

PENGARUH FREKUENSI PENCUCIAN TERHADAP KARAKTERISTIK GEL SURIMI IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

(*The Effect of Leaching Times on the Gel Properties of Catfish (*Clarias gariepinus*) Surimi*)

Ima Wijayanti¹⁾, Joko Santoso²⁾, Agus M. Jacoeb²⁾

¹ Staf Pengajar Program studi Teknologi Hasil Perikanan FPIK UNDIP

² Staf Pengajar Departemen Teknologi Hasil Perairan Sekolah Pascasarjana IPB

Masuk : 12 April 2012, diterima : 1 Juli 2012

ABSTRAK

Frekuensi pencucian merupakan faktor penting dalam proses pembuatan surimi. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh frekuensi pencucian terhadap komposisi proksimat dan karakteristik gel surimi lele. Metode penelitian berupa eksperimental laboratories dengan rancangan acak lengkap. Peningkatan frekuensi pencucian berpengaruh terhadap kenaikan kadar air dan penurunan kadar protein, lemak dan mineral surimi lele. Nilai WHC gel surimi pada pencucian 3 kali meningkat 29,78% dibandingkan dengan pencucian satu kali. Deformasi tertinggi dicapai oleh gel surimi dengan pencucian empat kali yaitu meningkat 74,27% dibandingkan 1 kali pencucian. Analisis sensorik menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi pencucian memberi pengaruh positif pada uji lipat dan uji gigit. Pencucian 3 kali dan 4 kali memberikan pengaruh yang lebih baik pada gel surimi dibanding pencucian 1 dan 2 kali.

ABSTRACT

The effect of leaching times on the proximate composition and gel properties of surimi has been studied in this research. Leaching times significantly influenced the chemical composition of catfish surimi. The raise of leaching times increased the water content and decreased protein, fat and minerals composition of catfish surimi. Water holding capacity value of surimi gel by leaching 3 times increased 29.78% compared to leaching one time. Deformation increased with the rising of leaching times. The highest deformation was reached by leaching 4 times with raising 74.27% compared to leaching one time. Result of sensory evaluation indicated that the rising of leaching times had positive impact in folding test and teeth cutting test. Three and four times of leaching produced better characteristics of the gel rather than leaching 1 and 2 times.

Keywords: *cat fish, gel properties, leaching times, surimi*

PENDAHULUAN

Produksi perikanan nasional pada tahun 2009 mencapai 9,8 juta ton dan hingga akhir tahun 2010 ditaksir mencapai 10,83 juta ton atau mencapai 100,56% dari target sebesar 10,76 juta ton. Sektor perikanan budidaya memberi kontribusi peningkatan terbesar yakni 50,55% (KKP 2011). Lele termasuk dari 10 jenis komoditas unggulan yang dibudidayakan (Ditjen Perikanan Budidaya KKP 2009). Budidaya lele cukup mudah sehingga terus dikembangkan di Indonesia dan termasuk komoditas yang dikembangkan pada kebijakan minapolitan.

Bertambahnya jumlah ikan lele hasil budidaya bisa menjadi pilihan sebagai bahan baku bagi produk olahan hasil perikanan. Dengan demikian ikan tersebut tidak hanya dijual segar

namun dapat diolah lebih lanjut menjadi produk diversifikasi sehingga dapat memberikan nilai tambah produk. Salah satu diversifikasi produk olahan hasil perikanan adalah surimi. Surimi adalah lumatan daging ikan, yang dicuci untuk menghilangkan sebagian besar lemak, darah, enzim dan protein sarkoplasma serta distabilkan dalam kondisi beku dengan menambahkan *cryoprotectan* (Balange dan Benjakul 2009).

Bahan baku surimi biasanya dari spesies ikan laut yang berdaging putih yang sekarang ini mulai mengalami *overfishing*. Produksi ikan air tawar cukup besar dengan nilai komersialnya masih rendah. Oleh karena itu ikan air tawar berpotensi sebagai bahan baku surimi. Teknologi pengolahan surimi dari bahan baku ikan air tawar masih terus

dikembangkan karena kualitas gel yang dihasilkan masih rendah.

