

PENINGKATAN KUALITAS TEKSTUR SURIMI IKAN MALONG DENGAN SODIUM TRIPOLIFOSFAT DAN AKTIVATOR TRANSGLUTAMINASE

Untung Trimo Laksono^{1,2*}, Suprihatin³, Tati Nurhayati⁴, Muhammad Romli³

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian, Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

²Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak Jalan Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat.

³Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

⁴Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

*Korespondensi : uun.laksono@yahoo.co.id

Diterima: 27 November 2018/Disetujui: 19 Juli 2019

Cara sitasi: Laksono UT, Suprihatin, Nurhayati T, Romli M. 2019. Peningkatan kualitas tekstur surimi ikan malong dengan sodium tripolifosfat dan aktivator transglutaminase. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(2): 198-208.

Abstrak

Ikan malong (*Muraenesox cinerus*) memiliki *edible portions* yang tinggi dengan daging berwarna putih sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku surimi. Akan tetapi, kualitas tekstur daging ikan ini relatif kurang baik setelah mengalami pencucian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek penambahan aktivator TGase (CaCl_2) dan STPP terhadap mutu fisik surimi ikan malong. Metode yang digunakan yaitu percobaan faktorial dengan penambahan aktivator TGase 0,2; 0,4 dan 0,6 serta STPP pada konsentrasi 0; 0,2; 0,5 dan 0,8. Parameter yang diamati yaitu *texture profile analysis* (TPA), *water holding capacity* (WHC), uji lipat, uji gigit dan *scanning electron microscopy* (SEM). Berdasarkan analisis statistik, penambahan garam CaCl_2 dan STPP mampu meningkatkan kualitas tekstur surimi ikan malong. Hal ini diperlihatkan dengan pengaruh signifikan terhadap parameter yang diukur yaitu hardness, fracturability, chewiness, gumminess, uji lipat dan uji gigit. Perbedaan secara mikroskopis (SEM) memperlihatkan bentuk permukaan surimi yang ditambahkan STPP dan CaCl_2 lebih kompak dibandingkan kontrolnya.

Kata kunci: CaCl_2 , *Muraenesox cinerus*, STPP, surimi, tekstur

Enhancement of Textural Quality From Daggertooth Pike Conger Fish Surimi with Sodium Tripolyphosphate and Transglutaminase Activator

Abstract

Dagger-tooth pike conger fish (*Muraenesox cinerus*) is known to have high edible portions and white meat, thus can be used as a surimi raw materials. However, the textural quality of this fish meat is relatively poor after washing process of surimi. This research was aimed to analyze the effects of TGase activator and STPP addition to increase the textural quality of surimi malong. The method used is a factorial experiment with the addition of activator TGase 0.2; 0.4 and 0.6 and STPP at concentrations 0; 0.2; 0.5 and 0.8. Parameters observed were texture profile analysis (TPA), water holding capacity (WHC) folding test, bite test, and scanning electron microscopy (SEM). The results showed that the addition of STPP and activator TGase (Ca) has significant effect on increasing the hardness, fracturability, chewiness, gumminess, bite test and the folding test. Furthermore, microscopies structure (SEM) of malong surimi showed smooth and solid surfaces.

Keywords: CaCl_2 , *Muraenesox cinerus*, STPP, surimi, texture

PENDAHULUAN

Surimi merupakan produk semi basah (konsentrat protein ikan) yang dihasilkan dengan cara melakukan pencucian daging ikan secara berulang hingga didapatkan protein larut garam berupa miofibril. Pencucian daging ikan tersebut bertujuan untuk melarutkan berbagai komponen larut air misalnya protein sarkoplasma, darah, enzim (Lanier dan Lee 1992; Park 2000; Ramirez *et al.* 2007b; Bourtoom *et al.* 2009; Ramirez *et al.* 2011). Pengolahan surimi yang baik akan menghasilkan produk dengan tingkat *gel strength* yang tinggi, biasanya diukur dengan uji lipat untuk menentukan standarnya dengan *grade* AA, A, B, C dan D (BSN 2009). Penambahan *cryoprotectant* juga dilakukan untuk meminimalkan kerusakan yang mungkin terjadi terhadap protein surimi selama proses pembekuan dan *freezing-thawing*. Bahan baku yang digunakan industri surimi adalah semua jenis ikan namun lebih disukai ikan yang berukuran besar dan berdaging putih.

Jenis-jenis ikan yang digunakan oleh industri surimi di Jepang, Thailand, Eropa dan Amerika antara lain ikan nila, haddock, trout, alaska pollock, treadfin bream. Jenis ikan-ikan tersebut memiliki ukuran hasil tangkapan yang relatif seragam dan dapat ditangkap dalam jumlah besar, sedangkan industri surimi di Indonesia menghadapi permasalahan dengan beragamnya jenis ikan yang ada namun ukuran beragam dan jumlah tidak terlalu banyak. Laksono (2012) melaporkan bahwa jenis ikan yang umum digunakan oleh industri surimi di Indonesia adalah ikan ekor kuning, tiga waja, mata besar, selar, dan kuniran. Jenis-jenis ikan lain yang dapat memiliki ukuran relatif besar di antaranya kembung, tongkol, malong/remang/ cunang, baung laut, manyung, tamban, dan pepetek belum dilirik sebagai bahan baku surimi. Ikan malong (*Muraenesox cinerus*) memiliki ukuran yang cukup besar dengan panjang mencapai rata-rata 1 m atau lebih dengan bobot mencapai 4 kg/ekor. Ikan malong tersebar cukup luas hampir di seluruh perairan Indonesia.

Ikan malong merupakan salah satu ikan yang tersebar di Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand hingga Jepang (Satapoomin

2011). *Edible portions* ikan malong mencapai 52,75% dengan panjang tubuh ikan mencapai 70 sampai 80 cm, bahkan ada ukuran ikan ini yang mencapai panjang 1 hingga 1,5 m (Marichamy *et al.* 2012). Ikan malong ini merupakan kelompok ikan karnivora yang terlihat dari struktur gigi pada mulutnya yang tajam, sehingga banyak didapatkan didaerah perairan pantai yang relatif dangkal.

