

KANDUNGAN DAN KELARUTAN MINERAL PADA CUMI CUMI *Loligo sp* DAN UDANG VANNAMEI *Litopenaeus vannamei*¹

(Mineral Contents and Their Solubility on Squid *Loligo sp* and Vannamei Shrimp *Litopenaeus vannamei*)

Joko Santoso², Nurjanah², dan Abi Irawan²

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari kandungan dan profil mineral pada makanan hasil laut (*seafood*) yang umum dikonsumsi yaitu cumi-cumi (*Loligo sp*) dan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*), serta untuk mengevaluasi kelarutan Ca dan Zn yang diakibatkan proses perebusan pada berbagai larutan (air, asam asetat 0.5% dan garam 1%). Mineral makro yang ditemukan pada kedua jenis contoh cumi-cumi dan udang vannamei adalah Na, K, P, Mg dan Ca; sedangkan mineral mikro yang ditemukan adalah Zn dan I, tetapi tidak ditemukan Cu dan Fe. Perebusan dalam air dan asam asetat 0.5% meningkatkan secara nyata kelarutan Ca dan Zn ($p < 0.05$), sedangkan perebusan pada larutan garam 1% menghasilkan kelarutan Zn yang bervariasi.

Kata kunci: perebusan, mineral makro, mineral mikro, udang, kelarutan, cumi-cumi.

ABSTRACT

This experiment was carried out to study the mineral contents and their profile on seafood which is generally consumed *i.e.* squid (*Loligo sp*) and vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*), and to evaluate the solubilities of Ca dan Zn as affected by boiling in different solution (water, 0.5 % acetic acid dan 1% sodium chloride). The macrominerals were found both in squid and vannamei shrimp were Na, K, P, Mg and Ca; while the microminerals were found in samples were Zn dan I, but there were no Cu and Fe. Boiling in water and 0.5% acetic acid significantly increased the solubilities of Ca and Zn ($p < 0.05$), whereas in 1% sodium chloride resulted in varying solubility of Zn.

Key words: boiling, macromineral, microminerals, shrimps, solubility, squid.

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan mineral pada manusia diperoleh dengan cara mengkonsumsi bahan pangan baik yang berasal dari tumbuhan (nabati) maupun hewan (hewani). Sumber mineral paling baik adalah makanan hewani, terutama yang berasal dari laut (*seafood*). Pada makanan nabati jumlah ketersediaannya lebih sedikit, hal ini disebabkan adanya bahan pengikat mineral seperti serat yang dapat mengganggu penyerapannya (Almatsier, 2003).

Hampir semua mineral dapat ditemukan pada bahan pangan yang berasal dari laut. Jenis mineral yang umum ditemukan pada *seafood* adalah iodium, magnesium, sodium, kalsium, fosfor, besi, kalium, mangan dan fluor (Ensminger *et al.*, 1995). Mineral memegang peranan penting pada reaksi biokimia dalam tubuh yaitu

sebagai ko-faktor enzim. Kekurangan mineral dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti anemia, gondok, osteoporosis dan osteomalasia.

Kandungan mineral dalam bahan pangan hanyalah salah satu parameter awal untuk menilai kualitas bahan pangan tersebut, karena yang lebih penting adalah bioavailabilitasnya. Diantara sekian banyak komponen gizi pada bahan pangan, mineral memainkan peranan penting dalam memelihara kelangsungan hidup organisme secara sehat dan normal. Bioavailabilitas didefinisikan sebagai proporsi dari suatu komponen gizi yang dapat digunakan untuk menjalankan dan memelihara metabolisme pada tubuh normal (Watzke, 1998; O'Dell, 1984). Mineral bersifat *bioavailable* apabila mineral tersebut dalam bentuk mineral terlarut, namun tidak semua mineral terlarut bersifat *bioavailable*, sehingga bentuk mineral terlarut diperlukan untuk memudahkan dalam penyerapan mineral tersebut di dalam tubuh (Clydesdale, 1988; Newman dan Jagoe, 1994).

¹ Diterima 27 Maret 2007 / Disetujui 16 November 2007.

² Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Studi mengenai bioavailabilitas mineral dan komponen gizi lainnya pada manusia paling baik dilakukan secara *in vivo* dengan menggunakan hewan percobaan. Akan tetapi metode ini menghadapi beberapa kendala seperti prosedur yang rumit, memerlukan biaya tinggi dan waktu lama, serta hasil yang diperoleh kadang-kadang mempunyai keragaman tinggi. Oleh karena itu langkah awal untuk mempelajari bioavailabilitas mineral adalah mengetahui kandungan mineral pada bahan pangan tersebut dan juga kelarutannya.

Informasi mengenai kandungan mineral yang terdapat pada cumi-cumi dan udang di Indonesia sangatlah terbatas, terlebih data terhadap kelarutannya. Karena terbatasnya informasi atau tidak adanya data tersebut sehingga penelitian ini menarik untuk dilakukan. Tujuan pertama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan mineral makro dan mikro pada cumi-cumi dan udang vannamei.

Pada umumnya *seafood* termasuk cumi-cumi dan udang dikonsumsi setelah mengalami proses pemasakan dan penambahan bumbu, kecuali bila dikonsumsi sebagai *sushi* atau *sashimi* yang dapat dikonsumsi secara langsung. Metode pemasakan yang paling umum dilakukan adalah perebusan. Dalam proses perebusan tersebut sering dilakukan penambahan bumbu-bumbu yang dimaksudkan untuk mengubah rasa dan meningkatkan daya terima. Penambahan bumbu dapat berupa minyak esensial, rempah-rempah, gula, asam, monosodium glutamat dan garam. Penambahan garam dan asam seperti asam asetat untuk meningkatkan cita rasa pada makanan, umum dilakukan oleh masyarakat Asia (Farrel, 1990). Tujuan kedua dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh perebusan dalam berbagai kondisi (air, asam asetat dan garam) terhadap kelarutan mineral. Dari hasil penelitian ini akan diperoleh informasi tentang kondisi perebusan yang menghasilkan kelarutan mineral tertinggi sehingga dapat dijadikan acuan dalam proses pengolahan pangan khususnya untuk keperluan sehari-hari.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang dipergunakan pada penelitian ini adalah cumi-cumi (*Loligo* sp) dan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dalam

kondisi segar yang berasal dari Muara Baru, Jakarta.

Preparasi Contoh

Contoh cumi-cumi dan udang yang masih segar dibersihkan dari kotoran, dicuci dengan air mengalir, dihancurkan dan dihomogenkan dengan menggunakan *food processor*. Selanjutnya contoh dimasukkan ke dalam plastik dan dibekukan pada suhu -18°C , hingga digunakan untuk analisis. Analisis kadar air dilakukan sebelum contoh dibekukan (masih dalam kondisi segar).

Analisis Proksimat

Kadar air, abu, protein dan lemak dianalisis berdasarkan metode AOAC (1990).

Analisis Total Mineral

Contoh yang akan mengalami pengujian mineral dilakukan proses pengabuan basah terlebih dahulu mengacu metode Reitz *et al.* (1987). Sebanyak 1 g contoh dimasukkan ke dalam erlenmeyer 150 ml, ditambahkan 5 ml HNO_3 ke dalam labu erlenmeyer dan dibiarkan selama 1 jam. Selanjutnya dipanaskan di atas *hotplate* selama ± 4 jam, dan didinginkan. Ditambahkan 0.4 ml H_2SO_4 pekat, kemudian dipanaskan kembali. Setelah terjadi perubahan warna dari coklat menjadi kuning bening, contoh tersebut ditambahkan campuran HClO_4 dan HNO_3 sebanyak 3 ml, dipanaskan kembali selama ± 15 menit. Selanjutnya contoh ditambahkan 2 ml akuades dan 0.6 ml HCl pekat, kemudian dipanaskan kembali sampai larut dan didinginkan. Setelah larut, contoh tersebut kemudian diencerkan menjadi 100 ml di dalam labu takar. Kandungan Mg, Ca, K, Na, Zn, Cu, Fe diukur dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) merek Shimadzu tipe AA 680 flame emission.

Analisis foror dilakukan dengan metode molibdat-vanadat (Apriyantono *et al.*, 1989). Contoh hasil pengabuan basah diperlakukan dengan asam nitrat untuk mengubah semua metafosfat dan pirofosfat menjadi ortofosfat. Kemudian contoh diperlakukan dengan asam molibdat dan asam vanadat sehingga ortofosfat yang ada dalam contoh akan bereaksi dengan pereaksi-pereaksi tersebut, membentuk kompleks asam vanadimolibdifosfat yang berwarna kuning

orange. Intesitas warna diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm dan dibandingkan dengan standar fosfor yang telah diketahui konsentrasinya.

