

## PENGARUH DEFATTING, FREKUENSI PENCUCIAN DAN JENIS DRYOPROTECTANT TERHADAP MUTU TEPUNG SURIMI IKAN LELE KERING BEKU

[Effect of Defatting, Washing Cycle and Dryoprotectant Type on the Quality of Freeze Dried Catfish Surimi Powder]

Wahyu Ramadhan\*, Joko Santoso dan Wini Trilaksani

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

Diterima 05 Agustus 2013 / Disetujui 08 April 2014

### ABSTRACT

Freeze dried surimi powder is a surimi type processed by freeze drying. To utilize oversized catfish and to reduce surimi handling cost, oversized catfish has been used as raw material of surimi powder. The study aimed to determine the effect of defatting (NaHCO<sub>3</sub> concentration and soaking duration), washing cycle, and dryoprotectant type on catfish surimi, as well as quality differences between surimi powder and wet surimi. With regard to defatting step, soaking in NaHCO<sub>3</sub> 0.75% for 10 minutes was found as the best treatment and resulting in a fat content of 1.52%. Moreover, one time of washing cycle was found as the most appropriate procedure to obtain a superior quality of surimi with whiteness value 57.21%, water holding capacity 73.28%, salts soluble protein 7.17%, pH 6.69, and gel strength 482.3 g/cm<sup>2</sup>, folding value of 4.84, and teeth cutting value of 8.26. Trehalose 6% was the most suitable dryoprotectant resulting in surimi powder with water holding capacity of 8.01 mL/g, gel strength 826.3 g/cm<sup>2</sup>, salt soluble protein 18.98%, density 4.06 mL/10 g, rehydration capacity 3.81, emulsion capacity 69.3%, emulsion stability 59.3%, foaming capacity 25.33% and foaming stability 9.40%. The microstructure profile of surimi powder added with trehalose had more compact tissues, without any damage and clots, than that treated with other dryoprotectants. However, surimi powder still had lower protein content than wet surimi, and lower physical and chemical properties, particularly in its teeth cutting and folding characteristics.

**Keyword:** catfish, microstructure, surimi powder, trehalosa

### ABSTRAK

Tepung surimi kering beku merupakan salah satu bentuk surimi yang telah mengalami proses pengeringan beku. Surimi berbahan baku lele memiliki peluang sangat besar untuk dikembangkan dalam rangka pemanfaatan lele dengan bobot melebihi ukuran konsumsi (*oversize*) dan merupakan alternatif efisiensi dalam perdagangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi dan lama perendaman NaHCO<sub>3</sub> pada proses *defatting* daging ikan, menentukan pengaruh frekuensi pencucian surimi, pengaruh jenis *dryoprotectant*, serta membandingkan sifat fungsional tepung surimi dan surimi basah. Tahap *defatting* menghasilkan perlakuan NaHCO<sub>3</sub> 0.75% dan perendaman selama 10 menit menjadi faktor terpilih dengan kadar lemak lele 1.52%. Frekuensi pencucian surimi satu kali merupakan perlakuan terpilih dengan nilai derajat putih 57.21%, daya ikat air 73.28%, miofibril 7.17%, pH 6.69, kekuatan gel 482.3 g/cm<sup>2</sup>, uji lipat 4.84 dan uji gigit 8.26. Trehalosa 6% merupakan *dryoprotectant* terbaik dengan daya ikat air tepung surimi yaitu 8.01 mL/g, kekuatan gel 826.3 g/cm<sup>2</sup>, miofibril 18.98%, densitas 4.06 mL/10 g, kapasitas rehidrasi 3.81, nilai kapasitas emulsi 69.3%, stabilitas emulsi 59.3%, kapasitas *foaming* 25.33%, dan stabilitas *foaming* 9.40%. Profil mikrostruktur surimi dengan penambahan trehalosa menunjukkan jaringan yang lebih kompak dibandingkan surimi dengan *dryoprotectant* lainnya. Tepung surimi memiliki kandungan protein yang lebih rendah dibandingkan dengan surimi basah, selain itu terjadi kemunduran mutu pada tepung surimi dibandingkan dengan surimi basah terutama pada nilai uji gigit dan uji lipat.

**Kata kunci:** lele, mikrostruktur, tepung surimi, trehalosa

### PENDAHULUAN

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Republik Indonesia telah menargetkan Indonesia untuk menjadi penghasil produk perikanan terbesar di dunia pada tahun 2015 dan perikanan budidaya telah ditetapkan sebagai ujung tombaknya (KKP, 2011). Salah satu komoditas perikanan budidaya yang memiliki peluang sangat besar untuk dikembangkan dalam rangka pemenuhan gizi masyarakat Indonesia adalah ikan lele (*Clarias sp.*). Ikan lele mudah dibudidayakan dan harganya

terjangkau oleh lapisan masyarakat bawah. Ukuran ikan lele sangat menentukan nilai jualnya, karena ukuran ikan disesuaikan dengan target pasarnya. Ikan lele ukuran konsumsi (8-12 ekor/kg) penjualannya tidak menemui permasalahan karena tingginya permintaan pasar. Permasalahan yang dihadapi adalah pemasaran ikan lele yang bobotnya melebihi ukuran konsumsi (*oversize*). Ikan lele *oversize* ini jumlahnya mencapai 10% dalam tiap siklus produksinya (Trobos, 2008). Hal ini dapat mengakibatkan kerugian pada para pembudidaya akibat banyaknya lele *oversize* yang tidak laku dijual. Oleh karena itu salah satu solusi yang ditawarkan adalah penggunaan ikan lele dalam pembuatan surimi sebagai bahan baku produk antara (*intermediate product*).

\*Penulis Korespondensi:  
Email: wahyu.ramadhan@mail.com; Telp/fax : 0251-8622915/0251-8622916

Surimi merupakan daging lumat yang merupakan protein hasil dari pemisahan tulang secara mekanis, dan penghilangan komponen lemak, darah, enzim, serta protein sarkoplasma dengan perlakuan pencucian air dingin dan ditambahkan bahan antidenaturasi pada proses pembekuan (*cryoprotectant*) sebagai penstabil (Rawdkuen *et al.* 2009). Surimi mengalami peningkatan permintaan di beberapa negara, termasuk di kawasan Asia dan Eropa. Kajian tentang surimi telah banyak mengalami perkembangan namun masalah ketersediaan dan keberlangsungan bahan baku menjadi masalah utama (Nopianti *et al.* 2011; Santana *et al.* 2012). Salah satu masalah besar adalah ketersediaan bahan baku, strategi yang ada yaitu mencari ikan-ikan alternatif sebagai bahan baku surimi salah satunya adalah ikan budidaya, menjadi kajian penting dalam beberapa tahun terakhir (Jafarpour dan Gorczyca, 2008; Martin-Sanchez *et al.* 2009). Lele sebagai komoditas budidaya diharapkan mampu menjadi solusi.

Pengolahan lebih lanjut surimi menjadi bentuk tepung menjadi salah satu kajian yang penting dalam beberapa tahun belakangan ini (Ohkuma *et al.* 2008; Huda *et al.* 2012; Shaviklo *et al.* 2012). Pengerinan surimi dianggap mampu menekan biaya instalasi pembekuan selama penyimpanan dan transportasi. Melihat peluang tersebut, ikan lele sebagai komoditas unggulan budidaya Indonesia memiliki potensi yang besar untuk diolah menjadi tepung surimi. Pengolahan lele ukuran *oversize* menjadi tepung surimi memberikan keuntungan kepada petani ikan dan juga memberikan keuntungan kepada pelaku industri surimi dalam proses penyimpanannya. Kondisi penanganan, distribusi dan kapasitas penyimpanan surimi beku memerlukan biaya yang tinggi (Parvathy dan Sajjan, 2014). Bentuk tepung dari surimi merupakan alternatif dalam perdagangan dikarenakan biaya transportasi yang lebih murah, penyimpanan produk lebih mudah, lebih praktis dan efisien karena tidak memerlukan pembekuan selama proses distribusi, memungkinkan penyediaan stok yang banyak, serta perbaikan warna dan penghilangan bau yang dapat mengatasi masalah pada pengolahan tepung ikan untuk konsumsi manusia.