Pemanfaatan ikan malong sebagai bahan baku surimi sangat memungkinkan karena rendemen daging yang cukup tinggi dan dagingnya berwarna putih, namun kekuatan gel yang dihasilkan belum diketahui apakah memenuhi standar mutu yang ditetapkan berdasarkan SNI. Hal ini karena dengan semakin besar ukuran ikan malong maka karakteristik serat dagingnya relatif semakin kasar dan besar-besar. Pemanfaatan ikan malong menjadi produk olahan yang telah dilakukan yaitu bakso, nugget, dan sosis tidak memberikan tekstur dan rasa ikan yang khas setelah penyimpanan beku. Kondisi tersebut memungkinkan pemanfaatan daging ikan malong sebagai bahan baku surimi. Kualitas tekstur produk dapat diupayakan dengan melakukan aktivasi *endogenous transglutaminase* (*endogenous* TGase) dan penambahan sodium tripolifosfat (STPP) untuk membentuk gel yang baik. Penelitian penggunaan bahan tambahan untuk memperbaiki tekstur produk antara lain dilakukan oleh Ramirez *et al.* (2007a); Muguruma *et al.* (2003) Wang *et al.* (2009) dan Etemadian *et al.* (2012) yang menggunakan STPP dengan menentukan pengaruh terhadap sifat fisik daging serta mempelajari mekanisme kerjanya.

Transglutaminase (TGase) mampu membentuk ikatan antara asam amino lisin dan glutamin sehingga membentuk polimer protein yang memberikan tekstur daging. Haard dan Simpson (2000); Schmidt *et al.* (2008); Mirzaei (2011) mendefinisikan TGase sebagai jenis enzim transferase dengan nama sistematik protein-glutamin γ -glutamiltransferase (EC 2.3.2.13). Enzim TGase mengatalisis reaksi transfer asil antara gugus γ -karboxiamida pada protein, ikatan peptida, dan berbagai jenis asam amino primer. Gugus ϵ -amino asam amino lisin

berperan sebagai penerima asil membentuk polimerisasi dan ikatan silang intramolekular atau intermolekular pada protein melalui pembentukan ikatan ϵ -(γ -glutamil)-lisin. Ikatan tersebut mengakibatkan perubahan pada gugus ϵ -amino asam amino lisin dan menghasilkan amonia pada gugus karboksiamida kelompok glutamin pada molekul protein. Mekanisme tersebut akan menjadikan protein ikan memiliki sifat elastis yang tinggi dan mampu memerangkap air dengan cukup banyak untuk membentuk struktur 3 dimensi. Transglutaminase (TGase) akan menggunakan air ketika kondisi minim substrat. Mekanisme kerja dari TGase ini dalam membentuk aktomiosin (*Myosin Heavy Chains/MHC*) dengan mengamati ukuran molekul yang dihasilkan. Ohtsuka (2001) dan Cui *et al.* (2007) menjelaskan peranan TGase dalam pembentukan gel protein karena enzim ini mampu mengatalisis reaksi transfer asil dengan membentuk ikatan kovalen antar protein khususnya rantai peptida dengan berbagai gugus amin. Haard dan Simpson (2000); Worratao (2000); Ramirez *et al.* (2007a) dan Schmidt *et al.* (2008) menjelaskan lebih lanjut jika TGase dari hewan merupakan *Ca-dependent* (tergantung ion Ca^{2+}), sehingga aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh keberadaan ion Ca^{2+} pada daging ikan.

Peningkatan kualitas tekstur surimi ikan juga dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambahan yang dapat berinteraksi dengan ion kalsium yaitu sodium tripolifosfat (STPP). STPP merupakan bahan tambahan yang diijinkan dengan kandungan garam fosfat dan mineral. Senyawa ini dikenal sebagai tripolifosfat karena molekul STPP memiliki tiga atom fosfat. Kelompok fosfat ini memiliki banyak jenis diklasifikasikan berdasarkan jumlah atom fosfat yang dimiliki, biasanya hingga 15 atom fosfat. Nopianti *et al.* (2010) menjelaskan penggunaan fosfat pada surimi akan mengurangi viskositasnya sehingga memudahkan dalam pengolahan menjadi adonan kalis. Penambahan STPP pada produk surimi juga akan meningkatkan kekuatan gel, *cohesiveness*, dan kemampuan pembentukan sol yang baik. Penggunaan STPP ini sudah

banyak dilakukan oleh masyarakat namun seberapa besar jumlah yang layak ditambahkan belum dipelajari dengan baik sehingga kebanyakan masyarakat menambahkan STPP sesuai dengan keinginannya. Penggunaan fosfat/STPP dapat meningkatkan kemampuan gel dalam menangkap air dan rehidrasi air ketika *thawing* surimi. Penggunaan fosfat pada surimi juga akan meningkatkan kekuatan gel, *cohesiveness* dan parameter tekstur lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efek penambahan aktivator TGase (CaCl_2) dan STPP terhadap mutu fisik surimi ikan malong.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah ikan malong (*Muraenesox cinerus*) dengan ukuran 2-3,5 kg, NaCl (Merck, Jerman), CaCl_2 (Merck, Jerman), STPP (Sodium Tripolifosfat) (toko kimia Bratachem). Peralatan yang digunakan timbangan, *meat grinder*, *meat processor*, kertas saring, set cetakan kamaboko (diameter 3 cm x tinggi 3 cm), termometer, desikator, cawan kaca/porselin, timbangan analitik, piring sampel, *texture analyzer XT Plus* (Jerman), *Scanning Electron Microscopy (SEM) ZEISS EVO-50* (Carl Zeiss Group, Jerman), *centrifuge* dingin (himac CR 21G, Jepang).