Pengujian kuantitatif iodium contoh berdasarkan reduksi katalis ion ceri (Ce^{4+}) menjadi ion cero (Ce^{3+}) oleh iodium (Raghuramulu *et al.*, 1983). Contoh ditimbang sebanyak 2 g, ditambahkan larutan campuran natrium karbonat dan kalium perklorat 0.5 ml. Campuran contoh tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 – 110 °C, kemudian dipindahkan kedalam tanur, suhu dinaikkan secara perlahan-lahan sampai suhu 500 °C selama 4 – 6 jam. Hasil pengabuan tersebut kemudian didinginkan dan ditambahkan 10 ml larutan arsenat, kemudian contoh disentrifus pada kecepatan 2000 rpm selama 20 menit. Sebanyak 9 ml supernatan dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian direndam dalam penangas air bersuhu 37 °C. Selanjutnya ditambahkan larutan ceri amonium sulfat 1 ml, kemudian diukur reduksi ceri (Ce^{4+}) menjadi cero (Ce^{3+}) oleh iodin dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm dan dibandingkan dengan standar iodium yang telah diketahui konsentrasinya.

Analisis Mineral Terlarut

Preparasi contoh untuk mendapatkan fraksi mineral terlarut dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Suzuki *et al.* (2000); Santoso (2003) dengan modifikasi. Sebanyak 10 g contoh ditambahkan dengan air atau 1% NaCl atau 0.5% asam asetat masing-masing sebanyak 40 ml dan dihomogenkan dengan menggunakan mixer pada kecepatan 5000 – 10000 rpm selama 2 menit, untuk menghasilkan fraksi terlarut. Kemudian contoh tersebut dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* pada suhu 100 °C selama 20 menit, disentrifus pada kecepatan 10000 rpm, 2 °C selama 10 menit. Hasil dari sentrifus selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 42. Hasil filtrasi tersebut selanjutnya diukur dengan menggunakan AAS. Persentase mineral terlarut dihitung dengan membandingkan jumlah mineral terlarut dengan total mineral.

Analisis Data

Data komposisi proksimat dan profil mineral pada cumi-cumi dan udang vannamei dilakukan analisis dengan uji *t-students* untuk me-

ngetahui perbedaan kandungannya. Data kelarutan mineral dianalisis dengan analisis ragam, menggunakan model rancangan percobaan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor lama perebusan dan media perebusan dengan menggunakan uji lanjut Duncan (Steel dan Torrie, 1989). Masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan. Data yang diperoleh dinyatakan dalam nilai rata-rata ± standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Proksimat

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan air, abu, protein dan lemak yang terdapat pada contoh cumi-cumi (*Loligo sp*) dan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Proksimat pada Cumi-cumi (*Loligo sp*) dan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

| Komposisi | Jenis contoh | |
|-------------|---------------------------|---------------------------|
| | Cumi-cumi | Udang vannamei |
| Air (%) | 84.01 ± 0.40 ^a | 81.35 ± 0.97 ^a |
| Abu (%) | 0.30 ± 0.08 ^a | 0.64 ± 0.06 ^b |
| Protein (%) | 14.65 ± 1.33 ^a | 17.43 ± 0.89 ^a |
| Lemak (%) | 0.24 ± 0.11 ^a | 0.15 ± 0.03 ^a |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama diikuti huruf superscript berbeda (a, b) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Air dan protein merupakan dua komponen terbesar yang terkandung pada cumi-cumi dan udang vannamei, diikuti abu dan lemak. Secara statistik kandungan air, protein dan lemak antara cumi-cumi dan udang vannamei tidak berbeda nyata, tetapi kandungan abu pada udang vannamei lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan cumi-cumi.

