

Penilaian Kualiti Fizikokimia Nugget Ikan Komersial (Evaluation of Physico-Chemical Qualities of Commercial Fish Nuggets)

DESMELATI, MOHD KHAN AYOB*, AMINAH ABDULLAH &
ABDUL SALAM BABJI

ABSTRAK

Sebanyak 6 jenis sampel nugget ikan komersial yang dipasarkan di Malaysia telah ditentukan komposisi proksimat (kandungan air, protein, lemak, abu dan karbohidrat), warna, kehilangan memasak, keupayaan memegang air, aktiviti air dan pH. Hasil analisis menunjukkan terdapat perbezaan bererti ($p < 0.05$) bagi komposisi proksimat dan ciri-ciri warna, kehilangan memasak dan keupayaan memegang air. Kandungan air, protein, lemak, abu dan karbohidrat masing-masing berada dalam julat 58.97-64.58%, 9.30-11.60%, 0.14-5.23%, 1.95-2.84% dan 22.81-23.69%. Nilai L^* , a^* dan b^* bagi warna, masing-masing adalah antara 49.72-56.80, 16.64-19.57 dan 38.40-59.58. Walau bagaimanapun tiada perbezaan yang bererti ($p > 0.05$) untuk nilai aktiviti air dan pH antara sampel nugget ikan.

Kata kunci: Komposisi proksimat; kualiti fizikokimia; nugget ikan komersil

ABSTRACT

Six samples of commercial fish nuggets were analysed for their proximate composition (moisture, protein, fat, ash and carbohydrate content), colour, cooking loss, water holding capacity, water activity and pH. The results showed that most attributes analyzed were significantly ($p < 0.05$) different among samples studied. The moisture, protein, fat, ash and carbohydrate contents varies between 58.97-64.58%, 9.30-11.60%, 0.14-5.23%, 1.95-2.84% and 22.81-23.69%, respectively. The L^* , a^* and b^* value of the nuggets ranged between 49.72-56.80; 16.64-19.57 and 38.40-59.58, respectively. However there was no significant ($p > 0.05$) difference in water activity and pH of each nugget sample.

Keywords: Commercial fish nugget; physico-chemical quality; proximate composition

PENDAHULUAN

Nugget ikan adalah makanan ringan yang enak dan digemari oleh semua lapisan masyarakat. Ia mengandungi protein yang tinggi dan rendah kandungan kolesterol. Nugget ikan boleh ditakrifkan sebagai campuran daging atau isi ikan, kanji, rempah pilihan, garam, air, dijadikan di dalam bentuk yang menarik dan disalut dengan serbuk roti yang rangup. Ia boleh dimakan begitu saja selepas digoreng. Lebih sedap jika dimakan semasa ianya panas berserta dengan sos cili dan mayonis. Menurut Astawan (2006) nugget ikan adalah suatu bentuk produk olahan daripada daging ikan yang digiling halus dan ditambah rempah pilihan, kanji dan dicetak menjadi bentuk tertentu dan disalut dengan batter dan serbuk reroti, kemudian digoreng. Produk kemudiannya dibungkus dan disimpan pada sejukbeku. Nugget ikan biasanya dijual segar atau dalam keadaan beku di pasaraya atau peruncit lain.

Perkembangan pesat industri makanan segera serta permintaan yang meningkat daripada pengguna, menyebabkan lebih banyak makanan segera, hidangan mudah siap, dan kepingan (*fillet*) ikan dijual di pasaraya. Keadaan ini telah mendorong perkembangan produk makanan tersedia seperti sosej, nugget, bologna dan sebagainya (Dinas Perikanan Propinsi Riau 2005). Produk

makanan tersedia seperti ini kian popular di kalangan penduduk bandar (Babji et al. 1998). Sejalan dengan kehendak masyarakat kini yang mengutamakan makanan mudah sedia, permintaan makanan sejuk beku dan sejuk dingin kian meningkat (Chua 2005). Salah satu bentuk makanan beku yang amat digemari masyarakat adalah nugget (Astawan 2006). Nugget umumnya berbentuk pipih, bulat, kiub, atau bentuk lain yang dapat menarik perhatian kanak-kanak.

