

PENGARUH GARAM DAN ENZIM TRANSGLUTAMINASE TERHADAP SIFAT FISIK DAN SENSORI DAGING RESTRUKTURISASI IKAN MATA GOYANG

Yusro Nuri Fawzya¹⁾, Tri Kusuma Agung Puruhita²⁾, Gunawan¹⁾, dan Gintung Patantis¹⁾

ABSTRAK

Hal penting yang menjadi pertimbangan dalam pengolahan produk berbasis daging lumat ikan adalah kemampuan pembentukan gel, yang dipengaruhi antara lain oleh bahan-bahan yang ditambahkan dalam pengolahan produk tersebut. Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat pengaruh penambahan garam dan enzim transglutaminase (TGase) terhadap sifat fisik dan sensori produk restrukturisasi yang dihasilkan dari daging lumat ikan mata goyang (*Priacanthus macracanthus*). Garam ditambahkan ke dalam daging ikan lumat dengan konsentrasi 0, 1, dan 2%, sedangkan enzim TGase dengan konsentrasi 0; 0,3; 0,6; dan 1%. Adonan daging ikan kemudian dicetak dalam tabung plastik dan dipanaskan pada suhu 30°C selama 1 jam sebelum dipanaskan kembali dalam air pada suhu 90°C, sehingga terjadi proses restrukturisasi daging. Terhadap produk restrukturisasi dilakukan pengamatan yang meliputi sifat sensori dan sifat profil teksturnya, yaitu kekerasan (*hardness*), kekenyalan (*chewiness*), kelekatan (*gumminess*), kepadatan (*cohesiveness*), elastisitas (*springiness*) dan *breaking force*, deformasi (*deformation/distance*), kekuatan gel (*gel strength*); dan pengamatan secara mikroskopis dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan garam dan enzim masing-masing berpengaruh nyata terhadap sifat sensori yang berkaitan dengan tekstur, kenampakan dan kecerahan serta sifat fisik produk restrukturisasi khususnya kelekatan dan ketahanan pecah (*breaking force*). Berdasarkan nilai sensorinya, penambahan garam saja sebanyak 2% cukup untuk menghasilkan gel yang disukai, namun berdasarkan sifat fisik/ teksturnya maka selain penambahan garam 2% diperlukan pula penambahan enzim TGase 0,3% untuk meningkatkan sifat gelnya. Pada kombinasi perlakuan ini, kekuatan gel yang dihasilkan adalah 3.235 g cm.

ABSTRACT: *Effect of salt and transglutaminase on the physical and sensory properties of restructured fish product from Priacanthus macracanthus minced meat. By: Yusro Nuri Fawzya, Tri Kusuma Agung Puruhita, Gunawan and Gintung Patantis*

The important thing considered in the processing of fish mince meat based products is gel forming ability, which is affected by additives applied in the processing of the products. This research was aimed at studying the effect of TGase and salt addition on the physical and sensory properties of restructured product from Priacanthus macracanthus. Salt was added into minced meat at the concentration of 0, 1 and 2%, TGase with the concentration of 0; 0.3; 0.6 and 1%. The meat dough was then filled into plastic tubes and heated at 30°C for an hour before being heated at 90°C. The restructured meat was then evaluated its sensory properties texture profile (hardness, chewiness, gumminess, cohesiveness, springiness and breaking force, deformation/distance, gel strength), and its microscopic observation under the scanning electron microscope. The result showed that addition of salt as well as TGase gave significant effect on the sensory properties related to texture, appearance and brightness; and physical properties of the restructured products especially gumminess and breaking force. Based on the sensory score, addition of 2% salt was enough to produce gel which met with panelist preference, however based on the physical/texture properties addition of 2% salt and 0.3% TGase was needed to increase the gel properties. At this treatment combination, the gel strength produced was 3,235 g cm.

KEYWORDS: *salt, transglutaminase, restructured fish meat*

PENDAHULUAN

Produk olahan ikan didominasi oleh produk siap saji dari bahan baku daging ikan lumat, seperti bakso,

sisis, kamaboko, otak-otak, dan produk sejenis lainnya. Produk ini umumnya menghendaki elastisitas yang tinggi, yang hanya bisa diperoleh dari bahan baku yang berasal dari jenis ikan tertentu dengan tingkat

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Balitbang KP, KKP; Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Slipi, Jakarta Pusat; E-mail: nuri_fawzya@yahoo.com

²⁾ Program Studi S1 Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan, Universitas Respati; Jl. Laksda Adisucipto km 6,3 Depok, Sleman, Yogyakarta

kesegaran yang tinggi. Pemfiletan berbagai jenis ikan skala rumah tangga, menjadi penyedia bahan baku untuk produk-produk olahan ikan siap saji seperti di atas dengan mutu bahan baku yang bervariasi. Dengan demikian kualitas produk yang dihasilkan, terutama sifat teksturnya, bervariasi tergantung dari jenis dan kesegaran ikan sebagai bahan bakunya (Benjakul *et al.*, 2005; Chaijan *et al.*, 2011). Ikan dengan tingkat kesegaran yang lebih rendah akan menghasilkan produk olahan berbasis daging lumat dengan kekuatan gel yang lebih rendah pula (Somboonyarathi, 1989; Benjakul *et al.*, 2005). Upaya meningkatkan elastisitas produk olahan daging ikan dapat dilakukan melalui penambahan garam (Kuraishi *et al.*, 2001; Kamal *et al.*, 2005), fosfat, putih telur dan protein plasma daging (Nopianti *et al.*, 2010), sodium askorbat (Runglerdkriangkrai *et al.*, 2006), dan enzim transglutaminase, (Boles, 1999; Tellez-Luiz *et al.*, 2004; Runglerdkriangkrai *et al.*, 2006; Cardoso *et al.*, 2010).

Transglutaminase (glutaminyl-peptide:amine γ -glutamyltransferase, EC 2.3.2.13) adalah enzim yang secara alami terdapat di dalam jaringan hewan, ikan, tanaman maupun mikroorganisme. Enzim ini mengkatalisis reaksi transfer asil antara gugus γ -karboksiamida dari suatu peptida yang mengandung residu glutamin dengan gugus amino dari protein yang mengandung residu lisin membentuk ikatan silang ϵ (γ -glutamyl)lysine (Seguro *et al.*, 1995; Kuraishi *et al.*, 2001). Pada produk pangan yang mengandung protein, ikatan silang ini menyebabkan perubahan sifat fisik protein pangan tersebut dan lebih lanjut menyebabkan perubahan dalam sifat fisik/tekstur produk pangan yang dihasilkan, seperti elastisitas, kekerasan, dan lain-lain (Beltran-Lugo *et al.*, 2005; Vacha *et al.*, 2006; Runglerdkriangkrai *et al.*, 2006). Oleh karena itu enzim ini banyak dilaporkan penggunaannya untuk merestrukturisasi daging, yaitu memperbaiki sifat fisik potongan-potongan kecil/lumatan daging yang kurang memiliki nilai ekonomis menjadi produk yang lebih utuh, padat, dan menarik sehingga meningkatkan nilai ekonomisnya. Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh penambahan garam dan enzim transglutaminase terhadap sifat fisik dan sensori produk restrukturisasi yang dihasilkan dari daging lumat ikan mata goyang (*Priacanthus macracanthus*).