Proses pencucian merupakan tahapan kritis pada pembuatan surimi. Sejumlah besar air digunakan untuk menghilangkan protein sarkoplasma, darah, lemak dan komponen nitrogen lain dari daging lumat ikan (Park dan Morrissey 2000). Jumlah siklus dan volume pencucian bervariasi terhadap jenis ikan, kesegaran ikan, tipe alat pencuci dan kualitas surimi yang diinginkan (Hossain *et al.* 2004). Lele merupakan salah satu komoditas perikanan yang melimpah di Indonesia. Ketersediaan lele tersebut dapat dijadikan sebagai alternatif sumber bahan baku surimi. Untuk memperoleh informasi siklus pencucian surimi lele yang paling efisien dilakukan penelitian dengan 4 perlakuan yaitu pencucian 1x, 2x, 3x dan 4x. Perbandingan volume air dan ikan yang digunakan adalah 1:4. Air yang digunakan pada proses pencucian daging lumat lele dilakukan dengan menggunakan air dingin ($5 \pm 2^\circ\text{C}$).

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan baku, bahan tambahan, bahan pembantu dan bahan kimia untuk analisis. Bahan baku yang digunakan adalah ikan lele dengan panjang dan berat rata-rata berturut-turut $42,5 \pm 3,71$ cm dan $580,5 \pm 142,5$ gram. Ikan tersebut diperoleh dari petani budidaya lele Boyolali. Bahan baku dibeli dalam kondisi segar dan langsung dibuat surimi pada hari itu juga. Bahan tambahan yang digunakan adalah garam untuk pembuatan surimi, bahan pembantu yang digunakan berupa es dan akuades untuk proses pencucian. Bahan kimia yang digunakan antara lain H_2SO_4 , NaOH, HCl, tablet kjeldahl, heksana (Merck, Jerman) untuk analisis proksimat; NaCl (Merck, Jerman) untuk analisis protein larut garam.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain terdiri dari: alat untuk pembuatan surimi dan alat untuk analisis karakteristik fungsional surimi. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan surimi antara lain: *food processor* (Kenwood, Inggris), *waterbath* (Mommert, Jepang), *refrigerator* (Sharp, Jepang) dan timbangan analitik (Ohaus, Jepang). Peralatan yang digunakan untuk analisis karakteristik surimi antara lain: oven (Binder, Jerman), *kjeltec system* (Foss, Swedia), tanur, *soxlet apparatus* (Schott Glass Instrument, Jerman), pH meter digital (Schott Glass Instrument, Jerman), *texture analyzer* (model TATX plus LLOID, Inggris).

Pembuatan surimi

Pembuatan surimi dilakukan berdasarkan metode Suzuki (1981) dengan sedikit modifikasi. Kulit, tulang, dan isi perut ikan lele dibuang, selanjutnya daging dihaluskan dengan menggunakan *grinder*. Daging lumat dicuci dengan air dingin (suhu $\pm 5^\circ\text{C}$) dengan penambahan garam pada akhir pencucian sebesar 0,1%. Frekuensi pencucian yang dicobakan adalah 1x, 2x, 3x dan 4x dengan perbandingan ikan dan air 1:4. Daging lumat yang telah dicuci selanjutnya dibuang airnya dengan cara dipres dengan menggunakan alat press hidrolik. Surimi dari masing-masing perlakuan (± 500 g) selanjutnya dikemas di dalam plastik polietilen dan disimpan pada *refrigerator* dengan suhu 4°C untuk dianalisis karakteristik fisik, kimia dan sensorik pada hari berikutnya.

