

# Komponen Senyawa Aktif pada Udang Serta Aplikasinya dalam Pangan

James Ngginak, Haryono Semangun, Jubhar C. Mangimbulude, Ferdy S. Rondonuwu

Program Studi Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana  
Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711,0298-321212, Email:jngginak@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Perairan Indonesia yang sangat luas memiliki sumber daya alam laut yang potensial. Sebagian besar masyarakat Indonesia yang berprofesi sebagai nelayan menggambarkan bahwa laut merupakan salah satu pusat mata pencaharian untuk menunjang kehidupan. Sumber daya alam perairan menyediakan udang, ikan, rumput laut, dan organisme lain yang dapat dimanfaatkan untuk menunjang kehidupan masyarakat. Organisme laut dikenal memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk kesehatan manusia. Udang misalnya salah satu organisme dari kelompok crustacea yang kaya senyawa aktif, penting bagi kesehatan manusia. Udang mengandung senyawa aktif seperti omega-3, mineral, lemak, sitin, karotenoid (astaksantin) serta vitamin. Senyawa aktif ini mempunyai kemampuan mencegah penyakit pada tubuh serta dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh. Omega-3 dan astaksantin misalnya adalah dua senyawa aktif yang sebagian besar terkandung dalam udang. Senyawa tersebut berperan sebagai antioksidan serta penangkal radikal bebas, sebagai suplemen penting untuk ibu hamil dan bayi. Omega-3 dan astaksantin tersedia dalam berbagai jenis udang serta ikan. Dengan adanya senyawa aktif yang tersedia terutama dalam udang maka dalam pengembangan produk pangan, senyawa dan organisme ini diambil untuk pembuatan berbagai produk pangan seperti suplemen, margarin, yogurt, kue, saos, roti, kerupuk, tepung, serta garam. Pada review ini penulis menguraikan tentang senyawa fungsional dan penggunaannya sebagai produk pangan untuk menunjang kehidupan manusia serta peluang ke depan.

**Kata Kunci :** bahan makanan, senyawa aktif (astaksantin), udang

## ABSTRACT

*Indonesian water area is vast and has a great potential of natural resources. Most of the Indonesian people working as fisherman describes that ocean is place of making a living. Watery area resources Indonesian watery area is vast and has a great potential include shrimps, fish, and other organism to support human life. Ocean organism has been known to contain nutrition which is good for human's health. Shrimps contains omega 3, mineral, fat, citin, carotenoide (astaxanthin) and vitamin. The active compound have an ability to prevent disease and meet the nutritional need of body. Omega3 and astaxantin for example are active compounds found in shrimps. These compound play a role as antioxidant and free radicals scavenger can be supplement for pregnant women and baby. Omega 3 and antaksantine are found in various shrimps and fish. Thus, the development of product from this organism includes supplement, margarine, cake, souse, bread, kerupuk, flour and salt. In this review, the writer describes the the functional compound and its usage as food product.*

**Keywords :** astaxanthin, food compound, shrimps

## PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki wilayah perairan yang lebih luas dibanding luas daratan. Sekitar 900.000 hektar wilayah perairan di Indonesia memiliki sumber organisme laut yang dapat dimanfaatkan (Ecos, 2007). Dengan sumber daya perairan yang melimpah maka tentunya menjadi suatu modal dasar untuk mencapai kesejahteraan masyarakat lewat pemanfaatan hasil perairan. Pemanfaatan organisme laut memiliki peluang untuk pengembangan industri pangan serta obat-obatan (Larsen, 2011). Dari data biogeografis yang di buat oleh Wallace menjelaskan bahwa distribusi populasi organisme laut di Asia Tenggara dipengaruhi oleh faktor keanekaragaman genetik. Lokasi perairan Asia dan Asia Tenggara, dari India ke Jepang hingga pulau-pulau di Indonesia Timur Sulawesi dan Flores (NTT) merupakan daerah yang

kaya organisme laut (Lourie, 2004). Dengan adanya kekayaan alam laut yang berkelimpahan tersebut maka tentunya dibutuhkan suatu mekanisme tata kelola yang dapat menjaga keanekaragaman hayati laut. Menurut McLEOD (2009) salah satu bentuk tata kelola yang dapat dilakukan adalah konservasi.

Udang merupakan salah satu hasil laut dan komponen penting bagi perikanan udang di Indonesia. Berdasarkan data statistik (Ditjenkan, 2009; 2011) bahwa tingkat ekspor hasil perikanan komoditas utama menempatkan udang paling tinggi dibanding tuna, cakalang, tongkol, dan kepiting. Selain itu pula nilai ekspor udang paling tinggi menempati posisi pertama dari hasil laut lain seperti ikan. Hasil ekspor lobster dari Indonesia yang terus meningkat dikarenakan kondisi geografis perairan yang cocok dengan berkembangbiakan lobster atau sumber penghasil

lobster. Menurut Subani *et al.* (1993) udang sangat cocok untuk perairan Indonesia karena kondisi habitat terumbu karang yang tumbuh subur serta suhu rata-rata 28°C yang memungkinkan udang untuk bertumbuh dan berkembangbiak, seperti udang karang. Beberapa diantaranya yang telah diidentifikasi dan sebagai objek pembudidayaan warga adalah udang Kentangan (*Panulirus ornatus*), udang batu (*Panulirus penicillatus*), udang Pantung (*Panulirus homarus*) udang Kendal (*Panulirus versicolor*). Kebiasaan makan udang adalah omnivora, hidup nokturnal.

Pada udang terkandung senyawa aktif yang bermanfaat bagi manusia. Senyawa aktif memiliki peran penting untuk kesehatan, pertumbuhan dan perkembangan tubuh manusia. Michaelson *et al.* (2011) mengatakan bahwa senyawa aktif seperti asam lemak (omega-3 dan omega-6) pada udang dan ikan bermanfaat untuk perkembangan otak anak, untuk bayi, untuk ibu hamil. Kemudian menurut Trung Si *et al.* (2012) dalam udang terkandung senyawa aktif yang dapat ditemukan adalah kitosan, mineral, lipid, karotenoid protein memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Dalam kaitan dengan senyawa aktif Zhao *et al.* (2011) mengemukakan bahwa udang merupakan salah satu sumber senyawa aktif tertinggi untuk golongan asam amino. Sedangkan Mika *et al.* (2013) mengatakan adapun komposisi udang terdiri dari nutrien, asam amino esensial, komposisi lemak, makro mineral, dan mikro mineral.

Diantara senyawa aktif seperti omega-3, omega-6 serta kitosa, yang terkandung dalam udang, terdapat senyawa lain yang banyak terkandung dalam udang yaitu astaksantin. Kritsada *et al.* (2012) mengemukakan bahwa astaksantin terkandung dalam kulit udang. Senyawa ini berikatan dengan protein karotenoid (Klomklao *et al.*, 2007). Astaksantin adalah jenis karotenoid yang banyak terkandung dalam salmon dan krustacea dengan memberikan karakteristik warna merah muda pada spesies itu (Ciapra *et al.*, 2006). Astaksantin dalam kaitan dengan manfaatnya mampu menurunkan stres oksidatif, pelindung terhadap peradangan, dan penghambat penuaan (Kidd, 2011). Astaksantin juga dapat diperoleh dalam *Haematococcus pluvialis* merupakan spesies air tawar dari ganggang hijau yang banyak mengandung astaksantin dengan memiliki sifat sebagai antioksidan yang kuat, serta aplikasinya luas dalam akuakultur, berbagai obat-obatan, pakan dan kosmetik (Wayama *et al.*, 2013). Pemanfaatan senyawa aktif udang sebagai penunjang kebutuhan pangan sangat jelas. Hal ini dapat diketahui lewat adanya berbagai macam produk olahan udang yang diproses dan dipasarkan. Macam olahan itu berupa suplemen, kosmetik, bioteknologi dan obat-

obatan (Trung Si *et al.*, 2012).

Berdasarkan pada nilai nutrisi, tingkat konsumsi, serta pemahaman masyarakat yang minim tentang senyawa aktif pada udang, maka penulis mengarahkan review ini pada beberapa macam senyawa aktif dari udang, kegunaan senyawa aktif tersebut, serta penggunaan dalam produk pangan sebagai informasi yang membantu masyarakat dalam memahami peran senyawa aktif bagi kesehatan manusia terutama senyawa aktif dari udang. Senyawa aktif pada udang meliputi asam amino esensial, komposisi lemak, makro mineral, dan mikro mineral, karotenoid ( $\beta$ -karoten, astaksantin).

## **SENYAWA AKTIF**

### **Definisi senyawa aktif**

Senyawa aktif merupakan zat yang memiliki daya atau kemampuan untuk mencegah terjadinya berbagai kondisi buruk tubuh saat metabolisme atau mencegah masalah kesehatan dan menjaga kesehatan manusia (Suharto *et al.*, 2012). Kemudian definisi senyawa aktif menurut Darusman *et al.* (2011) senyawa aktif adalah zat yang menunjukkan aktivitas biologis seperti antioksidan, inhibitor. Menurut Salni *et al.* (2011) yang disebut senyawa aktif adalah senyawa kimia tertentu yang terdapat dalam tumbuhan dan hewan sebagai bahan obat yang mempunyai efek fisiologis terhadap organisme lain, atau sering disebut sebagai senyawa bioaktif. Selain itu Dali *et al.* (2011) mengatakan bahwa senyawa aktif adalah zat biokatif yang memiliki aktifitas biologis sebagai antibiotik, antitumor. Berdasarkan uraian tentang definisi dari senyawa aktif di atas makan dapat dikatakan bahwa senyawa aktif merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam metabolisme organisme. Manfaat senyawa tersebut tidak hanya bagi udang, namun untuk organisme secara keseluruhan memainkan peran yang vital. Senyawa aktif dari udang memiliki nilai kesehatan dan gizi yang sangat baik untuk tubuh manusia.

Dewasa ini masalah kesehatan merupakan salah satu faktor perhatian masyarakat dunia. Pemanfaatan obat-obatan kimia farma sebagai penangkal penyakit secara lambat laun menjadi tidak ampuh. kuman penyakit telah bermutasi (resisten) terhadap antibiotik atau penangkal penyakit. masalah ini semestinya menjadi prioritas farmasi untuk menemukan terobosan dalam mengatasi masalah tersebut. Berkaitan dengan itu menurut Ireland *et al.* (1988) dalam Dali *et al.* (2011) bahwa hasil alam terutama di laut seperti (*spons, cnidarians, bryozoa, tunicates* dan *alga*) memiliki banyak potensi kaya senyawa aktif yang mampu mengatasi penyakit manusia.

## Macam-macam Senyawa Aktif

Tabel 1. Rata-rata analisis profil gizi dari 100g daging udang yang dikonsumsi

Nutrisi	Nilai Yang Terkandung
1 Protein (g)	19.4 ± 0.56
2 Lemak (g)	1.15 ± 0.19
3 Air (g)	76.3 ± 0.57
4 Energi (kcal)	89.0 ± 1.12
Asam Amino Esensial	Nilai Yang Terkandung
5 Isoleucine (mg)	930.7 ± 8.10
6 Leucine (mg)	1463.9 ± 22.30
7 Lysine (mg)	1480.1 ± 27.57
8 Methionine + cysteine (mg)	668.1 ± 16.57
9 Phenylalanine + tyrosine (mg)	1389.2 ± 19.27
10 Threonine (mg)	756.0 ± 8.89
11 Tryptophan (mg)	223.3 ± 2.90
12 Valine (mg)	935.7 ± 5.89
Komposisi Lemak	Nilai Yang Terkandung
13 $\Sigma$ SFA (mg)	257.5 ± 3.71
14 $\Sigma$ MUFA (mg)	163.5 ± 7.90
15 $\Sigma$ PUFA (mg)	321.0 ± 5.23
16 Eicosapentaenoic (mg)	112.0 ± 3.02
17 Docosahexaenoic (mg)	75.5 ± 1.43
18 $\Sigma n-3$ PUFA (mg)	204.5 ± 2.23
19 $\Sigma n-6$ PUFA (mg)	106.0 ± 2.31
20 $n-6/n-3$ PUFA	0.5 ± 0.01
21 PUFA/SFA	1.3 ± 0.05
22 Cholesterol (mg)	173 ± 6.93
Makro Mineral	Nilai Yang Terkandung
23 Calcium (mg)	107.3 ± 1.96
24 Magnesium (mg)	58.5 ± 1.38
25 Phosphorus (mg)	303.4 ± 3.22
26 Potassium (mg)	259.6 ± 3.25
27 Sodium (mg)	176.1 ± 3.04
Mikro Mineral	Nilai Yang Terkandung
28 Copper ( $\mu$ g)	918 ± 4.62
29 Iron ( $\mu$ g)	2196.5 ± 16.61
30 Manganese ( $\mu$ g)	50.5 ± 1.64
31 Selenium ( $\mu$ g)	44 ± 1.06
32 Zinc ( $\mu$ g)	1403.5 ± 5.43

Sumber : (Dayal et al., 2007)

### Asam Lemak Omega-3 ( $\Omega$ -3 (Pufa))

Asam lemak (omega-3) adalah golongan penting dari asam lemak tak jenuh ganda esensial yang sangat penting untuk kesehatan (Calder. 2010). Menurut Armenta et al. (2013) omega-3 adalah asam eicosapentaenoic yang memiliki efek baik bagi kesehatan. Omega-3 adalah asam lemak tak jenuh yang sangat dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan otak, kesehatan mata, dan perkembangan janin (Castle et al., 2010). Asam lemak ini banyak terdapat dalam salmon, sarden, trout, herring, kenari, minyak biji rami, udang,

kerang, tuna, lele, dan bayam (Harikrishnan et al., 2012). Menurut Qi et al. (2010) omega-3 dapat diperoleh dari bahan makanan nabati. Dalam sebuah penelitian baru, menemukan bahwa sumber omega-3 terdapat pada (*genus Schizochytrium, Thraustochytrium dan Ulkenia*) organisme bersel satu (Armenta et al., 2013).