BAHAN DAN METODE

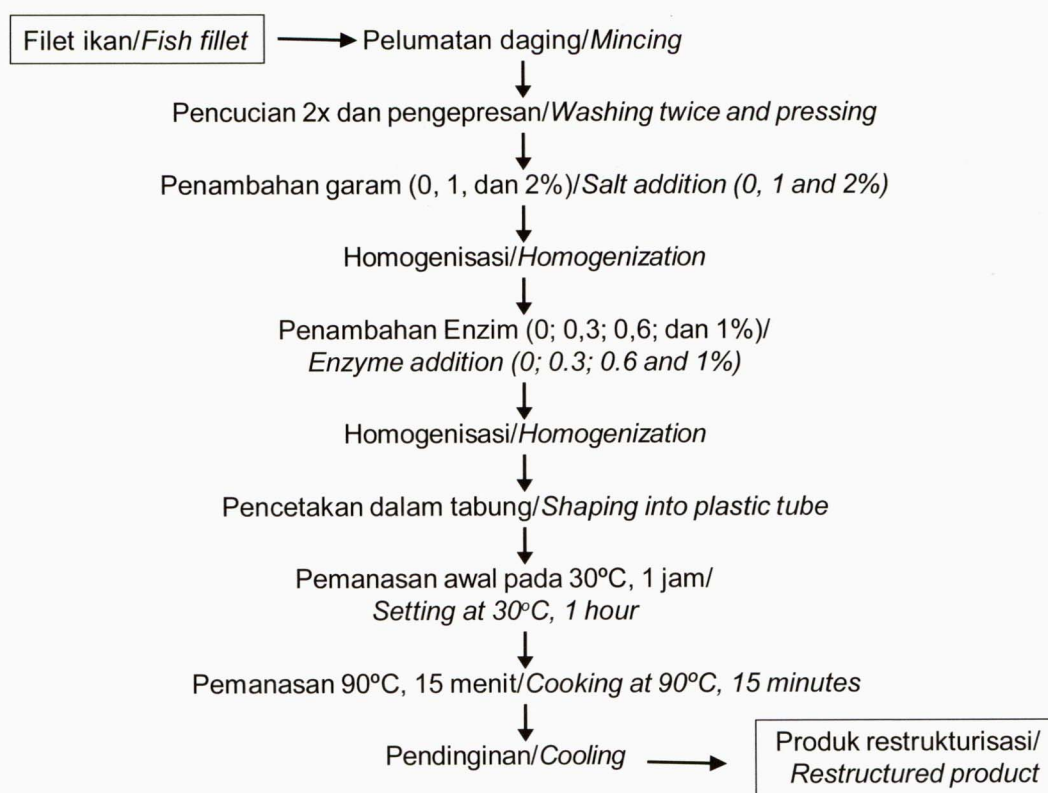
Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah filet ikan mata goyang (*Priacanthus macracanthus*) yang diperoleh dari pengolah filet tradisional di Tegal, Jawa Tengah. Filet dibawa dalam *cool box* yang sudah diberi es curah ke Laboratorium

Pengolahan BBRP2BKP. Sebagai bahan tambahan digunakan garam meja dan enzim transglutaminase komersial, yaitu Aactiva TG-BW-MH dari Ajinomoto. Pembuatan produk restrukturisasi daging lumat mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Tellez-Luiz *et al.* (2004) dengan modifikasi. Filet ikan dibersihkan kemudian digiling, dicuci dengan air dingin sebanyak 2 kali lalu dipres. Ke dalam daging yang telah dicuci kemudian ditambahkan garam (0, 1, dan 2%) dan dihomogenkan. Terhadap adonan tersebut kemudian ditambahkan enzim transglutaminase (0; 0,3; 0,6; dan 1%) dan diaduk lagi sampai homogen. Adonan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berupa tabung plastik dengan ukuran diameter sekitar 2 cm dan panjang kurang lebih 5 cm, kemudian dilakukan setting (pemanasan awal) pada suhu 30°C selama 60 menit diikuti dengan perebusan pada suhu 90°C selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan pendinginan dalam air es selama sekitar 1 jam. Produk restrukturisasi disimpan pada suhu 4°C sebelum dilakukan pengamatan/pengujian. Pengamatan dilakukan terhadap bahan baku ikan dan produk restrukturisasi yang dihasilkan. Pengamatan bahan baku ikan meliputi: proksimat dengan metode SNI dan TVB (AOAC, 1999) serta asam amino menggunakan HPLC. Pengamatan produk restrukturisasi daging ikan lumat dilakukan terhadap parameter sensori dan fisik. Uji sensori dilakukan oleh 7 orang panelis terlatih, dengan uji pembedaan atribut, menggunakan skor 1-5 (lembar penilaian terlampir) dan uji hedonik/kesukaan dengan skor 1-9 (1 = amat sangat tidak suka; 9 = amat sangat suka). Parameter fisik yaitu profil tekstur produk, diukur menggunakan Texture Analyzer, meliputi : *hardness/kekerasan*, *springiness/elastisitas/kelenturan*, *cohesiveness/kepadatan*, *chewiness/kekenyalan* dan *gumminess/kelekatkan*, serta *puncture test*, yaitu pengujian yang berkaitan dengan sifat-sifat ketahanan/kekuatan gel produk restrukturisasi, meliputi ketahanan pecah (*breaking force*), deformasi atau jarak pecah (*deformation/distance*), dan kekuatan gel (*gel strength*). Selain itu dilakukan pengamatan mikrostruktur dengan menggunakan *scanning electron microscope*. Penelitian dilakukan dengan 2 kali ulangan, dan data yang diperoleh diolah secara statistik dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial menggunakan program SPSS 16. Secara garis besar aplikasi enzim TGase pada daging ikan lumat untuk produk restrukturisasi digambarkan pada Gambar 1.

HASIL DAN BAHASAN

Komposisi Kimia Bahan Baku

Ikan mata goyang (*P. macracanthus*) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan produk restrukturisasi daging ikan lumat.
 Figure 1. Flow chart of restructured minced fish processing.

