

APLIKASI GELOMBANG ULTRASONIK SEBAGAI ALTERNATIF UNTUK MEMPERTAHANKAN KESEGARAN *FILLET* IKAN NILA

Application of Ultrasonic Waves on Maintaining Freshness of Tilapia Fillet

Ruddy Suwandi*, Agoes Mardiono Jacob, Maya Sofia

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat
Telepon. (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

*Korespondensi: rdsuwandi@yahoo.com, mayasofia.ipb@gmail.com

Diterima 11 Februari 2015/Disetujui 21 April 2015

Abstrak

Fillet ikan termasuk salah satu produk perikanan yang mudah mengalami kemunduran mutu sehingga dibutuhkan teknik penanganan untuk mempertahankan kesegarannya. Gelombang ultrasonik telah banyak diaplikasikan pada beberapa jenis produk pangan untuk mempertahankan kesegaran melalui inaktivasi mikroba, namun aplikasinya untuk produk perikanan belum banyak dilakukan. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh gelombang ultrasonik terhadap parameter kesegaran ikan. Tahapan penelitian meliputi preparasi sampel, sonikasi, pengujian parameter kesegaran ikan dan pengamatan histologi. Gelombang ultrasonik tidak berpengaruh terhadap nilai organoleptik dan TVB, namun berpengaruh terhadap nilai pH dan TPC. Sampel dengan nilai TPC yang berbeda nyata diuji TPC kembali pada penyimpanan ke-48 jam dan 96 jam. Hasil pengujian nilai TPC menunjukkan bahwa sampel dengan durasi sonikasi selama 9 menit ($5,2 \times 10^4$ koloni/g) memiliki jumlah mikroba lebih rendah dibandingkan sampel tanpa sonikasi ($9,2 \times 10^4$ koloni/g). Hasil analisis histologi menunjukkan bahwa sonikasi menyebabkan struktur serabut otot terlihat kurang kompak dan pecahnya miomer.

Kata kunci: *Fillet*, gelombang ultrasonik, histologi, ikan nila, kesegaran, sonikasi

Abstract

Fish fillet is one of fisheries products that easily deteriorated; hence handling techniques are needed to maintain the freshness. Ultrasonic wave have been widely applied to some of food products for maintaining freshness through microbial inactivation, however the ultrasonic application to fisheries products has not been reported. The purpose of this study was to analyze the effect of ultrasonic wave on fish freshness. The stages of the study were sample preparation, sonication, freshness parameters examination and histology observation. Ultrasonic wave did not affect the organoleptic value and the TVB, but affected the pH value and the TPC. The sample in which the TPC value was found significantly different, were further observed after 48 and 96 hours storage. The result showed that the TPC value of sonicated sample for 9 minutes was lower to that of without sonication. Histology analysis showed, however, sonication made the structure of muscle fiber less compact and deformation of myomer was found.

Keyword: *Fillet*, freshness, histology, nile tilapia, sonication, ultrasonic wave

PENDAHULUAN

Teknologi pangan saat ini telah berkembang pesat. Beberapa inovasi yang dilakukan bertujuan untuk mempertahankan kualitas produk yang akan dipasarkan

untuk memenuhi permintaan konsumen. Industri pangan salah satunya perikanan, membutuhkan teknologi yang mudah dan efisien untuk diaplikasikan dalam penggunaannya pada jenis-jenis produk

unggulan, misalnya *fillet* ikan. Sifat dari *fillet* ikan yang mudah mengalami kemunduran mutu, membutuhkan teknologi alternatif yang dapat membantu mempertahankan kesegaran *fillet* ikan. Teknologi alternatif yang mudah dan efisien untuk mempertahankan kesegaran ikan adalah menggunakan gelombang ultrasonik.