Metode Penelitian

Penelitian yang dirancang merupakan percobaan faktorial dengan dua variabel *independent* yaitu konsentrasi penambahan aktivator TGase (CaCl_2) dengan level 0,2; 0,4; dan 0,6% dari total garam (2,5% (b/b) garam (NaCl) untuk pembuatan surimi dan jumlah penambahan STPP dengan level 0; 0,2; 0,5; dan 0,8% (b/b). Percobaan dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2 kali dan data yang diperoleh dianalisis pengaruh terhadap parameter yang diukur menggunakan SPSS 19 GLM-Univarian dengan uji lanjut Duncan. Total perlakuan pada percobaan ini sebanyak 12 perlakuan dengan pola:

A = level penambahan CaCl_2 0,2; 0,4; dan 0,6% (b/b)

B = level penambahan STPP 0; 0,2; 0,5; dan 0,8% (b/b).

Pembuatan surimi ikan malong

Pembuatan surimi ikan malong dilakukan dengan melakukan pembuangan kulit dan tulang, *fillet* daging, penghalusan daging, pencucian dengan air dingin $\pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit sebanyak 3 kali dan pencucian terakhir ditambahkan NaCl 2,5%, pembuangan air, dan pengepresan. Surimi yang dihasilkan selanjutnya siap dilakukan pengujian dengan dilakukan *setting* menjadi kamaboko terlebih dahulu.

Penyiapan kamaboko

Surimi ikan malong ditimbang dan dimasukkan ke dalam *meat processor*, ditambah NaCl 2% yang dikombinasikan dengan CaCl_2 (b/b) sesuai perlakuan. Campuran kemudian dihomogenkan hingga membentuk adonan yang kalis. Adonan kamaboko selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan hingga padat, kemudian ditutup dengan kuat dan rapat. Kamaboko yang sudah dicetak kemudian dipanaskan pada suhu *setting* 40°C selama 30 menit dan dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu *cooking* 90°C selama 15 menit. Kamaboko yang sudah masak langsung dimasukkan ke dalam air dingin suhu $4-5^{\circ}\text{C}$ hingga dingin, lalu dikeluarkan dari cetakan. Kamaboko kemudian disimpan pada suhu 10°C selama satu malam sebelum dilakukan pengujian parameter tekstur (BSN 2009).

Metode Analisis

Texture Profile Analysis (TPA)

Analisis tekstur mengacu pada metode Pietrasik dan Jarmoluk (2003). Sampel kamaboko yang digunakan memiliki diameter dan tinggi ± 3 cm. Ukuran probe 0,5 cm dan jarak 75% dengan kedalaman tekan 2 cm dengan periode penetrasi probe sebanyak dua kali. Parameter TPA yang diukur adalah *hardness* (tingginya grafik pada tekanan pertama (g)), *adhesiveness*, *fracturability*, *springiness* (jarak yang dihasilkan setelah tekanan pertama (mm)), *gummines*, dan *chewiness* ($\text{hardness} \times \text{cohesiveness} \times \text{springiness}$ ($\text{g} \cdot \text{mm}$)). Penghitungan dilakukan secara otomatis dengan komputer yang terintegrasi dengan alat TPA.

Water holding capacity (WHC)

Pengukuran WHC mengacu pada metode Cardoso *et al.* (2010) dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak ± 2 g (W_s) kemudian sampel kamaboko dibungkus dengan kertas saring whatman no 1 sebanyak 2 rangkap yang diukur berat awalnya (W_i). Sampel kamaboko yang telah dibungkus kertas saring kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5.000 rpm pada suhu 20°C selama 15 menit. Kertas saring pembungkus sampel kemudian ditimbang kembali untuk diukur beratnya (W_f). Perhitungan WHC dilakukan mengukur kadar air sampel kamaboko (H). Kemampuan sampel menahan air di dalam matriknya dihitung dengan persamaan:

$$\text{WHC} = \frac{W_s \times (H/100) - (W_f - W_i)}{W_s \times (H/100)} \times 100\%$$

Uji lipat dan uji gigit

Pengukuran uji lipat dilakukan dengan memotong sampel kamaboko dengan ketebalan 0,3-0,5 cm. Cara melakukan uji lipat oleh penulis adalah dengan memegang sampel di antara ibu jari dan jari telunjuk. Sampel kamaboko tersebut dilipat menjadi setengah lingkaran. Jika tidak ditemukan keretakan maka sampel dilipat kembali menjadi seperempat bagian. Sampel tersebut diamati penampakan tekstur hasil lipatan dan disesuaikan dengan standar *grade* berdasarkan SNI 2732.6:2009. Definisi *grade* dan penilaian untuk uji lipat yaitu *grade* AA (tidak retak bila dilipat 2 kali, nilai 5), *grade* A (tidak retak bila dilipat 1 kali, nilai 4), *grade* B (sedikit retak bila dilipat 1 kali, Nilai 3), *grade* C (retak bila dilipat 1 kali, nilai 2), dan *grade* D (hancur bila ditekan dengan jari, nilai 1) (BSN 2009).

Pengukuran uji gigit dilakukan dengan cara menggigit potongan sampel kamaboko dengan ketebalan 0,3-0,5 cm di antara gigi seri secara kontinu atau beberapa titik pada sampel. Sampel digigit secara perlahan untuk dirasakan tingkat kelentingan gel kamaboko saat digigit. Standar penilaian uji gigit yaitu 9 (amat sangat kuat), 8 (sangat kuat), 7 (kuat), 6 (agak kuat), 5 (normal), 4 (agak lunak), 3

(sangat lunak), 2 (amat sangat lunak), dan 1 (hancur). Panelis yang dilibatkan untuk uji lipat dan uji gigit sebanyak 15 orang (BSN 2009).