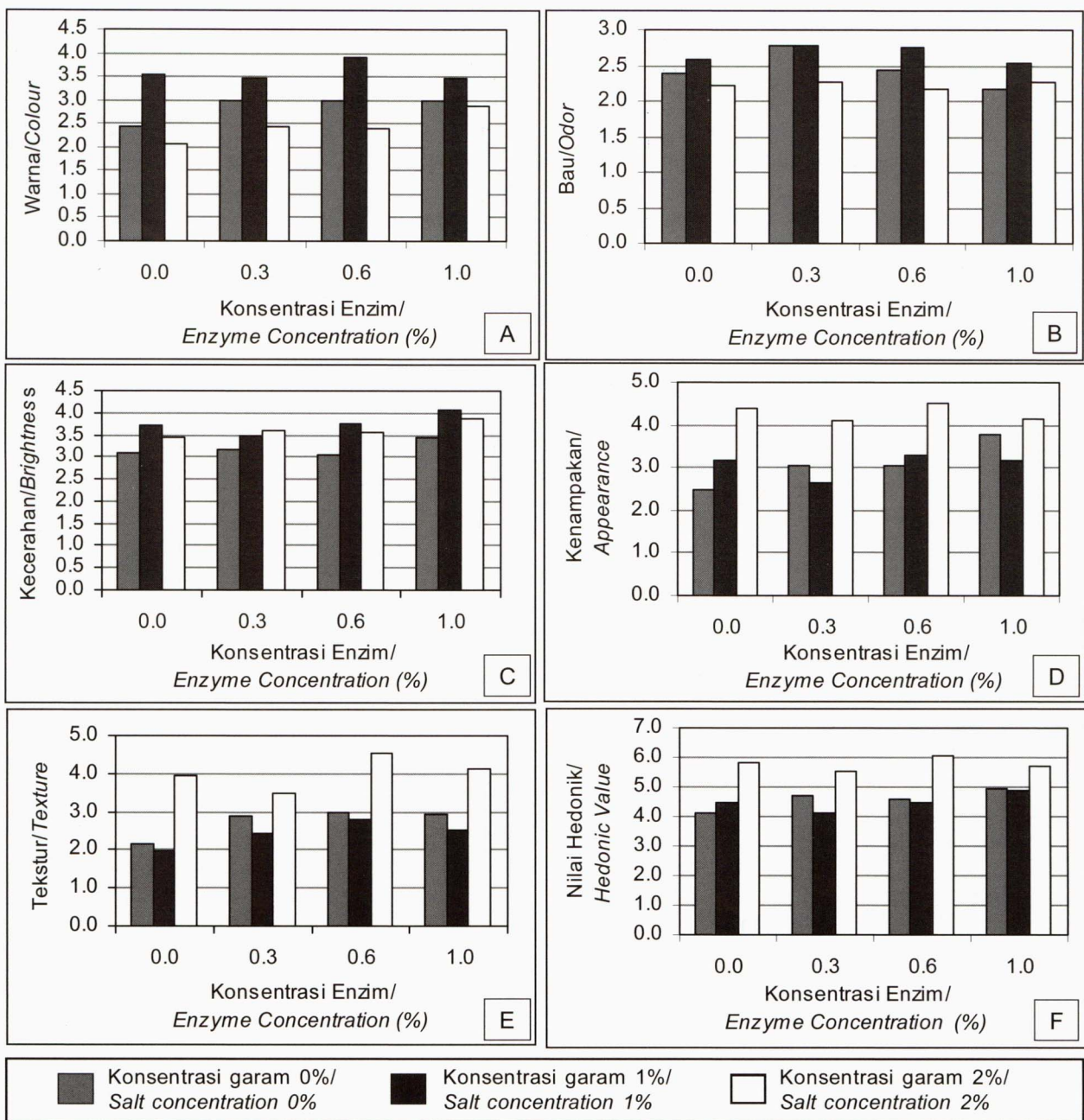
kimia sebagai berikut : kadar air $80,53\% \pm 1,71\%$; kadar abu $0,50\% \pm 0,12\%$, kadar lemak $0,69\% \pm 0,00\%$, kadar protein $18,26\% \pm 2,10\%$ dan karbohidrat $0,38\% \pm 0,02\%$ serta kandungan TVB $19,60 \pm 1,7$ mgN%. Berdasarkan komposisi kimia tersebut, maka ikan ini termasuk ikan dengan kadar lemak rendah (kurang dari 2%) (Winarno, 1993) dan relatif masih segar (kandungan TVB < 30 mgN%, Sikorski *et al.*, 1990), meskipun diproduksi dan diperdagangkan secara tradisional untuk konsumsi lokal.

Sedangkan dari analisis komposisi asam aminonya, daging ikan mata goyang ini mengandung asam glutamat 0,97% dan lisin 0,32%. Hasil analisis asam amino pada daging ikan menunjukkan adanya 17 jenis asam amino, tetapi tidak dapat dideteksi adanya asam amino glutamin dan asparagin. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh metode yang digunakan pada penentuan komposisi asam amino dengan menggunakan HPLC ini menggunakan hidrolisis asam. Menurut Lehninger (1995), selama hidrolisis asam sejumlah glutamin dan asparagin akan berubah menjadi bentuk asam, yaitu asam glutamat dan asam aspartat. Adanya asam glutamat yang merepresentasikan glutamin dan lisin dalam daging ikan ini ikut berkontribusi dalam menentukan sifat tekstur produk yang dihasilkan, baik karena pengaruh

transglutaminase endogen maupun eksogen yaitu melalui penambahan transglutaminase dari luar.

Sifat Sensori Produk Restrukturisasi

Hasil uji sensori terhadap produk restrukturisasi daging ikan lumat menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi garam 2% berbeda nyata dengan garam 1% dan tanpa penambahan garam pada atribut warna, kenampakan, dan tekstur. Demikian juga uji hedonik menunjukkan nilai paling tinggi dan berbeda nyata pada konsentrasi garam 2%. Sedangkan pada atribut kecerahan, garam 2% tidak berbeda nyata dengan garam 1% tetapi berbeda nyata dengan perlakuan tanpa garam. Pada atribut tekstur dan kenampakan serta hasil uji hedonik, perlakuan garam 2% memberikan nilai lebih tinggi dari konsentrasi garam di bawahnya. Pada perlakuan ini produk memiliki tekstur yang lebih padat dan kompak serta lebih cemerlang/cerah sehingga memberikan kenampakan yang lebih utuh dan lebih disukai. Kemungkinan lain yang menjadi penyebab hal tersebut di atas adalah berkaitan dengan daya ikat air atau *water holding capacity/WHC* (meskipun dalam hal ini tidak disajikan data daya ikat air). Beberapa penelitian menunjukkan pengaruh penambahan garam pada proses restrukturisasi daging terhadap nilai WHC.



Gambar 2. Pengaruh garam dan enzim transglutaminase terhadap nilai warna (A), bau (B), kecerahan (C), kenampakan (D), tekstur (E), dan hedonik (F) produk restrukturisasi ikan mata goyang.

Figure 2. Effect of salt and transglutaminase on the color (A), odor (B), brightness (C), appearance (D), texture (E) and hedonic (F) of restructured *P. macracanthus*.