Persiapan pembuatan gel surimi (kamaboko)

Analisis karakteristik gel surimi dilakukan dengan membuat surimi menjadi bentuk kamaboko. Pembuatan kamaboko dilakukan berdasar metode Balange dan Benjakul (2009). Surimi ditambah dengan garam 3% (berat/berat) dan dicampur selama 4 menit dengan menggunakan *food processor*. Sol tersebut kemudian diisikan ke dalam pipa silinder dari *stainless steel* dengan diameter 2,5 cm dan kedua sisi atas dan bawah ditutup dengan rapat. Sol tersebut diinkubasi pada suhu 40°C selama 30 menit kemudian diikuti dengan pemanasan pada suhu 90°C selama 20 menit. Semua gel yang terbentuk didinginkan di dalam air es serta disimpan semalam pada suhu 4°C selanjutnya siap untuk dianalisis.

Prosedur Analisis

Analisis proksimat

Analisis proksimat dilakukan pada surimi dan kamaboko ikan lele. Analisis proksimat terdiri kadar air, protein, lemak, dan abu. Metode yang digunakan dalam analisis proksimat adalah AOAC (2005).

Analisis *Water holding capacity* (WHC)

Daya ikat air (WHC) diukur dengan menggunakan metode FPPM (the Filter Paper Press Method) (Honikel dan Hamm 1994). Sampel sebesar 0,3 gram diletakan pada kertas saring Whatman 41 dan dipres diantara dua plat kaca dan dibebani dengan pemberat 35 kg selama 5 menit. Setelah 5 menit kertas saring beserta sampel diambil. Area basah dan area sampel daging hasil pengepresan digambar pada plastik transparan. Luasan lingkaran dari sampel diukur, begitu pula luasan lingkaran luar yang terbentuk oleh air. Dengan demikian luasan lingkaran yang terbentuk oleh air bebas merupakan pengurangan dari luasan lingkaran luar dengan luas lingkaran dalam.

Luas lingkaran yang terbentuk oleh air bebas proposional dengan banyaknya air bebas yang tidak dapat diserap oleh bahan atau proposional terbalik dengan daya ikat air bahan. Perhitungan jumlah air yang terbebaskan adalah sebagai berikut :

Jumlah air bebas (mg H₂O)=

$$\frac{\text{Luas lingkaran air bebas (cm}^2\text{)} - 8}{0,0948}$$

WHC (%) =

$$\text{Kadar air sampel (\%)} - \frac{\text{mg H}_2\text{O}}{\text{Berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

Analisis pH

Untuk mengukur pH, sebelumnya alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara mencelupkan batang *probe* pada buffer pH 4 kemudian dicelupkan kembali pada buffer pH 7. Sampel yang digunakan sebanyak 5 g dan ditambah akuades sebanyak 45 ml kemudian dihomogenkan dengan homogenizer, kecepatan yang digunakan 80 rpm selama 2-3 menit. Selanjutnya sampel diukur pHnya dengan menggunakan pH meter.

Analisis protein larut garam

Metode analisis protein larut garam berdasar Saffle dan Galbraeth (1964) diacu dalam Wahyuni (1992). Sampel sebanyak 5 g ditambahkan 50 ml larutan NaCl 5% kemudian dihomogenkan dengan waring blender selama 2-3 menit, suhu dijaga agar tetap rendah. Setelah itu disentrifus pada 3400 x g selama 30 menit dengan suhu 10 °C, selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No.1. Filtrat ditampung dalam erlenmeyer, disimpan pada suhu 4 °C. Sebanyak 25 ml filtrat dianalisis kandungan proteinnya dengan menggunakan metode semi mikro *Kjeldahl*. Perhitungan kadar protein larut garam adalah:

$$\text{Kadar PLG (\%)} = \frac{(A-B) \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times \text{fp} \times 6,25 \times 100\%}{\text{mg sampel}}$$

Keterangan :

A = ml titrasi HCl sampel

B = ml titrasi HCl blanko

fp = faktor pengenceran

Analisis tekstur

Analisis tekstur gel surimi berupa deformasi dan kekuatan gel diukur dengan menggunakan sebuah *Texture Analyzer* model TATX plus (LLOID, Inggris). Gel diekuilibrasikan dan diuji pada temperatur ruang. Tiga sampel berbentuk silinder dengan panjang 2,5 cm disiapkan. Deformasi (elastisitas/deformabilitas) dan *gel*

strength (kekuatan gel) diukur dengan menggunakan *spherical plunger* (diameter 5 mm, 60 mm/menit kecepatan deformasi).