Scanning electron microscopy (SEM)

Sampel kamaboko yang diamati struktur secara mikroskopis sebelumnya dilakukan preparasi pengurangan kadar air hingga $\pm 20\%$. Hal ini karena sampel kamaboko memiliki kadar air yang cukup tinggi. Sampel kamaboko yang diamati diletakkan pada *plate* sampel sesuai urutan kode yang diberikan, kemudian dimasukkan ke dalam *chamber*. *Chamber* divacumkan hingga tekanan $1,3 \times 10^{-4}$ Mbar. Sampel diamati struktur mikroskopisnya dengan alat SEM dan fokus hingga pembesaran yang diinginkan melalui layar CRT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ikan malong diambil dari wilayah penangkapan di perairan Kalimantan Barat. Pengambilan contoh dilakukan dengan bekerjasama dengan nelayan di Desa Sungai Kakap yang biasa mendaratkan ikannya di Tempat Pendaratan Ikan (TPI) Sungai Kakap dan Sungai Rengas. Hal ini dilakukan karena TPI tersebut memiliki jarak yang terdekat dengan lokasi riset agar tingkat kesegaran ikan dapat terkontrol dan baik. Ukuran ikan yang digunakan pada penelitian ini memiliki panjang antara 80 cm hingga 100 cm atau dengan kisaran berat 2-3,5 kg. Bentuk ikan malong yang digunakan dapat dilihat pada *Figure 1*.

Teksture Profile Analysis (TPA) kamaboko ikan malong

Hasil analisis varian parameter TPA yang dilakukan yaitu *hardness*, *adhesiveness*, *fracturability*, *springines*, *gumminess* dan *chewiness* disajikan pada *Table 1*. Berdasarkan analisis hubungan antara *variable independent* yang dilakukan dengan penambahan CaCl_2 dan STPP diketahui jika penambahan CaCl_2 , STPP dan interaksinya berpengaruh signifikan terhadap parameter TPA (*hardness*, *fracturability*, *gumminess* dan *chewiness*). Parameter *adhesiveness* dan *springines* tidak terpengaruh dengan adanya penambahan bahan tersebut. Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan aktivator *endogenous* TGase yang mampu meningkatkan kinerja enzim dalam membentuk ikatan aktomiosin pada daging ikan. Park (2000) menjelaskan jika *endogenous* TGase mengalami peningkatan kinerja dalam pembentukan gel daging ikan selama waktu *setting* dengan adanya ion kalsium (garam kalsium). Jumlah kalsium yang berlebih selama penyimpanan beku akan menyebabkan denaturasi protein surimi. Benjakul dan Visessanguan (2003) melakukan optimasi *endogenous* TGase ikan *P. teyenus* dan *P. macracanthus* dengan kalsium mampu meningkatkan *breaking force* (g) (*Hardness*) gel kamaboko secara signifikan. Namun, peningkatan yang terjadi setiap spesies berbeda karena tergantung jumlah keberadaan *endogenous* TGase-nya.

Penambahan garam kalsium pada surimi mampu meningkatkan jumlah aktomiosin yang dicirikan dengan meningkatnya



Figure 1 Daggertooth pike conger fish (*Muraenesox cinerus*).

kekerasan (*hardness*) gel kamaboko yang dihasilkan. Berdasarkan uji lanjut Duncan parameter *hardness* dengan penambahan 0,2% CaCl_2 merupakan jumlah yang cukup, karena semakin bertambahnya jumlah CaCl_2 ditambahkan tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekerasan kamaboko. Parameter *gumminess* yang diberikan perlakuan memberikan respon yang semakin rendah. Penambahan CaCl_2 0,4% mampu memberikan nilai *gumminess* dan *chewiness* yang optimum. Peningkatan kadar CaCl_2 diatas 0,4% justru menurunkan kekuatan gel kamaboko yang diperlihatkan dengan nilai *hardness*, *fracturability*, *gumminess* dan *chewiness* yang semakin turun. Hal ini berhubungan dengan jumlah *endogenous* TGase yang ada pada ikan malong. Benjakul dan Visessanguan (2003) menjelaskan bahwa efek jumlah CaCl_2 terhadap pembentukan gel surimi ikan sangat tergantung dari jumlah TGase awal yang dimiliki setiap jenis ikan. Hal ini karena *endogenous* TGase merupakan enzim yang tergantung ion kalsium dan aktivitasnya belum mampu digantikan oleh jenis logam lain. Ion Na dengan jumlah yang banyak ternyata menurunkan aktivitas *endogenous* TGase walaupun tidak terlalu banyak (Hemung dan Yongsawatdigul 2008).

Pemberian sodium tripolifosfat dengan konsentrasi 0,2 hingga 0,5% sudah cukup

untuk meningkatkan kualitas gel kamaboko ikan malong. Hal ini terlihat dari perlakuan dengan kode B2 dan B3 memberikan efek *hardness*, *adhesiveness*, *fracturability*, *gumminess* dan *chewiness* yang meningkat dibandingkan tanpa penambahan sodium tripolifosfat. Hal ini menunjukkan bahwa STPP mampu memberikan efek terhadap kekuatan gel kamaboko ikan malong. Nilai *hardness* tanpa penambahan STPP rata-rata 400-450 g, sedangkan dengan penambahan 0,2% STPP mampu meningkatkan hingga 500 g *hardness* kamaboko. Parameter *gumminess* dan *chewiness* gel kamaboko dengan penambahan STPP 0,2 hingga 0,5% mampu memberikan kekuatan gel yang optimum, namun apabila penambahan dilanjutkan maka sebaliknya akan menurunkan kualitas gel kamaboko. Konsentrasi STPP 0,2% dan CaCl_2 0,2% merupakan jumlah penambahan optimum untuk surimi ikan malong berdasarkan parameter *hardness*, *fracturability*, *gumminess* dan *chewiness* (Table 1).

