik kimianya meliputi kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat, kalsium, dan fosfor. Hasil analisis kimia tersebut dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa *crackers* formulasi A dan D memiliki karakteristik kimia yang berbeda nyata dengan *crackers* komersial. Syarat *crackers* menurut SNI 01-2973-1992 mempunyai kadar air maksimal 5%, kadar protein minimal 9%, kadar lemak minimal 9,5%, kadar abu maksimal 1,5%. Dan karbohidrat minimal 70%. Berdasarkan tabel 5, mak kadar air, protein dan lemak memenuhi syarat SNI. Kadar abu *crackers* formulasi lebih tinggi dibanding *crackers* komersial, sehingga *crackers* formulasi tidak memenuhi standar SNI. Namun kadar abu yang tinggi dalam dalam *crackers* formulasi menguntungkan jika ditinjau dari segi nutrisi karena sebgaiian besar tepung cangkang rajungan mengandung unsur kalsium dan fosfor yang sangat dibutuhkan oleh tubuh (Sulaeman *et al.* 1995). Kadar karbohidrat *crackers* formulasi lebih rendah dibanding dengan *crackers* komersial, ini berarti *crackers* formulasi tidak memenuhi standar SNI. Walaupun demikian, *crackers* formulasi memiliki kelebihan yaitu tingginya kandungan kalsium dan fosfor yang sangat dibutuhkan oleh tubuh.

Tabel 5. Karakteristik kimia dua formulasi *crackers* terpilih dan *crackers* komersial

Parameter	Formulasi			
	K	A	D	Komersil
Air (%)	3,09±06,0 ^{ab}	3,32±0,10 ^{ab}	3,03±017 ^a	3,93±0,18 ^b
Protein (%)	9,54±0,20 ^b	9,68±0,09 ^b	9,78±0,10 ^b	6,92±0,27 ^a
Lemak (%)	21,92±0,21 ^b	22,86±0,32 ^b	22,89±0,81 ^b	19,45±1,24 ^a
Karbohidrat (%)	62,88±0,71 ^a	61,34±0,23 ^{ab}	60,57±0,46 ^a	66,93±1,42 ^c
Abu (%)	2,57±0,13 ^a	2,81±0,04 ^a	3,73±0,20 ^b	2,78±0,16 ^a
Kalsium (mg/g bk)	0,50±0,05 ^a	1,14±0,06 ^b	3,76±0,21 ^c	3,68±0,11 ^c
Fosfor (mg/g bk)	1,38±0,03 ^a	1,75±0,08 ^{bc}	1,99±0,17 ^c	1,48±0,20 ^{ab}
pH	6,42±0,01 ^a	6,78±0,03 ^b	6,93±0,01 ^c	7,75±0,03 ^d

Angka-angka dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf superscript berbeda^{a,b} menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Keterangan:

K = kontrol (0%)

A = penambahan tepung cangkang rajungan 0,75%

D = penambahan tepung cangkang rajungan 3,00%

Komersial = *crackers* Jacob's Hi-Calcium

Kadar kalsium *crackers* formulasi D tidak berbeda nyata dengan kadar kalsium *crackers* komersial. Hal ini berarti cangkang rajungan dapat digunakan sebagai sumber alternatif kalsium pengganti susu, karena kadar kalsiumnya pada formulasi D tidak berbeda dengan produk (*crackers*) yang ada di pasaran.