Konsumen produk berbasis surimi di Jepang semakin meningkat (Phatharat *et al.* 2006), demikian juga di negara-negara berkembang di Asia Tenggara. Selama tahun 2005 diestimasikan telah diproduksi 315.800 juta ton produk-produk surimi di daerah Asia Tenggara (Laong dan Siraksophon, 2007). Surimi telah banyak dipakai sebagai bahan pengemulsi dalam produk-produk imitasi (*artificial*) misalnya kaki kepiting (*crab leg*), stik kepiting (*crab stick*), kerang imitasi, udang analog, dan olahan produk sosis (Zhou *et al.* 2003, Santana *et al.* 2013). Di Indonesia produk berbasis surimi mulai banyak dijumpai di pasar-pasar swalayan di kota besar, sehingga peluang pengembangan bentuk tepung surimi sebagai bahan *intermediate* pangan sangat menjanjikan.

Kajian mengenai proses pembuatan tepung surimi telah menggunakan banyak metode pengeringan antara lain pengeringan dengan matahari (*solar drying*), pengering oven (*oven drying*), pengering drum (*drum drying*), pengering semprot (*spray drying*), dan pengering beku (*freeze drying*) (Santana *et al.* 2012). Pengeringan dengan metode *freeze drying* masih menunjukkan keunggulan dalam mempertahankan sifat-sifat fungsional surimi, sehingga produk akhir surimi dengan

pengolahan *freeze drying* biasanya disebut surimi kering beku atau tepung surimi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi dan waktu perendaman dalam sodium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), frekuensi pencucian surimi, jenis bahan antidenaturasi pada proses pengeringan (*dryoprotectant*), dan mengevaluasi perubahan mutu surimi basah setelah diolah menjadi tepung surimi. Penelitian ini diharapkan mampu mengevaluasi proses dan optimasi terbaik dalam proses formulasi pembuatan tepung surimi. Tepung surimi diharapkan dapat memiliki karakteristik fisikokimia yang tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan surimi basah, sehingga peluang kajian pemanfaatan tepung surimi dalam industri pangan akan meningkat.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Ikan lele dengan ukuran 1-3 ekor/kg diperoleh dari kolam budidaya Lebak Sirna di Ciampea, Bogor. Filet ikan lele *oversize* direndam pada larutan  $\text{NaHCO}_3$  (E-Merck) dengan konsentrasi 0, 0.25, 0.5, 0.75, dan 1% masing-masing selama 10, 20 dan 30 menit. Perendaman dengan  $\text{NaHCO}_3$  (E-Merck) bertujuan untuk menurunkan kandungan lemak yang ada pada ikan. Pengujian kadar lemak dilakukan untuk menentukan kombinasi konsen-trasi dan waktu perendaman dengan  $\text{NaHCO}_3$  yang mampu menurunkan lemak pada ikan sebagai perlakuan terpilih.

Setelah ditentukan konsentrasi dan waktu perendaman terbaik pada perlakuan *defatting*, proses selanjutnya adalah pembuatan surimi yang mengacu pada Hajidoun dan Jafarpour (2013). Setelah proses *defatting*, filet ikan lele kemudian digiling dengan penggiling daging (*meat grinder*) (MK-G1300 P, Panasonic, Osaka, Jepang), kemudian dicuci dengan air dingin (suhu  $10^\circ\text{C}$ ) sebanyak satu, dua, tiga dan empat kali pencucian. Pada tiap frekuensi pencucian, diujikan nilai derajat putih, daya ikat air, kekuatan gel, kadar miofibril, nilai pH dan nilai sensori (uji lipat dan uji gigit). Frekuensi pencucian terpilih ditentukan oleh kadar miofibril dan kekuatan gel karena dua faktor tersebut merupakan kualitas utama surimi.

Setelah konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$  dan frekuensi pencucian terbaik diperoleh, kemudian dilanjutkan dengan penentuan *dryoprotectant* terbaik. Surimi dikeringkan dengan pengering beku (tipe LYPH 18, Labconco, Stockholm, Swedia). Perlakuan yang diberikan merupakan kombinasi perlakuan pembuatan surimi yang mengacu pada pembuatan tepung surimi dengan penggunaan trehalosa 6% (Huda *et al.* 2012), karagenan 2% (Uju *et al.* 2007), dan *dryoprotectant* lainnya dalam bentuk campuran, yaitu sorbitol 4%, sukrosa 4% dan sodium tripolifosfat 0.3% (Park dan Morrissey, 2004). Penentuan jenis *dryoprotectant* terbaik ditentukan berdasarkan daya ikat air, kekuatan gel, kadar miofibril, densitas, rehidrasi, sifat emulsi dan sifat pembentukan busa (*foaming*). Setelah diperoleh konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$ , frekuensi pencucian dan jenis *dryoprotectant* terbaik dalam proses pembuatan tepung surimi, maka pada tahap akhir kualitas tepung surimi yang dibuat dengan perlakuan terpilih dibandingkan dengan surimi basah dengan melihat beberapa parameter yaitu mikrostruktur daging

ikan, surimi basah, tepung surimi dan olahan produk yang dihasilkan menggunakan mikroskop pemindai elektron (*Scanning Electron Microscope*-SEM), analisis rendemen, proksimat, daya ikat air, kekuatan gel, pengukuran nilai pH, profil tekstur serta uji sensori (uji gigit dan uji lipat).

#### Analisis kadar proksimat (AOAC, 2005)

Kadar proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat) tepung surimi dan surimi basah ditentukan dengan metode AOAC (2005). Tiap analisis dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak tiga ulangan.

#### Derajat putih (Debusca et al. 2013)

Analisis warna dilakukan dengan Chromameter (tipe CR 200, Minolta Corp, Osaka, Jepang). Analisis pada surimi dilakukan dengan tiga kali ulangan. Alat dikalibrasi dengan kartu penanda warna putih (CR-A43) sampai monitor menunjukkan nilai  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$  sesuai dengan nilai yang tertera pada warna putih standar. Selanjutnya sampel diletakkan dalam tabung dengan ditutupi lensanya dan nilai reflektan ( $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$ ) dibaca pada alat pengukur.

$$\text{Derajat Putih (Whiteness)} = 100 - \sqrt{(100-L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

#### Daya ikat air (Nopianti et al. 2012 dan Ramadhan et al. 2011)

Pengamatan daya ikat air pada tepung surimi mengacu pada Ramadhan et al. (2011), sedangkan untuk surimi basah metode pengukuran daya ikat air mengacu pada Nopianti et al. (2012) dimana sampel dengan berat yang ditentukan disentrifugasi pada 4500 rpm selama 15 menit. Setelah itu, supernatan dipisahkan, dan bagian padatan ditimbang ( $W_1$ ). Selanjutnya bagian padatan tersebut ditentukan kadar airnya dengan mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam, dan ditimbang beratnya ( $W_2$ ). Tiap analisis daya ikat air dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak tiga ulangan.

$$\text{Daya ikat air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

#### Kadar miofibril (Zhou et al. 2006)

Surimi ditimbang 3 g (A), kemudian dihomogenisasi dalam 30 mL 0.08 M buffer borat pada suhu 4-6°C, pH 7.1 selama 4 menit. Homogenat disentrifugasi pada kecepatan 8370 x g selama 30 menit pada 4°C, kemudian padatan yang diperoleh ditimbang (B). Tiap analisis miofibril dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak tiga ulangan. Perhitungan kadar protein miofibril diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar protein miofibril (\%)} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

#### Kekuatan gel (Liu et al. 2013)

Kekuatan gel surimi dianalisis dengan alat analisa tekstur (*texture analyzer*) (Tipe TA-XT2i *Stable Micro Systems*, Surrey, Inggris). Sampel dengan panjang 2.5 cm diletakkan di bawah probe berdiameter ¼ inchi dengan kecepatan pengukuran 10 mm/detik. Kemudian dilakukan penekanan terhadap sampel dengan probe silinder tersebut. Kekuatan gel surimi dinyatakan

dalam g/cm<sup>2</sup> yaitu kekuatan gel (tinggi kurva) (*g force*) perluas permukaan kontak area probenya (cm<sup>2</sup>). Tekanan dilakukan sebanyak satu kali. Hasil pengukuran akan tercetak pada kertas grafik dan dapat dilihat tinggi saat sampel benar-benar pecah. Nilai kekuatan gel (*breaking force*) ditunjukkan oleh puncak (*peak*) pertama dimana terjadi penurunan. Tiap analisis kekuatan gel dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak dua ulangan.