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal yang tidak dapat didengar oleh telinga manusia karena memiliki frekuensi tinggi, dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas (Zhou *et al.* 2009). Penelitian dengan aplikasi gelombang ultrasonik dalam bidang pangan khususnya pengawetan melalui inaktivasi mikroorganisme telah banyak dilakukan, diantaranya treatment bakteri pada produk daging (Brown *et al.* 2010), treatment bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Herceg *et al.* 2012) dan *Enterobacteriae* pada susu (Juraga *et al.* 2011), untuk inaktivasi fungi *Aspergillus flavus* dan *Penicillium digitatum* (Malo-Lopez *et al.* 2005), dan mengontrol mikroba dalam sistem pengolahan air (Broekman *et al.* 2010). Cui *et al.* (2010) melaporkan selain dapat mengawetkan produk, pemberian gelombang ultrasonik pun dapat menjaga kandungan gizi pada produk.

Aplikasi gelombang ultrasonik pada produk daging juga telah dilaporkan. Gambuteanu dan Alexe (2013) membandingkan perubahan sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi antara daging babi yang diproses thawing secara normal dan thawing menggunakan ultrasonik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tidak adanya perubahan yang signifikan. Chang *et al.* (2012) meneliti pengaruh sonikasi terhadap perubahan karakteristik kolagen dari daging sapi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sonikasi dengan frekuensi rendah memiliki efek perubahan signifikan pada karakteristik kolagen. Kordowska-Wiater dan Stasiak (2011) meneliti pengaruh ultrasonik terhadap bakteri gram negatif pada kulit

ayam. Hasil penelitian tersebut menunjukkan *Pseudomonas* sangat sensitif terhadap gelombang ultrasonik dengan daya reduksi hingga 4,0 log CFU/cm².

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut diduga gelombang ultrasonik dapat diaplikasikan pada industri perikanan, khususnya dalam mempertahankan kesegaran *fillet* ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh gelombang ultrasonik terhadap parameter kesegaran *fillet* ikan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan ukuran 200-250 g per ekor. Bahan-bahan lain merupakan bahan yang digunakan untuk analisis pH (larutan buffer standar pH 7 dan 4, akuades), analisis *Total Plate Count* (larutan KH₂PO₄ 1,7% steril, PCA), analisis *Total Volatile Base* (H₃BO₃, K₂CO₃, TCA 7%, HCl 0,02 N). Bahan yang digunakan untuk uji histologi yaitu larutan Buffer Normal formalin 10% (Merck p.a.), alkohol p.a. 50-100% (Merck), xylol p.a. (Merck), paraffin p.a. (Merck), hematoksilin p.a. (Merck), eosin p.a. (Merck), dan *mounting agent* p.a. (Merck).

Alat-alat utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain osiloskop (Model GOS-622G, 20MHz) dan Function Generator (Model BK Precision 4011A, 5MHz) untuk sonikasi sampel. Pengujian TVB menggunakan timbangan analitik, *homogenizer* (Model Nissei Am), cawan conway dan inkubator. Uji pH menggunakan pH meter (Eutech Instrument). Uji TPC menggunakan oven, inkubator dan autoklaf. Analisis organoleptik menggunakan *score sheet fillet* ikan berdasarkan SNI 01-2346-2006. Uji histologi menggunakan oven (Yamato DV 40), mikrotom putar (Yamato Kohki LR-85), dan mikroskop cahaya (Model Olympus CX41) beserta kamera DP21.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, antara lain pembuatan *fillet* ikan, sonikasi *fillet* ikan dengan durasi yang berbeda, pengujian parameter kesegaran ikan (Organoleptik, pH, TVB, TPC), analisis mikroba selama penyimpanan, dan uji histologi. Ikan nila segar dimatikan secara langsung dengan cara ditusuk pada bagian medulla oblongata. Pengambilan *fillet* tanpa kulit dilakukan untuk pengujian organoleptik, pH, TVB, dan TPC. Daging juga diambil dalam bentuk *fillet* yang berkulit untuk pengujian histologi dan disimpan dalam coolbox yang berisi es. Sebelum dilakukan pemaparan dengan gelombang ultrasonik, wadah khusus untuk pengujian dipersiapkan terlebih dahulu. Setelah wadah disiapkan, selanjutnya *fillet* ikan dimasukkan ke dalam wadah yang digunakan sebagai ruang sonikasi untuk meletakkan sampel, kemudian alat pemancar gelombang ultrasonik dinyalakan untuk memberikan paparan gelombang pada sampel. Frekuensi sonikasi yang digunakan adalah 20 kHz dan durasi sonikasi adalah 6, 9, dan 12 menit (mengacu pada Herceg *et al.* 2012). Setelah proses sonikasi, selanjutnya *fillet* ikan diambil dan dilakukan uji organoleptik (BSNa 2006), uji nilai pH (Apriyantono *et al.* 1989), uji nilai Total Volatile Base (Apriyantono *et al.* 1989), uji nilai Total Plate Count (BSNb 2006).