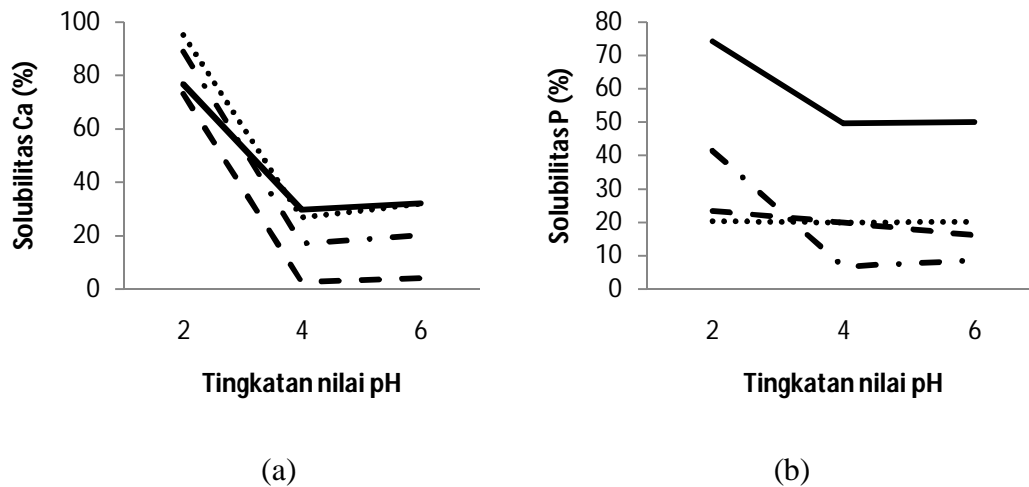
Kadar fosfor *crackers* formulasi D berbeda nyata dengan *crackers* komersial. Hal ini dikarenakan penggunaan formulasi bahan baku yang berbeda antara *crackers* formulasi dan *crackers* komersial. Dalam bahan pangan, fosfor terdapat dalam berbagai bahan organik dan anorganik (Winarno 1997). Nilai pH pada *crackers* formulasi A dan D masing-masing adalah 6,78 dan 6,93 lebih rendah dibandingkan nilai pH pada *crackers* komersial yaitu 7,75 karena penggunaan formulasi bahan baku yang berbeda antara *crackers* formulasi dan *crackers* komersial.

Solubilitas Ca dan P *Crackers* Dua Formulasi Terpilih

Hasil analisis solubilitas Ca dan P terhadap *crackers* dua formulasi terpilih berdasarkan pH yang berbeda (2,4 dan 6) dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan gambar 3, secara umum nilai solubilitas Ca dan P yang paling besar adalah pada pH 2. Kelarutan akan semakin tinggi pada pH yang lebih rendah; sebaliknya pH yang

tinggi akan menurunkan kelarutan (Meinke *et al.* 1982). Solubilitas mineral dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu derajat keasaman, interaksi dengan komponen lain, dan bentuk mineralnya sendiri terutama disebabkan oleh proses pengolahan. Pemanasan menyebabkan denaturasi protein, dimana membuat mineral tidak larut (Yoshie *et al.* 1999; Santoso *et al.* 2006).

Protein yang terdenaturasi menyebabkan mineral tidak dapat berinteraksi dengan protein. Namun, *crackers* mempunyai kandungan protein yang rendah sehingga tidak mempengaruhi solubilitas Ca dan P. Keberadaan laktosa (dari susu) pada *crackers* mengatur penyerapan kalsium pada usus kecil. Penyerapan kalsium tergantung pada aktivitas enzim laktase yang menghidrolisis laktosa. Vitamin D yang terdapat dalam bahan baku *crackers* juga dapat meningkatkan penyerapan kalsium dengan cara mengikat kalsium dengan protein yang dapat memfasilitasi transpor kalsium melewati dinding usus (Esminger *et al.* 1995). Selain itu, rasio kalsium dan fosfor *crackers* formulasi A (1:0,65) dan D (1:1,89) lebih rendah daripada *crackers* komersial. Kedua formulasi tersebut (A dan D) memenuhi persyaratan rasio Ca:P yang ditentukan yaitu tidak lebih dari 1:3. batasan lain untuk rasio perbandingan Ca:P adalah dibawah 1:2 (Guthrie 1975; Sediaoetama 2006).



Gambar 3. Grafik solubilitas Ca (a) dan P (b) dua formulasi *crackers* terpilih berdasarkan pH yang berbeda (2,4 dan 6)

Keterangan: — = K; - · - = B; - - - = Komersial; ····· = A

Berdasarkan hasil analisis ragam, *crackers* dengan dua formulasi terpilih memiliki nilai solubilitas Ca dan P yang berbeda nyata dengan *crackers* komersial berdasarkan pH yang berbeda (2, 4 dan 6). Uji lanjut *Multiple Comparisons* menunjukkan bahwa nilai solubilitas kalsium dan fosfor pH 2 *crackers* formulasi berbeda nyata dengan *crackers* komersial.