Nugget yang dijual di pasaraya atau kedai runcit tersedia dalam beraneka jenama, kemasan, cita rasa, tekstur dan harga. Produk nugget ayam merupakan produk bersalut yang mendapat permintaan lebih tinggi daripada nugget lain atau ikan. Hal tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan produk nugget ikan di pasaran yang agak terhad. Data terkini menunjukkan ikan menyumbang lebih daripada 50% pengambilan protein haiwan utama di negara ini (Che Rohani et al. 2002). Kadar permintaan bagi komoditi ini kian meningkat berikutan peningkatan bilangan penduduk negara. Anggaran keperluan ikan dan hasil perikanan bagi tahun 2010 melebihi 1.5 juta tan metrik (Jabatan Perikanan Malaysia 2006). Dengan meningkatnya pengeluaran ikan ternakan tempatan dijangka dapat mengeluarkan produk ikan tambah nilai seperti keripik, sosej, bebola, burger

dan nuget ikan yang berkualiti. Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mengetahui kualiti fizikokimia nuget ikan yang dipasarkan secara komersial di Malaysia.

BAHAN DAN KAEDAH

Setelah dilakukan tinjauan di pasaraya tempatan sekitar Lembah Klang Malaysia, didapati sebanyak 6 sampel nuget ikan dijual di pasaraya berkenaan. Nuget ikan yang dihasilkan oleh 6 syarikat tempatan atas jenama Enna, Giants, Ramli, Seaford, Yoki dan Bibiks Choisi terlibat dalam kajian ini telah dibeli daripada beberapa buah pasaraya tempatan. Sampel diambil secara rawak dan diberi label A, B, C, D, E dan F (tidak menurut urutan jenama), diambil untuk dianalisis. Untuk analisis proksimat, warna, keupayaan memegang air, aktiviti air dan pH menggunakan nuget yang telah dinyahbekukan dan untuk kehilangan memasak adalah nuget yang telah dimasak.

ANALISIS PROKSIMAT

Analisis proksimat yang dilakukan untuk penentuan kandungan kelembapan, protein, lemak dan abu dari setiap sampel adalah mengikut kaedah AOAC (1990). Kandungan air dan abu ditentukan dengan kaedah ketuhar. Protein ditentukan dengan kaedah Kjeldhal dan lemak menggunakan kaedah Soxhlet. Kandungan karbohidrat dikira daripada perbezaan nilai komposisi makanan yang lain.

PENENTUAN WARNA

Penentuan warna dilakukan dengan menggunakan alat pengukur warna atau kolorimeter (Minolta CR-300, Jepun). Kolorimeter dipiawaikan dengan paipai plat putih untuk nilai Y, X dan Z masing-masing sebagai 92.4, 0.3134 dan 0.3198 sebelum digunakan. Alat tersebut kemudiannya diletakkan di atas sampel dan warna diukur. Nilai-nilai L^* (kecerahan: cerah = 100, gelap = 0), a^* (kemerahan: +a = merah, -a = hijau) dan b^* (kekuningan: +b = kuning, -b = biru) dicatat.

PENENTUAN KEHILANGAN MEMASAK

Peratus kehilangan memasak ditentukan dengan menimbang berat nuget mentah dan nuget selepas dimasak. Kehilangan memasak diukur daripada peratus penambahan atau pengurangan berat nuget ikan setelah digoreng pada suhu 170°C selama 4 minit (Fellows 2000; Lawson 1999).

PENENTUAN KEUPAYAAN MEMEGANG AIR

Penentuan keupayaan memegang air dilakukan mengikut kaedah Miller dan Groniger (1976). Sebanyak 1.0 g sampel dimasukkan ke dalam tiub pengempas yang mengandungi 40 mL air suling. Tiub kemudian digegar menggunakan Vortex selama 5 min (Thermolyne, USA) sebelum diempas dengan alat pengempas (Hettich Universal, USA) selama

5 min pada kelajuan $7,500 \times g$. Supernatan yang terpisah daripada mendakan dipindahkan ke dalam kelalang bersengat. Keupayaan memegang air merupakan perbandingan antara jumlah air dalam mendakan dan jumlah sampel yang digunakan.