Analisis TPC (BSN^b 2006)

Prinsip kerja analisis TPC adalah penghitungan jumlah bakteri yang ada di dalam sampel (daging ikan) dengan pengenceran sesuai kebutuhan dan dilakukan secara duplo. Pembuatan larutan contoh dilakukan dengan mencampurkan 10 gram sampel yang telah dihancurkan yang diambil dari bagian punggung ikan, lalu dimasukkan ke dalam botol yang berisi 5 mL larutan KH_2PO_4 1,7% steril, kemudian ditambah aquades 500 mL, dikocok sampai larutan homogen. Campuran larutan contoh tersebut diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam botol berisi 9 mL larutan garam sehingga diperoleh

contoh dengan pengenceran 10^{-2} , setelah itu dikocok agar homogen. Pengenceran dilakukan sesuai dengan keperluan penelitian, biasanya sampai pengenceran 10^{-5} . Pemipetan dilakukan dari masing-masing tabung pengenceran sebanyak 1 mL larutan contoh dan dipindahkan ke dalam cawan petri steril secara duplo menggunakan pipet steril. Media agar dimasukkan ke dalam cawan petri sebanyak 10 mL dan digoyangkan sampai permukaan agar merata (metode tuang), kemudian didiamkan beberapa saat hingga dingin dan mengeras. Cawan petri yang telah berisi agar dan larutan contoh dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu $35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ selama 48 jam \pm 1 jam dengan posisi cawan petri yang dibalik. Pengamatan selanjutnya dilakukan dengan menghitung jumlah koloni yang ada di dalam cawan petri tersebut. Jumlah koloni bakteri yang dihitung adalah cawan petri yang mempunyai koloni bakteri antara 25-250 koloni. Analisis ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Organoleptik

Kenampakan

Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan, yaitu diawali pada jam ke-1 seluruh sampel yang diberi perlakuan tidak mengalami perubahan karena semua perlakuan menunjukkan nilai 7 (spesifikasi: daging berwarna putih, kurang cemerlang, bersih, rapi, menarik, dan garis yang terbentuk dari tulang belakang maupun linea lateralis berwarna merah, redup dan tidak terbelah). Nilai organoleptik kenampakan menurun pada jam ke-4 dengan nilai 5 (spesifikasi: daging putih agak kehijauan, kurang cemerlang, kurang menarik, dan garis yang terbentuk dari tulang belakang maupun linea lateralis merah kecoklatan dan sedikit terbelah). Berdasarkan nilai organoleptik kenampakan yang dihasilkan, *fillet* ikan masih memiliki spesifikasi kenampakan ikan yang segar walaupun terjadi penurunan pada setiap jam. Penurunan nilai kenampakan ini