Informasi nilai gizi *crackers*

Nilai gizi yang terkandung dalam sajian 6 keping *crackers* formulasi A dan D dihitung berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada diet 2000 kkal (Widyakarya Pangan dan Gizi 2004) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Informasi nilai gizi *crackers* dua formulasi terpilih

Formulasi A		Formulasi D	
Takaran saji (6 keping):19,22 g		Takaran saji (6 keping):19,22 g	
Gizi	%AKG*	Gizi	%AKG*
Ca 21,33 mg/100g bk	2.67	Ca 70,15 mg/100g bk	8,77
P 32.67 mg/100g bk	5.45	P 37,09 mg/100g bk	6,18

Keterangan: *Persen angka kecukupan gizi berdasarkan pada diet 2000 kkal

KESIMPULAN

Secara umum, metode penepungan berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan tidak berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia. Berdasarkan solubilitas Ca tepung cangkang rajungan metode basah dipilih untuk diaplikasikan dalam tahap pembuatan *crackers*. Formulasi *crackers* yang terpilih adalah *crackers* dengan konsentrasi 0,75% dan 3,00%. *Crackers* dua formulasi terpilih memiliki karakteristik fisik yang tidak berbeda nyata dengan *crackers* komersial; sedangkan untuk karakteristik kimianya berbeda nyata dengan *crackers* komersial dengan persen solubilitas Ca dan P paling baik pada pH 2 masing-masing sebesar 42,12% dan 57,08%.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Anwar F. 1990. Mempelajari sifat fisik, organoleptik dan nilai gizi protein makanan bayi dari campuran tepung beras konsentrat protein jagung dan tepung tempe [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Buckle KA, Edward RA, Fllet GH, Wootton N. 1987. *Ilmu Pangan*. Edisi kedua. Penerjemah: Purnomo H, adiono. Food Science. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [DKP] Deprtemen Kelautan dan Perikanan. 2005. *Statistika Ekspor hasil Perikanan Indonesia*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- [DSNI] Dewan Standarisasi Nasional Indonesia. 1992. SNI: 01-2973-1992 *Mutu dan Cara Uji Biskuit*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Ensminger AH, Ensminger ME, Konlande JE, Robson RK. 1995. *The Concise Encyclopedia of Foods and Nutritions*. Boca Raton: CRC Press Limited.
- Guthrie HA. 1975. *Introductory Nutrition 3rd ed*. St. Louis: The CV Mosby Company.
- Manley D. 2001. *Biscuit, Crackers and Cookies Receptions for Food Industry*. Westport Connecticut: AVI Publishing Company Inc.
- Meinke WW, G Finne, R Nickelson, R Martin. 1982. Nutritive value of fillets and minced flesh from Alaska Pollack and some underutilized finfish species from the Gulf of Mexico. *Journal Agriculture Food Chemistry* 30(2):417-420.
- Multazam. 2002. Prospek pemanfaatan cangkang rajungan (*Portunus* sp) sebagai suplemen pakan ikan. [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Newman MC, Jagoe CH. 1994. *Ligands and the Bioavailability of Metals in Aquatic Enviroments*. Boca Raton: CRC Press, Lewis Publishers.
- Santoso J, Gunji S, Yoshie Y, Suzuki T. 2006. Mineral contents of Indonesian Seaweeds and mineral solubility affected by Basic cooking. *Journal Food Science and Technology Research* 12(1):59-66.
- Sediaoetama AD. 1993. *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi di Indonesia*. Jakarta: Dian Rakyat.

- Sediaoetama AD. 2006. *Ilmu Gizi: untuk Mahasiswa dan Profesi*, Jilid I. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sulaeman A, Anwar F, Rimbawan, Marliyati SA. 1995. *Metode Analisis Komposisi Zat Gizi Makanan*. Bogor: Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Institut Pertanian Bogor.
- Susanti. 2001. Penelitian dan Pengembangan produk baru di PT Arnott's Indonesia. [laporan magang]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Suzuki T, Clydesdale FM, Pandolf T. 1992. Solubility of iron in model containing organic acids and lignin. *Journal of Food Protection* 59: 879-884.
- Widyakarya Pangan dan Gizi. 1998. *Pangan dan Gizi Masa Depan: Meningkatkan Produktivitas dan Daya Saing Bangsa*. Serpong, 17-19 Februari 1998. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Winarno FG. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yoshie Y, Suzuki T, Pandolf T, Clydesdale FM. 1999. Solubility of iron and zinc in selected seafoods under simulated gastrointestinal conditions. *Journal Food Science Technology Research* 5:140-144.