PENENTUAN AKTIVITI AIR

Aktiviti air ditentukan dengan menggunakan alat Water Activity Meter (*Model CX-2*). Bacaan aktiviti air dicatat. Bacaan diambil secara tripliket bagi setiap sampel.

PENENTUAN PH

Sebanyak 10 g sampel dihomogenkan di dalam 90 mL air suling dengan menggunakan alat penghomogenan (Stromacher model 400 seaward BA 7021, England). Nilai pH diukur dengan menggunakan alat pH meter berelektrod kaca (Fisher Accumet model 230A pH/ion meter). Bacaan diambil secara duplikat bagi setiap sampel.

ANALISIS DATA

Reka bentuk rawak digunakan dalam kajian ini. Data dianalisis menggunakan program SAS VERSION 6.0 (1994). Untuk ujian ANOVA dan hasil analisis menunjukkan perbezaan ($p < 0.05$) ditentukan dengan ujian Duncan.

HASIL DAN PERBINCANGAN

RAMUAN DALAM NUGET IKAN MALAYSIA

Ramuan yang digunakan dalam penghasilan nuget ikan komersial Malaysia ditunjukkan pada Jadual 1. Ramuan yang digunakan dalam penghasilan nuget ikan adalah berbeza bagi setiap pengilang. Walaupun demikian ianya mengandungi bahan utama iaitu isi ikan, surimi, kanji, garam, rempah pilihan dan serbuk reroti. Jenis ikan yang digunakan untuk menghasilkan nuget tidak disebutkan oleh pengilang. Komposisi yang digunakan untuk menghasilkan nuget didapati berbeza-beza mengikut jenama syarikat yang menghasilkannya. Harga bagi setiap nuget ikan di pasaran adalah antara RM3.50/500 g hingga RM5.79/500 g mengikut jenama produk.

KOMPOSISI PROKSIMAT

Komposisi proksimat nuget ikan Malaysia ditunjukkan dalam Jadual 2. Beberapa jenama nuget ikan Malaysia yang dianalisis komposisi proksimatnya menunjukkan perbezaan nyata ($p > 0.05$). Komposisi proksimat yang berbeza ini adalah berkaitan dengan perbezaan formulasi dan ramuan yang terlibat. Jenis ikan dan tepung yang digunakan juga mempengaruhi komposisi proksimat. Kandungan protein, karbohidrat nuget masing-masing adalah antara 9.30-11.60% dan 22.81-23.69%.

Sumber utama protein yang terdapat di dalam nuget ikan komersial Malaysia adalah isi ikan dan surimi. Kanji yang digunakan sebagai bahan ramuan bukan merupakan

JADUAL 1. Ramuan yang digunakan untuk menghasilkan nugget ikan dan harga jualan di pasaran Malaysia, n=2

Sampel	Ramuan	Harga (RM/500g)
A	Isi ikan, garam, serbuk roti, polifosfat, kanji, gula, mononatrium glutamat, minyak sayuran dan perisa yang dibenarkan	5.54
B	Surimi, ais, kanji, minyak sayuran, tepung gandum, serbuk roti, gula, bahan perasa, garam, protein soya, minyak ikan (omega 3) dan polifosfat	5.79
C	Surimi, garam, gula, kanji, rempah dan serbuk roti	3.50
D	Isi ikan, surimi, tepung kanji, gula, garam, rempah, mononatrium glutamat, polifosfat dan serbuk roti	4.99
E	Isi ikan, surimi, kanji minyak sayuran, tepung roti, gula, garam, polifosfat, perisa yang dibenarkan dan serbuk roti	5.79
F	Surimi, tepung roti, kanji, gula, garam, mononatrium glutamat, polifosfat, perisa yang dibenarkan, dan serbuk roti	4.49