Analisis Sensorik

Analisis sensorik dilakukan pada kamaboko lele dengan uji lipatan dan uji gigit berdasar Suzuki (1981). Uji lipatan (*folding test*) merupakan salah satu pengujian mutu gel ikan yang dilakukan dengan cara memotong sampel dengan ketebalan 3 mm. Potongan sample tersebut diletakkan diantara ibu jari dan telunjuk, kemudian dilipat untuk diamati ada tidaknya retakan pada gel ikan. Skor maksimal pada uji lipatan adalah 5. Pada uji gigit pengujian dilakukan dengan cara menggigit sampel gel surimi antara gigi seri atas dan bawah. Sampel yang diuji mempunyai ketebalan 5 mm dan berdiameter ±20 mm. Nilai tertinggi pada uji gigit adalah 10.

Analisis Data

Rancangan percobaan pada penelitian adalah RAL untuk mengetahui pengaruh perlakuan frekuensi pencucian. Uji lanjut BNP dilakukan apabila ANOVA pada perlakuan berpengaruh nyata. Data uji sensorik (organoleptik, uji kesukaan, uji gigit dan uji lipatan) dianalisis dengan uji statistika non parametrik Kruskal Wallis (Steel dan Torrie 1993). Uji lanjut perbandingan berganda (*Multiple Comparison*) dilakukan untuk hasil analisis yang menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pencucian merupakan tahapan kritis pada pembuatan surimi. Sejumlah besar air digunakan untuk menghilangkan protein sarkoplasma, darah, lemak dan komponen nitrogen lain dari daging lumat ikan (Park dan Morrissey 2000). Frekuensi pencucian berpengaruh nyata terhadap komposisi kimia surimi lele (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi kimia dan pH surimi lele dengan frekuensi pencucian berbeda

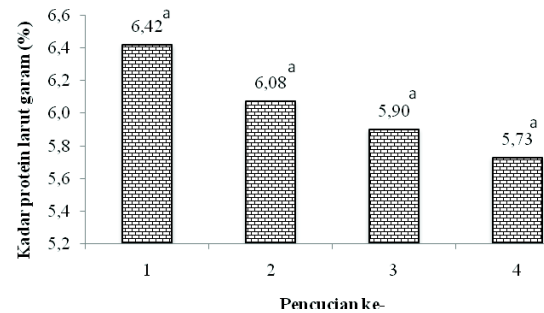
Komposisi Kimia (%)	Daging lumat	Perlakuan			
		Pencucian 1	Pencucian 2	Pencucian 3	Pencucian 4
Air	74,00 ± 0,01	73,54 ± 0,06 ^a	78,59 ± 0,01 ^b	82,27 ± 0,01 ^c	76,11 ± 0,01 ^d
Protein	16,14 ± 0,10	19,51 ± 0,23 ^a	15,14 ± 0,61 ^b	11,99 ± 0,22 ^c	16,06 ± 0,01 ^d
Lemak	7,19 ± 0,80	4,96 ± 0,27 ^a	5,38 ± 0,04 ^a	4,42 ± 0,14 ^a	6,03 ± 0,69 ^a
Abu	1,09 ± 0,01	0,51 ± 0,05 ^{ab}	0,38 ± 0,09 ^a	0,14 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,23 ^b
pH	6,69 ± 0,13	7,00 ± 0,08 ^a	7,03 ± 0,01 ^a	7,05 ± 0,06 ^a	6,96 ± 0,01 ^a