Tabel 1 Nilai organoleptik kenampakan *fillet* ikan nila

Perlakuan sonikasi	Waktu (jam ke-)				
	1	2	3	4	5
Tanpa sonikasi	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	4 ^a
Sonikasi 6 menit	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	4 ^a
Sonikasi 9 menit	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a
Sonikasi 12 menit	7 ^a	7 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* pada kolom menunjukkan tidak beda nyata ($p < 0,05$).

diduga adanya proses kemunduran mutu akibat aktivitas mikroba dan enzim proteolitik yang mendegradasi protein pada daging ikan. Perubahan nilai organoleptik pada parameter kenampakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut Weeber *et al.* (2008), proses perubahan pada *fillet* ikan tersebut terjadi karena aktivitas enzim dan mikroorganisme. Kedua hal tersebut menyebabkan tingkat kesegaran ikan menurun. Berdasarkan hasil statistik nilai organoleptik kenampakan yang dihasilkan tidak berbeda nyata. Durasi sonikasi tidak mempengaruhi nilai organoleptik kenampakan.

Bau

Fillet ikan yang tanpa dan dengan perlakuan sonikasi (6, 9, 12 menit) diuji secara organoleptik pada jam ke-1 hingga ke-5 untuk menentukan nilai baunya. Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan, yaitu diawali pada jam ke-1 seluruh sampel yang diberi perlakuan tidak mengalami perubahan karena semua perlakuan menunjukkan nilai 7 (spesifikasi: bau segar, spesifik jenis). Nilai organoleptik bau menurun pada jam ke-5 dengan nilai 5 (spesifikasi: Bau kurang segar,

sedikit bau amoniak dan ada bau tambahan). Berdasarkan nilai organoleptik bau yang dihasilkan, *fillet* ikan memiliki spesifikasi bau ikan segar walaupun terjadi penurunan pada setiap jam. Perubahan nilai organoleptik pada parameter bau dapat dilihat pada Tabel 2.

Penurunan nilai organoleptik ini diduga akibat terbentuknya basa volatil hasil dari degradasi protein oleh enzim proteolitik maupun aktivitas mikroba. Karungi *et al.* (2003), pembentukan basa volatil terjadi akibat degradasi protein dan derivatnya menghasilkan sejumlah basa yang mudah menguap yaitu amoniak, histamin, dan H₂S yang berbau busuk. Menurut Jaffres *et al.* (2011), penyusun komponen volatil dari produk perikanan meliputi 3-metil-1-butanal, 2,3-butanedione, 2-metil-1-butanal, 2,3-heptanedione, dan trimetilamin. Seluruh sampel memiliki nilai organoleptik bau yang seragam setiap jamnya. Berdasarkan hasil statistik nilai organoleptik bau yang dihasilkan tidak berbeda nyata. Durasi sonikasi tidak mempengaruhi nilai organoleptik bau.

Tekstur

Fillet ikan yang segar akan menunjukkan

Tabel 2 Nilai organoleptik bau *fillet* ikan nila

Perlakuan sonikasi	Waktu (jam ke-)				
	1	2	3	4	5
Tanpa sonikasi	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a
Sonikasi 6 menit	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a
Sonikasi 9 menit	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a
Sonikasi 12 menit	7 ^a	6 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* pada kolom menunjukkan tidak beda nyata ($p < 0,05$).

Tabel 3 Nilai organoleptik tekstur *fillet* ikan nila

Perlakuan sonikasi	Waktu (jam ke-)				
	1	2	3	4	5
Tanpa sonikasi	8 ^a	7 ^a	5 ^a	5 ^a	4 ^a
Sonikasi 6 menit	8 ^a	7 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a
Sonikasi 9 menit	8 ^a	7 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a
Sonikasi 12 menit	8 ^a	7 ^a	6 ^a	5 ^a	5 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* pada kolom menunjukkan tidak beda nyata ($p < 0,05$).

tekstur daging ikan yang elastis, sementara tekstur ikan yang tidak elastis menunjukkan bahwa *fillet* ikan sudah mengalami kemunduran mutu atau busuk. Perubahan nilai organoleptik pada parameter tekstur dapat dilihat pada Tabel 3.