Water Holding Capacity (WHC) Kamaboko Ikan Malong

Water Holding Capacity (WHC) merupakan ukuran kemampuan matrik gel surimi untuk menahan cairan yang ada di dalam matrik ketika diberikan gaya. Semakin tinggi air yang keluar ketika disentrifugasi

Table 1 Texture profile of kamaboko from daggertooth pike conger fish

Treatment	Hardness (g)	Adhesiveness (mJ)	Fracturability (g)	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mJ)
A1B1	421.25±5.50	11.82±0.78	311.75±7.80	31.73±0.83	166.65±5.70	57.87±1.68
A1B2	452.00±8.50	7.54±0.26	315.25±8.50	31.74±0.90	180.30±15.35	48.92±0.64
A1B3	628.75±8.00*	7.88±0.59	345.25±62.00	31.54±1.74	251.95±6.90	69.35±11.81
A1B4	573.25±6.75*	8.36±0.36	338.75±18.50	28.41±0.70	240.15±4.15	42.61±6.82
A2B1	454.25±10.75	8.03±1.30	342.50±18.75	31.505±0.80	159.20±17.65	47.83±4.12
A2B2	504.25±62.75	12.03±0.51	571.75±12.75*	28.29±0.51	250.40±33.45	72.44±26.31
A2B3	407.25±18.25	8.79±0.13	308.25±12.25	31.065±0.28	335.70±53.05*	76.16±17.00*
A2B4	482.75±14.75	9.26±0.75	335.75±50.05	28.215±0.83	279.85±19.35*	45.92±0.22
A3B1	447.25±19.50	7.55±0.03	280.75±47.50	32.21±0.66	147.10±32.80	35.08±4.33
A3B2	431.75±18.75	8.31±1.51	418.00±4.50*	28.475±1.05	252.40±10.85	41.58±15.34
A3B3	422.50±24.25	10.77±0.64	277.25±35.50	32.65±0.40	231.25±27.20	57.05±24.03
A3B4	450.00±14.75	10.97±0.21	317.00±52.50	33.05±0.52	277.75±45.25	41.57±1.71

Note: * significant value ($p < 0.05$).

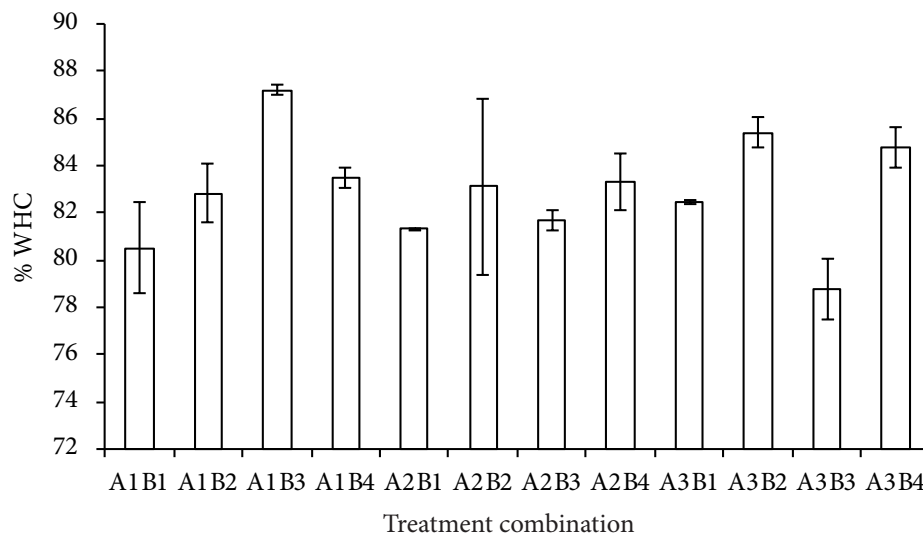


Figure 2 WHC value of kamaboko from daggertooth pike conger fish.

maka dapat dikatakan jika matrik gel surimi tidak mampu menahan air dengan baik. Hal ini sangat memengaruhi tingkat elastisitas gel surimi ketika diolah lebih lanjut menjadi produk turunan lainnya karena akan mengalami pemanasan. Berdasarkan hasil analisis statistik yang dilakukan terhadap parameter WHC surimi ikan malong dengan penambahan STPP dan aktivator TGase (CaCl_2) secara parsial tidak memberikan pengaruh, namun interaksi kedua faktor tersebut ternyata memberikan dampak positif terhadap kemampuan surimi menahan air. Penambahan CaCl_2 mampu meningkatkan pembentukan aktomiosin atau *molecule heavy chains* (MHC) pada surimi ikan malong selama waktu *setting*. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata (*Figure 2*) kemampuan menahan air kamaboko ikan malong yang cukup tinggi hampir semua perlakuan. Semakin banyak MHC yang mampu terbentuk maka matrik kamaboko semakin banyak mampu menahan air. Jiang *et al.* (2000) menjelaskan bahwa pembentukan MHC pada surimi ikan *treadfin bream* semakin meningkat pada suhu *setting*. Pembentukan MHC ini merupakan bentuk reaksi yang dilakukan oleh TGase melalui pengikatan kovalen ϵ -(γ -glutamil)-lisin yang sangat penting dalam pembentukan sifat viskoelastis produk. Viskoelastis kamaboko ditentukan oleh jumlah MHC yang terjadi pada suhu *setting* 40°C. Lebih lanjut Wang *et al.* (2007) menjelaskan bahwa WHC

akan meningkat secara signifikan dengan adanya garam mencapai 1,5% tetapi tidak linear jika garam mencapai 3%.

Secara umum hasil analisis ANOVA tidak menunjukkan pengaruh dengan adanya penambahan CaCl_2 dan STPP pada surimi ikan malong. Hal ini membuktikan bahwa kedua perlakuan mampu berinteraksi dalam membentuk matrik pada kamaboko ikan malong. Penambahan CaCl_2 dengan STPP ini merupakan bahan yang bersinergi untuk bekerja membentuk MHC total dari protein daging ikan. Etemadian *et al.* (2012) menjelaskan bahwa kemungkinan STPP berinteraksi dengan sisi positif molekul protein dan meningkatkan jumlah sisi negatif total, sehingga ikatan intramolekul protein meningkat dan akhirnya mampu menahan air lebih baik.