Berdasarkan hasil penelitian atau kajian omega-3 di atas maka secara keseluruhan data-data dari hasil kajian mereka mengenai senyawa aktif yang disebut asam lemak tak jenuh (omega-3 dan omega-6) yang sangat bermanfaat dalam dunia kesehatan dan gizi. Jurnal-jurnal di atas telah mendeskripsikan manfaat biologis dari omega-3 bagi kesehatan manusia. Uraian tentang manfaat omega-3 dan omega-6 bagi ibu hamil dan anak telah dijelaskan. Namun perlu digaris bawahi bahwa uraian jurnal tentang omega-3 di atas belum menyinggung secara detail tentang dosis atau batas konsumsi udang bagi penderita penyakit jantung, dan kolesterol. Dengan kata lain berapa jumlah asupan omega-3 dan omega-6 berapa mg/hari. Hal ini sangat perlu dijelaskan karena dalam Bergmann et al. (2007) mengatakan bahwa asam lemak tak jenuh (DHA) mampu menurunkan resiko obesitas serta mampu mengatur pertumbuhan dan perkembangan organ, jaringan anak dengan maksimal terutama untuk perkembangan otak anak. Senada dengan itu Abbas (2013) mengatakan bahwa omega-3 turut berperan dalam mengatur dan menurunkan LDL. Disisi lain Silva et al. (2007) menyebutkan bahwa asam lemak tak jenuh ini dapat menyebabkan tinggi kolesterol. Sehubungan dengan dua wacana (baik dan buruk konsumsi omega-3) di atas maka diperlukan adanya penetapan dosis konsumsi bagi masing-masing manusia berdasarkan kondisi kesehatannya.

Adapun manfaat omega-3 menurut Huang et al. (2012) Asam docosahexaenoic (DHA) dan Asam eicosapentaenoic (EPA) dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kognitif bayi, anak-anak, ibu hamil, serta mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Omega-3 dari ikan dan udang meningkatkan *neurodevelopment janin*. Bahkan dikatakan asupan DHA yang sesuai dapat melahirkan anak perempuan (Del Gobbo et al., 2010). Omega-3 juga penting dalam operasi *cangkok bypass arteri koroner (CABG)*, dengan memberikan perlindungan terhadap kerusakan *ischemic reperfusion*, pencegahan aritmia pasca operasi, dan pelemahan dari respon inflamasi (Veljovic et al., 2013). Asam lemak tak jenuh *eicosapentaenoic acid (EPA)* dan *asam docosahexanoic (DHA)* juga mampu menghambat agregasi trombosit dan mengurangi kematian dari *infark miokard (MI)* dan stroke iskemik (Diaz et al., 2009).

Yan et al. (2013) menjelaskan bahwa omega-3 berperan besar dalam sistem reproduksi organisme

jantan. Omega-3 memiliki andil dalam kepadatan, motilitas, pengembangan testis, struktur morfologi sperma sehingga meningkatkan kinerja reproduksi, yang mungkin akan terkait dengan perubahan dalam metabolisme hormon. Peran dari omega-3 tidak hanya terbatas seperti yang dibahas sebelumnya. Omega-3 juga menunjukkan potensi melindungi kulit dari radiasi sinar ultraviolet. n-3 PUFA mengatur proses seluler dan akhirnya menjaga kesehatan kulit manusia (Pilkington *et al.*, 2011). Panagan *et al.* (2011) mengatakan bahwa Omega-3 memiliki fungsi biologis dimana DHA dan EPA dapat membantu proses tumbuh-kembangnya otak (kecerdasan), perkembangan indra penglihatan, dan sistem kekebalan tubuh bayi, balita. Lafourcade *et al.* (2011) mengemukakan omega-3 sebagai sumber nutrisi memiliki peran menjaga keseimbangan reaksi biokimia dalam tubuh seperti kekurangan omega-3 yang dapat memicu penyakit neuropsikiatri. Fungsi biokimia lain omega-3 yaitu mampu menurunkan hipertensi yang disebabkan oleh peningkatan insulin atau hyperinsulinemic (Bhise *et al.*, 2005). Omega-3 juga mempunyai peran biologis sebagai anti inflamasi (Mobraten *et al.*, 2013). Menurut Mahaffey *et al.* (2011) konsumsi asam docosahexaenoic memberi manfaat bagi perkembangan bayi, serta mengurangi risiko beberapa penyakit jantung pada orang dewasa. Dalam kasus lain menurut data Shellfish Farming (2010) asam lemak tak jenuh ganda (LCPFA) dari krill bermanfaat bagi kesehatan seperti mekanisme anti trombotik, anti arhythmic, dan anti-inflamasi yang terkait dengan asam eicosapentaenoic tinggi (EPA) dan docosahexaenoic acid (DHA) yang efek sampingnya perut kembung, diare. Berikut adalah tabel anjuran konsumsi asam lemak untuk anak dan ibu hamil menurut badan pangan PBB.

Ada dua hal yang ingin disampaikan dalam kaitan dengan peran serta tingkat konsumsi omega-3 dari laut sebagai sumber nutrisi. Yang pertama sangat benar asam lemak tak jenuh (omega-3 dan omega-6) dari makanan laut sangat penting atau peran vital untuk kesehatan, ibu hamil, bayi, serta anak-anak. Namun di beberapa negara berkembang standar konsumsi asam lemak tak jenuh masih kurang dari anjuran konsumsi asam lemak tak jenuh (Michaelsen *et al.*, 2011). Dengan kata lain asupan omega-3 dan omega-6 masih jauh dari standar anjuran konsumsi omega-3 dan omega-6. Dampaknya adalah meningkatnya angka kekurangan gizi bagi anak dan ibu hamil bahkan menyebabkan terjadi kematian. Hal ini mengindikasikan bahwa masih terdapat kekurangan bahan makanan berstatus asam lemak tak jenuh di beberapa negara berkembang. Pangan, ketidakstabilan ekonomi, keadaan geografis merupakan faktor yang mempengaruhi tidak

Tabel 2. Rekomendasi jumlah asam lemak dalam asupan makanan yang penting untuk bayi dan anak kecil (6-24 bulan) serta ibu hamil dan menyusui (FAO/WHO 2008).

No		Bayi dan anak-anak (6-24 bulan)	Ibu hamil dan menyusui
1	Lemak dalam suplai bahan makanan	Pengurangan bertahap sampai 35% E, tergantung pada aktivitas fisik	20-35%E
2	Polyunsaturated fatty acid (PUFA)	<15%E (U-AMDR)	6-11%E (AMDR)
3	n-6 PUFA (18:2 undifferentiated)	3.0-4.5%E (AI)†	2-3%E (AI)†
4	n-3 PUFA (18:3 undifferentiated)	0.4-0.6%E (AI)‡	0.5-2%E (AMDR)§

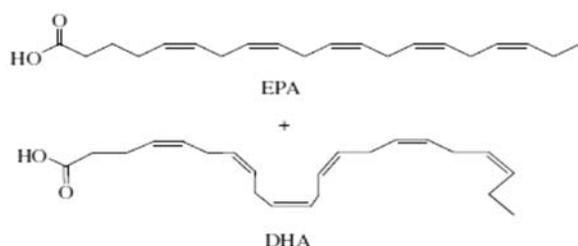
tersedianya asupan nutrisi yang cukup. Kelaparan, busung lapar, penyakit kekurangan gizi bukan hal yang baru. Saat ini masih banyak negara berkembang yang mengalami krisis pangan. Hal ini mungkin menjadi kendala dalam asupan nutrisi untuk ibu hamil dan anak-anak. Pendidikan gizi pun perlu ditekankan untuk menyadarkan masyarakat tentang pentingnya omega-3 (DHA, EPA) (Candela *et al.*, 2011).

Hal kedua yang ingin disampaikan bahwa pemanfaatan hasil laut untuk pangan dalam kategori udang dan ikan secara prosedur belum berpatokan pada standar mutu yang mungkin terjadi di Indonesia saat ini. Peristiwa ini jika dibiarkan berlanjut akan terjadi akumulasi bahan kimia beracun dalam hasil tangkapan laut yang dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi konsumen. Penulis ingin menekankan bahwa para konsumen harus jeli saat memilih udang. Sebab sebagian udang mungkin terkontaminasi dengan limbah (Zevnik, 2009). Konsumsi makanan laut seperti udang tidak hanya membawa pengaruh baik bagi tubuh namun juga menimbulkan gangguan kesehatan atau pengaruh buruk bagi tubuh seperti obesitas, diabetes, dan kardiovaskular (Arnold *et al.*, 2005). Pengaruh buruk ini semakin menjadi lebih berbahaya apabila dalam organisme yang dijadikan bahan makanan terkontaminasi dengan (Hg) dalam konsentrasi tinggi. Jika terkontaminasi dengan (Hg) dalam konsentrasi tinggi, sangat jelas berbahaya untuk kesehatan manusia. Walaupun omega-3 PUFA mampu menetralkan (Hg) (Dewailly, 2008). Rahouma *et al.* (2012) mengatakan kadar pencemaran perairan dapat diukur pada udang. Dalam kaitan dengan hal ini kita dapat mempelajari tips memilih udang yang baik dan sehat sebagaimana telah dikemukakan dalam (Zevnik, 2009).

Merujuk pada uraian di atas maka dapat dikatakan bahwa laut sebagai area mata pencaharian

dan sumber bahan makanan benar-benar harus dijaga salinitas, serta keberadaannya untuk pemanfaatan oleh manusia. Dewasa ini seiring pemanfaatan hasil laut yang terus meningkat, diperlukan adanya suatu tatanan untuk mencegah eksploitasi yang berlebihan yang berimbas pada kepunahan organisme. Bertambahnya populasi penduduk, tingkat konsumsi masyarakat yang meningkat, pencemaran laut yang semakin meluas tentunya akan mempengaruhi stabilitas, produktifitas, dan keanekaragaman dari organisme tersebut. Faktor-faktor pengganggu seperti ini perlu mendapat perhatian, dan penanganan serius untuk menjaga kelestarian serta kelayakan dikonsumsi. Diharapkan dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia diharapkan mampu memberdayakan sumber daya alam secara baik untuk memenuhi kebutuhan.

### Sifat fisik, kimia omega-3



Gambar 1. Struktur kimia DHA dan EPA

Asam lemak adalah asam monokarboksilat rantai lurus yang terdiri dari jumlah atom karbon genap (4,6,8 dan seterusnya) dan diperoleh dari hasil hidrolisis lemak. Berdasarkan tingkat kejenuhan maka asam lemak (PUFA) EPA dan DHA tergolong dalam asam lemak yang memiliki lebih dari satu ikatan rangkap (Silalahi *et al.*, 2002). Asam lemak (omega-3) adalah asam lemak karboksilat yang posisi ikatan rangkap pertamanya terletak pada atom karbon nomor tiga dari ujung gugus metilnya (Wildan, 2000). Omega-3 juga dikenal dengan nama (asam alfa-linolenat, C18 : 3) (Kupongsak *et al.*, 2013).