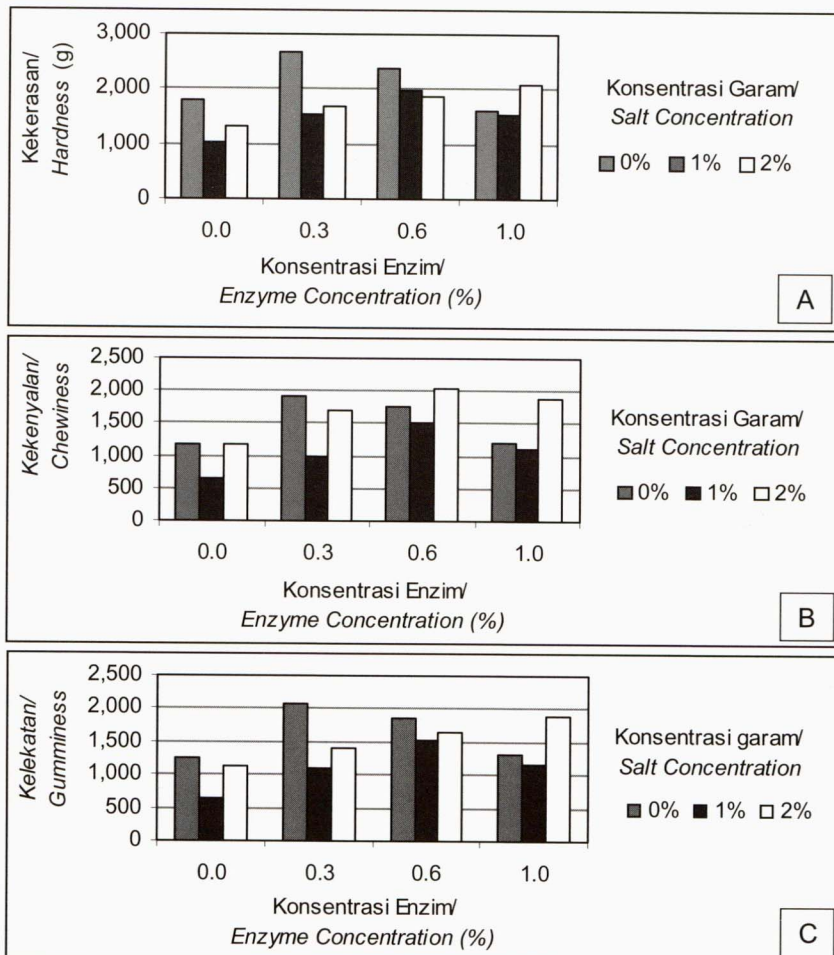
Penambahan garam 1% menghasilkan produk restrukturisasi dengan nilai WHC yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan garam 2% (Ramirez *et al.*, 2006). Hal ini terjadi karena kandungan garam pada tingkat tertentu akan meningkatkan kemampuan myosin mengikat air melalui peningkatan muatan negatif dan pemecahan ikatan ionik yang menyebabkan *swelling* molekuler dan penyerapan air (Acton *et al.*, 1983 dalam Julavittayanukul, 2006). WHC daging yang terlalu rendah berakibat pada kenampakan daging yang kering dan kusam. Selain

itu WHC kenampakan terlalu rendah juga menyebabkan tingginya *drip loss* dan berkurangnya berat (Gunenc, 2007).

Perlakuan enzim menunjukkan perbedaan nyata pada atribut kenampakan, tekstur, dan kecerahan. Konsentrasi enzim 0,6% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 1% terhadap kenampakan dan tekstur produk yang dihasilkan, tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 0,3% maupun kontrol. Sedangkan kecerahan baru menunjukkan perbedaan yang nyata pada konsentrasi enzim 1%. Meskipun berdasarkan

atribut mutu sensori panelis dapat membedakan perlakuan penambahan enzim, namun secara hedonik panelis tidak memberikan penilaian yang berbeda nyata antara konsentrasi enzim 0; 0,3; 0,6; dan 1%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk produk restrukturisasi daging ikan mata goyang yang dicuci 2 kali penambahan enzim TGase tidak diperlukan, tetapi garam perlu ditambahkan dengan konsentrasi 2%. Dengan kata lain ikan mata goyang memiliki kandungan enzim TGase endogen dalam jumlah yang cukup untuk membuat produk restrukturisasi memiliki tekstur yang disukai. Pembentukan gel pada saat setting yang terjadi karena reaksi polimerisasi antara myosin dengan TGase endogen menghasilkan sifat tekstur produk yang disukai. Garam 2% diperlukan untuk mengeluarkan myosin dari dalam daging ikan sehingga bereaksi dengan TGase.

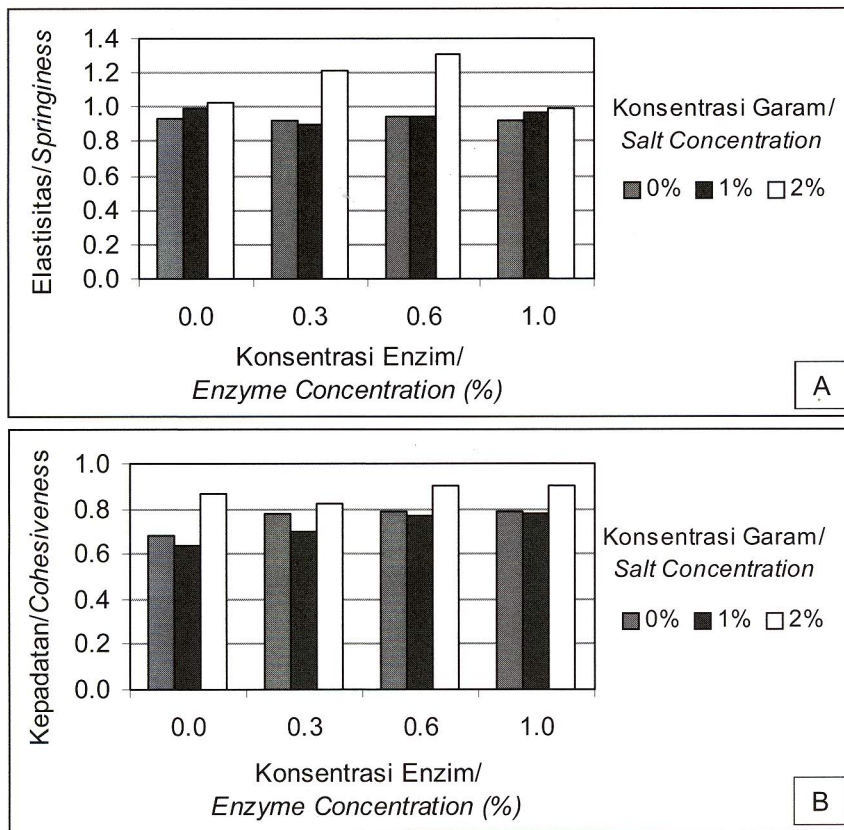
Efektivitas penambahan enzim TGase ke dalam daging ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah jenis ikan, mutu bahan baku ikan, dan proses pengolahan (Somboonyarithi, 1989; Benjakul *et al*, 2005; Chaijan *et al.*, 2011). Gonçalves & Passos (2010) melaporkan bahwa penambahan enzim TGase komersial (Activa TG-B) sebesar 1,5% memberikan mutu sensori produk restrukturisasi dari ikan *white croacker* (*Micropogonias furnieri*) yang lebih baik dibandingkan dengan penambahan enzim tersebut pada konsentrasi 0,5 dan 1%. Namun demikian penambahan enzim ini ke dalam daging ikan memiliki batas optimal untuk menghasilkan nilai sensori yang disukai panelis. Penambahan enzim yang berlebihan menyebabkan tekstur menjadi keras, kurang lembut, dan biasanya kurang disukai (Kuraishi *et al.*, 2001).