Komposisi proksimat cumi-cumi hasil penelitian Okuzumi dan Fujii (2000) adalah air (78.1 – 82.2%), abu (1.2 – 1.7%), protein (14 – 16%), dan lemak (1 – 2%); sedangkan kandungan air, abu, protein dan lemak pada udang yang dilaporkan USDA (2003) berturut-turut sebesar 65.69 – 75.86%, 1.2 – 1.3%, 17.77 – 20.31%, dan 0.92 – 1.73%. Bila dibandingkan dengan kedua data tersebut maka kandungan air, abu, protein dan lemak pada cumi-cumi dan udang vannamei hasil penelitian tidak jauh berbeda.

Komposisi Mineral Makro dan Mikro

Unsur mineral makro merupakan unsur mineral pada tubuh manusia yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar. Kelompok mineral makro terdiri K, Ca, Mg, Na, S, Cl, dan P (Ensminger *et al.*, 1995; Winarno, 1992). Mineral mikro merupakan mineral yang terdapat di dalam tubuh dalam jumlah yang kecil dan secara tetap terdapat dalam sistem biologis. Mineral mikro mempunyai peranan esensial untuk kehidupan, kesehatan dan reproduksi. Kelompok mineral mikro terdiri atas mineral Fe, Zn, Cu, I, Mn, Se. Hasil analisis mineral makro dan mikro pada cumi-cumi dan udang vannamei disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Mineral Makro dan Mikro pada Cumi-Cumi dan Udang Vannamei.

| Komposisi mineral | Jenis contoh | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | Cumi-cumi | Udang vannamei |
| Mineral makro mg/100 g basis kering (bk) | | |
| Natrium (Na) | 848.63 ± 68.55 ^a | 777.45 ± 88.07 ^a |
| Kalium (K) | 400.53 ± 14.87 ^a | 457.02 ± 37.20 ^a |
| Kalsium (Ca) | 83.03 ± 11.59 ^a | 354.28 ± 28.51 ^b |
| Magnesium (Mg) | 178.18 ± 9.37 ^a | 173.77 ± 2.37 ^a |
| Fosfor (P) | 382.79 ± 19.43 ^a | 600.41 ± 30.29 ^b |
| Mineral mikro mg/100 g basis kering (bk) | | |
| Seng (Zn) | 22.51 ± 8.20 ^a | 19.49 ± 7.65 ^a |
| Iodium (I) | 1.65 ± 0.09 ^b | 0.68 ± 0.03 ^a |
| Tembaga (Cu) | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi |
| Besi (Fe) | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama diikuti huruf superscript berbeda (a, b) menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$)

Pada cumi-cumi, kandungan mineral makro terbesar adalah Na (848.63 mg/100 g bk), diikuti K, P, Mg dan Ca dengan nilai berturut-turut sebesar 400.53, 382.79, 178.18 dan 83.03 mg/100 g bk. Demikian pula pada udang vannamei kandungan mineral terbesar adalah Na (777.45 mg/100 g bk), diikuti oleh P (600.41 mg/100 g bk), K (457.02 mg/100 g bk), Ca (354.28 mg/100 g bk) dan Mg (173.77 mg/100 g bk). Secara statistik udang vannamei mempunyai kandungan mineral makro Ca dan P lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan cumi-cumi. Sebaliknya cumi-cumi mempunyai kandungan mineral mikro I lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan udang vannamei.

Kandungan Na pada cumi-cumi dan udang vannamei hasil penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan cumi-cumi yang dilaporkan Okuzumi dan Fujii (2000) yaitu 200 mg/100 g bk dan udang yang dilaporkan USDA (2003) sebesar 148 mg/100 g bk. Demikian pula kandungan K cumi-cumi hasil penelitian lebih tinggi bila dibandingkan dengan K pada cumi-cumi menurut Okuzumi dan Fujii (2000), yaitu sebesar 290 mg/100 g bk, dan K pada udang menurut USDA (2003), yaitu sebesar 185 mg/100 g bk.

Mineral mikro yang terkandung pada cumi-cumi dan udang vannamei yang berhasil diukur adalah Zn dan I, sedangkan untuk Cu dan Fe tidak terdeteksi (sangat sedikit atau tidak ada). Pada cumi-cumi dan udang vannamei, konsentrasi mineral mikro terbanyak adalah Zn dengan konsentrasi masing-masing sebesar 22.51 dan 19.49 mg/100 g bk. Kadar I yang terkandung pada cumi-cumi sebesar 1.65 mg/100 g bk dan konsentrasi ini lebih besar dari udang vannamei yang hanya sebesar 0.68 mg/100 g bk.