Berdasarkan karakter fisik dari asam lemak, maka asam lemak dalam hal ini omega-3 adalah asam lemak yang bersifat non polar. Pemisahan senyawa dalam asam lemak seperti asam oleat dan palmitat dapat dilakukan karena ditinjau dari sifat fisik memiliki perbedaan dalam struktur dan distilasi molekuler. Sebaliknya untuk DHA dan EPA sulit dipisahkan karena memiliki sifat fisik dan struktur yang sama (Loriente *et al.*, 2011). Hidrolisis omega-3 dipengaruhi oleh aktivitas kimia, fisik atau selektivitas dari tiga turunan lipase yang diubah pada permukaan protein. Dalam hal ini modifikasi dalam berbagai reaksi enzim berpengaruh terhadap sifat asam lemak (Loriente *et*

*al.*, 2011). Asam lemak linolenat (C18:3 w-3) adalah asam lemak esensial yang dibutuhkan tubuh dengan mengandung ikatan rangkap yang tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia (Panagan *et al.*, 2011).

Berdasarkan uraian tentang sifat omega-3 di atas maka dapat dikatakan karakter atau sifat, dan reaksi kimia dari asam lemak (omega-3) seperti kelarutan ditentukan oleh rantai karbon, kerja enzim, susunan cincin dari rantai asam lemak. Yan *et al.* (2013) menjelaskan bahwa senyawa ini memiliki salah satu sifat yaitu dapat teroksidasi. Namun di lindungi oleh karotenoid dan tokoferol sehingga membuat senyawa ini tidak rentan terhadap oksidasi.

### Astaksantin

Karotenoid merupakan suatu kelompok pikmen organik berwarna kuning orange, atau merah orange yang terjadi secara alamiah dalam tumbuhan fotosintesis, ganggang. Pigmen ini terkandung juga pada beberapa jenis jamur, hewan, dan bakteri dengan fungsi sebagai anti kanker (Gross, 1991). Sifat antioksidan dari karotenoid dimanfaatkan dalam berbagai industri, diantaranya industri kosmetik, serta farmasi (Anunciato *et al.*, 2012).

Karotenoid dan kitin merupakan nutrisi yang dapat ditemukan pada udang dengan aplikasinya dalam dunia industri telah dikembangkan seperti kosmetik, dan farmasi biomedis (Candra *et al.*, 2010). Selain karotenoid dan kitin, senyawa lain yang umumnya ditemukan pada udang adalah astaksantin (Franco *et al.*, 2010). Astaksantin adalah xantofil merah (*oksigen karotenoid*) dengan manfaat diaplikasikan dalam akuakultur, farmasi, dan industri makanan (Rodriquez *et al.*, 2010). Menurut Yang *et al.* (2011) *astaksantin* adalah pikmen karotenoid dengan rantai molekul (3,3- dihidroksi - $\beta$ ,  $\beta$ -karoten -4, 4-dion) yang ditemukan di seluruh hewan, terutama di spesies laut seperti di lobster, kepiting, udang, ikan trout, serta salmon. *Astaksantin* dapat ditemukan pada mikroalga (*Haematococcus pluvialis*), udang, ganggang, ragi, ikan sunu merah, salmon (Moretti *et al.*, 2006). Senada dengan itu, Raman *et al.* (2012) mengatakan bahwa astaksantin sebagai pigmen orange dapat ditemukan pada mikroalga (*Haematococcus pluvialis*). Raman *et al.* (2012) mengatakan astaksantin senyawa yang dapat ditemui pada jenis mikroalga tawar dan laut *Chlorella sorokiniana* dan *Tetraselmis sp.*

Berhubungan dengan manfaat astaksantin menurut Higuera *et al.* (2006) astaksantin sebagai pikmen turunan dari xantofil (oksigen) memiliki daya antioksidan dan antiinflamasi (Santos *et al.*, 2012). Astaksantin dikenal pula sebagai pikmen pemberi warna orange pada tubuh udang (Khanafari *et al.*, 2007).

Kemudian dalam Roopyai *et al.* (2012) mengatakan bahwa astaksantin yang ditemukan dalam kulit udang memiliki manfaat sebagai aktifitas pelindung kulit. Astaksantin juga diketahui mampu menurunkan stres oksidatif pada orang obesitas, perokok, dan pelindung terhadap peradangan, serta penghambat penuaan (Kidd, 2011).

Astaksantin mampu menetralkan radikal bebas dan oksidan secara baik dengan menerima atau menyumbangkan elektron tanpa menjadi pro-oksidan (Kidd, 2011). Peran lain dari astaksantin yaitu mampu mengurangi ketegangan otot ciliary selama kelelahan mata, mengurangi peradangan lambung, serta dapat meningkatkan daya tahan otot dan kebugaran fisik (Tjokroprawiro, 2008). Astaksantin juga berkontribusi dalam dunia kosmetik yaitu memperbaiki struktur jaringan kolagen. Pada kulit, radikal bebas menyebabkan garis-garis dan keriput dengan menghancurkan kolagen yang memberikan kulit muda dan elastis. Ketika antioksidan menetralkan radikal bebas, antioksidan melindungi terhadap kerusakan dan juga dapat membantu memperbaiki jaringan kolagen (Tweed, 2011).

Berdasarkan uraian dari jurnal di atas maka dapat dikatakan bahwa astaksantin merupakan senyawa yang memiliki peran penting bagi organisme. Astaksantin sendiri untuk manusia memiliki efek kesehatan yang menguntungkan. Mampu mencegah penyakit yang diderita manusia, membantu metabolisme tubuh untuk bekerja secara normal. Namun tentunya satu hal yang menjadi kekurangan dari senyawa yang satu ini adalah mudah rusak, rentan terhadap oksidasi. Sifat oksidatif dari senyawa ini dapat dilihat pada bagian sifat dari senyawa astaksantin.

Hasil analisis total karotenoid dan astaksantin pada udang dengan (kontrol, perlakuan pakan berbasis karotenoid) menunjukkan bahwa pada otot dan eksoskeleton terkandung astaksantin dan karotenoid sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Untuk udang bagian yang paling banyak dikonsumsi adalah otot. Jika bagian yang sering dikonsumsi adalah bagian otot, maka ketersediaan astaksantin pada otot untuk kebutuhan manusia tidak tercukupi. Sebab berdasarkan pada jurnal dan data tabel di atas, yang banyak mengandung senyawa karotenoid dan astaksantin adalah bagian cangkang. Bertolak dari hal ini maka muncul suatu pertanyaan apakah dapat kita merekayasa secara molekuler sehingga pikmen karotenoid yang disuplai ke cangkang dikurangi dan dialirkan atau difokuskan suplai karotenoidnya ke bagian otot yang mana menjadi bagian favorit konsumsi manusia. Mengingat cangkang tidak dikonsumsi oleh manusia, dan umumnya tidak disukai oleh manusia

**Tabel 3.** Jumlah karotenoid dan astaksantin (mg/kg) 1 konten dalam udang (otot dan eksoskeleton) makan kontrol, dan perlakuan *Haematococcus pluvialis*. (Perisenti *et al.*, 2010)

	Kontrol	<i>H. Pluvialis</i>	Lecithin/ <i>H. Pluvialis</i>
<b>Karotenoid</b>			
Otot	4.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.3 <sup>ab</sup>	8.2 ± 1.0 <sup>b</sup>
Eksoskeleton	12.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	25.8 ± 0.4 <sup>b</sup>	26.8 ± 1.2 <sup>b</sup>
<b>Astaksantin</b>			
Otot	3.2 ± 0.5 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.1 <sup>ab</sup>	8.5 ± 1.3 <sup>b</sup>
Eksoskeleton	8.1 ± 1.2 <sup>a</sup>	12.1 ± 1.7 <sup>b</sup>	23.3 ± 0.2 <sup>c</sup>

sebagai bahan makanan. Mekanisme ini mengajak kita berpikir secara biomolekuler. Akumulasi pikmen astaksantin yang ditemukan pada udang mengindikasikan bahwa udang sebagai salah satu sumber astaksantin selain mikrolaga.

Disisi lain uraian komposisi senyawa aktif dalam udang menurut Kouchi *et al.* (2012) dalam Sachindra *et al.* (2005, 2006) menjelaskan astaksantin sedikit varitatif untuk beberapa spesies crustacea (Tabel 4, 5 dan 6).

**Tabel 4.** Total kandungan karotenoid (µg/g) dalam dua spesies udang laut (Sachindra *et al.*, 2005). Nilai yang berarti ± SD (n=4) adanya nilai-nilai tersebut menunjukkan perbedaan.

Spesies	Bagian tubuh		
	Daging	Kepala	Cangkang
<i>S.indica</i>	15,9 ± 2,1 <sup>aa</sup>	67,7 ± 6,3 <sup>aa</sup>	116,0 ± 11,8 <sup>aa</sup>
<i>A.alcocki</i>	21,4 ± 1,7 <sup>ab</sup>	185,3 ± 17,0 <sup>b</sup>	117,4 ± 6,7 <sup>aa</sup>

**Tabel 5.** Total kandungan karotenoid (µg) dalam spesies selain udang (Sachindra *et al.*, 2005).

Spesies	Bagian tubuh		
	Daging	Kepala	Cangkang
<i>Penaeus manodon</i>	17,5 ± 5,99 <sup>aa</sup>	58,4 ± 7,73 <sup>ab</sup>	86,6 ± 13,88 <sup>aa</sup>
<i>Penaeus indicus</i>	10,4 ± 0,92 <sup>xb</sup>	3,58 ± 6,83 <sup>b</sup>	59,8 ± 11,02 <sup>b</sup>
<i>Metapenaeus dopsonii</i>	11,1 ± 1,61 <sup>xb</sup>	5,13 ± 4,09 <sup>b</sup>	83,3 ± 13,87 <sup>aa</sup>
<i>Parapenaeopsis stylifera</i>	16,0 ± 2,21 <sup>aa</sup>	153,1 ± 40,06 <sup>bc</sup>	104,7 ± 11,39 <sup>bc</sup>

Bertolak pada data kandungan karotenoid serta astaksantin dalam beberapa jenis crustacea dengan bagian tertentu di atas maka dapat diasumsikan bahwa kandungan karotenoid dan astaksantin dalam setiap bagian dari organisme berbeda. Dilihat dari sudut

Tabel 6. Isi astaksantin dalam beberapa jenis organisme kelompok *crustacea*

Sumber	Total astaksantin (mg/100g)	Astaksantin			Karotenoid lainnya
		free	monoester	Diester	
Shrimp ( <i>P. Borealis</i> )	14,77	3,95	19,72	74,29	Zeaksantin
Shrimp ( <i>P. Borealis</i> )	4,97 <sup>a</sup>	8	22,5	69,5	Zeaksantin
Shrimp ( <i>P. Borealis</i> )	3,09 <sup>a</sup>	6	18,5	75,9	Zeaksantin
Crawfish ( <i>P. clarkii</i> )	15,3	40,3		49,4	Astasena
Backs snowcrab ( <i>Ch. opilio</i> )	11,96	21,16	5,11	56,57	Lutein, zeaksantin, dan astasena

Sumber : Higuera et al., 2006

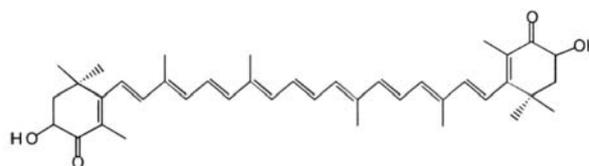
pandang bahwa tubuh lobster dan hewan lain tidak dapat sintesis karotenoid maka tentunya Perbedaan ini mengindikasikan tinggi rendahnya karotenoid dalam tubuh udang tergantung pada habitat. Hal ini karena untuk hewan tidak mampu mensintesis astaksantin dalam tubuh. Selain habitat, makanan, kemampuan metabolisme sebagai salah satu faktor penentu dalam perbedaan kandungan senyawa aktif (dalam hal ini astaksantin) dalam tubuh udang serta jenis organisme lain. Sehingga jelas akumulasi senyawa ini dalam tubuh hewan hanya terjadi melalui makanan. daya metabolisme tubuh turut serta dalam akumulasi astaksantin. Persis yang dikemukakan oleh Crear et al. (2002) bahwa akumulasi astaksantin dalam udang dipengaruhi kemampuan metabolisme tubuh udang. Sama hal yang dijelaskan oleh Grigorakis et al. (2002), Komposisi asam lemak serta komponen lainnya dalam udang tergantung pada makanan yang dikonsumsi.