Uji Lipat dan Uji Gigit kamaboko Ikan Malong

Uji lipat merupakan cara penentuan kualitas surimi secara fisik yang paling sederhana dan berlaku secara internasional dan mampu membedakan *grade* mutu surimi yang dibuat. Uji lipat ini dijadikan standar untuk mutu surimi secara internasional dengan level mutu yaitu AA (Skor 5), A (skor 4), B (skor 3), C (skor 2) dan D (Skor 1) (BSN 2009). Hasil uji lipat surimi ikan malong disajikan pada *Figure 3*. Penambahan CaCl_2 dan STPP memberikan pengaruh signifikan terhadap

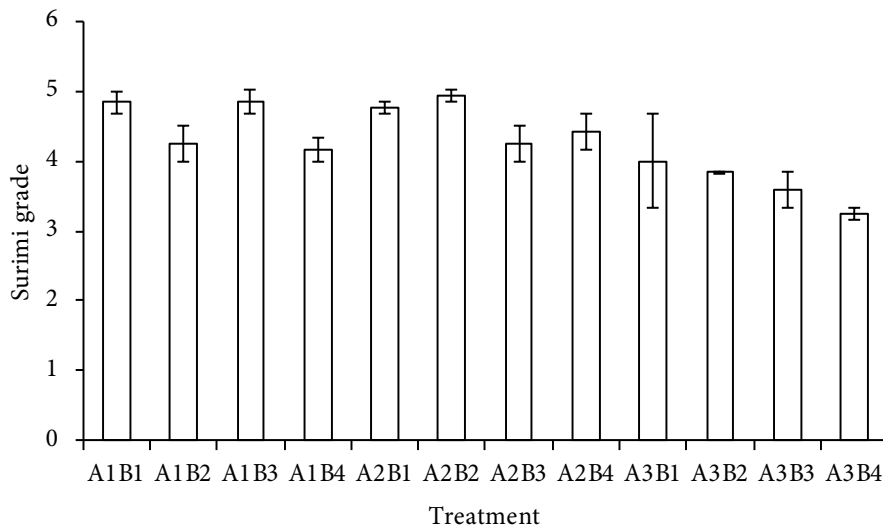


Figure 3 Folding Test value of kamaboko from daggertooth pike conger fish.

parameter uji lipat dan uji gigit kamaboko ikan malong. Kedua bahan tersebut mampu berinteraksi dalam meningkatkan kekuatan gel kamaboko sehingga gel tidak mudah pecah atau retak. Kekuatan gel kamaboko juga dipengaruhi oleh karakteristik awal bahan baku khususnya bahan yang dapat digunakan oleh enzim TGase untuk membentuk MHC pada suhu *setting* yaitu jumlah awal asam aminolisina dan glutamina pada protein daging ikan, selain itu asam amino glutamat juga menjadi asam amino cadangan untuk diubah menjadi glutamina jika jumlah asam amino glutamina tidak mencukupi. Laksono (2012) mendapatkan hasil karakterisasi asam amino ikan nila yaitu asam amino lisina 6,88% dan glisina 2,83%, pada ikan lele asam amino lisina 6,47% dan glisina 8,55%, dan pada ikan malong asam amino lisina 1,57% dan glisina 0,7%. Asam amino ini merupakan asam amino penting untuk kinerja *endogenous* TGase dalam pembentukan MHC (ikatan ϵ -(γ -glutamil)-lisina).

Hasil uji lipat kamaboko ikan malong dengan peningkatan konsentrasi penambahan garam CaCl_2 mencapai titik optimum hingga 0,4% dan kekuatan gel kamaboko menurun dengan peningkatan jumlah garam yang diberikan, sedangkan penambahan STPP hingga 0,8% masih memberikan efek terhadap uji lipat yang baik. Interaksi perlakuan terbaik ditunjukkan dengan kombinasi 0,2% CaCl_2 dan 0,2% STPP (A2B2). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah STPP tidak

memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas gel, namun jika dikombinasikan dengan CaCl_2 maka akan memberikan efek yang baik. Nopianti *et al.* (2010) menjelaskan bahwa penambahan fosfat pada surimi ikan dapat meningkatkan kemampuan protein dalam menahan air dan menyerap kembali air ketika dilakukan *thawing*. Fosfat juga mampu meningkatkan pembentukan dan *cohesiveness* surimi dengan jumlah optimum penambahan 0,3%. Hal ini selaras dengan hasil percobaan yang dilakukan bahwa kondisi optimum penambahan fosfat adalah 0,2 hingga 0,5%. Terbukti nilai uji lipat dari kamaboko terbaik adalah pada perlakuan penambahan STPP 0,2 dan 0,5% (Figure 4).

Aktivasi *endogenous* TGase pada surimi ikan malong terjadi pada waktu proses *setting* pada suhu 40°C. Proses ini melibatkan komponen asam aminolisina, glutamina, TGase, dan ion Ca^{2+} . Ion Ca^{2+} ini bekerja dengan berikatan pada sisi aktif enzim TGase untuk selanjutnya menyatukan asam amino glutamina dan lisina pada molekul aktin dan miosin menjadi aktomiosin atau MHC. Proses inilah yang menjadikan kamaboko memiliki tekstur yang kompak dan kekuatan gel yang tinggi. Mekanisme ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik *endogenous* TGase pada setiap jenis ikan karena kondisi biologis setiap ikan berbeda maka kinerja atau aktivitas enzim TGase yang ada juga berbeda pada setiap jenis ikan. Hal serupa ditemukan oleh Benjakul dan Visessanguan (2003) yang menganalisis efek