JADUAL 2. Komposisi proksimat (%) nugget ikan komersial Malaysia, n=2

Sampel	Kelembapan (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Karbohidrat (%)
A	62.08 ^b	11.00 ^d	2.14 ^b	1.95 ^a	22.83 ^a
B	58.97 ^a	10.12 ^b	5.23 ^d	2.06 ^a	23.60 ^b
C	63.62 ^c	10.56 ^c	0.21 ^a	2.84 ^c	22.82 ^a
D	63.63 ^c	11.60 ^c	0.14 ^a	2.46 ^b	22.80 ^a
E	64.54 ^d	9.30 ^a	3.50 ^c	2.23 ^a	23.69 ^b
F	64.59 ^d	10.00 ^b	0.22 ^a	2.15 ^a	22.81 ^a

^{a-c} Abjad yang sama pada lajur yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$)

sumber protein kerana kandungannya rendah. Oleh itu mungkin perbezaan kandungan protein nugget yang dihasilkan mempunyai kaitan dengan perbezaan kandungan isi ikan yang digunakan. Semakin banyak jumlah isi ikan yang digunakan maka semakin tinggi kandungan protein yang terkandung dalam nugget ikan. Che Rohani et al. (2002) menyarankan jumlah isi ikan sebanyak 50% harus digunakan untuk menghasilkan nugget. Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985 (pindaan Malaysia 1998 pada peraturan 167). Anon. (1998) menetapkan bahawa produk seperti bebola ikan dan kek ikan hendaklah mengandungi tidak kurang daripada 50% isi ikan.

Kelembapan nugget C dan D tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p > 0.05$) dengan nilai masing-masing adalah 63.62% dan 63.63%. Kandungan lemak nugget ikan menunjukkan perbezaan secara bererti ($p < 0.05$) antara nugget A (2.14%), B (5.23%) dan E (3.50%). Kandungan lemak yang agak rendah ini mungkin berpunca daripada penggunaan surimi sebagai sumber isi ikan. Surimi merupakan isi ikan yang telah mengalami proses pembasuhan yang memisahkan sebahagian besar lemak daripada isi ikan. Kandungan lemak dalam nugget ikan komersial Malaysia adalah di antara 0.14%-5.23%. Menurut Tee et al. (1989), kandungan lemak ikan juga dipengaruhi oleh faktor luaran dan dalaman seperti jenis ikan, umur, lingkungan, jantina dan pemakanan.

Kandungan karbohidrat nugget adalah di antara 22.80-23.69% (Jadual 2). Perbezaan kandungan karbohidrat dalam nugget ikan komersial Malaysia berkemungkinan disebabkan perbezaan jumlah tepung atau kanji yang digunakan oleh pengilang. Secara am semakin banyak jumlah kanji yang digunakan, semakin tinggi jumlah kandungan karbohidrat dalam nugget.

WARNA DAN KEHILANGAN MEMASAK

Nugget ikan komersial Malaysia mempunyai berat yang berbeza secara bererti ($p < 0.05$) dengan variasi berat diantara 18.33-50.00 g. Penentuan kehilangan memasak dijalankan bagi menentukan peratusan kandungan air dan lemak yang mengalir keluar atau penyerapan minyak semasa pengorengan dengan merujuk kepada perbezaan berat sebelum dan selepas pengorengan. Dalam kajian ini produk nugget digoreng dengan kaedah pengorengan minyak banyak. Kaedah ini bukan saja cepat malah bertujuan memberikan atribut tekstur dan perisa yang sekata (Fellows 2000; Lawson 1999). Terdapat perbezaan berat yang bererti ($p < 0.05$) akibat pemasakan/pengorengan produk seperti yang ditunjukkan pada Jadual 3. Berat 6 sampel nugget ikan setelah dimasak berkurangan di antara 2.25% - 5.04%. Peningkatan atau pengurangan berat mungkin berkait rapat dengan kesegaran sampel nugget ikan, kandungan kelembapan dan komposisi lainnya. Semasa di masak

berlaku kehilangan kandungan air secara pengewapan akibat pencapaian suhu penggorengan (170°C) melebihi suhu didih air 100°C (Fellows 1990, 2000). Kehilangan memasak berlaku di mana nuget masak lebih ringan daripada nuget mentah. Tahap perbezaan kehilangan memasak dipengaruhi oleh saiz serta luas permukaan per unit isi padu sampel yang terdedah kepada medium masakan.