#### Analisis sensori

Analisis sensori pada surimi dilaksanakan dengan uji sensori (uji lipat dan uji gigit) berdasarkan Yathavamoorthi et al. (2010). Surimi dicampur dengan 3% (b/b) garam dan 30% (b/v) air dengan suhu 10-15°C. Pencampuran dilakukan selama 15-20 menit. Setelah itu surimi yang telah menjadi pasta dimasukkan ke dalam cetakan aluminium. Selanjutnya dilakukan pemanasan tahap I pada suhu 40°C selama 20 menit dan dilanjutkan dengan pemanasan tahap II pada suhu 90°C selama 20 menit. Setelah itu adonan didinginkan dan menjadi bentuk adonan padat yang disebut kamaboko. Lalu, kamaboko dipotong dengan ketebalan 4-5 mm untuk uji lipat dan 1-2 cm untuk uji gigit.

Uji lipat dilakukan dengan cara melipat kamaboko menjadi setengah lingkaran. Jika tidak putus atau retak maka dilipat lagi menjadi seperempat lingkaran. Tingkat kualitas uji lipat adalah sebagai berikut: (5) tidak retak bila dilipat 4; (4) sedikit retak bila dilipat 4; (3) sedikit retak bila dilipat 2; (2) retak tapi masih menyatu bila dilipat 2; dan (1) patah seluruhnya bila dilipat 2. Sedangkan, uji gigit dilakukan dengan cara menggigit sampel antara gigi seri atas dan gigi seri bawah oleh 30 panelis. Tingkat kualitas uji gigit adalah sebagai berikut: (10) daya lenting amat sangat kuat; (9) daya lenting sangat kuat; (8) daya lenting kuat; (7) daya lenting agak kuat; (6) daya lenting dapat diterima; (5) daya lenting agak diterima, sedikit kuat; (4) daya lenting agak lemah; (3) daya lenting lemah; (2) daya lenting sangat lemah, dan (1) tekstur seperti bubur, tidak ada kekuatan.

#### Densitas (Venugopal et al. 1996)

Densitas ditentukan dengan menempatkan sampel dalam labu 10 mL. Berat tepung surimi dicatat dan kepadatan volume dinyatakan sebagai mL per 10 g tepung surimi. Tiap analisis densitas surimi dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak tiga ulangan.

#### Kapasitas rehidrasi (Xu et al. 2004)

Sampel sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam gelas piala 500 mL, kemudian ke dalam gelas dimasukkan air sejumlah persen kehilangan air selama proses pengeringan beku. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap waktu rehidrasi dan kapasitas rehidrasi. Sebanyak 20 g sampel ditambahkan dengan air diaduk merata hingga menjadi bubur yang kental. Tiap analisis kapasitas rehidrasi surimi dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak tiga ulangan. Kapasitas rehidrasi (Kr) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas rehidrasi} = \frac{(\text{Selisih berat sampel awal dan sampel akhir (g)})}{(\text{Berat contoh tepung surimi (g)})}$$

### Sifat emulsi (Sathivel et al. 2009)

Kapasitas emulsi diukur dengan cara 5 g tepung surimi ditambahkan 20 mL air dan 20 mL minyak jagung, kemudian dihomogenisasi selama 1 menit dan disentrifugasi pada 7500 rpm selama 5 menit. Kapasitas emulsi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Emulsi (\%)} = \frac{\text{volume emulsi setelah disentrifugasi}}{\text{volume awal}} \times 100\%$$

Stabilitas emulsi ditentukan dengan cara yang sama namun sebelum sampel disentrifugasi, emulsi dipanaskan di penangas air pada suhu 90°C selama 30 menit kemudian didinginkan di air dingin selama 10 menit. Tiap analisis sifat dan kapasitas emulsi surimi dilakukan dengan menggunakan sampel pengujian sebanyak tiga ulangan. Stabilitas emulsi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Stabilitas Emulsi (\%)} = \frac{\text{volume emulsi setelah disentrifugasi}}{\text{volume awal}} \times 100\%$$

### Stabilitas foaming (Huda et al. 2012)

Tepung surimi (1 g) ditambahkan ke dalam 100 mL air dan dihomogenisasi selama satu menit. Campuran larutan surimi dipindahkan ke dalam gelas piala 250 mL. Kapasitas foaming dilihat dari buih yang terbentuk dibandingkan dengan kapasitas volume awal. Sedangkan stabilitas foaming dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Stabilitas Foaming (\%)} = \frac{\text{kapasitas foaming observasi}}{\text{kapasitas foaming awal}} \times 100\%$$

### Pengamatan mikrostruktur (Zhang et al. 2010)

Pengamatan mikrostruktur dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) tipe JSM 6063 LA (JEOL, Tokyo, Jepang) dengan perbesaran 250 kali. Sampel yang akan diamati terlebih dahulu dikeringkan dalam pengering beku. Setelah preparasi sampel selesai, dilakukan pelekatan sampel pada logam yang telah dilapisi lem karbon untuk dilakukan pelapisan menggunakan emas atau logam di dalam perangkat tabung plasma hampa penghasil gelombang mikro (*magnetron sputtering device*) yang dilengkapi dengan pompa vakum, pada proses vakum terjadi loncatan logam emas ke arah sampel sehingga melapisi emas. Proses vakum berlangsung sekitar 20 menit. Sampel yang telah dilapisi diletakkan pada lokasi sampel dalam mikroskop elektron dan dengan terjadinya tembakan elektron ke arah sampel maka akan terekam ke dalam monitor dan dilakukan pemotretan.

### Analisis statistik

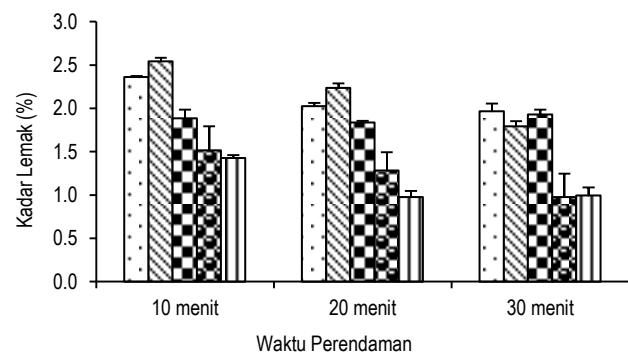
Data penelitian pada tahap awal dianalisis kenormalan datanya dengan menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, kemudian dilanjutkan dengan menguji kehomogenan data dengan uji Levene. Selanjutnya data penelitian tahap pertama dianalisis dengan analisis ragam, menggunakan model rancangan percobaan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor konsentrasi sodium bikarbonat dan waktu perendaman daging ikan lele, dengan masing-masing tiga kali pengulangan. Data penelitian tahap kedua dan ketiga dianalisis dengan analisis ragam, meng-

gunakan model rancangan percobaan acak lengkap, dengan masing-masing tiga kali pengulangan, serta menggunakan uji lanjut Tukey. Data hasil penilaian secara sensori diolah dengan analisis Kruskal Wallis, jika perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Dunn. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah dan menganalisa data adalah *Microsoft Office Excel* (versi 2013-12.04.4518.1014, Ottawa, Kanada) dan *IBM SPSS* (versi 21.00, trial version, New York, Amerika Serikat).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Defatted filet lele

Proses *defatting* dimaksudkan untuk meluruhkan atau menghilangkan komponen lemak permukaan pada daging dengan menggunakan larutan bersuhu rendah dan atau dengan larutan alkali. Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi sodium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) terhadap penurunan kandungan lemak filet lele disajikan pada Gambar 1.



Keterangan: (□) 0% NaHCO<sub>3</sub>, (▨) 0.25% NaHCO<sub>3</sub>, (▩) 0.50% NaHCO<sub>3</sub>, (▧) 0.75% NaHCO<sub>3</sub>, (▮) 1.00% NaHCO<sub>3</sub>

Gambar 1. Pengaruh waktu perendaman dan persentasi NaHCO<sub>3</sub> terhadap lemak filet lele

Penggunaan NaHCO<sub>3</sub> 0, 0.25 dan 0.5% menunjukkan hasil yang signifikan terhadap penurunan lemak filet lele awal. NaHCO<sub>3</sub> berperan mengikat komponen lemak pada permukaan daging ikan. Kandungan lemak di ikan sebagai bahan baku surimi harus tetap diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi kualitas gel surimi yang dihasilkan. Karayannakidis et al. (2007) melaporkan bahwa pencucian daging ikan sardin (*Sardina pilchardus*) dengan larutan alkali efektif untuk menghilangkan lemak dari daging dan penggunaan 0.5% NaHCO<sub>3</sub> sebagai konsentrasi *defatting* terpilih dan menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan dengan pencucian air saja. Penggunaan NaHCO<sub>3</sub> 1% menunjukkan penurunan lemak yang tidak nyata dibandingkan dengan penggunaan NaHCO<sub>3</sub> 0.75%, sehingga konsentrasi sodium bikarbonat yang dipilih adalah 0.75% dengan waktu perendaman selama 10 menit.