Keterangan/Note:
 Kekerasan/Hardness : Semakin tinggi angka semakin keras/higher value, harder
 Kekenyalan/Chewiness : Semakin tinggi angka semakin kenyal/higher value, chewier
 Kelekatatan/Gumminess : Semakin tinggi angka semakin lekat/higher value, gummier

Gambar 3. Pengaruh garam dan enzim transglutaminase terhadap nilai kekerasan (A), kekenyalan (B), dan kelekatan (C) produk restrukturisasi ikan mata goyang.

Figure 3. Effect of salt and transglutaminase on the hardness (A), chewiness (B) and gumminess (C) of restructured *P. macracanthus*.



Keterangan/Note:
 Elastisitas/Springiness : Semakin tinggi angka semakin elastis/Higher values, springer
 Kepadatan/Cohesiveness : Semakin tinggi angka semakin padat/ Higher values, more cohesive

Gambar 4. Pengaruh garam dan enzim transglutaminase terhadap nilai elastisitas/kelenturan (A) dan kepadatan (B) produk restrukturisasi ikan mata goyang.

Figure 4. Effect of salt and transglutaminase on the springiness (A) and cohesiveness (B) of restructured *P. macracanthus*.

Sifat Fisik Produk Restrukturisasi

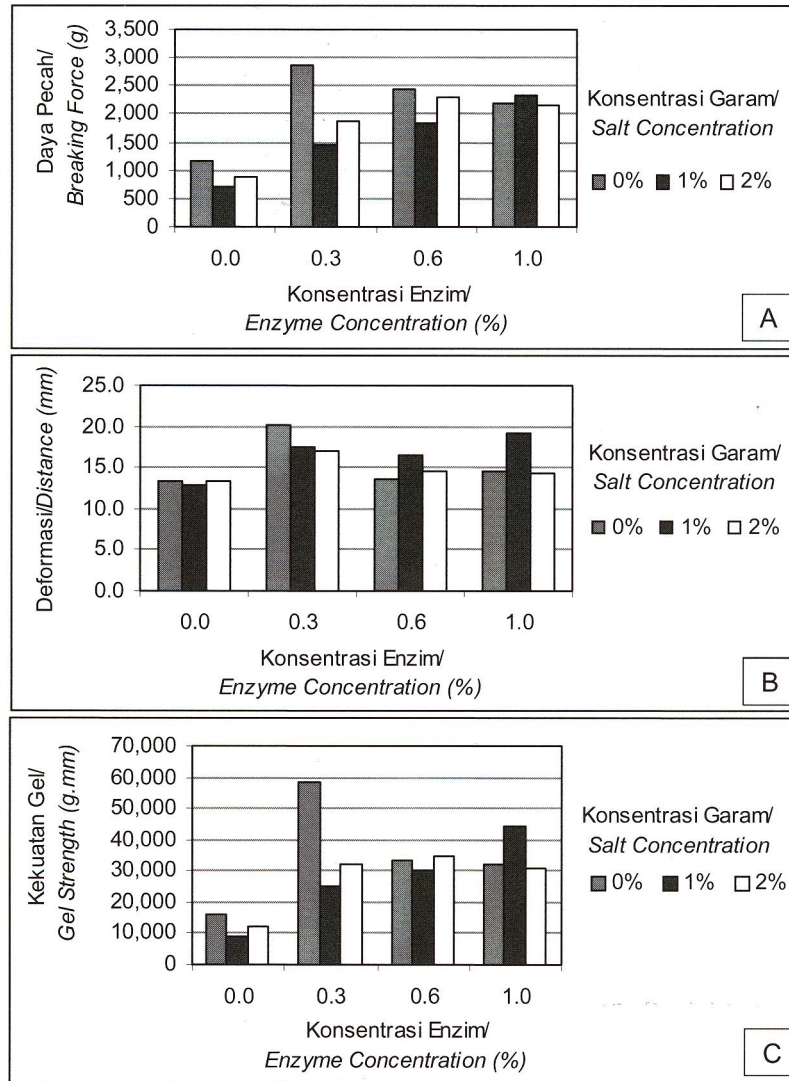
Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan garam berpengaruh nyata terhadap tekstur produk, khususnya terhadap kekerasan, elastisitas/kelenturan, kepadatan, kelekatan, dan ketahanan terhadap tekanan sedangkan penambahan enzim transglutaminase memberikan pengaruh nyata terhadap kekerasan, kekenyalan dan kelekatan, ketahanan terhadap tekanan, deformasi/perubahan bentuk, dan kekuatan gel produk restrukturisasi daging ikan lumat. Kedua perlakuan (garam dan enzim) memberikan pengaruh nyata pada sifat tekstur. Pengaruh garam dan enzim terhadap sifat tekstur produk restrukturisasi ikan mata goyang disajikan pada Gambar 3, 4, dan 5.

Elastisitas dan kepadatan mengalami peningkatan dengan adanya penambahan garam pada konsentrasi 2% (Gambar 4). Demikian juga kelekatan, kekerasan, dan ketahanan pecah pada perlakuan garam 2% memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan garam 1%

(Gambar 3 dan 5). Hasil pengamatan sifat tekstur ini, khususnya elastisitas dan kepadatan, memberikan pola yang mirip dengan pola yang dihasilkan pada pengujian sensori untuk atribut tekstur (Gambar 4 dan 2E), yaitu panelis memberikan penilaian beda nyata terhadap tekstur pada perlakuan garam 2% dari perlakuan tanpa garam dan garam 1%.

Penambahan garam berpengaruh terhadap protein myofibril dalam daging ikan, terutama myosin dan aktin, yang merupakan komponen paling penting dalam pembentukan gel. Protein ini bersifat larut dalam larutan garam dan akan terdispersi secara homogen sehingga membentuk pasta yang lekat (*viscous*). Jika pasta ini mengalami pemanasan akan membentuk gel yang elastis dan padat (Stone & Stanley, 1992).

Penambahan garam harus didahului dengan proses pelumatan dan pengadukan daging yang cukup untuk meningkatkan daya larut dan dispersi protein. Konsentrasi garam yang sering digunakan untuk



Keterangan/Note:
 Daya pecah/Breaking force : Semakin tinggi angka semakin sulit pecah/higher values, more difficult to break
 Deformasi/Distance : Semakin tinggi angka semakin sulit berubah bentuk/higher values, more difficult to deform
 Kekuatan gel/Gel strength : Semakin tinggi angka semakin kuat gel/higher values, more difficult to stronger gel

Gambar 5. Pengaruh garam dan enzim transglutaminase terhadap nilai breaking force (A), distance (B), dan gel strength (C) produk restrukturisasi ikan mata goyang.