Warna nuget ikan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi penerimaan pengguna/pembeli. Penerimaan warna sesuatu makanan dipengaruhi oleh banyak faktor yang berbeza, termasuk aspek kebudayaan, geografi dan sosiologi penduduk yang terlibat (Pamela & Kathryn 2004). Hasil kajian menunjukkan bahawa warna nuget ikan komersial pelbagai jenama yang berbeza menunjukkan perbezaan bererti ($p > 0.05$) (Jadual 2). Nilai L^* nuget adalah di antara 49.72-56.80. Perbezaan nilai L^* mempunyai kaitan dengan pencucian daging ikan dan jenis tepung yang digunakan untuk membuat nuget ikan. Warna kemerahan a^* dan kekuningan b^* , untuk setiap sampel nuget menunjukkan perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) dengan nilai masing-masing di antara 16.64-19.57 dan 38.40-59.58. Warna nuget selepas penggorengan adalah amat berkaitan dengan warna luar penyalut dan serbuk roti yang digunakan. Warna yang terbentuk juga dipengaruhi oleh penyerapan minyak masak yang digunakan dan tindakbalas pemerangan antara gula penurun dan sumber protein atau dikenali sebagai tindak balas Maillard (Loewe 1993).

KEUPAYAAN MEMEGANG AIR, AKTIVITI AIR DAN pH

Keupayaan memegang air, aktiviti air dan nilai pH nuget ikan komersial Malaysia ditunjukkan pada Jadual 4.

Terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) bagi keupayaan memegang air pelbagai sampel nuget ikan yang telah dikaji. Keputusan analisis menunjukkan keupayaan memegang air nuget ikan komersial adalah antara 1.85-4.80 mL/g sampel. Nilai tersebut tidak jauh berbeza dengan keupayaan memegang air pekatan protein ikan yang dilaporkan oleh Venugopal et al. (1996). Pekatan protein ikan *Threadfin bream* yang dikeringkan dengan kaedah udara panas pada suhu 55°C mempunyai keupayaan memegang air sebanyak 3.34 mL/g sampel. Sikorski & Bonnie (1994) menyatakan keupayaan memegang air pekatan protein ikan adalah rendah iaitu sebanyak 3.0 mL/g sampel. Tepung ikan Marinebeef dilaporkan mempunyai keupayaan memegang air sebanyak 2.4 mL/g sampel. Nuget ikan F mempunyai keupayaan memegang air tertinggi iaitu 4.80 mL/g sampel dan nuget ikan A (1.85 mL/g sampel) adalah yang terendah.

Hasil pengukuran aktiviti air (a_w) bagi nuget komersial (A, B, C, D, E, & F) tempatan yang telah dinyahbekukan adalah di antara 0.94-0.96, dan tiada perbezaan yang bererti ($p > 0.05$) antara sampel. Nilai a_w nuget ikan biasanya dipengaruhi oleh tahap kesegaran isi ikan, surimi dan ramuan lain yang digunakan oleh pengilang. Nilai a_w boleh digunakan sebagai petunjuk kepada kerosakan yang disebabkan oleh mikroorganisma. Menurut Fennema (1993), julat $a_w < 0.95$ berupaya merencat pertumbuhan mikroorganisma seperti *Pseudomonas* sp., *E. coli*, *Bacillus* sp., *C. perfringens* dan beberapa yis. Sekiranya nilai a_w ini tinggi maka mikroorganisma akan mudah merosakkan sesuatu produk makanan. Aktiviti metabolisma mikroorganisma amat bergantung kepada kehadiran air dalam bentuk air bebas (Wagner & Moberg 1989).