### Frekuensi pencucian terbaik surimi ikan lele

Pencucian merupakan proses penting dalam pembuatan surimi, pencucian mampu menghilangkan komponen yang dapat mengganggu dalam proses pembentukan gel (Lertwittayanon et al. 2013). Warna merupakan salah satu

atribut awal yang mempengaruhi kualitas surimi (Arfat dan Benjakul, 2012). Pengaruh frekuensi pencucian terhadap profil warna dan derajat putih surimi lele dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh frekuensi pencucian terhadap profil warna dan derajat putih surimi ikan lele

Frekuensi Pencucian	L*	a*	b*	Derajat Putih
1	57.20±2.20 <sup>b</sup>	+5.07±0.84 <sup>a</sup>	+9.91±0.04 <sup>a</sup>	55.77±2.00 <sup>b</sup>
2	58.64±0.95 <sup>b</sup>	+4.81±0.28 <sup>ab</sup>	+9.83±0.15 <sup>a</sup>	57.09±0.89 <sup>b</sup>
3	67.20±5.13 <sup>a</sup>	+4.67±0.15 <sup>b</sup>	+9.48±0.73 <sup>a</sup>	65.16±4.60 <sup>a</sup>
4	68.55±3.52 <sup>a</sup>	+4.60±0.04 <sup>b</sup>	+9.42±0.17 <sup>a</sup>	64.91±3.31 <sup>a</sup>

Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $p < 0.05$ )

Nilai kecerahan (L\*) surimi lele yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan nilai kecerahan surimi hasil penelitian Amiza dan Ain (2012) dengan nilai kecerahan 75-80. Proses pencucian menghilangkan sebagian lemak dan pigmen dalam daging ikan, warna surimi natural adalah putih mengkilap. Surimi lele dengan nilai derajat putih terendah adalah dengan pencucian satu kali masih dapat diterima karena indeks di atas 50 masih dikategorikan cerah dan persyaratan derajat putih pada surimi ekspor kelas 1 adalah lebih besar dari 46, surimi komersial memiliki 4-5 grade mutu yang berbeda berdasarkan indeks L\* dan b\* (Park dan Morrissey, 2004). Pengaruh frekuensi pencucian terhadap sifat fisikokimia surimi lele disajikan pada Tabel 2. Daya ikat air adalah kemampuan untuk mempertahankan kandungan air dalam bahan pangan. Surimi dengan pencucian satu dan dua kali menunjukkan hasil daya ikat air yang tidak signifikan ( $p < 0.05$ ), namun surimi dengan pencucian tiga dan empat kali menunjukkan nilai daya ikat air yang berbeda nyata. Daya ikat air memegang peranan penting dalam pembentukan gel dan emulsi (Zhou *et al.* 2006). Selain itu, Tina *et al.* (2010) menyatakan bahwa frekuensi pencucian mempengaruhi nilai daya ikat air surimi, karena selain melarutkan protein sarkoplasma, proses pencucian juga turut mengurangi sedikit komponen miofibril yang berperan langsung terhadap daya ikat air surimi. Bagian kepala globular dari miofibril memiliki 80% komponen hidrofilik sehingga akan larut air saat proses pencucian surimi (Lanier, 1992). Berdasarkan Tabel 2 frekuensi pencucian pertama, kedua dan ketiga menghasilkan nilai miofibril yang tidak berbeda signifikan dengan surimi pencucian tiga dan empat kali. Penurunan kadar protein miofibril merupakan indikator dari denaturasi protein ikan jika mengalami pencucian. Yathavamoorthi *et al.* (2010) menyatakan bahwa terjadi kehilangan protein sebesar 12.82% selama proses pencucian dalam pembuatan surimi. Protein miofibril khususnya berperan besar dalam membentuk sifat fungsional gel pada daging (Mizuta *et al.* 2007).

Tabel 2. Pengaruh frekuensi pencucian terhadap sifat fisikokimia surimi ikan lele

Frekuensi Pencucian	Daya Ikat Air (%)	Kadar Miofibril (%)	pH	Kekuatan Gel (g/cm <sup>2</sup> )	Sifat Sensori	
					Uji Lipat	Uji Gigit
1	73.28±2.02 <sup>a</sup>	7.17±0.09 <sup>a</sup>	6.69±0.00 <sup>a</sup>	482.3±57.57 <sup>a</sup>	4.84±0.18 <sup>a</sup>	8.26±0.94 <sup>a</sup>
2	67.58±0.72 <sup>a</sup>	7.39±0.09 <sup>a</sup>	6.78±0.06 <sup>b</sup>	337.3±45.46 <sup>b</sup>	4.48±0.57 <sup>a</sup>	6.77±0.74 <sup>b</sup>
3	46.74±0.68 <sup>b</sup>	5.29±0.26 <sup>a</sup>	6.84±0.02 <sup>b</sup>	234.8±37.77 <sup>c</sup>	3.55±0.50 <sup>b</sup>	6.10±0.85 <sup>c</sup>
4	27.39±8.86 <sup>c</sup>	4.74±0.02 <sup>b</sup>	6.85±0.03 <sup>b</sup>	208.0±16.87 <sup>c</sup>	3.19±0.59 <sup>c</sup>	4.71±1.23 <sup>d</sup>

Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $p < 0.05$ )

Pencucian satu kali memberikan kualitas surimi yang paling baik, dimana nilai minimal dari kekuatan gel surimi adalah 300 g/cm<sup>2</sup>, pencucian satu kali menunjukkan hasil paling baik dengan nilai hampir mendekati grade AA untuk kualitas surimi. Nilai minimal uji lipat yang disyaratkan adalah 4 (grade A) (BSN, 2013). Berdasarkan hasil uji karakteristik mutu surimi dan kamaboko, maka diketahui bahwa perlakuan pencucian satu kali merupakan perlakuan pencucian terbaik yang digunakan dalam pembuatan tepung surimi selanjutnya.

#### Dryoprotectant terbaik tepung surimi lele

Proses pembuatan tepung surimi menggunakan pengering beku sehingga rendemen memegang peranan penting dalam produk akhir surimi. *Dryoprotectant* mampu menjaga kualitas surimi dengan mempertahankan komponen air dan protein di dalam struktur daging selama proses pengeringan beku. *Dryoprotectant* yang digunakan mewakili trehalosa 6% sebagai anti denaturan tunggal (*single dryoprotectant*), karagenan 2% sebagai anti denaturan dari bahan alam (*biodryoprotectant*), dan sukrosa 4%, sorbitol 4%, sodium tripolifosfat 0.3% sebagai antidenaturan campuran (*mixture dryoprotectant*). Pengaruh jenis *dryoprotectant* terhadap sifat fungsional tepung surimi lele dapat dilihat pada Tabel 3.

Penggunaan trehalosa menunjukkan nilai daya ikat air yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan *dryoprotectant* lainnya. Huda *et al.* (2012) menghasilkan tepung surimi ikan kurisi (*Nemipterus spp.*) dengan nilai daya ikat air 2.80-3.00 mL/g. Selain itu Shaviklo *et al.* (2012) melaporkan bahwa nilai daya ikat air surimi pada ikan batu bara (*Pollachius virens*) berkisar antara 2.53 mL/g. Trehalosa terbukti mampu menjaga kualitas tepung surimi dengan baik, penggunaan trehalosa 5% menunjukkan kekuatan gel, tingkat kekerasan (*firmness*) dan atribut gel lainnya yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan sukrosa. Secara umum dalam sistem pangan, trehalosa berfungsi mencegah penurunan kualitas pati, mencegah denaturasi protein selama proses produksi, menghilangkan kerusakan akibat proses pembekuan, proses pencairan setelah pembekuan (*thawing*), dan trehalosa akan menghilangkan atau mengurangi ukuran kristal yang terbentuk selama proses pembekuan (Higashiyama, 2002; Christensen *et al.* 2008).

Secara tidak langsung kekutan gel dipengaruhi oleh kandungan miofibril ikan sehingga penambahan cryoprotectant terbukti dapat menjaga kadar miofibril di surimi selama proses pengeringan beku. Kanna *et al.* (1971) juga menyatakan bahwa proses *freeze drying* dapat menyebabkan sedikit terjadi denaturasi protein pada surimi. Perubahan protein selama proses pembekuan menyebabkan agregasi struktur aktin miosin dan denaturasi ekor miosin.