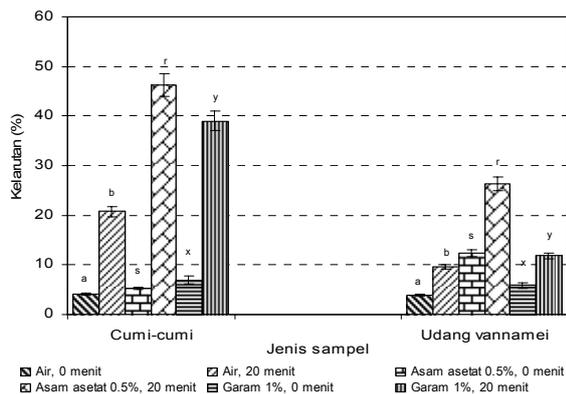
Perbedaan kadar mineral pada suatu organisme dapat disebabkan oleh perbedaan dari jenis makanan yang dikonsumsi oleh kedua biota tersebut dan kondisi lingkungan tempat hidup. Menurut Jobling *et al.* (2001) kandungan mineral yang terdapat pada suatu biota perairan dipengaruhi oleh makanan yang dimakannya serta kemampuan untuk menyerap kandungan mineral yang terdapat pada lingkungan perairan tempat makhluk hidup tersebut tinggal. Selain itu, perbedaan ini juga dapat disebabkan oleh perbedaan jenis spesies, konsentrasi mineral dalam habitatnya dan fase pertumbuhan (Darmono, 1995).

Kelarutan Mineral

Mineral Ca dan Zn berturut-turut mewakili mineral makro dan mikro dipilih untuk dipelajari sifat kelarutannya dalam kaitannya dengan proses perebusan pada berbagai kondisi yaitu air, asam asetat 0.5% dan garam 1%. Kelarutan Ca dan Zn berturut-turut disajikan pada Gambar 1 dan 2.

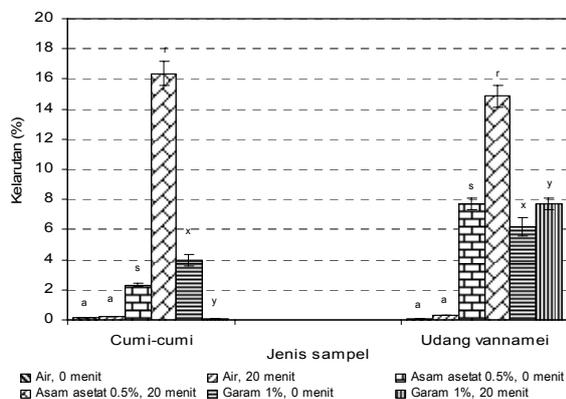
Perebusan selama 20 menit dengan media air, asam asetat 0.5% dan garam 1% secara nyata meningkatkan kelarutan Ca baik pada contoh cumi-cumi maupun udang vannamei. Persen kelarutan Ca tertinggi dihasilkan setelah meng-

alami perebusan dalam suasana asam, yaitu pada cumi-cumi dari 5.33% menjadi 46.34%, dan pada udang vannamei dari 12.41% menjadi 26.33%. Kelarutan Ca cumi-cumi juga mengalami kenaikan yang tinggi setelah direbus pada media garam, sekitar 5.5 kali dibandingkan dengan tidak direbus, sedangkan pada udang vannamei kenaikannya tidak terlalu besar sekitar 2 kali.



Keterangan: Histogram yang diikuti huruf berbeda (a,b) atau (r,s) atau (x,y) pada media perebusan yang sama untuk masing-masing jenis contoh menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Gambar 1. Kelarutan Mineral Ca Akibat Perebusan pada Media yang Berbeda.



Keterangan: Histogram yang diikuti huruf berbeda (a,b) atau (r,s) atau (x,y) pada media perebusan yang sama untuk masing-masing jenis contoh menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Gambar 2. Kelarutan Mineral Zn Akibat Perebusan pada Media yang Berbeda.