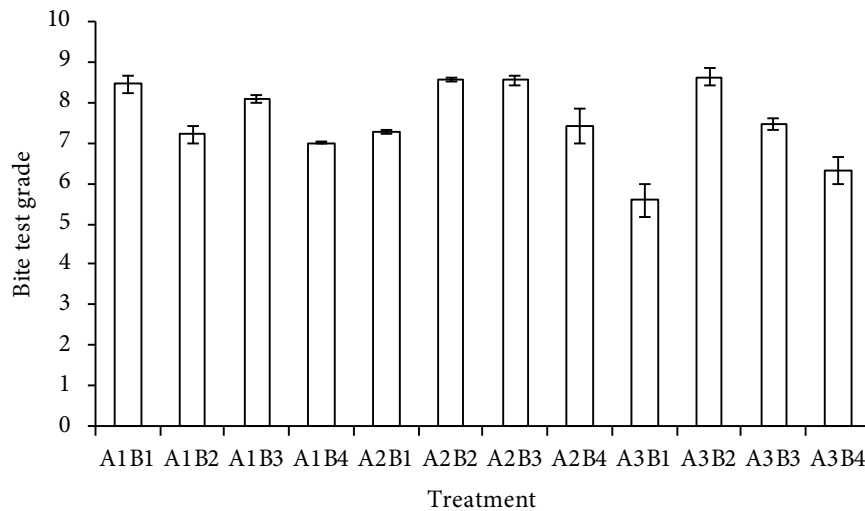


Figure 4 Bite test value of kamaboko from daggertooth pike conger fish.

ion Ca^{2+} pada dua jenis ikan *P. tayenus* dan ikan *P. macrocanthus* dengan penambahan 100 mmol $CaCl_2/kg$ memberikan pengaruh terhadap gel surimi ikan *P. tayenus*. Ramirez *et al.* (2003) juga melakukan optimasi surimi ikan *Mugil cephalus* dengan ion Ca^{2+} dan mendapatkan konsentrasi optimum untuk aktivasi TGase sebesar 0,4%.

Struktur Permukaan Kamboko Ikan Malong

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis sampel kamboko ikan malong

yang ditambahkan $CaCl_2$ dan STPP terbaik ($CaCl_2$ 0,4%, STPP 0,5% dan $CaCl_2$ 0,4%, STPP 0,8%) didapatkan bentuk permukaan kamboko terlihat kompak dan halus (Figure 5). Hal ini menunjukkan jika penambahan $CaCl_2$ dan STPP pada surimi ikan malong dapat meningkatkan pembentukan jumlah MHC antara aktin dan miosin. Pembentukan MHC tersebut akan mempengaruhi elastisitas dan kekompakan bahan. Menurut Hong dan Chin (2010) penambahan TGase pada protein miofibril yang dikombinasikan dengan garam hingga 0,3 M akan meningkatkan

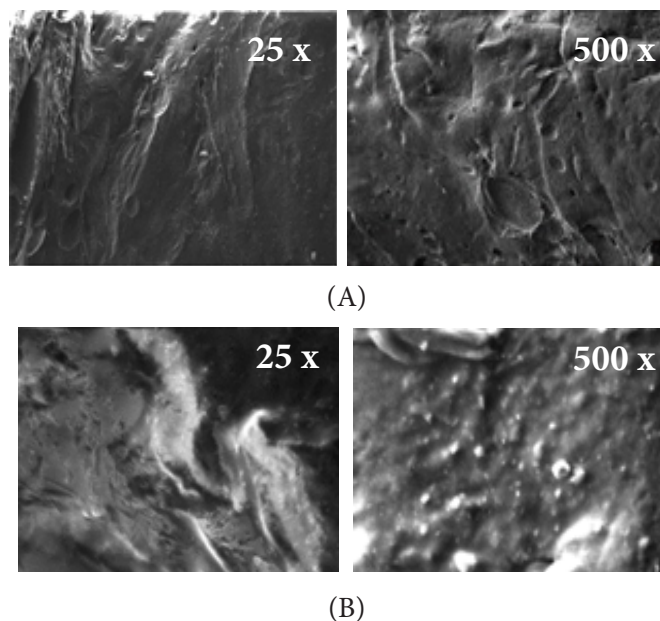


Figure 5 Face structure of the best treatment kamaboko from daggertooth pike conger fish, (A) $CaCl_2$ 0,4% dan STPP 0,5%; (B) $CaCl_2$ 0,4% dan STPP 0,8%.

pembentukan MHC pada *cold-set gelation*. Pembentukan MHC tersebut akan semakin tinggi jika jika dilanjutkan dengan pemanasan (Figure 5).

Penampilan secara mikroskopis pada permukaan kamaboko ini menggambarkan model interaksi yang terjadi antara komponen daging ikan malong dengan bahan yang ditambahkan. Semakin halus permukaan yang dihasilkan maka interaksi atau reaksi yang terjadi semakin baik berkaitan dengan pembentukan gel pada saat suhu setting dan pemasakan.

KESIMPULAN

Endogenous TGase surimi ikan malong merupakan jenis *Ca dependent*. Hal ini terlihat dengan meningkatnya parameter uji lipat, uji gigit, *hardness*, *fracturability*, *gummines* dan *chewiness*. Penambahan STPP juga mampu memberikan interaksi yang baik dengan ion Ca^{2+} untuk memberikan efek tekstur fisik kamaboko ikan malong yang terlihat dari hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang halus.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan efek bahan *gelling agent* lain serta pengaruh pembekuan terhadap karakteristik mutu surimi yang dihasilkan, untuk memberikan informasi yang lebih lengkap dalam pengembangan surimi dari ikan malong ini