Tabel 3. Pengaruh jenis *dryoprotectant* terhadap sifat fungsional tepung surimi ikan lele

Jenis <i>Dryoprotectant</i>	Daya Ikat Air (mL/g)	Kekuatan Gel (g/cm <sup>2</sup> )	Kadar Miofibril (%)	Densitas (mL/10 g)	Kapasitas Rehidrasi
Tanpa <i>dryoprotectant</i>	1.22±0.39 <sup>a</sup>	420.7±50.14 <sup>a</sup>	16.5±0.04 <sup>a</sup>	2.420±0.00 <sup>a</sup>	2.04±0.04 <sup>a</sup>
Trehalosa 6%	8.01±0.09 <sup>c</sup>	826.5±75.80 <sup>b</sup>	18.9±0.38 <sup>c</sup>	4.066±0.08 <sup>b</sup>	3.81±0.02 <sup>c</sup>
Karagenan 2%	5.40±0.21 <sup>b</sup>	1077.8±22.62 <sup>c</sup>	17.3±0.10 <sup>b</sup>	3.673±0.00 <sup>c</sup>	3.07±0.03 <sup>d</sup>
Sukrosa 4% + sorbitol 4% + sodium tripolifosfat 0.3%	4.60±0.47 <sup>b</sup>	555.9±66.15 <sup>a</sup>	17.6±0.08 <sup>b</sup>	3.843±0.01 <sup>b</sup>	2.66±0.02 <sup>b</sup>

Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $p < 0.05$ )

Penurunan kadar miofibril terjadi karena pada pengeringan beku dengan suhu  $-40^{\circ}\text{C}$ , denaturasi protein masih tetap terjadi. Trehalosa menunjukkan kemampuan menjaga daya ikat air yang tinggi sehingga menjadikan miofibril di dalam daging tetap terjaga dengan baik, walaupun protein dalam daging telah mengalami pembekuan. Selama protein membeku, menimbulkan ikatan intermolekuler antara grup protein. *Dryoprotectant* berfungsi untuk meningkatkan hidrasi molekul protein melalui ikatannya dengan protein (Park dan Morrissey, 2004). Trehalosa terbukti mampu menjaga kualitas surimi dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hama (1999) yang menunjukkan bahwa penggunaan trehalosa 5% menghasilkan kekuatan gel, *firmness* dan atribut gel lainnya yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan sukrosa.

Trehalosa memperlihatkan nilai densitas yang paling tinggi (4.06 mL/10 g), nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan surimi kering yang dihasilkan oleh Huda *et al.* (2001) yang menunjukkan densitas surimi kering 2.43 mL/10 g (*Saurida tumbil*), 2.26 mL/10 g (*Nemipterus* spp.) dan 2.36 mL/10 g (*Priacanthus tayenus*). Surimi dengan penambahan sukrosa, sorbitol dan fosfat menunjukkan densitas kamba lebih rendah. Hal ini dimungkinkan karena besarnya bagian dari *dryoprotectant* tersebut yang berbentuk basah mengisi komponen surimi.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan jenis *dryoprotectant* berpengaruh nyata terhadap kapasitas rehidrasi surimi kering yang dihasilkan. Rehidrasi merupakan faktor penting dalam bahan pangan kering. Waktu rehidrasi yang diperlukan adalah 15 menit, dengan nilai rehidrasi tertinggi diperoleh trehalosa dengan nilai 3.813. Hal ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan surimi kering dari ikan marlin yang memiliki nilai kapasitas rehidrasi berkisar antara 3.5-5.4 (Pratiwiningsih, 2004). Rehidrasi merupakan sifat penting dalam mengukur kualitas pangan kering. Surimi kering mengalami kehilangan air selama proses liofilisasi, sehingga proses rehidrasi kembali dengan air menjadi paramater utama untuk melihat perubahan surimi kering.

Pengaruh jenis *dryoprotectant* terhadap sifat emulsi dan *foaming* tepung surimi lele disajikan pada Tabel 4. Emulsi dan *foaming* merupakan faktor penting bagi surimi untuk bisa menjadi bahan pangan *intermediate*. Kekuatan protein dalam memerangkap gas merupakan faktor utama yang menentukan karakteristik dari *foaming* protein. Sifat emulsi pada beberapa surimi telah banyak dilakukan antara lain pada ikan capelin (*Mallotus villosus*) dengan nilai kapasitas dan stabilitas emulsi 90 dan 38%, juga pada ikan batu bara (*Pollachius virens*) dengan kapasitas emulsi 82.5%, dan stabilitas emulsi 76.5% (Shaviklo *et al.* 2012). Nopianti *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa tepung surimi ikan kurisi (*Nemipterus* spp.) dengan penggunaan trehalosa menunjukkan kapasitas emulsi tertinggi

dibandingkan dengan surimi dengan penambahan palatinosa, polidekstroza, sukrosa dan sorbitol.

Tabel 4. Pengaruh jenis *dryoprotectant* terhadap sifat emulsi dan *foaming* tepung surimi ikan lele

Jenis <i>Dryoprotectant</i>	Emulsi (%)		<i>Foaming</i> (%)	
	Kapasitas	Stabilitas	Kapasitas	Stabilitas
Tanpa <i>dryoprotectant</i>	28.0±2.00 <sup>a</sup>	15.3±3.06 <sup>a</sup>	6.7±1.15 <sup>a</sup>	2.9±0.95 <sup>a</sup>
Trehalosa 6%	69.3±2.31 <sup>b</sup>	59.3±3.06 <sup>b</sup>	25.3±1.15 <sup>c</sup>	9.4±1.22 <sup>b</sup>
Karagenan 2%	68.6±1.15 <sup>b</sup>	40.0±3.06 <sup>b</sup>	17.3±1.10 <sup>b</sup>	5.3±0.64 <sup>a</sup>
Sukrosa 4% + sorbitol 4% + sodium tripolifosfat 0.3%	59.3±1.15 <sup>b</sup>	38.6±1.15 <sup>b</sup>	19.3±2.31 <sup>bc</sup>	5.3±0.81 <sup>a</sup>

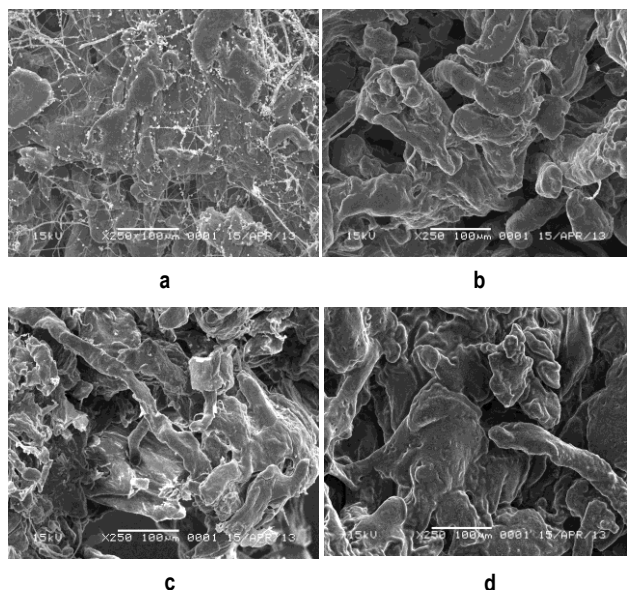
Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $p < 0.05$ )

Kapasitas emulsi terbaik adalah ketika komposisi protein hidrofilik dan hidrofobik seimbang. Surimi dengan penambahan trehalosa menunjukkan nilai kapasitas dan stabilitas emulsi yang paling baik dibandingkan dengan surimi tanpa penambahan *dryoprotectant*. Hal serupa juga dihasilkan oleh surimi ikan *Pollachius virens* dengan menggunakan *freeze drying*, tepung surimi dengan penambahan *cryoprotectant* menghasilkan kapasitas emulsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan surimi tanpa *cryoprotectant* (Shaviklo *et al.* 2012). Hal ini diduga karena trehalosa dapat menjaga komponen hidrofilik setelah pengeringan protein agar tidak mengalami denaturasi yang dapat menurunkan kapasitas emulsi dari surimi tepung.