Kelarutan Zn juga meningkat dengan adanya perlakuan perebusan selama 20 menit pada masing-masing media perebusan yang digunakan, kecuali pada contoh cumi-cumi yang direbus dalam media garam mengalami penurunan

an. Seperti halnya kelarutan Ca, perebusan pada suasana asam juga meningkatkan kelarutan Zn, yaitu pada cumi-cumi dari 2.31% menjadi 16.37%, dan pada udang vannamei dari 7.72% menjadi 14.85%.

Molekul-molekul berbagai senyawa dalam makanan terikat satu sama lain dalam ikatan hidrogen. Pemanasan dapat mengurangi daya tarik-menarik antara molekul-molekul air dan akan memberikan cukup energi kepada molekul-molekul air tersebut sehingga dapat mengatasi daya tarik-menarik antar molekul dalam bahan tersebut. Karena itu daya kelarutan pada bahan yang melibatkan ikatan hidrogen, akan meningkat dengan meningkatnya suhu (Winaro, 1992).

Penggunaan asam sebagai media pelarut pada perebusan juga memberikan pengaruh terhadap kelarutan Ca dan Zn. Hal ini diduga bahwa pada kondisi asam dan suhu tinggi menyebabkan mineral yang asalnya berbentuk kompleks (berikatan dengan komponen lain) berubah menjadi bentuk sederhana (ion) sehingga akan meningkatkan kelarutannya. Dalam hal ini asam asetat bertindak sebagai *enhancer* yaitu molekul atau senyawa yang mempengaruhi bentuk mineral sehingga bersifat larut dan selanjutnya dapat diabsorpsi oleh mukosa sel usus (Clydesdale, 1988; Suzuki *et al.*, 1992)

Suzuki *et al.* (2000) mempelajari kelarutan mineral pada kerang dengan perebusan menggunakan air dan garam. Dilaporkan bahwa kelarutan Ca terkadang meningkat setelah perebusan, sedangkan kelarutan Fe pada kerang mengalami penurunan setelah mengalami perebusan.

Mineral pada makanan dapat berubah struktur kimianya pada waktu proses pemasakan atau akibat interaksi dengan bahan lain. Kelarutan mineral dapat meningkat atau menurun tergantung pada prosesnya. Pemanasan diketahui dapat menyebabkan protein menjadi terdenaturasi, hal ini dapat berinteraksi dengan mineral sehingga dapat menyebabkan mineral sulit untuk larut. Hal inilah yang diduga terjadi dalam perebusan contoh cumi-cumi dengan menggunakan garam 1%, menyebabkan kelarutan Zn menurun (Santoso 2003; Santoso *et al.*, 2006).

Lebih lanjut Santoso (2003); Santoso *et al.* (2006) melaporkan bahwa pH dapat mempengaruhi kelarutan mineral. Penggunaan asam a-

setat 0.5% dapat meningkatkan kelarutan mineral Ca dan Mg pada beberapa jenis rumput laut. Kelarutan mineral Fe pada tiga jenis rumput laut yang berasal dari Jepang, yaitu *Porphyra yezoensis*, *Enteromorpha intestinalis* dan *Hiziki fusiformis* pada pH 2 lebih tinggi dibandingkan pada pH 6 (Yoshie *et al.*, 1999). Demikian juga kelarutan mineral Fe pada ikan cod, remis dan udang juga meningkat seiring dengan meningkatkannya derajat keasaman (Yoshie *et al.*, 1997), dan persentase kelarutan Fe pada pH 2.5-3.1 juga lebih tinggi daripada pH 5.5 dalam model studi dengan menggunakan asam organik dan lignin (Suzuki *et al.*, 1992).

Watzke (1998) menyatakan bahwa pemasakan makanan dapat mempunyai efek positif yaitu dapat merusak zat antinutritisi dan mengubah komponen mineral pada makanan menjadi kompleks ligan yang dapat meningkatkan sifat bioavailabilitasnya. Selain itu dampak yang diakibatkan dari pemasakan dapat pula bersifat negatif, yaitu apabila terjadi pengaktifan enzim yang bersifat menghambat dan membuat mineral menjadi komponen yang sulit terlarut. Hal inilah yang dapat mengakibatkan kenapa kelarutan mineral pada Ca maupun Zn dapat meningkat maupun menurun.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa cumi-cumi dan udang vannamei mengandung mineral makro Na, K, Ca, Mg dan P dalam jumlah besar. Unsur mineral mikro yang terukur pada contoh cumi-cumi dan udang vannamei adalah Zn dan I, sedangkan Cu dan Fe tidak terdeteksi. Kelarutan mineral Ca dan Zn meningkat setelah perebusan, terutama pada perebusan selama 20 menit dengan menggunakan asam asetat 0.5%.