### Sifat Astaksantin

Astaksantin dengan rumus molekul (3,3 - dihidroksi, karoten -4, 4 - dion) mampu berperan sebagai antioksidan serta memiliki sifat dapat dipisahkan dalam pelarut non-polar (Copin et al., 2007). Astaksantin merupakan jenis karotenoid yang kuat dan aman tanpa sifat pro-oksidan seperti  $\beta$  - karoten, likopen, zeaxanthin, dan lutein. Astaksantin memiliki 550 kali kuat dari vitamin E dan 40 kali dari  $\beta$  - karoten sebagai pemadam oksigen singlet, dan 1000 kali kuat dari pada vitamin E terhadap peroksidasi lipid. Senyawa ini memiliki posisi unggul dalam membran sel dan menunjukkan 3 efek penting yaitu : antioksidan, antiinflamasi, dan sifat immuno (Tjokropawiro, 2008).

Molekul astaksantin memiliki bentuk yang panjang dengan struktur kutub dikedua ujung molekul dan zona nonpolar di tengah (Gambar 2). Struktur kutub dengan cincin Ionone memiliki kapasitas kuat sebagai pendinginan radikal bebas, antioksidan (Kidd, 2011). Terlepas dari peranan penting astaksantin bagi kesehatan, astaksantin juga memiliki kelemahan yaitu struktur rantai yang sangat tidak jenuh dari astaksantin menjadikan senyawa ini sangat sensitif terhadap panas,

cahaya, dan kondisi oksidatif (Roopyai et al., 2012). Seiring dengan itu Anarjan et al. (2013) menjelaskan baik  $\alpha$ -tokoferol dan asam askorbat dapat menghambat degradasi astaksantin. Dengan  $\alpha$ -tokoferol dan asam askorbat, kedua senyawa ini efisien dalam menjaga stabilitas kimia astaksantin. Kestabilan Astaksantin juga dipengaruhi oleh lingkungan (Franco et al., 2010). Ditambahkan menurut Kouchi et al. (2012) astaksantin merupakan pigmen yang bersifat (non-polar).



Gambar 2. Struktur kimia astaksantin

Dari uraian di atas tentang sifat dari astaksantin maka tentunya dalam aplikasi dari senyawa astaksantin diperlukan adanya sebuah metode aplikasi yang mampu menjaga stabilitas senyawa tersebut sehingga untuk tujuan aplikatif, manfaat dari senyawa tersebut dapat digunakan tanpa mengurangi kadar senyawa yang dikandung. Bagian tengah nonpolar dari astaksantin adalah serangkaian ikatan rangkap karbon-karbon yang bergantian dengan ikatan tunggal karbon-karbon yang disebut "konjugasi." rangkaian ikatan ganda terkonjugasi ini memberikan kekuatan bagi molekul tersebut untuk berperan sebagai antioksidan. Mampu menghapus elektron berenergi tinggi. Tata letak kutub-kutub nonpolar juga memungkinkan molekul astaksantin untuk mengambil orientasi transmembran, membuat cocok tepat ke dalam rentang kutub-kutub nonpolar sel membran. Hampir semua bentuk komersial astaksantin sebagian besar tersedia dalam all- trans bentuk geometris 3S, 3S (Kidd, 2011). Pembahasan mengenai astaksantin di atas telah dibahas dengan baik tentang warna, sumber senyawa, ketahanan terhadap degradasi dengan adanya senyawa pelindung seperti  $\alpha$ -tokoferol dan asam askorbat serta aplikasi dari senyawa tersebut.

Astaksantin dengan struktur yang panjang serta

cincin ionone menentukan kapasitas astaksantin sebagai antioksidan yang ampuh. Dalam sebuah artikel oleh Rodriquez *et al.* (2001) dikatakan bahwa karotenoid yang baik adalah yang belum mengalami oksidasi dan isomerisasi. Dengan kata lain karotenoid akan rusak atau terdegradasi terjadi melalui mekanisme oksidasi dan isomerisasi. Karotenoid berubah dari bentuk trans ke bentuk cis disebut isomerisasi.

Muncul wacana yang membuat para pembaca mejadi salah paham bahwa diantara bentuk trans dan cis berasumsi bahwa karotenoid yang baik untuk tubuh adalah bentuk cis dibanding dengan trans. Namun dengan ini perlu dipahami bahwa bentuk trans dan cis karotenoid adalah pola degradasi yang dikenal isomerisasi yang mana mengubah karotenoid trans menjadi cis. Bahan makanan berbasis karotenoid saat proses pengolahan terjadi perubahan struktur karotenoid trans menjadi cis. Wortel yang belum mengalami pengolahan memiliki rantai karotenoid yang trans. Namun saat mengalami proses pengolahan rantai karotenoidnya menjadi cis. Inilah yang dimaksud dengan pola perubahan karotenoid trans dan cis.

### Mineral

Mineral merupakan salah satu senyawa yang terkandung dalam udang. Secara umum mineral adalah unsur pokok yang terdapat dalam eksoskeleton (berperan dalam pembentukan kulit dan krapas) (Zainuddin, 2012). Mineral memainkan peran vital pada reaksi biokimia dalam tubuh dengan sebagai ko-faktor enzim. Mineral memiliki manfaat penting bagi kesehatan manusia. Kekurangan mineral dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti gondok, anemia, serta osteoporosis.

Dari banyaknya komponen gizi dalam bahan pangan, salah satunya mineral, yang memiliki pengaruh penting dalam memelihara kelangsungan hidup organisme secara sehat dan normal. Bioavailabilitas sebagai proporsi dari suatu komponen gizi yang menjalankan dan mengatur metabolisme normal tubuh (Watzke, 1998) (Tabel 7). Menurut Arifin (2008) mineral merupakan salah satu komponen yang sangat dibutuhkan makhluk hidup untuk proses fisiologis tubuh.

Mineral memiliki peran vital dalam proses metabolisme tubuh udang. Dengan demikian maka metabolis astaksantin dalam tubuh udang tentunya melibatkan kerja atau bantuan dari mineral. Kekurangan mineral akan mempengaruhi kerja normal metabolisme tubuh yang berimbas pula pada keberadaan astaksantin. Dengan demikian dapat disimpulkan tinggi rendahnya akumulasi astaksantin dalam tubuh udang salah satunya tidak terlepas dari pengaruh kerja mineral.

Tabel 7. Rata-rata kandungan mineral (mg/g) pada otot udang budidaya dan udang liar dengan indikator udang windu (*P. semisulcatus*)

Kandungan mineral	Budidaya (Yanar <i>et al.</i> , 2011).	liar
Fe	19.84±0.17 <sup>a</sup>	20.19±0.02 <sup>a</sup>
Ca	89.77±0.17 <sup>b</sup>	107.36±0.24 <sup>a</sup>
Mg	579.54±0.34 <sup>b</sup>	691.31±0.42 <sup>a</sup>
Mn	1.14±0.01 <sup>a</sup>	1.33±0.01 <sup>a</sup>
Zn	25.26±0.02 <sup>a</sup>	23.65±0.3 <sup>b</sup>
Na	2947.30±4.63 <sup>b</sup>	3246±6.65 <sup>a</sup>
P	2901.60±6.77 <sup>a</sup>	2444.6±4.17 <sup>b</sup>
K	4725±6.00 <sup>a</sup>	3656±12.00 <sup>b</sup>

### b.7. Protein

Protein adalah makromolekul yang tersusun atas bahan dasar asam amino. Asam amino sebagai penyusun protein dalam semua makhluk hidup baik tingkat rendah maupun tinggi dengan fungsi sebagai katalisator, pengangkut, dan penyimpan molekul lain (Katili, 2009). Makanan laut seperti ikan dan udang merupakan sumber makanan yang kaya akan asam amino. Asam amino yang umumnya terdapat pada udang adalah asam glutamat, asam aspartat, arginin, lisin, leusin, glisin dan alanin. Kandungan asam amino pada udang berbeda tiap musim. Dalam artian bahwa musim turut mempengaruhi akumulasi kadar asam amino dalam tubuh udang (Yanar *et al.*, 2006).

Berhubungan dengan aplikasi dalam industri pangan, satu hal yang perlu diperhatikan bahwa dengan sifat kimia dari protein yang mudah berubah maka dalam aplikasi untuk pangan perlu memperhatikan sifat kimia dari protein. Memperhatikan semua proses dan tahap pengolahan merupakan suatu langkah efektif untuk menghindarkan produk dari berbagai kemungkinan buruk yang merusak kualitas produk. Jika dalam pengolahan proses penanganan yang kurang efektif dapat menyebabkan kerusakan pada produk pangan berbasis senyawa aktif dalam hal ini protein. Faktor musiman yang mempengaruhi kualitas nutrisi udang bisa menjadi kendala dalam proses pengembangan produk pangan. Sebab jika dalam musim yang mengurangi nutrisi udang, kualitas produk pun semakin menurun, dan keperluan bahan baku untuk mendapatkan kualitas produk yang baik tentunya akan membutuhkan udang dalam jumlah yang banyak. Hal ini bila terjadi maka populasi udang akan terancam.

### b.8. Vitamin

Vitamin adalah zat atau senyawa kompleks yang sangat dibutuhkan oleh tubuh kita yang berfungsi untuk membantu pengaturan atau proses kegiatan atau

metabolisme tubuh. Sumber Vitamin berasal dari bahan makanan yang kita konsumsi seperti buah-buahan, sayuran, bahan makanan hewan serta suplemen. Vitamin merupakan senyawa yang sangat penting bagi kesehatan, jika kekurangan maka dapat menimbulkan suatu penyakit. Vitamin tidak dapat dihasilkan oleh tubuh, oleh karena itu, untuk ketersediaannya disuplai dari luar tubuh melalui makanan. Jenis vitamin yang dapat dihasilkan dalam tubuh adalah vitamin D dan K sedangkan jenis vitamin lainnya didatangkan dari luar tubuh. Vitamin dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah atau porsi yang sedikit, namun perannya untuk metabolis tubuh sangat penting atau vital. Pada hewan juga terkandung vitamin. Yuniati *et al.* (2012) bahwa pada udang terdapat vitamin E, B12, B6, serta senyawa lain yang sangat dominan yaitu asam folat. Dari data analisis yang dilakukan pada udang menunjukkan untuk golongan vitamin, vitamin E yang paling dominan diikuti vitamin B12 dan vitamin B6.

Phacheco *et al.* (2011) melaporkan bahwa vitamin E terkandung dalam tubuh lobster. Dalam tubuh lobster vitamin E berperan mencegah terjadinya degradasi asam lemak atau omega-3 pada tubuh lobster. Berkaitan dengan itu Fernandez *et al.* (2004) mengatakan bahwa vitamin E juga banyak terkandung dalam udang yang berusia muda. Keberadaan vitamin E dalam udang yang berusia muda dapat meningkatkan daya tahan tubuh udang, serta meningkatkan berat badan tubuh udang. Dengan kata lain turut serta mendukung pertumbuhan dan perkembangan udang.

Kehadiran vitamin E dalam tubuh udang memiliki peran yang penting. Muncul sebuah pemahaman bahwa mengapa vitamin E lebih dominan dalam tubuh udang? Hal ini dikarenakan vitamin E memiliki daya perlindungan yang tinggi. Vitamin E juga dalam kaitan dengan astaksantin mampu melindungi astaksantin dari proses degradasi yang berlebihan. Dalam urusan degradasi astaksantin cepat mengalami degradasi dibanding dengan vitamin E.

### **b.9. Kegunaan Senyawa Tersebut Dalam Udang**

Keberadaan senyawa aktif tertentu pada udang memainkan peran dalam kelangsungan hidup udang. Senyawa-senyawa ini bekerja secara fisiologis dan kimia dalam merespon setiap reaksi metabolisme dalam udang. Diketahui senyawa aktif pada udang dapat meningkatkan jumlah total hemosit dan aktifitas fagositosis udang sebagai peningkatan sistem imun, ketahanan terhadap penyakit, dan pemeliharaan serta pertumbuhan (Ridlo *et al.*, 2009). Astaksantin merupakan salah satu senyawa pada udang yang berperan dalam proses reproduksi (membantu pematangan) (Litaay, 2005). Zagalsky (2003) dan Tlusty (2005) mengatakan

bahwa adanya pikmen pada tubuh crustacea dan hewan lainnya memainkan peran penting dalam interaksi hewan misalnya sebagai sinyal peringatan, kamuflase, atau indikator status sosial, kualitas mengkonsumsi makanan, dan daya tarik untuk kawin-mawin.