Trehalosa menunjukkan nilai kapasitas daya buih yang paling tinggi (25.33%), diikuti dengan *dryoprotectant* dengan penambahan sukrosa, sorbitol, sodium tripolifosfat adalah 19.33%, dan karagenan 17.33%. Kapasitas daya buih yang baik mengindikasikan stabilitas protein yang baik (Huda *et al.* 2001; Shaviklo *et al.* 2012). Penelitian lain menghasilkan surimi dari ikan *Saurida* sp. dengan kapasitas daya buih 28.8% dan stabilitas emulsi menurun setelah 5 jam, *Nemipterus* spp. 34.6%, dan *Priacanthus tayenus* 29.9%, tetap stabil selama 8 jam (Huda *et al.* 2001). Daya buih akan bermanfaat terutama jika surimi berfungsi sebagai pengembang dan pengemulsi pada produk pangan.

Mikrostruktur tepung surimi dengan jenis *dryoprotectant* yang berbeda disajikan pada Gambar 2. Struktur daging surimi tanpa penambahan *dryoprotectant* terlihat rapuh dengan struktur jaringan yang patah (Gambar 2a). Terlihat banyak filamen-filamen daging yang tidak beraturan dan tidak menggumpal, disebabkan proses pengeringan hingga  $-40^{\circ}\text{C}$  yang berakibat terjadinya hidrasi air yang begitu besar di dalam jaringan daging sehingga tanpa bahan pengikat semua komponen nutrisi serta miofibril cenderung rusak atau terdenaturasi. Hal ini senada dengan hasil parameter lainnya yang

menunjukkan bahwa nilai daya ikat air, sifat emulsi, daya buih, kekuatan gel cenderung lebih rendah dibandingkan surimi dengan penambahan *dryoprotectant*.



Keterangan : (a. Tanpa penambahan *dryoprotectant*; b. Dengan penambahan trehalosa 6%; c. Dengan penambahan karagenan 2%; d. Dengan penambahan sukrosa 4%, sorbitol 4%, sodium tripolifosfat 0.3%)

Gambar 2. Mikrostruktur tepung surimi ikan lele dengan jenis *dryoprotectant* yang berbeda

Penggunaan trehalosa 6% menunjukkan mikrostruktur daging yang lebih baik dibandingkan dengan surimi (c) dan (d). Pelapisan dan penggumpalan trehalosa lebih merata di matriks daging walaupun tetap menghasilkan beberapa celah atau ruang kosong di dalam jaringan. Hal ini serupa dengan nilai daya ikat air dan sifat fisik surimi lainnya yang menunjukkan keunggulan trehalosa sebagai *dryoprotectant*. Sussich dan Cesaro (2008) melaporkan bahwa surimi dengan penggunaan trehalosa menunjukkan nilai daya ikat air yang baik dan mampu melindungi sifat fungsional surimi dan memiliki suhu transisi gelas yang tinggi. Trehalosa memiliki sifat higroskopis yang rendah dan stabil selama proses pengolahan, sebagai bahan tambahan trehalosa mampu melindungi protein surimi layaknya sorbitol dan sukrosa, selain itu Osako *et al.* (2005) juga menyatakan bahwa trehalosa menunjukkan keunggulan dalam mempertahankan kualitas surimi terutama kandungan miofibril selama penyimpanan.

Penambahan *dryoprotectant* campuran memperlihatkan mikrostruktur yang baik, dan serupa dengan surimi kering dengan penambahan trehalosa, diduga penambahan gula dan sodium tripolifosfat mampu mempertahankan konsistensi struktur daging surimi. Fosfat mampu mencegah proses pelipatan balik protein saat proses denaturasi sehingga komponen miofibril dapat terjaga dan mempertahankan mikrostruktur surimi. Fosfat dapat memisahkan aktomiosin dan berikatan dengan miosin. Miosin dan polifosfat akan berikatan dengan air dan menahan mineral dan vitamin. Pada proses pemasakan, miosin akan membentuk gel dan fosfat membantu

menahan air dengan menutup pori-pori mikroskopis dan kapiler. Fosfat dapat menambah nilai kelembutan dan memperbaiki sifat surimi, terutama sifat elastisitas dan kelembutan. Surimi dengan penambahan karagenan juga memperlihatkan hasil yang baik, karagenan mampu melindungi struktur daging dan matriks jaringan, juga celah kosong yang ditinggalkan sangat sedikit, namun terlihat banyak jaringan yang patah.

#### Karakteristik kualitas akhir surimi basah dan tepung surimi lele

Setelah diperoleh konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$ , frekuensi pencucian dan jenis *dryoprotectant* terbaik dalam proses pembuatan tepung surimi, maka pada tahap selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap penurunan kualitas surimi setelah diolah menjadi tepung surimi dengan melihat beberapa parameter antara lain proksimat, sifat fisik, kimia dan parameter mikrostruktur. Tabel 5 menyajikan perbandingan komposisi proksimat, sifat fisikokimia dan sensori surimi basah dan tepung surimi.

Tabel 5. Perbandingan hasil analisis proksimat, sifat fisikokimia dan sensori tepung surimi dan surimi basah ikan lele

Parameter	Surimi Basah (bk)	Tepung Surimi
Abu (%)	3.75±0.03	1.26±0.13
Protein (%)	63.39±0.14	41.4±2.00
Lemak (%)	1.85±0.06	1.76±0.16
Miofibril (%)	34.23±0.98	18.97±1.34
Rendemen (%)	25.24	6.41
Warna (L)	67.79	60.47
Daya ikat air (%)	85.28±0.85	75.03±1.18
Kekutan gel (g/cm <sup>2</sup> )	482.80±14.44	624.97±5.27
Uji lipat	4.83	3.23
Uji gigit	8.27	5.27
Sifat emulsi:		
Kapasitas Emulsi (%)	78.4±0.87	69.4±0.33
Stabilitas Emulsi (%)	68.7±0.76	57.3±3.39
Sifat foaming:		
Kapasitas foaming (%)	41±0.35	24.7±1.15
Stabilitas foaming (%)	18.5±1.14	9±0.40

Protein larut garam atau miofibril merupakan faktor utama kualitas surimi yang akan menentukan sifat gel surimi. Surimi basah memiliki kandungan miofibril sebesar 34.23% (bk) sedangkan tepung surimi 18.97%. Kandungan miofibril memegang peranan penting dan berpengaruh langsung terhadap beberapa parameter fisikokimia surimi lainnya. Proses pengeringan beku menghilangkan air hingga 80% dari surimi. Hal ini terlihat pada rendemen tepung surimi mencapai 6.41% dari total berat ikan awal. Dibandingkan dengan rendemen surimi basah yang bisa mencapai 25.24%, nilai tersebut merupakan hal wajar karena besarnya komponen air yang hilang selama proses pengeringan beku. Kualitas surimi diharapkan dapat kembali menyerupai kualitas surimi basah, yang dapat dilihat pada nilai kapasitas rehidrasinya yang telah dianalisis pada tahap sebelumnya.

Nilai abu dan lemak pada surimi cukup jauh dari standar jika dibandingkan dengan nilai standar minimal surimi beku (abu total maksimal 1% dan lemak maksimal 0.5%) (BSN, 2013). Hal ini dikarenakan bentuk surimi yang telah menjadi tepung

sehingga standar yang ditetapkan tidak bisa dijadikan acuan umum dalam pembuatan surimi kering atau tepung surimi. Tepung surimi dapat dikatakan sebuah konsentrat protein sehingga standar konsentrat protein ikan dapat digunakan untuk menilai kualitas tepung surimi yang dihasilkan. Kandungan lemak dari tepung surimi masih cukup tinggi yaitu 1.76%, masih di atas standar FAO (2011) untuk konsentrat protein ikan (KPI) yaitu 0.75% untuk KPI tipe A. Nilai protein tepung surimi juga masih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Huda *et al.* (2012) yang menghasilkan surimi ikan kurisi dengan kandungan protein hingga 77%. Standar KPI tipe A FAO juga mensyaratkan kandungan protein yaitu sebesar minimal 65% (FAO, 2011). Kandungan protein akhir tepung surimi sangat ditentukan oleh jenis ikan dan kandungan protein di ikan sebagai bahan baku surimi.