Figure 5. Effect of salt and transglutaminase on the breaking force (A), distance (B) and gel strength (C) of restructured *P. macracanthus*.

memperbaiki tekstur produk berbasis daging ikan adalah 2–3% (Ramirez *et al.*, 2002; Li, 2008). Daging ikan menunjukkan kemampuan alami untuk mengeras setelah ditambahkan 2–3% garam pada kisaran suhu 5–43°C. Fenomena ini disebut *setting* dan prosesnya dipengaruhi oleh adanya transglutaminase endogen (Ramirez *et al.*, 2002). Menurut Suzuki (1981) di dalam Visessanguan *et. al.*, (1999), pada daging ikan lumat yang mengalami pencucian dan surimi, pembentukan gel yang didahului dengan proses pemanasan ditandai dengan perubahan struktur 3 dimensi protein melalui 3 tahapan, yaitu pembentukan *suwari*, *modori*, dan

kamaboko. *Suwari* menggambarkan pembentukan jaringan protein longgar ketika daging lumat ikan yang mengandung 2–3% garam dipanaskan 40–50°C. Proses ini dibantu oleh enzim transglutaminase yang secara alami ada dalam daging ikan (*endogenous transglutaminase*). Apabila pemanasan berlanjut sampai 50–60°C jaringan protein longgar tersebut mengalami kerusakan parsial yang disebut *modori*; proses ini berkaitan dengan aktivitas *endogenous proteinase* dan atau sifat protein myofibril itu sendiri apabila mengalami pemanasan (Niwa, 1992 dalam Visessanguan, 1999). *Kamaboko*, sebagai gel yang

kuat dan elastik terbentuk pada pemanasan lebih dari 65–70°C. Oleh karena itu pada proses pembuatan produk restrukturisasi daging ikan (*restructured fish meat*) pemanasan I (*setting*) dilakukan tidak lebih dari suhu 50°C (pada penelitian ini 30°C) dan pemanasan II dilakukan di atas suhu 70°C (pada penelitian ini 90°C).

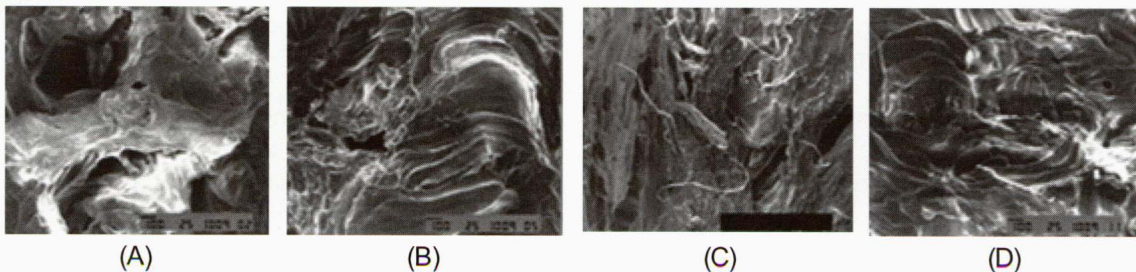
Berdasarkan label kemasan, komposisi enzim transglutaminase komersial yang digunakan diketahui terdiri dari enzim transglutaminase, sodium kaseinat, maltodekstrin, dan garam (NaCl), namun konsentrasinya tidak disebutkan. Dengan demikian pada perlakuan tanpa penambahan garam sebenarnya secara tidak langsung ada penambahan garam, yaitu garam yang terkandung di dalam enzim transglutaminase yang ditambahkan. Hal ini diduga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan nilai kekerasan (*hardness*) dan kelekatan (*gumminess*) pada perlakuan tanpa garam di atas sudah cukup tinggi.

Pengaruh penambahan enzim TGase memberikan perbedaan yang nyata pada beberapa sifat tekstur, yaitu kekerasan, kelekatan, dan kelenturan, meskipun antara penambahan enzim 0,3; 0,6; dan 1% tidak berbeda nyata (Gambar 3). Namun dibandingkan dengan hasil pengujian sensori, panelis baru bisa membedakan perlakuan enzim terhadap atribut tekstur dan kenampakan pada konsentrasi enzim 0,6, dan 1% yang dinilai berbeda nyata dengan tanpa enzim dan enzim 0,3%.

Sifat tekstur yang lain yaitu ketahanan terhadap tekanan, deformasi/perubahan bentuk dan kekuatan gel biasanya dikelompokkan menjadi satu dan dikenal pengujiannya dengan sebutan *puncture test*. Ketahanan terhadap tekanan merupakan sifat fisik produk yang menunjukkan ketahanan pecah. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan enzim memberikan pengaruh nyata

terhadap *breaking force*, deformasi, dan kekuatan gel produk restrukturisasi, di mana penambahan enzim meningkatkan nilai ketiganya. Namun demikian nilai *breaking force* dan kekuatan gel pada perlakuan enzim 0,3; 0,6; dan 1% tidak berbeda nyata.

Menurut Ramirez *et al.* (2002) penggunaan garam dapat meningkatkan pengaruh enzim transglutaminase dan bahan pengikat lainnya seperti karaginan, pati termodifikasi dalam pembentukan gel daging ikan, karena garam dapat menarik air dari dalam daging ikan. Pada garam 2%, kekuatan gel tanpa penambahan enzim transglutaminase adalah 12.244 g mm atau 1.224 g cm; dengan penambahan enzim transglutaminase 0,3% kekuatan gel meningkat menjadi 3.235 g cm (peningkatan hampir 2,7 kali). Penambahan TGase 0,6% menghasilkan kekuatan gel yang agak lebih tinggi yaitu 34.521 g mm atau 3.452 g cm dan secara sensori juga mendapatkan nilai tekstur paling tinggi (berbeda nyata), meskipun secara hedonik penambahan enzim tidak berbeda nyata. Penelitian serupa dilaporkan oleh Ramirez *et al.* (2006) bahwa kekuatan gel produk restrukturisasi dari ikan *Mexican flounder* (*Cyclopsetta chittendeni*) dengan perlakuan yang serupa (penambahan garam 2%, tanpa penambahan enzim TGase) menghasilkan kekuatan gel sekitar 2.000 g cm meningkat menjadi sekitar 5.000 g cm setelah mendapat perlakuan penambahan TGase Active TG-TI (dari Ajinomoto) sebesar 0,3% (peningkatan 2,5 kali). Sementara itu Suryanti (2008) melaporkan daging lumat ikan patin yang dicuci 3 kali menghasilkan kekuatan gel sebesar 1.207,67 g cm, dan ketika diolah menjadi surimi, kekuatan gel meningkat menjadi 2.658 g cm (peningkatan 2,2 kali). Tampaknya penambahan enzim TGase ini memberikan peningkatan kekuatan gel yang agak lebih tinggi dibandingkan perlakuan surimi yang pada proses pembuatannya mengalami beberapa kali pencucian dan penambahan bahan aditif sebagai



Gambar 6. Kenampakan mikrostruktur produk restrukturisasi daging ikan lumat di bawah *scanning electron microscope*, perbesaran 75 kali dari perlakuan garam 2% dengan beberapa konsentrasi enzim TGase, yaitu 0% (A); 0,3% (B); 0,6% (C), dan 1% (D).