Fillet ikan yang tanpa dan dengan perlakuan sonikasi (6, 9, 12 menit) diuji secara organoleptik pada jam ke-1 hingga ke-5 untuk menentukan nilai teksturnya. Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan, yaitu diawali pada jam ke-1 seluruh sampel yang diberi perlakuan tidak mengalami perubahan karena semua perlakuan menunjukkan nilai 8 (spesifikasi: elastis, padat dan kompak). Nilai organoleptik bau menurun pada jam ke-5 dengan nilai 5 (spesifikasi: kurang elastis, lunak dan kompak). Nilai organoleptik tekstur *fillet* ikan masih memiliki spesifikasi tekstur ikan yang segar walaupun terjadi penurunan

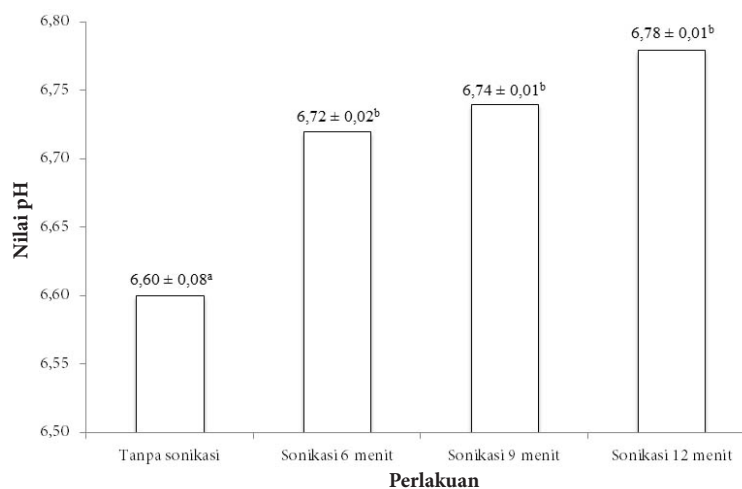
pada setiap jam. Penurunan nilai organoleptik ini diduga akibat aktivitas enzim katepsin yang merusak struktur daging ikan menjadi lunak dan kurang elastis.

Aktivitas katepsin sangat berpengaruh terhadap tekstur daging ikan karena katepsin dapat menurunkan fleksibilitas (kekenyalan) sehingga daging ikan menjadi tidak elastis dan jaringan daging ikan melunak (lembek) (Haard dan Simpson 2000). Hasil statistik nilai organoleptik tekstur yang dihasilkan tidak berbeda nyata. Durasi sonikasi tidak mempengaruhi nilai organoleptik tekstur.

Derajat Keasaman (pH)

Indikator pengukuran tingkat kesegaran ikan salah satunya dapat ditentukan melalui uji penentuan nilai derajat keasaman (pH) (Gambar 1).

Hasil yang tersaji pada Gambar 1 dapat



Keterangan: Huruf 'a' dan 'b' adalah hasil uji lanjut Duncan terhadap nilai pH yang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).

Gambar 1 Histogram nilai derajat keasaman (pH) *fillet* ikan nila

dilihat bahwa sampel tanpa sonikasi berbeda nyata dengan sampel yang disonikasi selama 6 menit, 9 menit, dan 12 menit. Durasi sonikasi pada *fillet* ikan mempengaruhi nilai pH. Perubahan nilai pH yang terjadi pada sampel kontrol dan sampel yang disonikasi diduga karena pengaruh gelombang ultrasonik yang mampu menjaga *fillet* ikan tetap segar. Khairanita *et al.* (2013), perubahan pH daging ikan sangat dipengaruhi proses autolisis dan serangan bakteri. Berdasarkan nilai pH yang dihasilkan, *fillet* ikan masih dikategorikan sebagai ikan segar walaupun terdapat perbedaan pada setiap sampelnya, dimana nilai pH ikan segar berkisar 6,2-7,0 (Eskin 1990).