Frekuensi pencucian meningkatkan kandungan air, menurunkan kadar protein, lemak dan mineral surimi lele. Peningkatan kadar air tertinggi dicapai pada surimi dengan frekuensi pencucian 3 kali dan penurunan kadar protein, lemak dan abu terendah pada pencucian 3 kali. Hasil ini didukung penelitian Karthikeyan *et al.* (2006) bahwa pencucian 3 kali pada surimi *threadfin bream* meningkatkan kadar air dan menurunkan kadar protein, lemak dan mineral. Menurut Karthikeyan *et al.* (2006) peningkatan kadar air selama proses pencucian kemungkinan disebabkan proses hidrasi oleh protein miofibril. Protein dan mineral larut air terbuang selama proses pencucian sehingga kadarnya menurun. Karthikeyan *et al.* (2006) surimi ikan *threadfin bream* yang dicuci 3 kali menurun kadar proteinnya hingga 32% dari kadar awal. Penurunan kadar protein ini kemungkinan disebabkan hilangnya protein larut air selama pencucian dan meningkatnya kadar air pada produk akhir (Ismail *et al.* 2010). Pencucian mampu menurunkan kadar lemak surimi dari 7,19% menjadi 4,42% dan kadar lemak kamaboko dari 7,19% menjadi 3,39% pada frekuensi pencucian 3 kali. Hasil penelitian Hossain *et al.* (2004) menunjukkan daging lumat yang telah dicuci (surimi) menurun kadar lemaknya dari 3,1% menjadi 0,63% pada ikan mas dan 6,8% menjadi 0,59 % pada ikan patin. Hasil lain menunjukkan kadar lemak surimi ikan sardine menurun dari 14,44% sebelum dicuci menjadi 4,23% setelah pencucian 3 kali dan 2,31% setelah 5 kali pencucian (Karthikeyan *et al.* 2004). Penurunan tersebut karena lemak memiliki densitas yang lebih rendah dari air sehingga menyebabkan lemak dapat mengapung di air pencucian dan akan terbuang bersama proses pengepresan. Lemak berat jenisnya lebih rendah sehingga dapat terapung dan ikut terbawa bersama air pencucian.

Proses pencucian tidak berpengaruh nyata terhadap derajat keasaman (pH) surimi lele (Tabel 1), namun cenderung meningkat dengan bertambahnya frekuensi pencucian. Hasil ini selaras dengan penelitian Chairita (2008) menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai pH pada surimi ikan layang maupun tetelan ikan kakap merah pada frekuensi pencucian yang berbeda. Meningkatnya pH disebabkan karena berkurangnya asam amino bebas yang bersifat asam dan zat asam lain yang larut air (Karthikeyan *et al.* 2006).

Protein larut garam (PLG) merupakan protein miofibril yang berperan penting dalam pembentukan gel ikan. Sampel yang dianalisis untuk protein larut garam adalah gel surimi (kamaboko). Gambar 1 menjelaskan histogram PLG dengan frekuensi pencucian berbeda. Frekuensi pencucian tidak berpengaruh nyata pada nilai protein larut garam kamaboko lele (Lampiran 10). Hasil ini mirip dengan hasil Chairita (2008) menunjukkan frekuensi pencucian tidak berpengaruh pada nilai protein larut

garam surimi dari ikan layang dan tetelan kakap. Demikian pula penelitian Jin *et al.* (2007) menunjukkan frekuensi pencucian tidak berpengaruh nyata pada nilai protein miofibril surimi dari ikan *Alaska pollack*, daging babi dan ayam.



Gambar 1 Nilai protein larut garam gel surimi dengan frekuensi pencucian berbeda. Superskrip dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$).

Nilai *water holding capacity* (WHC), deformasi dan kekuatan gel disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis ragam menunjukkan frekuensi pencucian berpengaruh nyata terhadap nilai *water holding capacity* (WHC) dan deformasi kamaboko surimi lele ($p<0,05$), namun tidak berpengaruh pada kekuatan gel.