Figure 6. *Microstructure appearance of restructured fish under scanning electron microscope with magnification of 75x; from the treatment of 2% salt with the concentration of TGase 0% (A), 0.3% (B), 0.6% (C) and 1% (D).*

cryoprotectant, meskipun jenis ikan juga berkontribusi terhadap nilai kekuatan gel.

Pengamatan mikrostruktur terhadap produk restrukturisasi daging ikan lumat hanya dilakukan pada daging lumat pada perlakuan garam 2% yang memberikan hasil terbaik pada sebagian besar atribut sensori (kenampakan, kecerahan, tekstur, dan hedonik). Pengamatan ini dimaksudkan untuk melihat pengaruh penambahan enzim TGase terhadap struktur daging lumat yang diamati dengan *scanning electron microscope* pada perbesaran 75 kali. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan enzim TGase menghasilkan kenampakan struktur daging yang semakin padat atau porositas makin berkurang (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa ikatan silang di antara protein di dalam daging semakin kuat dengan adanya penambahan enzim TGase. Namun peningkatan konsentrasi enzim tampaknya memberikan hasil yang tidak terlalu berbeda (Gambar 6B, 6C, 6D). Dengan demikian kenampakan mikrostruktur ini mendukung hasil pengujian sifat fisik dan sifat sensori untuk atribut tekstur, di mana sebagian besar sifat fisik (kekuatan gel, ketahanan pecah, kekerasan, kelekatan, dan kelenturan) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada penambahan enzim TGase 0,3; 0,6; dan 1%, sedangkan pada atribut tekstur, panelis memberikan penilaian yang tidak berbeda nyata pada penambahan enzim 0,6 dan 1%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa sifat fisik dan sensori daging lumat dari ikan mata goyang (*P. macracanthus*) secara umum meningkat dengan adanya perlakuan penambahan garam dan enzim transglutaminase yang menghasilkan produk restrukturisasi (*restructured product*) yang lebih padat dan kompak dengan kekuatan gel yang lebih baik.

Berdasarkan hasil uji sensori, untuk mendapatkan produk restrukturisasi dari ikan mata goyang yang disukai maka cukup dilakukan penambahan garam ke dalam daging lumat sebanyak 2% (b/b) tanpa harus menambahkan enzim transglutaminase. Namun untuk meningkatkan sifat teksturnya, penambahan garam 2% perlu penambahan enzim transglutaminase 0,3% untuk menghasilkan produk restrukturisasi yang memiliki kepadatan, elastisitas, dan kekuatan gel yang baik. Pada kombinasi perlakuan ini, kekuatan gel yang dihasilkan adalah 3.235 g cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada rekan kami Fateha dan Rini Susilowati yang telah membantu dalam pengujian tekstur dan analisis statistika.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th ed. Association Official of Analytical Chemist. Washington DC. 1018 pp.
- Beltran-Lugo, A.I., Maeda-Martinez, A.N., Pacheco-Aguilar, R., Nolasco-Soria, H.G., and Ocano-Higuera, V.M. 2005. Physical, textural, and microstructural properties of restructured adductor muscles of 2 scallop species using 2 cold-binding systems. *E78 Journal of Food Science*. 70 (2), Published on Web 2/7/2005.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C., and Tanaka, M. 2005. Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. <http://www.thai-science.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/1/Ts-1%20effect%20of%20frozen%20storage%20on%20chemical%20and%20gelforming%20properties%20of%20fish%20commonly%20use%20for%20surimi%20production%20in%20thailand.pdf>. Diakses pada bulan Mei 2011.
- Boles, J.A. 1999. Meat processing : restructured meats. canadian meats science association News. <http://cmsa-ascv.ca/documents/1999July-99Bolespgs12-14.pdf>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2011.
- Cardoso, C., Mendes, R., Vaz-Pires, P., Nunes, and Maria L. 2010. Effect of salt and MTGase on the production of high quality gels from farmed sea bass. *J. of Food Eng.* 101(1): 98–105.
- Chaijan, M., Panpipat, W., and Benjakul, S. 2011. Comparison of gel properties from croaker and mackerel surimi. Paper presented at The 12th ASEAN FOOD CONFERENCE 2011. BITEC Bangna, Bangkok, Thailand. http://technology.kku.ac.th/food-technology/AFC2011/index.asp_files/Full_Paper/Poster/PC_014.pdf. Diakses pada bulan Mei 2011.
- Gonçalves, A.A. and Passos, M.G. 2010. Restructured fish product from white croaker (*Micropogonias furnieri*) mince using microbial transglutaminase. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 53(4): 987–995.
- Gunenc, A. 2007. Evaluation of pork meat quality by using water holding capacity and vis-spectroscopy. Thesis. Department of Bioresource Engineering, Macdonald Campus, McGill University, Montreal, Quebec, Canada. <http://webpages.mcgill.ca/~staff/deptshare/FAES/066-Bioresource/Theses/theses/361AynurGunenc2007/361AynurGunenc2007.pdf>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2011.
- Julavittayanukul, O., Benjakul, S., and Visessanguan, W. 2006. Effect of phosphate compounds on gel-forming ability of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *J. Food Hydrocolloids*. 20: 1153–1163.
- Kamal, M., Hossain, M.I., Sakib, M.N., Shikha, F.H., Neazuddin, M., Bapary, M.A.J., and Islam, M.N. 2005. Effect of salt concentration and cryoprotectants on gel-forming ability of surimi prepared from queen fish (*Chorinemus lysan*) during frozen storage. *Pak. J. Biol. Sci.* 8: 793–797.