JADUAL 3. Kesan penggorengan pada suhu 170°C terhadap berat dan warna nuget ikan Malaysia, n=2

Sampel	Berat (g) Asal	Kehilangan memasak (%)	Kecerahan (L*)	Kemerahan (a*)	Kekuningan (b*)
A	30.00 ^c	4.18 ^c	51.93 ^c	18.50 ^d	41.44 ^b
B	32.81 ^d	3.45 ^b	49.72 ^a	17.39 ^b	38.40 ^a
C	50.00 ^f	5.04 ^d	56.80 ^f	19.57 ^d	59.58 ^f
D	18.33 ^a	2.40 ^a	52.12 ^d	18.19 ^c	44.34 ^c
E	25.00 ^b	2.37 ^a	51.11 ^b	19.17 ^f	47.44 ^e
F	41.67 ^e	4.19 ^c	54.37 ^e	16.64 ^a	45.68 ^d

^{a-f} Abjad yang sama pada lajur yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$)

JADUAL 4. Keupayaan memegang air, aktiviti air dan pH nuget ikan Malaysia, n=2

Sampel	Keupayaan memegang air (unit)	Aktiviti air (a_w)	pH
A	1.85 ^a	0.96 ^a	6.39 ^a
B	3.02 ^c	0.95 ^a	6.55 ^a
C	3.43 ^d	0.96 ^a	6.44 ^a
D	4.05 ^e	0.94 ^a	6.42 ^a
E	2.65 ^b	0.96 ^a	6.51 ^a
F	4.80 ^f	0.95 ^a	6.43 ^a

^{a-f} Abjad yang sama pada lajur yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$)

Nilai pH nuget (A, B, C, D, E dan F) yang dikaji adalah di antara 6.39-6.55 dan tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$). Tahap kesegaran isi ikan dan surimi yang digunakan dalam penghasilan nuget boleh mempengaruhi nilai pH nuget. Nilai pH nuget A adalah yang paling rendah dibandingkan dengan nilai pH nuget ikan komersial lainnya. Hal ini mungkin berpunca dalam penghasilan nuget antara pengilang menggunakan kesegaran isi ikan berbeza. Hal ini boleh juga berpunca daripada penambahan polifosfat dalam formulasi nuget seperti yang tercatat pada pembungkus produk (Jadual 1). Penggunaan polifosfat boleh meningkatkan nilai pH nuget. Menurut Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985 (pindaan Malaysia 1998 pada peraturan 167) polifosfat yang ditambahkan ke dalam makanan mestilah tidak melebihi 0.3%. Polifosfat berkesan untuk meningkatkan kekuatan ionik dan mengekalkan pH produk. Gabungan garam NaCl dan polifosfat boleh mengekstrak protein miofibril dan seterusnya mengikat partikel daging, membentuk gumpalan melekat yang bertambah kukuh apabila protein dinyahasikan semasa pemanasan. Nilai pH ini adalah hampir serupa dengan pH daging mentah dan surimi iaitu masing-masing dengan nilai pH 6.7 dan pH 7.0 (Sikorski & Bonnie 1994). Nilai pH 6 hingga 7 memberikan kekuatan gel yang maksimum. Penggunaan bahan ramuan dan kesegaran isi ikan dan surimi yang digunakan dalam penghasilan nuget juga dapat mempengaruhi nilai pH.

KESIMPULAN

Ramuan yang digunakan dalam menghasilkan nuget ikan komersial berbeza mengikut pengilang yang berbeza di Malaysia. Namun demikian nuget ikan pada lazimnya mengandungi enam bahan utama iaitu surimi, isi ikan, kanji, garam, rempah dan serbuk roti. Kilang-kilang yang menghasilkan nuget ikan komersial tidak menyatakan jenis ikan yang digunakan. Pada keseluruhannya hasil analisis telah menunjukkan kualiti fizikokimia nuget ikan komersial keluaran tempatan. Produk nuget ikan komersial keluaran tempatan merupakan produk separa basah (~63%) yang mengandungi protein (~10%), lemak (~2%), abu/mineral (~2%) dan karbohidrat (~23%). Berdasarkan nilai a_w dan pH produk yang dijual adalah dalam keadaan segar.