DAFTAR PUSTAKA

- Benjakul S, Visessanguan W. 2003. Transglutaminase-mediated setting in bigeye snapper Surimi. *Journal Food Research International*. 36(3): 253–266
- Bourtoom T, Chinnan MS, Jantawat P, Sanguandee R. 2009. Recovery and characterization of proteins precipitated from surimi wash-water. *Journal LWT-Food Science and Technology*. 42(2): 599–605.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Penentuan Kadar Air Pada Produk Perikanan. SNI 01-2354.2-2006*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional 2009. *Cara uji fisika Bagian 6 : Penentuan mutu pasta pada produk perikanan. SNI 2372.6: 2009*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Cardoso C, Mendes R, Vaz-Pires P, Nunes ML. 2010. Effect of salt and MTGase on the production of high quality gels from farmed sea bass. *Journal Food Engineering*. 101(1): 98–105.
- Cui L, Guocheng D, Zhang D, Liu H, Chen J. 2007. Purification and characterization of transglutaminase from a newly isolated *Streptomyces hygroscopicus*. *Journal Food Chemistry*. 105(2): 612–618.
- Etemadian Y, Shabanpour B, Mahoonak AS, Shabani A. 2012. Combination effect of phosphate and vacuum packaging on quality parameters of *Rutilus frisii kutum* fillets in ice. *Journal Food Research International*. 45(1): 9-16.
- Haard NF, Simpson BK. 2000. *Seafood Enzyme*. New York (US): Marcel Dekker, Inc. 147-161.
- Hemung BO, Yongsawatdigul J. 2008. Partial Purification and characterization of transglutaminase from threadfin bream (*Nemipterus* sp.) liver. *Journal of Food Biochemistry*. 32(2): 182–200.
- Hong GP dan Chin KB. 2010. Effects of microbial transglutaminase and sodium alginate on cold-set gelation of porcine myofibrillar protein with various salt levels. *Journal Food Hydrocolloids*. 24(2): 444–451.
- Jiang ST, Hsieh JF, Ho ML, Chung YC. 2000. Microbial transglutaminase affects gel properties of golden threadfin-bream and pollack surimi. *Journal Food Science*. 65(4): 694-699.
- Laksono UT. 2012. *Produksi transglutaminase dari Streptovorticillium ladakanum dengan media alternatif yang mengandung hidrolisat limbah cair pengolahan surimi dan tepung tapioka*. [Tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Lanier TC, Lee CM. 1992. *Surimi Technology*. Edited by Tyre C. Lanier. New York (US): Marcel Dekker, Inc.
- Marichamy G, Badhul Haq MA, Vignesh R, Shalini R, Nazar AR. 2012. Report on the distribution of essential and non essential fatty acids in common edible fishes of

- Porto-Novo coastal waters, southeast coast of India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. S1102-S1115
- Mirzaei M. 2011. Microbial transglutaminase application in food industry. International Conference on Food Engineering and Biotechnology. IPCBE. IACSIT Press, Singapore. 9: 267-271.
- Muguruma M, Tsuruoka K, Katayama K, Erwanto Y, Kawahara S, Yamauchi K, Sathe SK, Soeda T. 2003. Soybean and milk proteins modified by transglutaminase improves chicken sausage texture even at reduced levels of phosphate. *Journal Meat Science*. 63(2): 191–197.
- Nopianti R, Huda N, Ismail N. 2010. A review: Loss of functional properties of proteins during frozen storage and improvement of gel-forming properties of surimi. *American Journal of Food Technology*. 6(1): 19-30.
- Ohtsuka T, Umezawa Y, Nio N, Kubota K. 2001. Comparison of deamidation activity of transglutaminase. *Journal Food Chemistry and Toxic*. 66(1): 25-29.
- Park JW. 2000. Surimi and Surimi Seafood. New York (US): Marcel Dekker, Inc.
- Pietrasik Z, Jarmoluk A. 2003. Effect of sodium caseinate and k-carrageenan on binding and textural properties of pork muscle gels enhanced by microbial transglutaminase addition. *Journal Food Research International*. 36(3): 285–294.
- Ramirez JA, Rodriguez-Sosa R, Morales OG, Vazquez M. 2000. Surimi gels from striped mullet (*Mugil cephalus*) employing microbial transglutaminase. *Journal Food Chemistry*. 70(4): 443-449.
- Ramirez JA, Rodriguez-Sosa R, Morales OG, Vazquez M. 2003. Preparation of surimi gels from striped mullet (*Mugil cephalus*) using an optimal level of calcium chloride. *Journal Food Chemistry*. 82(3): 417-423.
- Ramirez JA, Velazquez G, Echevarria GA, Torres JA. 2007a. Effect of adding insoluble solids from surimi wash water on the functional and mechanical properties of pacific whiting grade A surimi. *Journal Bioresource Technology*. 98(11): 2148-2153.
- Ramirez JA, Rodriguez NR, Uresti RM, Velazquez G, Vazquez M. 2007b. Fiber-rich functional fish food from striped mullet (*Mugil cephalus*) using amidated low methoxyl pectin. *Journal Food Hydrocolloids*. 21(4): 527-536.
- Ramirez JA, Uresti RM, Velazquez G, Vázquez M. 2011. Food hydrocolloids as additives to improve the mechanical and functional properties of fish products: A review. *Journal Food Hydrocolloids*. 25(8): 1842-1852.
- Satapoomin U. 2011. The fishes of southwestern Thailand, the Andaman sea, a review of research and a provisional checklist of species. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*. 70: 29-77.
- Schmidt S, Adolf F, Fuchsbauer HL. 2008. The transglutaminase activating metalloprotease inhibitor from *Streptomyces mobaraensis* is a glutamine and lysine donor substrate of the intrinsic transglutaminase. *Journal FEBS Letters*. 582(20): 3132-3138.
- Wang JS, Zhao MM, Yang XQ, Jiang YM, Chun C. 2007. Gelation behavior of wheat gluten by heat treatment followed by transglutaminase cross-linking reaction. *Journal Food Hydrocolloids*. 21(2): 174-179.
- Wang P, Xing-lian X, Guang-hong Z. 2009. Effects of meat and phosphate level on water-holding capacity and texture of emulsion-type sausage during storage. *Journal Agricultural Sciences in China*. 8(12): 1475-1481.
- Worratao MA. 2002. Purification and characterization of transglutaminase from trofical tilapia (*Oreochromis niloticus*). [Thesis]. Thailand (TH): Departement of Food Technology Suranaree University of Technology.
- Yongsawatdigul J, Sinsuwan S. 2007. Aggregation and conformational changes of tilapia actomyosin as affected by calcium ion during setting. *Journal Food Hydrocolloids*. 21(3): 359–367.