- Kuraishi, C., Yamazaki, K., and Susa, Y. 2001. Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Review International*. 17(2): 221–246.
- Lehninger, A. L. 1995. *Dasar-dasar Biokimia*, jilid 1. Alih bahasa oleh Thenawidjaja, M. Cetakan ke-4. Penerbit Erlangga. 369 pp.
- Li, X. 2008. *Effects of Protein Modification on Textural Properties and Water Holding Capacity of Heat Induced Turkey Breast Meat Gels*. Thesis. Department of Food and Bioproduct Sciences University of Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan, Canada. 111 pp.
- Nopianti, R., Huda, N., and Ismail, N. 2010. A review on the loss of the functional properties of proteins during frozen storage and the improvement of gel-forming properties of surimi. *Am. J. Food Technol.* 6: 19–30.
- Ramirez, J. A., Angel, A.D., Velazquez, G., and Vazquez, M. 2006. Production of low-salt restructured fish products from Mexican flounder (*Cyclopsetta chittendeni*) using microbial transglutaminase or whey protein concentrate as binders. *Eur Food Res Technol.* 223: 341–345. DOI 10.1007/s00217-005-0210-z.
- Runglerdkriangkrai, J., Banlue, K., and Raksakulthai, N. 2006. High temperature tolerant fish protein gel using transglutaminase and sodium ascorbate. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 40(Suppl.): 84–90.
- Seguro, K., Kumazawa, Y., Ohtsuka, T., Toiguchi, S., and Motoki, M. 1995. Microbial transglutaminase and ϵ -(γ -glutaminyll)lysine crosslinking effect on elastic properties of kamaboko gels. *Journal of Food Science*. 60: 305–311.
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., and Burt, J.R. 1990. Postharvest biochemical and microbial changes. In Sikorski, Z.E. (ed.). *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press Inc., Boca Raton, FL. p. 55–75
- Somboonyarithi, V. 1989. Effect of iced and frozen storage on quality of surimi produced from Tilapia (*Tilapia nilotica*). Paper presented at the Workshop on Handling, Transportation and Upgrading Quality of Aquaculture Products, Cebu City, Philippines 28-30 August 1989. <http://www.aseanfood.info/Articles/13000161.pdf>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2011.
- Stones, A. P. and Stanley, D. W. 1992. Mechanisms of fish muscle gelation. *Food Res. Intl.* 25: 381–388.
- Suryanti, 2008. *Kajian Sifat Fungsional Daging Lumat dan Surimi Ikan Patin Siam (Pangasius hypophthalmus) serta Aplikasinya Menjadi Dendeng Giling dan Pendugaan Umur Simpannya*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. 115 pp.
- Tellez-Luis, S.J., Ramirez, J.A., and Vazquez. 2004. Application in restructured fish products of transglutaminase obtained by *Streptoverticillium ladakanum* in media made from hydrolysates of sorghum straw. *J. of Food Sci.* 69(1): FMS1–FMS5
- Vácha, F., Novík, I., Špicka, J., and Podola, M. 2006. Determination of the effect of microbial transglutaminase on technological properties of common carp (*Cyprinus carpio* L.) meat. *Czech J. Anim. Sci.*, 51(12): 535–542
- Visessanguan, W., Ogawa, M., Nakai, S., and An, H. 1999. Physicochemical changes and mechanism of heat-induced gelation of arrowtooth flounder myosin. <http://www.aseanfood.info/Articles/13005149.pdf>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2011.
- Winarno, F.G. 1993. *Pangan Gizi, Teknologi, dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

**LAMPIRAN/APPENDIX: Lembar Penilaian Uji Sensori (Uji Perbedaan Atribut dan Uji Hedonik)/
Sensory Score Sheet for Attribute Difference Test and Hedonic Test**

**UJI PEMBEDAAN ATRIBUT
(ATTRIBUTE DIFFERENCE TEST)**

Nama panelis/*Name of panelist* :
 Tanggal pengujian/*Date of assessment* :
 Jenis sampel/*Type of sample* : **Produk Restrukturisasi Daging Ikan Lumat/
 Restructured Mincéd Fish**

Instruksi/ Instruction:

Dihadapan saudara terdapat sampel berkode. Nilailah intensitas warna, bau, tekstur/konsistensi dan penampakan sampel tersebut dengan nilai sebagai berikut :

(Here are coded samples in front of you. Please, give your score for the intensity of sample's colour, odour, texture/consistency and appearance with the score as follow :)

Warna:	Bau:	Tekstur/Konsistensi:	Kenampakan (Bentuk & Kepadatan):	Kenampakan (Kecerahan):
1. Coklat/ <i>Brown</i>	1. Sangat bau ikan/ <i>Very fishy</i>	1. Lembek, sangat tidak kompak/ <i>Soft, not compact</i>	1. Tidak berbentuk/ <i>Irregular shape</i>	1. Sangat kusam, pucat/ <i>Very dull, pale</i>
2. Putih kecoklatan/ <i>White brownny</i>	2. Bau ikan/ <i>Fishy</i>	2. Tidak kenyal (elastis), tidak kompak/ <i>Not elastic/not compact</i>	2. Bentuk kurang sempurna, tidak padat, berongga/ <i>Unperfect shape, not compact, porous</i>	2. Kusam, agak pucat/ <i>Dull, slightly pale</i>
3. Agak Putih/ <i>Slightly white</i>	3. Sedikit bau ikan/ <i>Slightly fishy</i>	3. Agak kenyal (elastis), agak kompak <i>Slightly elastic/ slightly compact</i>	3. Bentuk tabung, agak padat, sedikit berongga di permukaan/ <i>Tube shape, slightly compact, slightly porous on the surface</i>	3. Agak kusam/ <i>Slightly dull</i>
4. Putih/ <i>White</i>	4. Sangat sedikit bau ikan/ <i>Almost neutral</i>	4. Kenyal (elastis), kompak/ <i>Elastic/Compact</i>	4. Bentuk tabung, padat, sedikit berongga di permukaan/ <i>Tube shape, compact, slightly porous on the surface</i>	4. Cerah/cemerlang/ <i>Bright</i>
5. Sangat Putih/ <i>Very white</i>	5. Netral/ <i>Neutral</i>	5. Sangat kenyal (elastis), kompak/ <i>Very elastic, compact</i>	5. Bentuk tabung, padat, tidak berongga/ <i>Tube shape, compact, not porous.</i>	5. Sangat cemerlang/ <i>Very bright</i>

KODE SAMPEL/ CODE SAMPLE	NILAI/SCORE				
	Warna/ Colour	Bau/ Odour	Tekstur/ Konsistensi/ Texture/ Consistency	Kenampakan (Bentuk dan Kepadatan)/ Appearance (Shape & compactness)	Kenampakan (Kecerahan)/ Appearance (Brightness)

Komentar/*Comment:*

Tanda Tangan Panelis/
Panelist signatures

UJI HEDONIK/HEDONIC TEST

Nama Panelis/Name of Panelist :

Tanggal Pengujian/Date of Assessment :

Jenis Sampel/Type of Sample : **Produk Restrukturisasi Daging Ikan Lumat/
Restructured Minced Fish**

Instruksi/Instruction:

Nyatakan penilaian anda dan berilah tanda (√) pada pernyataan yang sesuai dengan penilaian saudara/
Give your score and checklist (√) on the statement which correlate with your score

PENILAIAN	KODE SAMPEL/SAMPLE CODE									
9. Amat sangat suka/Extremely like										
8. Sangat suka/Very like										
7. Suka/Like										
6. Agak suka/Slightly like										
5. Netral/Neutral										
4. Agak tidak suka/Slightly dislike										
3. Tidak suka/Dislike										
2. Sangat tidak suka/Very dislike										
1. Amat sangat tidak suka/ Extremely dislike										

Komentar/Comment:

Tanda Tangan Panelis/
Panelist signatures