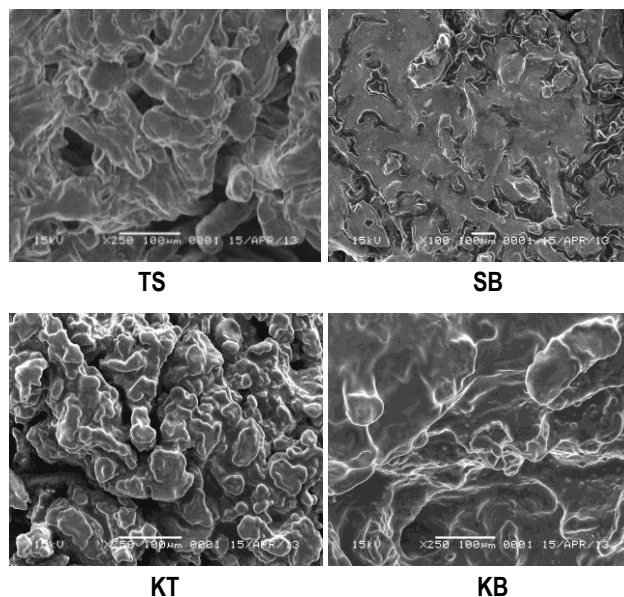
Tingkat kecerahan surimi juga mengalami penurunan walaupun tingkat kecerahan tepung surimi yang dihasilkan masih tergolong surimi *grade 1* (kualitas AA) (tingkat kecerahan > 46) (Lanier, 1992). Nilai daya ikat air pada tepung surimi juga mengalami penurunan, hal ini diduga disebabkan karena turunnya nilai miofibril selama proses pengeringan. Daya ikat air surimi kering lebih rendah dibandingkan dengan surimi basah. Proses pengeringan menyebabkan hidrasi di jaringan yang menjadikan matriks protein terurai dan terdenaturasi sehingga menyebabkan berkurangnya nilai daya ikat surimi kering. Kekuatan gel yang dihasilkan oleh surimi kering lebih tinggi dibandingkan dengan surimi basah, namun berdasarkan analisis gambar dari profil tekstur tepung surimi terdapat dua puncak yang menandakan adanya nilai kekerasan (*hardness*) pada surimi kering. Kekenyalan atau sifat gel cukup rendah juga dibuktikan dengan menurunnya nilai uji lipat dari 4.84 menjadi bernilai 3.23. Sehingga tepung surimi yang dihasilkan masih tergolong surimi kelas B (BSN, 2013).

Sifat emulsi surimi basah menunjukkan nilai 78.4% (kapasitas emulsi) dan 68.7% (stabilitas emulsi) sedangkan pada tepung surimi mengalami penurunan hingga 69.4% (kapasitas emulsi) dan 57.3% (stabilitas emulsi). Kapasitas emulsi mencapai optimum jika kandungan protein yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik seimbang (Foegeding dan Davis, 2011). Sedangkan kapasitas *foaming* surimi basah menunjukkan nilai 41% dan menurun hingga 24.7% pada tepung surimi, sedangkan stabilitasnya 18.5% dan menurun 9% pada tepung surimi. Berikut disajikan penampangan mikrostruktur tepung surimi dan setelah diolah menjadi kamaboko pada Gambar 3.

Mikrostruktur surimi ikan secara umum terlihat tidak teratur dan banyak terdapat jaringan-jaringan yang pecah. Daging yang mengalami penggilingan atau penghalusan secara mikrostruktur akan berubah, serabut-serabut otot terlihat tidak beraturan, karena proses penggilingan yang dilakukan sehingga serabut-serabut otot pecah dan akan saling bergabung menjadi bentuk yang tidak beraturan.

Gambar 3 menyajikan penampangan mikrostruktur tepung surimi dan surimi basah dan dalam bentuk olahannya (kamaboko). Penggunaan trehalosa terbukti dapat melindungi surimi selama proses pengeringan beku walaupun setelah diolah menjadi kamaboko terlihat struktur daging menggumpal namun memiliki poros kosong. Surimi basah (SB) menunjukkan mikrostruktur yang lebih seragam tidak ada celah atau ruang

kosong di matriks jaringannya. Saat diolah menjadi kamaboko terlihat struktur daging menggumpal sempurna dan jaringan tertutup sempurna, lain halnya dengan tepung surimi yang digunakan sudah banyak memiliki poros kosong, saat diolah menjadi kamaboko juga terlihat terjadi gumpalan akibat pengaruh garam dan pemanasan terhadap protein, namun susunan matriks jaringannya masih menyisahkan ruang kosong dan celah.



Gambar 3. Penampang mikrostruktur tepung surimi (TS), surimi basah (SB), kamaboko dari tepung surimi (KT), dan kamaboko dari surimi basah (KB)

Proses penggumpalan setelah pengolahan dengan penambahan garam dan panas akan mempercepat terjadinya pemecahan matriks protein dan terkoagulasi menjadi daerah padat atau menghasilkan tekstur yang keras (Aguilera dan Stanley, 1999). Penambahan garam pada saat pembuatan kamaboko dapat mengekstrak protein miofibril (miosin dan aktin) yang bertindak sebagai bahan penstabil dalam menghasilkan komponen emulsi kamaboko. Pada surimi kering dehidrasi jaringan meningkat bersamaan dengan distorsi miofibril (Kimura *et al.* 1991). Hal ini membuktikan walaupun surimi kering memiliki karakteristik kimia, fisika yang tidak jauh menurun dibandingkan dengan surimi basah namun secara mikrostruktur terdapat perbedaan yang jelas saat surimi kering kembali direhidrasi dengan air. Tidak semua bagian air mampu kembali mengisi celah-celah kosong di surimi kering.

Tepung surimi yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan sebelum dikeringkan (surimi basah), khususnya pada nilai kekuatan gel, dan atribut fisik lainnya. Namun secara umum tepung surimi memiliki kapasitas dan stabilitas emulsi yang cukup baik yang memiliki sifat lebih besar dari 50% (69.4 dan 57.3%). Sehingga tepung surimi diprediksi memiliki keunggulan lain sebagai bahan pengemulsi dan tepung surimi dapat dikembangkan sebagai pengemulsi pada beberapa produk pangan seperti sosis yang selama ini masih menggunakan konsentrat protein kedelai sebagai bahan pengemulsi.