PENGHARGAAN

Pengarang mengucapkan berbilang terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia yang membiayai projek ini (ST-05-2005).

RUJUKAN

- Anon. 1998. *Akta Makanan 1983 & Peraturan-Peraturan 1985 Pindaan 1998*. Kuala Lumpur: MDC Penerbitan Pencetak Sdn. Bhd.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Ed. ke-15. Washington: Association of Official Agricultural Chemistry.
- Astawan, M 2006. *Nugget ayam, bukan makanan sampah*. Kompas. Com /Kesehatan /News/0508/30/130052. [14 April 2006]

- Babji, A.S., Tiong, & Alina, A.R. 1998. Replacement of chicken fat with palm fat in chicken meat ball. *IMT-GT Regional Seminar Industrial Transformation through Innovative Utilization of Natural Resources*. 2-3 Nov 1999. Universiti Sains Malaysia.
- Che Rohani, C.A., Rokiah Mohamad., Mohd. Ariff Wahid, Abu Bakar Hussin & Wan Rahimah Wan Ismail. 2002. *Manual Pemprosesan Produk Ikan*. Kuala Lumpur: MARDI.
- Chua, H.P. 2005. Pemprosesan umai segera daripada ikan tilapia merah. *Buletin Teknologi Makanan*, 2: 19-23.
- Dinas Perikanan Propinsi Riau 2005. *Cara Penanganan Ikan Setelah Pasca Panen*. Pekanbaru: Dinas Peikanan Propinsi Riau.
- Fellows, P.J. 1990. *Processing by Application of Heat. Food Processing Technology. Principle and Practice*. New York: Ellis Horwood Ltd.
- Fellows, P.J. 2000. *Food Processing Technology, Principles and Practice*. Ed. ke-2. England: Woodhead Publishing Ltd.
- Fennema, O.R. 1993. Air dan Ais. Dlm. *Kimia Makanan*. Pterj.: Soleha Ishak, Osman Hasan, Md.Ali A. Rahim, Poedijono Nitisewojo, Ab Salam Babji & Mohd. Khan Ayob, hlm 25-70 Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Jabatan Perikanan Malaysia 2006. *Perangkaan Tahunan Perikanan 2005 (Jilid 1)*. Kuala Lumpur: Jabatan Perikanan.
- Lawson, H. 1999. *Food Oils and Fats, Technology, Utilization and Nutrition*. New York: International Thomsom Publishing (ITP) Co.
- Loewe, R. 1993. Role of ingredient in batter systems. *Cereal Foods World* 38 (9): 673-677.
- Miller, R. & Groniger, H.S. 1976. Functional properties of enzyme modified acylated fish protein derivates. *Journal of Food Science* 41: 268-272.
- Pamela, G.K. & Kathryn, P.S. 2004. *Food and Culture*. Ed. ke-4. Canada: The Book Company
- SAS Intitute 1994. *SAS User's Guide, Version 6.0 ed*. Cary: Statistical Analysis systems Inst.
- Sikorski, Z.E. & Bonnie, S.P. 1994. The availability and utilization of seafood proteins. Dlm. Sikorski, Z.E., Bonnie, S.P. & Fereidoon, S. (pnyt.). *Seafood proteins*, hlm. 1-5. New York: Chapman & Hall.
- Tee, E.S., Siti, M., Kuladevan, S., Young, R., Khor, S.I. & Chin, S.K. 1989. Nutrient composition of Malaysian freshwater fishes. *Proceedings of the 4th Scientific Conference*. Persatuan Pemakanan Malaysia, Kuala Lumpur. 4: 63-73.
- Venugopal, V., Chawla, S.P. & Nair, P.M. 1996. Spray dried protein powder from Threadfin bream: Preparation, properties and comparison with FPC type-B. *Journal of Muscle Food* 7: 55-71.
- Wagner, M.K. & Moberg, L.J. 1989. Present and future use of traditional antimicrobials. *Food Technology* Jan: 143.

Program Sains Makanan
Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: mkhan@ukm.my

Diserahkan: 11 Januari 2010

Diterima: 17 Januari 2011