Zhi Yong Ju *et al.* (2010) melaporkan bahwa senyawa biokatif seperti fukosantin, lutein, astaksantin, protein terutama (beberapa asam amino yaitu glisin, prolin, dan alanin) berperan dalam penentuan komposisi dan rasa udang. Wu *et al.* (2013) mengemukakan translationally controlled tumor protein (TCTP) atau protein control tumor berperan sebagai molekul penting dalam melindungi udang dari serangan virus. Pada ikan dan udang protein bersama dengan mineral serta air merupakan bahan baku utama dalam pembentukan sel-sel dan jaringan tubuh. Protein bersama dengan vitamin dan mineral ini berfungsi juga dalam pengaturan suhu tubuh, pengaturan keseimbangan asam basa, pengaturan tekanan osmotik cairan tubuh serta pengaturan metabolisme (Gusrina, 2008).

Kehadiran senyawa aktif dalam tubuh udang memiliki peran biologis sangat penting. Uraian tentang senyawa aktif di atas secara baik dijelaskan. Bahwa dalam proses biologis udang senyawa aktif memiliki andil vital. Namun dalam ke-empat jurnal di atas secara detail belum menyinggung bagaimana proses biologis udang jika dalam tubuh udang terjadi kelebihan senyawa aktif. Kemungkinan resiko yang terjadi.

### **b.10. Perbandingan Bagian Tubuh Udang Yang Terkandung Senyawa Aktif**

Udang memiliki protein berkualitas tinggi (omega-3) rendah kalori dan memberikan 12 gram protein serta hanya 60 kalori dalam tiga ons udang mentah (American Heart Association, 2013). Gunalan *et al.* (2013) mengatakan bahwa komposisi proksimat pada daging udang putih mentah meliputi protein 35.69%, karbohidrat 3.20%, lemak 19.00%, air 76.2%, abu 1.20%, asam amino esensial 72,98%, asam amino non esensial 29,816%. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Jacob *et al.* (2008) terhadap nutrisi udang ronggeng segar (*Harpisquilla raphidea*) diperoleh nilai rendemen, yaitu 41,13% daging; 54,25% cangkang; dan 4,62% jeroan. Komposisi kimia, yaitu kadar air (bb) 76,55%; abu (bk) 5,41%; protein (bk) 87,09%, dan lemak (bk) 6,57%. Kadar vitamin, yaitu vitamin A 81,77 µg/100 g; vitamin B6 0,15 µg/100 g; dan vitamin B12 1,29 µg/100 g. Udang ronggeng rebus memiliki nilai rendemen, yaitu 20,08% daging; 45,32% cangkang; dan 1,69% jeroan dengan nilai rendemen yang hilang sebesar 32,9%. Komposisi kimia, yaitu kadar air (bb) 73,1%; abu (bk) 5,37%; protein (bk) 86,36%; dan lemak (bk) 3,20%. Kadar vitamin, yaitu vitamin A 62,42

$\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; vitamin B6 0,11  $\text{mg}/100\text{ g}$ ; dan vitamin B12 0,77  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ . Dayal *et al.* (2013) mengatakan bahwa kandungan nutrisi pada daging udang per 100g menunjukkan bahwa protein 19.4g, lemak 1.15g, air 76.6g, kalor 89.0g. Perisenti *et al.* (2010) mengatakan total krotenoid dan astaksantin ( $\text{mg}/\text{kg}^{-1}$ ) pada otot dan cangkang luar berdasarkan perlakuan pakan menunjukkan nilai karotenoid dalam otot untuk kontrol 4.2, H. Pluvialis 6.7, Lecithin/H. pluvialis 8.2 kemudian dalam cangkang untuk kontrol 12.3, H. Pluvialis 25.8, Lecithin/H. pluvialis 26.8. dan untuk nilai astaksantin dalam otot untuk kontrol 3.2, H. Pluvialis 5.5, Lecithin/H. pluvialis 8.5, selanjutnya dalam cangkang untuk kontrol 8.1 H. Pluvialis 12.1 Lecithin/H. pluvialis 23.3. Yanar *et al.* (2011) mengemukakan kandungan nutrisi pada udang budidaya, protein 22.76, lipid 1.44, air 75.10, abu 1.36. Data udang liar protein 23.53, lemak 0.76, air 75.18, abu 1.62.

Yanar *et al.* (2011) melakukan kajian senyawa aktif antara udang budidaya dan udang liar windu (*Penaeus semisulcatus*) menemukan bahwa udang budidaya mengandung beberapa senyawa aktif seperti P, K dan Zn yang lebih tinggi dari yang liar, sementara udang liar lebih tinggi Ca, Mg dan Na dari udang budidaya. Perbandingan isi senyawa aktif dalam setiap udang oleh Barentto *et al.* (2008) terhadap udang Amerika (*Homarus americanus*) dan Eropa (*Homarus Gammarus*) bahwa setiap bagian udang memiliki kandungan senyawa aktif yang berbeda. Berkaitan dengan isu di atas menurut Strobel *et al.* (2012) senyawa aktif dalam setiap organisme sangat bervariasi. Analisis serupa yang dilakukan oleh Ali- Abdel, (2010) untuk jenis *Penaeus indicus* (jantan dan betina) menunjukkan kandungan senyawa aktif pada jenis betina lebih tinggi dibanding jantan. Bhavan *et al.* (2010) juga menemukan hal yang sama seperti yang dilakukan oleh Ali-Abdel yang mana oleh Bhavan bahwa pada udang galah spesies betina memiliki kandungan senyawa aktif yang tinggi dibanding spesies jantan.

Thompson *et al.* (2004) mengatakan bahwa analisis berdasarkan jenis kelamin secara proposional udang jantan lebih signifikan bobotnya dan memiliki nilai pasaran tinggi dibanding dengan udang berjenis kelamin perempuan. Variasi komposisi dalam otot udang jantan dan betina mencerminkan perbedaan dalam pengembangan seks dan kebutuhan energi mereka untuk pemeliharaan tubuh selama tahap dewasa. Hal ini dapat diasumsikan bahwa secara komersial udang jantan mungkin memiliki peranan atau nilai jual yang tinggi dibanding dengan udang betina. Namun secara komposisi biokimia atau kandungan nutrisi udang betina lebih tinggi dibanding dengan udang jantan. Dengan adanya perbedaan seperti ini maka dalam dunia

pasaran akan menjadi sebuah kajian bahwa bagaimana mekanisme atau sebuah cara untuk memadukan dua hal yang berbeda dalam porsi dan nutrisi untuk menopang dan meningkatkan nilai ekonomi udang dalam dunia pasaran.

Jurnal yang membahas tentang perbandingan senyawa aktif di atas telah menguraikan secara detail tentang unsur nutrisi penting yang terkandung dalam udang. Melihat secara pengkajian berdasarkan jenis kelamin, jenis dan habitat, spesifikasi organ terkesan berbeda namun pada dasarnya bahwa udang kaya akan senyawa aktif. Satu hal yang menjadi penghayatan adalah walaupun sama-sama diantara udang tersebut terkandung nutrisi, namun terdapat sedikit perbedaan kandungan senyawa aktif. Hal ini berarti bahwa ada faktor tertentu yang mempengaruhi sehingga terjadi perbedaan kandungan senyawa aktif diantara udang tersebut. Proses menjelaskan bahwa untuk setiap organ dengan peran fisiologisnya telah dibekali dengan sejumlah senyawa aktif sesuai keperluan fisiologis. Misalnya pada cangkang udang dan kepiting yang banyak astaksantin dengan corak warna orange pada cangkang sebagai penarik perhatian bagi udang dan kepiting betina untuk kawin-mawin, bentuk perlindungan diri terhadap mangsa, status sosial (Enle, 1978). Bagi udang betina suplai pikmen ini ke telur untuk ketahanan tubuhnya saat bertelur, serta proses kehidupannya sebagai udang betina.

Menurut Grigorakis *et al.* (2002), komposisi asam lemak serta senyawa aktif lainnya dalam udang dipengaruhi makanan. Senada dengan itu Costa *et al.* (2012) Tingkat atau kadar EPA (*eicosapentaenoic*), DHA (*docosahexanoic*) dalam udang dan hewan lain dipengaruhi faktor makanan. Satu hal yang perlu dipahami bahwa makanan untuk udang di laut berbeda dengan makanan untuk udang budidaya. Namun ada faktor lain pula yang turut mempengaruhi yaitu musim dan geografis. Al-Maslamani *et al.* (2007) menjelaskan bahwa faktor habitat dan jenis makanan turut mempengaruhi ukuran, serta kandungan nutrisi dari udang. Adapun distribusi geografis (lingkungan) dari setiap spesies menentukan komposisi unsur yang berbeda dalam udang (Barentto *et al.*, 2008).

## PRODUKSI SECARA INDUSTRI

Kandra *et al.* (2011) menjelaskan bahwa pada udang terdapat senyawa biokatif yang dapat diaplikasikan dalam bidang medis, terapi, kosmetik, industri kertas, tekstil, bioteknologi, dan bahan makanan. Berdasarkan hasil analisis nutrisi udang dan ikan haring, maka udang dan ikan haring memainkan peran penting dalam penyediaan asam lemak tak jenuh serta berperan besar dalam bidang farmasi dan medis

(Mika et al., 2013).

Senyawa-senyawa fungsional yang terdapat pada udang telah dimanfaatkan dalam berbagai bentuk olahan makanan bisa juga minuman. Meningkatnya kesadaran konsumen terhadap kesehatan, membuat manusia mulai mengkonsumsi pangan fungsional. Pangan fungsional yang dikonsumsi adalah senyawa fungsional yang dapat diperoleh dari makanan seperti hewan, telur, buah, sayur, serta organisme laut seperti udang. Seperti yang diungkapkan oleh Ciappra et al. (2006) pemanfaatan senyawa aktif seperti askatksantin telah berkembang dalam bidang kesehatan, obat-obatan, dan kosmetik. Dalam aspek kesehatan astaksantin sebagai antioksidan dan anti inflamasi yang ampuh (Fasset et al., 2012). Adapun aplikasi dari mikroalga dengan kandungan astaksantin yang banyak menjadikan mikroalga (*Haematococcus pluvialis*) sebagai

pakan hewan budidaya yang dicampur dengan lesitin kedelai. Pemberian pakan ini memberikan corak warna merah orange pada eksoskeleton udang (Parisenti et al., 2011).

Bedasarkan pada penjelasan aplikasi dari senyawa aktif di atas maka dapat dikatakan bahwa pemanfaatan senyawa aktif sebagai nutrisi untuk kebutuhan nutrisi manusia telah dilaksanakan dan dikembangkan. Namun muncul pertanyaan bahwa apakah benar aplikasi dari senyawa aktif penting seperti di atas telah menjawab persoalan kesehatan dan telah dijangkau oleh masyarakat miskin? Hal ini mungkin perlu dikaji lebih dalam untuk menjawab masalah kesehatan yang terjadi. Pemanfaatan senyawa alami dalam bahan makanan sebagai nutrisi merupakan suatu langkah maju menyadarkan masyarakat tentang kesehatan. Seiring dengan penerapan ini muncul

**Tabel 8. Hasil analisis molekul bioaktif dari 0.236±0.028kg (dwb1b n=3) pada limbah kepala udang dengan beberapa sifat serta aplikasi teknologi**

Produk	Hasil	Sifat	Aplikasi
Hidrolisat <sup>c</sup>	120 ±0.4 g	Protein berkualitas tinggi, kadar gula, serta sumber asam amino esensial	Suplemen pakan ternak, pengganti protein ikan dan rasa pakan
Karotenoid <sup>d</sup>	195 ± 0.5 mg	Pigmen alami, aktivitas provitamin A	Pikmentasi kulit ikan dan daging ikan serta suplemen pakan
Astaksantin <sup>d</sup>	83 ± 0.2 mg	Antioksidan yang kuat, anti kanker, pelindung radiasi, peningkat kesehatan	Peningkat kesehatan manusia, produk nutrisi untuk kesehatan
Sitin <sup>e</sup>	25 ± 2 g	N-asetilglukosamin, tidak larut, terurai, tidak beracun, fisiologis, afinitas protein tinggi	afinitas Kromatografi lektin, biosensor, enzim dan imobilisasi sel, film, bahan penyembuh luka
Kitosan <sup>e</sup>	17 ± 4 g	Kationik, asam larut, tidak beracun, terurai, biokompatibel, terbarukan, pembentukan film, agen dehidrasi, tidak beracun, antimikroba, penyembuhan luka terhidrolisis oleh lisozim, logam kompleks	Makanan tambahan, penghapusan ion logam, anti-tumor, hemostatik, antikoagulan, bakteriostatik, obat jahitan bedah, kulit buatan, pembentukan tulang, bahan encapsulating
Sulfat glikosa-minoglikan <sup>f</sup>	79 ± 2 mg	antikoagulan, antitrombotik	Antikoagulan baru, anti-inflamasi, obat antihemorrhagic