Tabel 2 Nilai WHC, deformasi dan *gel strength* gel surimi dengan frekuensi pencucian yang berbeda

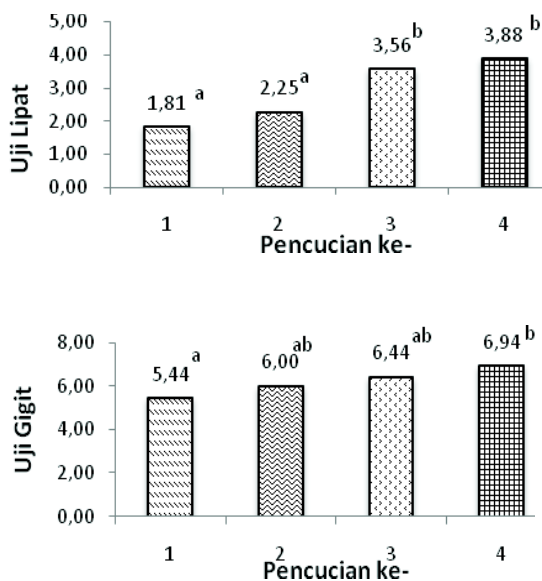
Perlakuan	Parameter		
	WHC (%)	Deformasi (mm)	<i>Gel strength</i> (g.cm)
Pencucian 1	49,97 ± 0,92 ^a	7,58 ± 1,78 ^a	255,79 ± 31,48 ^a
Pencucian 2	57,33 ± 4,12 ^b	9,71 ± 0,04 ^{ab}	269,78 ± 35,79 ^a
Pencucian 3	64,85 ± 0,66 ^c	10,05 ± 0,59 ^{ab}	280,76 ± 28,34 ^a
Pencucian 4	64,14 ± 0,39 ^{cd}	13,21 ± 1,22 ^b	345,35 ± 60,16 ^a

Nilai WHC meningkat seiring dengan penambahan frekuensi pencucian. Nilai WHC tertinggi pada pencucian 3 kali. Semakin tinggi nilai WHC menunjukkan semakin tinggi kemampuan gel surimi mengikat air. Pada pencucian 3 kali, nilai WHC gel surimi meningkat 29,78% dibandingkan pencucian 1 kali. Peningkatan frekuensi pencucian diikuti dengan kenaikan WHC kemungkinan disebabkan kenaikan pH pada proses pencucian meningkatkan hidrasi protein. Kartikeyan *et al.* (2004) melaporkan nilai *water absorption capacity* surimi ikan sardin meningkat seiring dengan penambahan frekuensi pencucian yaitu dari 2,16 g air/g bahan kering sebelum dicuci menjadi 3,54 g air/g bahan kering setelah 5 kali pencucian. Kenaikan

pH juga menyebabkan antar filamen miofibril lebih terbuka sehingga lebih banyak air yang terperangkap sehingga WHC meningkat (Ismail *et al.* 2010).

Semakin bertambahnya frekuensi pencucian menunjukkan terjadinya peningkatan deformasi. Deformasi tertinggi ditunjukkan pada pencucian 4 kali meskipun nilainya tidak berbeda nyata dengan pencucian 3 kali. Nilai deformasi gel surimi dengan pencucian 4 kali meningkatkan deformasi hingga 74,27% dibandingkan pencucian 1 kali. Nilai kekuatan gel tidak dipengaruhi secara nyata oleh frekuensi pencucian, meskipun terdapat kecenderungan meningkat seiring bertambahnya frekuensi pencucian. Menurut Chaijan *et al.* (2004) dengan pencucian yang tepat, protein sarkoplasma bisa dibuang, sehingga protein miofibrillar lebih terkonsentrasi dan dapat berperan penting dalam pembentukan gel.

Hasil analisis Kruskal Wallis menunjukkan frekuensi pencucian berpengaruh nyata pada nilai uji lipat dan uji gigit kamaboko (Gambar 2). Nilai uji gigit dan uji lipat tertinggi pada perlakuan pencucian 4 kali namun nilainya tidak berbeda nyata dengan pencucian 3 kali. Hossain *et al.* (2005) melaporkan bahwa uji gigit tidak berbeda nyata pada surimi *queen fish* yang dicuci maupun tidak, namun demikian selama penyimpanan, perlakuan pencucian memberi nilai uji gigit yang lebih tinggi. Nilai uji gigit maupun uji lipat meningkat seiring dengan bertambahnya pencucian dan berbanding lurus dengan nilai pH, WHC, PLG, deformasi dan kekuatan gel.