## KESIMPULAN

Proses *defatting* dengan perendaman 0.75% NaHCO<sub>3</sub> selama 10 menit menunjukkan hasil signifikan yang mampu mereduksi lemak di filet lele. Pencucian surimi satu kali dan penggunaan trehalosa 6% sebagai *dryoprotectant* merupakan perlakuan terpilih dalam pembuatan tepung surimi ikan lele melalui proses pengering-bekuan. Terjadi penurunan kualitas dan sifat fisikokimia pada surimi setelah diolah menjadi tepung. Penampang mikrostruktur menunjukkan jaringan pada tepung surimi belum mampu mengembalikan rehidrasi secara sempurna ke bentuk surimi awal. Diperlukan kajian lebih dalam mengenai peningkatan mutu tepung surimi ikan lele, seperti penambahan bahan anti denaturasi yang dapat mempertahankan kandungan miofibril di surimi selama proses pengeringan beku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amiza MA, Ain KN. 2012. Effect of washing cycle and salt addition on the properties of gel from silver catfish (*Pangasius* sp.) surimi. 11<sup>th</sup> International Annual Symposium on Sustainability Science and Management 9<sup>th</sup>-11<sup>th</sup> July 2012, Terengganu, Malaysia.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Aquilera JM, Stanley DW. 1999. Microstructural Principles Food Processing and Engineering. 2<sup>nd</sup> ed. Maryland (USA): An Aspen Publ. Inc. Gaithersburg.
- Arfat YA, Benjakul S. 2012. Gelling characteristics of surimi from yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*). Int Aqua Res 4: 1-13. DOI: 10.1186/2008-6970-4-5.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2013. Surimi Beku: Spesifikasi, Bahan Baku, Penanganan dan Pengolahan. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional RI. SNI 01-2694:2013.
- Christensen D, Kirby D, Foged C, Agger EM, Andersen P, Perrie Y, Neilsen HM. 2008.  $\alpha,\alpha$ -trehalose 6,6-dibehenate in non-phospholipid-based liposomes enables direct interaction with trehalose, offering stability during freeze-drying. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes 1778: 1365-1373. DOI: 10.1016/j.bbamem.2008.01.013.
- Debusca A, Tahergorabi R, Beamer SK, Partington S, Jaczynski J. 2013. Interactions of dietary fibre and omega-3-rich oil with protein in surimi gels developed with salt substitute. Food Chem 141: 201–208. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.02.111.
- Foegeding EA, Davis JP. 2011. Food protein functionality: A comprehensive approach. Food Hydrocolloid 25: 1853-1864. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.05.008.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2011. Fish protein concentrate. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5917E/x5917e01.htm> [4 Maret 2013].
- Hajidoun HA, Jafarpour A. 2013. The influence of chitosan on textural properties of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi. J Food Proces Technol 4: 1-5. DOI: 10.4172/2157-7110.1000226.
- Hama K. 1999. Crystalline Trehalosa Dihydrate, A Multi-functional Sugar Extract. Hayashibara Trehalosa Symposium. Hokkaido (JAP): Department of Agriculture, University of Hokkaido.
- Higashiyama T. 2002. Novel functions and applications of trehalosa. Pure Appl Chem 74: 1263-1269. DOI: 10.1351/pac200274071263.
- Huda N, Aminah A, Abdul SB. 2001. Functional properties of surimi powder from three Malaysian marine fish. Int J Food Sci Technol 36: 401-406.
- Huda N, Santan P, Abdullah R, Yang TA. 2012. Effect of different dryoprotectant on functional properties of Thredfin bream surimi powder. J Fish Aqua Sci 7: 215-223. DOI: 10.3923/jfas.2012.215.223.
- Jafarpour A, Gorczyca EM. 2008. Alternative techniques for producing a quality surimi and kamaboko from common carp (*Cyprinus carpio*). J Food Sci 73: E415-424. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00937.x.
- Kanna K, Tanaka T, Kakuda K, Shimizu T. 1971. Denaturation of fish proteins by drying, III. Protein denaturation and histological changes in dehydrated fish muscle. Bull Tokai Reg Fish Res Lab 68: 51–60.
- Karayannakidis PD, Zotos A, Petridis D, Taylor KDA. 2007. The effect of initial wash at acidic and alkaline pHs on the properties of protein concentrate (kamaboko) products from sardine (*Sardina pilchardus*) samples. J Food Eng 78: 775–783. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.11.018
- Kimura I, Sugimoto M, Toyoda K, Seki N, Arai K, Fujita T. 1991. A Study on the cross-linking reaction of myosin in kamaboko "Suwari" gels. Nippon Suisan Gakkaishi 57: 1389-1396.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2011. KKP realisasikan target 2010. [http://www.kkp.go.id/index.php/mobile/arsip/c/3815/KKP-REALISASIKAN-TARGET-2010/?category\\_id=34](http://www.kkp.go.id/index.php/mobile/arsip/c/3815/KKP-REALISASIKAN-TARGET-2010/?category_id=34) [3 Juli 2013].
- Lanier TC. 1992. Measurement of Surimi Composition and Functional Properties. Di dalam: Lanier TC, Lee CM, editor. Surimi Technology. New York (USA): Marcel Dekker, Inc
- Laong SPP, Siriraksophon MS. 2007. Status of Surimi Industry in the Southeast Asia. Thailand: Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Lertwittayanon K, Benjakul S, Maqsood S, Encarnacion AB. 2013. Effect of different salts on dewatering and properties of yellowtail barracuda surimi. Int Aqua Res 5: 1-12. DOI: 10.1186/2008-6970-5-10.
- Liu J, Wang X, Ding Y. 2013. Optimization of adding konjac glucomannan to improve gel properties of low-quality surimi. Carbohydr Polym 92: 484-489. DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.08.096.
- Martin-Sanchez AM, Navarro C, Perez-Alvarez JA, Kuri V. 2009. Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: A review. Comp Rev Food Sci Food S 8: 359-374. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2009.00087.x.

- Mizuta S, Nakashima K, Yoshinaka R. 2007. Behaviour of connective tissue in fish surimi on fractionation by sieving. *Food Chem* 100: 477-481. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.09.068
- Nopianti R, Huda N, Ismail N. 2011. 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 DOI: 10.3923/ajft.2011.19.30.
- Nopianti R, Huda N, Fazilah A, Ismail N, Easa AM. 2012. Effect of different types of low sweetness sugar on physico-chemical properties of threadfin bream surimi (*Nemipterus* spp.) during frozen storage. *Int Food Res J* 19: 1011-1021.
- Ohkuma C, Kiyoshi K, Chotika V, Thanachan M, Sumate T, Rikuo T, Toru S. 2008. Glass transition properties of frozen and freeze-dried surimi products: Effects of sugar and moisture on the glass transition temperature. *Food Hydrocolloid* 22: 255-262. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2006.11.011.
- Osako K, Hossain MA, Kuwahara K, Nozaki Y. 2005. Effect of trehalose on the gel-forming ability, state of water and myofibril denaturation of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) surimi during frozen storage. *J Fish Sci* 71: 367-373. DOI: 10.1111/j.1444-2906.2005.00973.x.
- Park JW, Morrissey MT. 2004. Manufacturing of surimi from light musclefish. In: *Surimi and Surimi Seafood* (edited by J.W. Park). New York: Marcel Dekker, Inc. 23-58.
- Parvathy U, Sajjan G. 2014. Influence of cryoprotectant levels on storage stability of surimi from *Nemipterus japonicus* and quality of surimi based products. *J Food Sci Technol* 51: 982-987. DOI: 10.1007/s13197-011-0590-y.
- Phatcharat S, Benjakul S, Visessanguan W. 2006. Effects of washing with oxidising agents on the gel-forming ability and physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Chem* 98: 431-439. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.06.016.
- Pratiwiningsih IT. 2004. Kajian Sifat Fungsional, Mikrostruktur, dan Pendugaan Umur Simpan Surimi Kering dari Ikan Marlin (*Makaira* sp.). [Tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ramadhan K, Huda N, Ahmad R. 2011. Physico-chemical characteristics of surimi gels made from washed and mechanically deboned Peking duck meat. *As J Food Agr-Ind* 4: 114-121.
- Rawdkuen S, Sai-Ut S, Khamson S, Chaijan M, Benjakul S. 2009. Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process. *Food Chem* 112: 112-119. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.047.
- Santana P, Huda N, Yang TA. 2012. Technology for production of surimi powder and potential of applications. *Int Food Res J* 19: 1313-1323.
- Santana P, Huda N, Yang TA. 2013. Physicochemical properties and sensory characteristics of sausage formulated with surimi powder. *J Food Sci Technol Agustus* DOI: 10.1007/s13197-013-1145-1.
- Sathivel S, Yina H, Bechtel PJ, King JM. 2009. Physical and nutritional properties of catfish roe spray dried protein powder and its application in an emulsion system. *J Food Eng* 95: 76-81. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.04.011.
- Shaviklo GR, Thorkelsson G, Arason S, Sveinsdottir K. 2012. Characteristics of freeze-dried fish protein isolated from saithe (*Pollachius virens*). *J Food Sci Technol* 49: 309-318. DOI: 10.1007/s13197-011-0285-4.
- Sussich F, Cesaro A. 2008. Trehalose amorphization and recrystallization. *Carbohydr Res* 343: 2667-2674. DOI: 10.1016/j.carres.2008.08.008.
- Tina N, Nurul H, Ruzita A. 2010. Review article surimi-like material: challenges and prospects. *Int Food Res J* 17: 509-517. DOI: 10.3923/ajpsaj.2011.1.12.
- Trobos. 2008. Fillet lele: Membalik nasib lele bapukan. [http://www.trobos.com/show\\_article.php?rid=35&aid=1231](http://www.trobos.com/show_article.php?rid=35&aid=1231) [20 April 2012].
- Uju, Maryana F, Santoso J. 2007. Pemanfaatan refined carrageenan sebagai cryoprotectant pada penyimpanan beku surimi ikan Nila. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 10: 48-59.
- Venugopal V, Chawla SP, Nair PM. 1996. Spray dried protein powder from threadfin bream preparation, properties and comparison with FPC type B. *J Muscle Foods* 7: 55-71. DOI: 10.1111/j.1745-4573.1996.tb00587.x.
- Xu Y, Zhang M, Tu D, Sun J, Zhou L, Mujumdar AS. 2004. A two-stage convective air and vacuum freeze-drying technique for bamboo shoots. *Int J Food Sci Technol* 40: 589-595. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.00956.x.
- Yathavamoorthi R, Sankar TV, Ravishankar CN. 2010. Effect of ice storage and washing on the protein constituents and textural properties of surimi from *Labeo calbasu* (Hamilton, 1822). *Indian J Fish* 57: 85-91.
- Zhang Y, Zeng Q, Zhu ZW, Zhou R. 2010. Effect of ultrasonic treatment on the gel strength of tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi. *J Food Process Eng* 34: 533-548. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2009.00374.x.
- Zhou AM, Zeng QX, Liu X, Sun YM. 2003. The physicochemical changes of fish muscle protein during frozen storage and their affecting factors. *Food Sci* 24: 153-157.
- Zhou A, Benjakul S, Pan K, Gong J, Liu X. 2006. Cryoprotective effect of trehalose and sodium lactate on tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi during frozen storage. *Food Chem* 96: 96-103. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.013.