Sumber : (Cahu et al., 2012)

**Tabel 9. Pemanfaatan senyawa aktif seperti omega-3 dan astaksantin dalam pangan**

Senyawa fungsional	Sumber	Pemanfaatan dalam pangan
n-3 PUFA	Udang, salmon, krill, halibut, cot, herring, capelin.	Susu, yogurt, jus, pasta, roti, kerupuk, tepung, spageti
Karotenoid	Astaksantin	Suplemen makanan, kosmetik
Kalsium	Kalsium (ikan, udang, susu)	kue
Taurine	Ikan cod, mackerel, udang	suplemen
Selenium	Ikan, udang, dan organisme laut lain	Suplemen
Iodene	Organisme laut	Garam
Vitamin D	Minyak ikan, crustacea	Jus buah, susu, margarine
Peptida	Udang, ikan, dan kerang	Saos tiram

Sumber : (Kadam et al., 2010)

sebuah pertanyaan bahwa apakah dalam pengelolaan senyawa aktif sebagai bahan pangan menggunakan bahan pengawet atau mutlak tidak menggunakan bahan pengawet. Sebab jika menggunakan bahan pengawet dapat menyebabkan penyakit bagi konsumen. Bukan kesehatan yang diperoleh melainkan penyakit yang timbul akibat bahan pengawet yang ada dalam produk pangan. Sekarang ini marak penggunaan bahan pengawet dalam produk pangan tanpa memperhatikan batas-batas penggunaan pengawet.

Hal ini diperparah dengan fenomena pencemaran perairan yang semakin meningkat, tentunya menjadi suatu bahan kajian khusus dalam pemanfaatan senyawa aktif udang dan organisme laut lainnya sebagai bahan pangan. Berbagai logam berat yang mencemari air dapat mempengaruhi kualitas nutrisi udang serta organisme laut lainnya. Berkaitan dengan peristiwa ini Holmstrom *et al.* (2003) menjelaskan bahwa penggunaan antibiotik dalam budidaya udang dapat menyebabkan perkembangan resistensi antibiotik yang menjadi patogen untuk menginfeksi hewan dan manusia

Dunia kesehatan serta obat-obatan menjadi bidang pengembangan dan pemanfaatan senyawa astaksantin diharapkan secara baik melihat kondisi ini. Sehubungan dengan ini Simopoulos *et al.* (2013) mengatakan kesehatan yang baik berkaitan erat dengan kualitas makanan yang dikonsumsi. Di Amerika operator jasa makanan (USA) mempromosikan seafood sebagai pilihan yang sehat bagi konsumen. Seafood kaya dengan protein dan asam lemak (omega-3) vitamin B12, vitamin D, serta magnesium. American Heart Association juga merekomendasikan orang yang mengidap penyakit hati harus mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung omega-3. Nutrisi yang terkandung dalam makanan laut memberikan manfaat bagi kesehatan manusia (Scott, 2009). Sehubungan dengan ini Zevnik (2009) menguraikan tentang kiat pengolahan dan memilih udang yang baik dan sehat, sehingga udang olahan tidak menimbulkan efek buruk atau gangguan kesehatan bagi manusia dan hewan lainnya. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan SDA laut sebagai penunjang nutrisi manusia sangat penting, namun perlu memperhatikan mutu dari bahan makanan yang dijadikan sumber nutrisi tersebut.

#### **Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Senyawa Aktif oleh Masyarakat Sebagai Nutrisi untuk Menunjang Kesehatan**

Kedepan diharapkan masyarakat menyadari pentingnya mengkonsumsi makanan berbasis senyawa aktif sebagai nutrisi yang bermanfaat untuk kesehatan. Mengkonsumsi bahan makanan yang menyediakan

senyawa aktif sebagai usaha untuk meningkatkan dan menyadarkan masyarakat tentang pentingnya nutrisi bagi tubuh. Dengan mengkonsumsi bahan makanan bernutrisi seimbang membantu masyarakat terhindar dari penyakit dan mengatasi persoalan kekurangan nutrisi.

Indonesia dengan wilayah luas menggambarkan bahwa Indonesia memiliki sumber daya alam yang berkelimpahan, dapat dimanfaatkan untuk menunjang kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Berbagai jenis organisme yang terdapat dalam perairan mengandung senyawa aktif sebagai nutrisi penting untuk kesehatan. Ketersediaan sumber daya alam laut yang mencukupi ini dapat diaplikasikan untuk pengembangan produksi pangan. seperti olahan bahan makanan, suplemen, produk lainnya seperti tepung, margarin, serta saos.

Hasil sumber daya alam laut yang melimpah membuka peluang untuk industri pangan dalam pengembangannya kedepan. Dengan adanya pengembangan industri pangan mampu membuka lapangan pekerjaan, juga dapat memproduksi bahan pangan yang dapat dinikmati oleh masyarakat. Pemanfaatan senyawa aktif pada organisme perairan seperti udang, lobster, ikan serta rumput laut merupakan salah satu langkah pengembangan industri pangan dalam menjawab kebutuhan konsumen (masyarakat) untuk menunjang kesehatan. Dalam bidang industri pemanfaatan senyawa aktif ini membuka peluang baru dalam pengembangan produk baru berbasis senyawa aktif dari lobster. Dalam bidang penelitian, pemanfaatan senyawa aktif dari lobster sebagai suatu kajian ilmiah terbaru yang mampu membantu menyelesaikan persoalan kesehatan manusia. Peluang dalam bidang komersial yaitu sebagai bahan makanan atau produk hasil laut yang memiliki nilai jual yang tinggi.

Pengembangan seperti ini, tidak terlepas dari tantangan. Namun perlu diketahui dengan adanya tantangan bukan berarti tantangan menjadi penghalang untuk memberdayakan sumber daya alam. Salah satu tantangan dalam pemberdayaan organisme penyedia senyawa aktif adalah eksploitasi. Eksploitasi dapat menyebabkan kepunahan. Pencemaran lingkungan, minimnya pengetahuan tentang manfaat dari senyawa aktif (pendidikan), kondisi sosial masyarakat, penangkapan liar, harga pasaran produk yang tinggi, merupakan tantangan dalam pengembangan dan pemanfaatan senyawa aktif. Pencemaran lingkungan menjadi tantangan serius dalam pengembangan produk pangan dari organisme laut. Sebab jika organisme sumber senyawa aktif terkontaminasi tentunya dalam pemanfaatan untuk industri pangan dapat menyebabkan pengaruh buruk bagi kesehatan manusia. Adapun kendala dalam pengembangan senyawa ini adalah

pada aspek industri akan terdapat eksploitasi SDA yang tidak terkontrol dan kemungkinan akan terjadi kekurangan bahan baku untuk produksi. Sedangkan untuk aspek penelitian adanya kendala dalam hal kekurangan bantuan dana dan peralatan penelitian untuk mendapatkan sebuah penemuan terbaru. Tantangan dalam aspek komersial yaitu harga pasaran hasil produksi yang tidak dapat dijangkau oleh sebagian masyarakat berekonomi rendah. Dengan adanya berbagai tantangan dalam aplikasi senyawa aktif bagi kesehatan diperlukan suatu terobosan baru dengan melibatkan kerjasama semua elemen terkait sehingga kedepan upaya menciptakan masyarakat Indonesia yang sehat dan sejahtera dapat terwujud.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

JN mengucapkan terima kasih kepada Departemen Pendidikan Nasional Indonesia yang telah memberikan beasiswa melalui Program Beasiswa Unggulan Pasca Sarjana Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M. M. 2013. *Physiological Effects of Omega3 Unsaturated Fatty Acids in Healthy Subjects*. Biological Applications Dept., Isotopes Applications Division, Nuclear Research Center, Atomic Energy Authority, Egypt. ISSN: 15450740. (14-17)
- Ali-Abdel. S. 2010. *Evaluation of nutritional quality of commercially cultured Indian white shrimp *Penaeus indicus**. International Journal of Nutrition and Food Sciences. Department of Zoology, Faculty of Science, Cairo University. Mesir. (160-165)
- Al-Maslamani. I., Le Vay. L., Kennedy. H., Jones. A. D. 2006. *Feeding Ecology of the Grooved tiger Shrimp *Penaeus Semisulcatus* De Haan (Decapoda: Penaeidae) in Inshore Waters of Qatar, Arabian Gulf*. School of Ocean Sciences, University of Wales. ISSN : 0025-3162. (620-634)
- American Heart Association. 2013. *Get Jumbo Benefits from Eating Shrimp*. Tufts University Health & Nutrition Letter. Aug2013, Vol. 31. ISSN. 15260143. (6-7)
- Anarjan, N., Arbi, N., Chin, P. T. 2013. *Protection of Astaxanthin in Astaxanthin Nanodispersions Using Additional Antioxidants*. Department of Engineering, East Azarbaijan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tabriz 1547, Iran. (7699-7708)
- Anunciato, TP., da Rocha, Filho. PA. 2012. *Carotenoids and polyphenols in nutricosmetics, nutraceuticals, and cosmeceuticals*. Department of Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmaceutical Sciences of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brasil. (51-53)
- Arifin, Z. 2008. *Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro Dalam sistem biologi dan metode Analisisnya*. Balai Besar Penelitian Veteriner, Jalan R.E. Martadinata No. 30, Bogor 16114. (99-104)
- Armenta, R., Valentine, M. 2013. *Single-Cell Oils as a Source of Omega-3 Fatty Acids: An Overview of Recent Advances*. Fermentation and Metabolic Engineering Group, Ocean Nutrition Canada Limited, 101 Research Drive Dartmouth. Canada (167-179)
- Arnold. M. S., Lynn. V. T., Verbrugge. A. L., Middaugh. P. J. 2005. *Human Biomonitoring to Optimize Fish Consumption Advice, Reducing Uncertainty When Evaluating Benefits and Risks*. *American Journal of Public Health*. (393-396)
- Barentto. S., Marques. A., Teixeira. B., Vaz-Pires. P., Carvalho. M. L., Nunes. M. L. 2008. *Essential Elements Contaminants in Edible Tissues of European and American lobsters*. Institute of Biomedical Sciences Abel Salazar, University of Oporto, Largo Professor Abel Salazar. Portugal. ISSN : 0308-8146. (862-866)
- Bergmann. R. L., Bergmann. K. E., Haschke. B. E., Richter. R., Dudenhausen. J. W., Barclay. D., Haschke. F. 2007. *Does maternal docosahexaenoic acid supplementation during pregnancy and lactation lower BMI in late infancy?*. Department of Obstetrics, Charité Universitätsmedizin Berlin, Germany. *Journal of Perinatal Medicine*. (295-299)
- Bhavan. S. P., Radhakrishnan. S., Seenivasan. C., Shanthi. R., Poongodi. R., Kannan. S. 2010. *Proximate Composition and Profiles of Amino Acids and Fatty Acids in the Muscle of Adult Males and Females of Commercially Viable Prawn Species *Macrobrachium rosenbergii* Collected from Natural Culture Environments*. *International Journal of Biology*. Department of Zoology, Bharathiar University, Coimbatore Tamilnadu. India. (107-112)
- Bhise, A., Krishnan, V. P., Aggarwal, R., Gaiha, M., Bhattacharjee, R. 2005. *Pressure, hyperinsulinemia and dyslipidemia in Indians with Essential hypertension: a pilot study*. Department of Medicine, Maulana Azad Medical College and Lok Nayak Hospital. India (4-8)
- Binsan. W., Benjakul. S., Visessanguan. W., Roytrakul. S., Faithong. N., Tanaka. M., Kishimura. H. 2007. *Composition, Antioxidative and Oxidative Stability Of Mungoong, a Shrimp extract paste, from The Cephalothorax of White Shrimp*. Department of Food Technology Faculty of Agro-Industry Prince of Songkla University Hat Yai, 90112. Thailand (97-114)
- Candela, C. G., López, L. M. B., Kohen, V. L. 2011. *Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the*