Gambar 2 Nilai uji lipat dan uji gigit gel surimi lele dengan frekuensi pencucian berbeda. Superskrip berbeda

menunjukkan berbeda nyata pada $P < 0,05$

KESIMPULAN

Frekuensi pencucian berpengaruh nyata terhadap karakteristik gel surimi lele. Hasil analisis parameter kimia, fisik dan sensorik menunjukkan pencucian 3 dan 4 kali memberikan karakteristik gel yang lebih baik dibanding pencucian 1 dan 2 kali. Namun demikian secara umum pencucian 3 dan 4 kali tidak berbeda nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Arlington, Virginia USA : AOAC Inc.
- Balange AK, Benjakul S. 2009. Enhancement of gel strength of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) surimi using oxidised phenolic compounds. *Food Chemistry* 113 : 61–70.
- Chairita. 2008. Karakteristik bakso ikan dari campuran surimi ikan layang (*Decapterus spp.*) dan ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) pada penyimpanan suhu dingin [thesis]. Bogor : Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C. 2004. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. *Food Research International* 37 : 1021–1030.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2009. *Produksi Budidaya tahun 2009*. <http://www.perikanan-budidaya.kkp.go.id>. (21 Desember 2010)
- Honikel KO, Hamm. 1994. Measurement of water holding capacity and juiciness. Di dalam: Pearson AM, Dutson TR, editor. *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*. Ed ke-9. Inggris: Blackie Academic & Professional Glasgow.
- Hossain MI, Kamal MM, Shikha FH, Hoque MdS. 2004. Effect of washing dan salt concentration on the gel forming ability of two tropical fish species. *International*

- Journal of Agriculture dan Biology* 6 (5): 762–766.
- Hossain MI, Kamal MM, Sakib MN, Shikha FH, Neazuddin, Islam MN. 2005. Influence of ice storage on the gel forming ability, myofibrillar protein solubility and Ca^{2+} -ATPase activity of queen fish (*Chorinemus lysan*) *Journal of Biology Science* 5 (4) : 519-524.
- Ismail I, Huda N, Ariffin F, Ismail N. 2010. Effect of washing on the functional properties of duck meat. *International Journal of Poultry Science* 9(6) : 556-561.
- Jin SK, Kim IS, Kim SJ, Jeong KJ, Choi YJ, Hur SJ. 2007. Effect of muscle type and washing times on physico-chemical characteristics and qualities of surimi. *Journal of Food Engineering* 81: 618–623.
- Karthikeyan M, Shamasundar BA, Mathew S, Kumar PR, Prakash V. 2004. Physico-chemical and functional properties of protein from pelagic fatty fish (*Sardinella longiceps*) as function of water washing. *International Journal of Food Properties* 7 (3): 353-365.
- Karthikeyan M, Dileep AO, Shamasundar BA. 2006. Effect of water washing on the functional and rheological properties of proteins from threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) meat. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 1002–1010.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP]. 2011. Data Indikator Kinerja Umum Kelautan dan Perikanan Tahun 2010. Pusat Data Statistika dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2011. Jakarta.
- Park JW, Morrissey MT. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. Di dalam : Park JW, editor. *Surimi dan Surimi Food*. New York : Marcell Decker Inc.
- Steel RGD, Torrie JH. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Sumantri B, penerjemah : Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari : Principles and Procedures of Statistic.
- Suzuki T. 1981. *Fish dan Krill Protein in Processing Technology*. London: Applied Science Publishing Ltd.
- Wahyuni M. 1992. Sifat kimia dan fungsional ikan hiu lanyam (*Carcharhinus limbatus*) serta penggunaannya dalam pembuatan sosis [tesis]. Bogor Program Pascasarjana, IPB