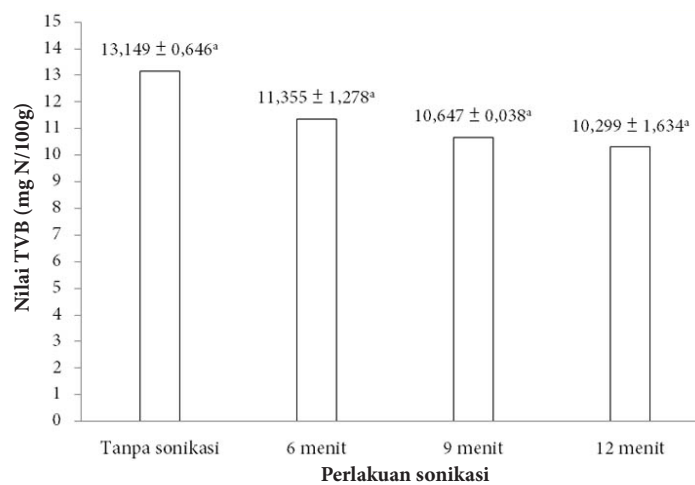
Total Volatile Base

Berdasarkan uji statistik, nilai TVB semua sampel hasil penelitian tidak berbeda nyata. Gelombang ultrasonik tidak mempengaruhi nilai TVB. Menurut Jonsdottir *et al.* (2008), perubahan nilai TVB pada ikan lebih dipengaruhi oleh aktivitas proteolisis dari enzim dan mikroba yang menghasilkan basa volatil. Menurut Jayasooria *et al.* (2007), gelombang ultrasonik memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas enzim melalui proses denaturasi protein. Ercan dan Soysal (2013) menyatakan bahwa

gelombang ultrasonik menciptakan getaran terus menerus dan menyebabkan modifikasi struktur sekunder dan tersier protein akibat pemecahan ikatan hidrogen atau interaksi Van der Waals dalam rantai polipeptida. Perubahan ini menyebabkan banyak hilangnya aktivitas enzim. Nilai TVB yang dihasilkan *fillet* ikan masih dikategorikan sebagai ikan segar dan layak konsumsi walaupun terdapat perbedaan pada setiap sampelnya, dimana standar nilai TVB ikan segar berkisar pada nilai 10-20 mg N/100 g daging (Sen 2005). Nilai TVB *fillet* ikan nila dapat dilihat pada Gambar 2.