- maintenance of health. Nutritional recommendations.* Clinical Nutrition and Dietetics Unit, La Paz University Hospital, Madrid, Spain. ISSN : 02121611. (323-328)
- Coppin, Jennifer., Hall, G., Bartalucci, G., Fisher, S., Helliwell, J. R., Helliwell, M., Liaaen-Jensen, S. 2007. *Unravelling the chemical basis of the bathochromic shift in the lobster carapace; new crystal structures of unbound astaxanthin, canthaxanthin and zeaxanthin.* Department of Chemistry, University of Manchester. England. (328-336)
- Costa, C. Nunes., da Silva, J. R., de Melo, F. V. T., Hisano, H., Druzian, J. I., Portz, L. 2012. *Incorporation of n-3 in muscular tissue of Nile tilapia fed with shrimp head silage.* Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), 52171-900, Recife, PE, Brasil. (172-176)
- Crear, B., Hart, P.1 Thomas, C., Barclay, M. 2002. *Evaluation of Commercial Shrimp Grow-Out Pellets as Diets for Juvenile Southern Rock Lobster, Jasus edwardsii: Influence on Growth, Survival, Color, and Biochemical Composition.* Aquaculture and Fisheries Institute, Marine Research Laboratories, Nubeena Cres., Tarooma 7053, Hobart, Tasmania, Australia. (43-55)
- Dali, S., Natsir, H., Usman, H., Ahmad, A. 2011. *Bioaktivitas antibakteri fraksi protein Alga merah gelidium amansii dari perairan cikoang kabupaten takalar, sulawesi selatan.* Universitas Hasanuddin, Makasar. Indonesia. (47-52)
- Darusman, L. K., Batubara, I., Mitsunaga, T., Rahminiwati, M., Djauhari, E., Yamauchi, K. 2012. *Tyrosinase Kinetic Inhibition of Active Compounds from Intsia palembanica.* Biopharmaca Research Center, Bogor Agricultural University, Jl Taman Kencana No. 3, Bogor, 16151, Indonesia. (617-619)
- Dayal. S. J., Ponniah. G. A., Imran Khan. H., Madhu Babu. P. E., Ambasankar. K., Kumarguru Vasagam. P. K. 2013. *Shrimps a nutritional perspective.* Current Science. Central Institute of Brackishwater Aquaculture. India. VOL. 104. (1487-1490)
- De Oliveira e Silva ER., Seidman CE., Tian JJ., Hudgins LC., Sacks FM., Breslow JL. 2007. Effects of shrimp consumption on plasma lipoproteins. *The American Journal Of Clinical Nutrition.* Laboratory of Biochemical Genetics and Metabolism, General Clinical Research Center, Rockefeller University, New York. USA. (712-716)
- Del Gobbo. LC., Archbold. JA., Vanderlinden. LD., Eckley. CS., Diamond. ML., Robson. M. 2010. *Risks and benefits of fish consumption for childbearing women.* Environmental Protection Office, Toronto Public Health, Toronto, ON. Canadian Journal of Dietetic Practice and Research. (41-44)
- Dewailly. E., Suhas. E., Mou. Y., Dallaire. R., Degat . C. L., Chansin. R. 2008. *High fish consumption in French Polynesia and prenatal exposure to metals and nutrients.* Université Laval, Centre de recherche du CHUL-CHUQ, Québec, Canada. (461-467)
- Diaz. J. H., Chih. Y. H. 2009. *Health Risks and Benefits of Seafood Consumption.* Program in Environmental and Occupational Health Sciences, School of Public Health, Louisiana State University Health Sciences Center in New Orlean. Louisiana. (79-92)
- Ditjenkan. 2009. *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka.* Kementerian Kelautan dan Perikanan, Pusat Data Statistik dan Informasi. Jakarta (27)
- Ditjenkan. 2011. *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka.* Kementerian Kelautan dan Perikanan, Pusat Data Statistik dan Informasi. Jakarta (29-35)
- Ecos. 2007. *Indonesia declares marine reserves biodiversity hotspot.* Conservation International. ISSN. 03114546. (137)
- Enler, A. J. 1978. A predator view of animal patterns. *Evolutionary Biology.* (319-357)
- Fassett, R. G., Coombes, J. S. 2012. *Astaxanthin in Cardiovascular Health and Disease.* School of Medicine, The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia. (2030-2042)
- Fernández, G. A., Fenucci, J. L., Petriella, A. M. 2004. *The effect of vitamin E on growth, survival and hepatopancreas structure of the Argentine red shrimp Pleoticus muelleri Bate (Crustacea, Penaeidea).* Departamento de Ciencias Marinas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, CONICET, Funes 3350, Mar del Plata, Argentina. (1172-1176)
- Franco, Z. M. E., Jiménez, P. R., Tomasini, C. A., Guerrero, L. I. 2010. *Astaxanthin Extraction from Shrimp Wastes and its Stability in 2 Model Systems.* Dept. de Biotecnología, Univ. Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Apartado Postal Mexico City, Mexico. (394-399)
- Grigorakis. K., Alexis. N. M., Taylor. A. D. K., Hole. M. 2001. *Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (sparus aurata) composition, appearance and seasonal Variations.* National Centre for Marine Research (NCMR), Laboratory of Nutrition, Agios Kosmas Ellinikon. Athens, Greece. (477-482)
- Gross, J. 1991. *Pigments in Vegetables Chlorophylls and Carotenoids.* Information Systems Division, National Agricultural Library (United States of America) NAL/USDA. Van Nostrand Reinhold, New York. USA
- Gunalan. B., Nina T. S., Soundarapandian. P., T. Anand. 2013. *Nutritive value of cultured white leg shrimp Litopenaeus vannamei.* CAS in Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Annamalai University, Parangipettai, Tamil Nadu, India.

- (166-169)
- Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan*. Departemen Pendidikan Nasional. Indonesia. (179)
- Harikrishnan, K. V., Rajasree, R., Mukesh, M., Reghu, R. 2012. *Role of Omega 3 Fatty Acids in Treatment of Cardiovascular Disorders*. Journal of Pharmacy Research 2012,5(11),5140-5143. Amrita School of Pharmacy, Amrita Viswa Vidyapeetham Universisty, AIMS-Ponekkara P. O, Kochi. India. (5140-5145)
- Higuera, C., Felix, V. L., Goycoolea, F. 2006. *A staxanthin: A Review of its Chemistry and Applications*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., P.O. México. ISSN. 1040-8398. (185-192)
- Holmstrom. K., Graslund. S., Wahlstrom. A. Pounghompoo. S., Bengtsson. E. B., Kautdky. N. 2003. Antibiotic use in shrimp farming and implications for environmental impacts and human health. *International Journal of Food Science and Technology*. Department of Systems Ecology, Stockholm University. Stockholm, Sweden. (255-265)
- Huang. LT., Bülbül. U., Wen. PC., Glew. RH., Ayaz. FA. 2012. Fatty Acid Composition of 12 Fish Species from the Black Sea. *Journal Of Food Science*. Dept. of Biotechnology, Yuanpei Univ., Hsinchu, Taiwan. (491-495)
- Ikeda, Y., Tsuji, S., Satoh, A., Ishikura, M., Shirasawa, T., Shimizu, T. 2008. *Protective effects of astaxanthin on 6-hydroxydopamine-induced apoptosis in human neuroblastoma SH-SY5Y cells*. Research Team for Molecular Biomarkers, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, Tokyo, Japan (1730-1740)
- Jacob. M. A., Hamdani. M., Nurjanah. 2008. *Perubahan komposisi kimia dan vitamin daging udang ronggeng (harpiosquilla raphidea) akibat perebusan*. Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. INA. (76-88)
- Kadam, U. S., Prabhasankar. P. 2010. *Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products*. Food Research International. Central Food Technological Research Institute. India. (1975-1980)
- Kandra, P., Challa. M. M., Hemalatha, K. P. J. 2010. *Extraction of pharmaceutically important Chitin and Carotenoids from shrimp biowaste by microbial fermentation method*. Department of Biochemistry, Andhra University, Visakhapatnam - 530 003, Andhra Pradesh, India. (2393-2395)
- Kandra. P., Challa. M. M., Jyothi. P. K. H. 2011. *Efficient use of shrimp waste: present and future trends*. Department of Biotechnology, GITAM Institute of Technology, GITAM University. India (17-25)
- Katili, S. A. 2009. Struktur dan Fungsi Protein Kalogen. *Jurnal pelangi ilmu vol. 5*. Indonesia. (19-27)
- Khanafari, A., Saberi, A., Azar, M., Vosooghi, Gh., Jamili, Sh., Zabbaghzadeh. 2007. *Extaction of Astaxanthin esters from Shrimp Waste by Chemichal and Microbal Methods*. Departement of Microbiological Sciences, Islamic Azad University, North of Tehran. Iran. (93-97)
- Kidd. P. 2011. *Astaxanthin, Cell Membrane Nutrient with Diverse Clinical Benefits and Anti-Aging Potential*. Alternative Medicine Review. Cell biology University of California, Berkeley. ISSN. (355-362)
- Klomklao. S., Benjakul. S., Visessanguan. W., Kishimura. H., Simpson. K. B. 2007. Extraction of C arotenoprotein from black Tiger Shrimp Shells with the aid of Bluefish Trypsin. Thailand. *Journal of Food Biochemistry*. (201-217)
- Kouchi, H. H., Nasab, M. M., Shabanpour, B. 2012. *Extraction of carotenoids from crustacean waste using organic solvents*. Seafood Processing Research group and Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Iran. (1-4)
- Kupongsak, S., Phimkaew, T. 2013. *Deep-fat-fried Edible Oil Blend Containing Omega 3, 6, 9 and Natural Antioxidant Extracted from Elaeocarpus hydrophilus Kurz*. Leaf. Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University 254 Phythai Rd, Patumwan, Bangkok, 10330 Thailand (2205-2210)
- Lafourcade. M., Larrieu. T., Mato. S., Duffaud. A., Sepers. M., Matias. I., Peyrusse. S. De V., Labrousse. F. V., Bretillon. L., Matute. C., Puertas. R. R., Layé. S., Manzoni. J. O. 2011. *Nutritional omega-3 deficiency abolishes endocannabinoid-mediated neuronal functions*. Physiopathology of Synaptic Plasticity Group, Neurocentre Magendie, Bordeaux Cedex, France. (345-349)
- Larsen, R, Eilersten, K.E., and Elvevoll, E.O. 2011. *Health benefits of marine foods and ingredients*. *Biotechnology Advances*. European Science Foundation –COST Conference. Marine biotechnology Norwegian. (508-518)
- Lorente, F.G., Betancor, L., Carrascosa, V. A., Palomo, M.J., Guisan, M. J. 2011. *Modulation of the Selectivity of Immobilized Lipases by Chemical and Physical Modifications: Release of Omega-3 Fatty Acids from Fish Oil*. Departamento de Biocata 'lisis, Instituto de Cata 'lisis, CSIC, c/Marie Curie 2, Cantoblanco Campus UAM, 28049 Madrid, Spain (97-102)
- Lourie., A., Sara. Vincent., J., C., Amanda. 2004. *A marine fish follows Wallace's Line: the phylogeography of the three-spot seahorse (Hippocampus trimaculatus, Syngnathidae, Teleostei) in Southeast Asia*. Department of Biology McGill University.