PUSTAKA

- Almatsier S. 2003. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari N, Sedarnawati, Budiyanto S. 1989. **Analisis Pangan**. IPB Press, Bogor.
- AOAC. 1990. **Association of Official Analytical Chemist, Official Methods of Analysis, 15th Edition**. AOAC. Arlington, VA.
- Clydesdale FM. 1988. Minerals: Their chemistry and fate in food. [Dalam] Smith KT. (ed). **Trace Minerals in Foods**. Marcel Dekker Inc., New York.
- Darmono. 1995. **Logam dalam Sistem Biologi Makhhluk Hidup**. UI-Press, Jakarta.
- Ensminger AH, Ensminger ME, Konlande JE, Robson JRK. 1995. **The Concise Encyclopedia of Foods and Nutrition**. CRC Press, Boca Raton Florida.
- Farrell KT. 1990. **Spices, Condiments and Seasonings** 2nd Edition. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Jobling M, Houlihan D, Boujard T. 2001. **Food Intake in Fish**. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Newman MC, Jagoe CH. 1994. **Ligands and the bioavailability of metals in aquatic environments**. [Dalam] Hamelick JL, Bergman PF, Bergman HL, Benson WH (eds.). **Bioavailability: Physical, Chemical, and Biological Interactions**. CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton.
- O'Dell BL. 1984. **Bioavailability of trace elements**. *Nutrition Review*. 42: 301-308.
- Okuzumi M, Fujii T. 2000. **Nutritional and Functional Properties of Squid and Cuttlefish**. National Cooperative Association of Squid Processors, Tokyo.
- Raghumamulu N, Nair KM, Kalyanasundaram S. 1983. **A Manual of Laboratory Techniques**. National Institute of Nutrition India, Hyderabad.
- Reitz LL, Smith WH, Plumlee MP. 1987. **A Simple Wet Oxidation Procedure for Biological Materials**. Animal Science, Purdue University, West Lafayette.
- Santoso J. 2003. **Studies on nutritional components and antioxidant activity in several Indonesia seaweeds** [disertasi]. Graduate School of Fisheries, Tokyo University of Fisheries, Tokyo.
- Santoso J, Gunji S, Yoshie-Stark Y, Suzuki T. 2006. **Mineral contents of Indonesian seaweeds and mineral solubility affected by basic cooking**. *Food Science and Technology Research*. 12 (1): 59-66.
- Steel RGD, Torrie JH. 1989. **Principles and Procedures of Statistics**. Penerjemah Sumantri B. **Prinsip dan Prosedur Statistik**. PT Gramedia, Jakarta.
- Suzuki T, Clydesdale FM, Pandolf T. 1992. **Solubility of iron in model containing organic acids and lignin**. *Journal of Food Protection*. 55: 893-898
- Suzuki T, Yoshie Y, Horii A. 2000. **Solubility of minerals in shellfish by heating with salt water**. [Dalam] Carman O, Sulistiono, Purbayanto A, Suzuki T, Watanabe S, Arimoto T (eds). *The proceeding of the JSPS-DGHE international symposium on fisheries science in tropical area* (pp. 563-568). TUF International JSPS Project, Tokyo.
- USDA. 2003. **Shrimp Nutrition Information**. <http://www.personal healthzone.com>. [accessed 12 Desember 2006].
- Watzke HJ. 1998. **Impact of processing on bioavailability examples of minerals in foods**. *Trends in Food Science and Technology*. 8: 320-327.
- Winarno FG. 1992. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia, Jakarta.
- Yoshie Y, Suzuki T, Clydesdale FM. 1997. **Iron solubility from seafoods with added iron and organic acids under simulated gastrointestinal conditions**. *Journal of Food Quality*. 20: 235-246.
- Yoshie Y, Suzuki T, Pandolf T, Clydesdale FM. 1999. **Solubility of iron and zinc in selected seafoods under simulated gastrointestinal conditions**. *Food Science Technology Research*. 5: 140-144.