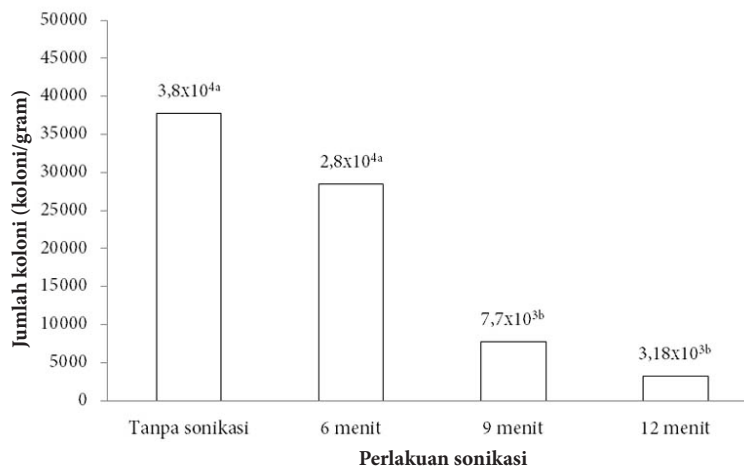
Total Plate Count

Berdasarkan hasil pengujian TPC dapat dilihat bahwa sampel tanpa sonikasi tidak berbeda nyata dengan sampel yang disonikasi selama 6 menit, namun kedua sampel tersebut berbeda nyata dengan sampel yang disonikasi selama 9 menit dan sampel yang disonikasi selama 12 menit. Durasi sonikasi pada *fillet* ikan mempengaruhi nilai TPC. Nilai TPC yang digunakan sebagai data yang berbeda nyata adalah sampel tanpa sonikasi dan sampel yang diberi sonikasi selama 9 menit. Nilai TPC pada sampel tanpa sonikasi lebih besar dibandingkan dengan sampel yang disonikasi selama 9 menit. Nilai tersebut menandakan adanya perbedaan jumlah mikroba pada



Keterangan: Huruf 'a' adalah hasil uji statistik terhadap nilai TVB yang menunjukkan tidak beda nyata ($p > 0,05$)

Gambar 2 Histogram nilai Total Volatile Base (TVB) *fillet* ikan nila



Keterangan: Huruf 'a' dan 'b' adalah hasil uji lanjut Duncan terhadap nilai TPC yang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

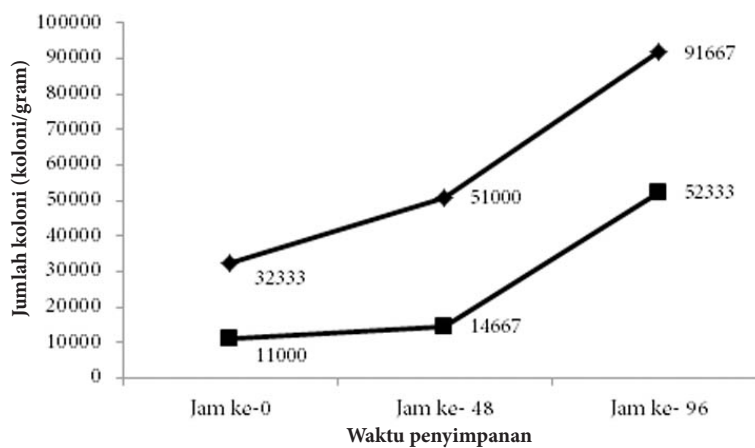
Gambar 3 Histogram nilai Total Plate Count (TPC) fillet ikan nila

kedua sampel. Nilai TPC *fillet* ikan nila dapat dilihat pada Gambar 3.

Pembandingan jumlah koloni mikroba dengan perlakuan sonikasi dan perlakuan lainnya dalam menghambat pertumbuhan mikroba perlu dilakukan. Sampel yang disonikasi selama 9 menit memiliki nilai TPC sebesar $7,7 \times 10^3$ koloni/g. Penelitian lain, Suptijah *et al.* (2008) melaporkan bahwa penggunaan chitosan pada *fillet* ikan patin memiliki nilai TPC sebesar $1,3 \times 10^4$ koloni/g. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa jumlah koloni mikroba yang diberi perlakuan

gelombang ultrasonik memiliki nilai TPC lebih rendah dibandingkan dengan nilai TPC *fillet* ikan yang diberi perlakuan chitosan. Gelombang ultrasonik cukup efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba, hal ini diduga karena gelombang ultrasonik mampu menghambat aktivitas mikroba maupun membunuh mikroba.

Menurut Joyce *et al.* (2003), gelombang ultrasonik dapat menjaga produk pangan dari mikroba melalui kerusakan membran sel akibat getaran yang ditimbulkan oleh gelombang ultrasonik. Ketika membran



Gambar 4 Grafik nilai TPC selama penyimpanan (◆ = tanpa sonikasi, ■ = sonikasi 9 menit)

sel mikroba rusak, maka cairan akan keluar sehingga fisiologi dari mikroba akan terhambat dan memungkinkan mikroba mati.