- Canada (1975-1985)
- Mahaffey, R. K., Sunderland M. E., Chan, M. H., Choi, L. A., Grandjean, P., Marien, K., Oken, E., Sakamoto, M., Schoeny, R., Weihe, P., Yan, H. C., Yasutake, A. 2011. Balancing the benefits of n-3 polyunsaturated fatty acids and the risks of methylmercury exposure from fish consumption. *Nutrition Reviews* Vol. 69. University of Northern British Columbia. (493-503)
- McLEOD., E, Szuster.,B., Salm., R. 2009. *Sasi and Marine Conservation in Raja Ampat, Indonesia*. The Nature Conservancy. Department of Geography, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, USA (656-673)
- Michaelsen. Kim. F., Dewey. K. G., Perez. E. A. B., Nurhasan. M., Lauritzen. L., Roos. N. 2011. *Food Sources and Intake of n-6 and n-3 Fatty Acids in low-income Countries with Emphasis on Infants, Young Children (6-24 months), and Pregnant and Lactating Women*. Department of Nutrition, Program in International and Community Nutrition, University of California, Davis, California, USA. (124-138)
- Mika. A., Golebiowski. M., Skorkowski. F. E., Stepnowski. P. 2012. Composition of fatty acids and sterols composition in brown shrimp Crangon crangon and herring Clupea harengus membras from the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies: International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. Faculty of Biology university of Gdan'sk. Poland (57-62)
- Mobraten, K., Haug, M. T., Kleiveland, R. C., Lea, T. 2013. *Omega-3 and omega-6 PUFAs induce the same GPR120-mediated signalling events, but with different kinetics and intensity in Caco-2 cells*. Department of Chemistry, Biotechnology and Food Science, University of Life Sciences. Norway (1-6)
- Moretti, V. M., Mentasti, T., Bellagamba, F., Luzzana, U., Caprino, F., Turchini, G. M., Giani, I., Valfrè, F. 2006. *Determination of astaxanthin stereoisomers and colour attributes in flesh of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) as a tool to distinguish the dietary pigmentation source*. Department of Veterinary Science and Technology for Food Safety, University of Milan. Italy. (1056-1063)
- Panagan. T. A., Yohandini. H., Gultom. U. J. 2011. *Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-3 dari Minyak Ikan Patin (Pangasius pangasius) dengan Metoda Kromatografi Gas*. Jurusan kimia, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia. (38-41)
- Parisenti, J., Beirão, L. H., Maraschin, M., Mouriño, J.L., Do Nascimento Vieira, F., Bedin, L.H., Rodrigues, E. 2010. *Pigmentation and carotenoid content of shrimp fed with Haematococcus pluvialis and soy lecithin*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Pós-graduação em Ciência dos Alimentos. Florianópolis.Brasil. (530-534)
- Phacheco, R., Ascencio, F., Zarain, M., Gomez, G., Campa, A. 2011. *Enhancement of superoxide dismutase and catalase activity in juvenile brown shrimp, Farfantepenaeus californiensis (Holmes, 1900), fed  $\beta$ -1.3 glucan vitamin E, and  $\beta$ -carotene and infected with white spot syndrome virus*. Centro de Ciencias de Sinaloa, Avenida de las Américas 2771 Norte Colonia Villa Universidad, Culiacán, Sinaloa, México. (534-540)
- Pilkington, SM., Watson, RE., Nicolaou, A., Rhodes, LE. 2011. *Omega-3 polyunsaturated fatty acids: photoprotective macronutrients*. Dermatological Sciences, Inflammation Sciences Research Group, School of Translational Medicine, University of Manchester, Manchester Academic Health Science Centre. Manchester. (536-542)
- Qi. KK., Chen. JL., Zhao, GP., Zheng, MQ., Wen, J. 2010. Effect of dietary x6/x3 on growth performance, carcass traits, meat quality and fatty acid profiles of Beijing-you chicken. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, State Key Laboratory of Animal Nutrition, Beijing, China. (474-481)
- Rahouma. M., Othman. S. M., Cob. C. Z. 2012. Evaluation of Selected Heavy Metals (Zn, Cd, Pb and Mn) in Shrimp (Acetes indicus) from Malacca and Kedah, Peninsular Malayssia. *Journal of Biology Sciences*. School of Environmental and Natural Resource Sciences, Faculty of Science and Technology. University Kebangsaan Malaysia. (400-403)
- Raman, R., Mohamad, S. E. 2012. *Astaxanthin Production by Freshwater Microalgae Chlorella sarakiniana and Marine Microalgae Tetraselmis sp*. Faculty of Biosciences and Medical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Malaysia. (1182-1185)
- Ridlo, A., Pramesti, Rini. 2009. *Aplikasi Ekstrak Rumput Laut Sebagai Agen Imunostimulan Sistem Pertahanan Non Spesifik Pada Udang (Litopennaeus vannamei)*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. (133-137)
- Rodriguez, S. M., de la Fuente, J. L., Barredo, J. L. 2010. *Xanthophyllomyces dendrorhous for the industrial production of astaxanthin*. R&D Biology, Antibióticos S.A., Avenida de Antibióticos 59-61, 24009 León, Spain. (645-655)
- Rodriguez-Amaya, D.B., 2001, *A Guide to Carotenoid Analysis in Food*, International Life Science Institute, Washington. USA.
- Roopyai, K., Parkpoom. T., Prapasri. S. 2012. *Development Of Solid Lipid Nanoparticles Containing Astaxanthin From Shrimp Shell Extract*. Department of Pharmaceutics and Industrial

- Pharmacy, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok. Thailand. (104-107)
- Sachindra NM, Bhaskar N, Mahendrakar NS.2006. Carotenoids in *Solonocera indica* and *Aristeus alcocki*, Deep-Sea Shrimp from Indian Waters. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. India. (1-10)
- Sachindra, NM., Bhaskar, N., Mahendrakar, NS.2005. Carotenoids in different body components of Indian shrimps. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. India. (167-172)
- Salni., Marisa, H., Mukti, W. R. 2011. *Isolasi Senyawa Antibakteri Dari Daun Jengkol (Pithecolobium lobatum Benth) dan Penentuan Nilai KHM-nya*. Universitas Sriwijaya Sumatra Selatan. Indonesia. (38-41)
- Santos, S. D., Cahú, T. B., Firmino, G. O., De Castro, C. C. M. M. B. Carvalho Jr., Luiz, B., Bezerra, S., Filho, J. L. L. 2012. *Shrimp Waste Extract and Astaxanthin: Rat Alveolar Macrophage, Oxidative Stress and Inflammation*. Institute of food technologists.(141-145)
- Scott. Ann, C. 2009. *Under the sea*. UCLA Medical Center BOISE State University. ISSN. 08977208. (46-48)
- Shellfish Farming, 2010. *Krill Oil Monograph*. Alternative Medicine Review. ISSN. 10895159. (85-86)
- Silalahi, J., Tampubolon, R. D. S. 2002. *Asam Lemak Trans Dalam Makanan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan*. Jurusan Farmasi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara. Medan (184-187)
- Simopoulos. P. A., Bourne. G. P., Faergeman. O. 2013 *Bellagio Report on Healthy Agriculture, Healthy Nutrition, Healthy People*. Center for Genetics, Nutrition and Health, Washington, D.C., United States of America. ISSN: 10204989. (230-235)
- Strobel, C., Jahreis, G., Kuhnt, K. 2012. *Survey of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in fish and fish products*. Department of Nutritional Physiology, Institute of Nutrition, Friedrich Schiller University Jena, Dornburger Str, 24, Jena, Germany. (1-8)
- Subani. W., Rijal. M., Suman. A. 1993. *Status Perikanan Udang Karang di Perairan Pangandaran Jawa Barat*. Jurnal penelitian perikanan laut. Jakarta. (1-5)
- Suharto. P. A. M., Edy. J. H., Dumanauw. M. J. 2012. *Isolasi dan identifikasi senyawa saponin dari ekstrak metanol Batang pisang ambon (musa paradisiaca var. Sapientum l.)*. Program Studi Farmasi FMIPA UNSRAT Manado. Indonesia. (86-91)
- Thompson. K. R., Muzinic. A. L., Yancey. H. D., Webster. D. C., Rouse. B. D. Xiong. Y. 2004. *Growth, Processing Measurements, Tail Meat Yield, and Tail Meat Proximate Composition of Male and Female Australian Red Claw Crayfish, Cherax quadricarinatus, Stocked into Earthen Ponds*. Aquaculture Research Center, Kentucky State University, Frankfort. ISSN : 1045-4438. (117-126)
- Tjokroprawiro, A. 2008. *astaxanthin - oxidative stress - diabetes mellitus*. Diabetes and Nutrition Center, Dr. Soetomo Teaching Hospital, Airlangga University School of Medicine. Indonesia. (293-297)
- Tlusty. M., Hyland. C. 2005. *Astaxanthin deposition in the cuticle of juvenile American lobster (Homarus americanus): implications for phenotypic and genotypic coloration*. Marine Biology. Boston. USA. (113-119)
- Trung. Si T., Thai. P., Phuong. 2012. *Bioactive Compounds from By-Products of Shrimp Processing Industry in Vietnam*. Faculty of Food Technology, Nha Trang University, Nha Trang. Vietnam. (194-196)
- Tweed, V. 2011. *Astaxanthin: Beauty From Tip To Toe*. better nutrition. ISSN. 0405-668. (1)
- Veljović, M., Mihajlović, I., Subota, V., Antunović, M., Jevdjić, J., Udovičić, I., Popadić, A., Vulović, T. 2013. *Effect of pretreatment with omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) on hematological parameters and platelets aggregation in patients during elective coronary artery bypass grafting*. Clinic of Anesthesiology and Intensive Care, Military Medical Academy, Crnotravska 17, 11 000, Belgrade, Serbia. (396-401)
- Watzke, J. H. 1998. *Impact of processing on bioavailability examples of mineral in foods*. Trends in food science and technology. Nestec S.A., Nestlé Research Centre, Food Science and Process Research, Vers-chez-Les-Blan. Switzerland. (320-326)
- Wayama.M., Ota.S., Matsuura.H., Nango.N., Kawano. S. 2013. *Three-Dimensional Ultrastructural Study of Oil and Astaxanthin Accumulation during Encystment in the Green Alga Haematococcus pluvialis*. Department of Integrated Biosciences, Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, Kashiwa, Japan. (1-8)
- Wildan, F.2000. *Perbandingan kandungan omega-3 dan Omega-6 dalam minyak man lemuru dengan Teknik kromatografi*. Balai Penelitian ternak. Bogor. Indonesia. (204-208)
- Wu. W., Wu. B., Ye. T., Huang. H., Dai. C., Yuan. J., Wang, W. 2013. *TCTP Is a Critical Factor in Shrimp Immune Response to Virus Infection*. Department of Biology, Quanzhou Normal University, Quanzhou, China. (1-6)
- Yan, L., Bai, XL., Fang, ZF., Che, LQ., Xu. SY., Wu, D. 2013. *Effect of different dietary omega-3/omega-6 fatty acid ratios on reproduction in male rats*. Key Laboratory for Animal Disease Resistance Nutrition of the Ministry of Education, and Animal Nutrition Institute of Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China. (1-8)
- Yanar, Y., Celik, M. 2006. *Seasonal amino acid profiles and mineral contents of green tiger shrimp (Penaeus*

- semisulcatus* De Haan, 1844) and speckled shrimp (*Metapenaeus monoceros* Fabricus, 1789) from the Eastern Mediterranean. Department of Fishing and Fish Processing Technology, Fish Faculty, Çukurova University. Turkey. (33-36)
- Yanar. Y., Gocer. M., Kucukgulmez. A. 2011. *Differences in Nutritional Composition Between Cultured and Wild Green Tiger Shrimp (penaeus semisulcatus)*. Journal food science. Fisheries Faculty, Cukurova University, Adana, Turkey. (436-440)
- Yang., Haisheng., Yang, R., Sun, x., Zhai, H., Li., K. 2011 *Astaxanthin Production by Phaffia rhodozyma Fermentation of Cassava Residues Substrate*. Hainan University. China. (1-9)
- Yuniati, H., Almasyhuri. 2012. *Kandungan Vitamin B6, B9, B12 dan E Beberapa Jenis Daging, Telur, Ikan dan Udang Laut di Bogor serta Sekitarnya*. Panel Gizi Makan. Indonesia. (78-88)
- Zagalsky, F.P. 2003. *B-Crustacyanin the blue-purple carotenoprotein of lobster carapace: consideration shift of the prtotein-bound astaxanthin*. Departement of Moleculer Biology and Biochemistry, Royal College University of London. England. ISSN 0907-4449. (1529-1531)
- Zainuddin. 2012. *Efek calsiium-fosfor dengan rasio berbeda terhadap Retensi nutrien dan perobahan komposisi kimia tubuh Juvenil udang windu (penaeus monodon fabr.)*. Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas, Makassar. Indonesia. (209, 213)
- Zevnik., Neil. 2009. *Selebrate with shrimp*. Better nutrition. (40-41)
- Zhang, R., Naughton, P. D. 2010. *Vitamin D in health and disease: Current perspectives*. School of Life Sciences, Kingston University. London. (1-9)
- Zhao. J., Huang. R. G., Zhang. N. M., Chen. W. W., Jiang. X. J. 2011. *Amino Acid Composition, Molecular Weight Distribution and Antioxidant Stability of Shrimp Processing Byproduct Hydrolysate*. Department of Food Science, College of Life Sciences, China Jiliang University. *American Journal of Food Technology*. (643-645)
- Zhi Y. J., Forster, I. P., Dominy W. G. 2010. *Effects of supplementing bioactive compounds to a formulated diet on sensory compounds and growth of shrimp, Litopenaeus vannamei (Boone, 1931)*. Aquatic Feeds and Nutrition Department, Oceanic Institute, Waimanalo, HI, USA. (1421-1429).