Nilai TPC *Fillet* Selama Penyimpanan

Sampel yang digunakan untuk pengujian TPC dari *fillet* ikan dengan tambahan penyimpanan adalah sampel tanpa sonikasi dan sampel yang disonikasi selama 9 menit. Penyimpanan dilakukan selama 96 jam dengan pengamatan setiap 48 jam pada suhu beku (*freezing*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sonikasi terhadap laju pertumbuhan mikroba pada *fillet* ikan selama penyimpanan. Hasil pengujian TPC *fillet* ikan selama penyimpanan disajikan pada Gambar 4.

Hasil yang tersaji pada Gambar 4, jumlah mikroba semakin tinggi seiring lamanya penyimpanan. Adanya pertumbuhan mikroba yang lebih cepat pada rentang waktu tersebut yang disebabkan kondisi lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan mikroba, sehingga mikroba aktif berkembang biak dengan cara membelah diri selama penyimpanan. Faktor yang berperan dalam pertumbuhan mikroba ditentukan oleh keadaan lingkungan serta temperatur yang cocok. Umumnya mikroba yang hidup pada kondisi lingkungan yang sesuai mampu membelah diri setiap 20-30 menit. Jenis bakteri lain dapat membelah diri kurang dari 10 menit pada kondisi lingkungan yang optimum (Couturier dan Rocha 2006).

Sampel yang disonikasi selama 9 menit memiliki nilai TPC penyimpanan yang relatif lebih rendah dibandingkan sampel tanpa sonikasi. Perbedaan nilai yang diperoleh pada tiap sampel menunjukkan bahwa mikroba awal yang hidup tetap memiliki kemampuan untuk tumbuh walaupun pertumbuhan berjalan lambat karena proses sonikasi yang dilakukan pada sampel yang disonikasi selama 9 menit, sehingga diperoleh nilai TPC yang lebih rendah selama penyimpanan. Munandar *et al.* (2009), jumlah bakteri semakin meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan. Lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan bakteri

yang menyebabkan bakteri dapat tumbuh secara maksimal.

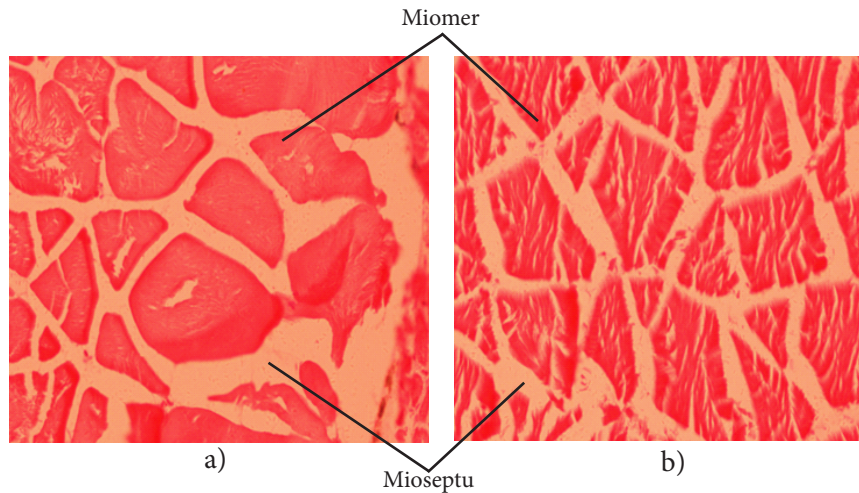
Daging ikan dinyatakan tidak layak konsumsi menurut SNI 7338: 2009 bila nilai TPC lebih dari 5×10^5 koloni/g (BSN 2009). Hasil yang disajikan pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa *fillet* ikan nila pada jam ke-4 dari sampel tanpa sonikasi dan sampel yang disonikasi selama 9 menit dikatakan masih layak untuk dikonsumsi karena memiliki jumlah mikroba sebesar $9,2 \times 10^4$ koloni/g dan $5,2 \times 10^4$ koloni/g ($< 5 \times 10^5$ koloni/g).

Analisis Histologi

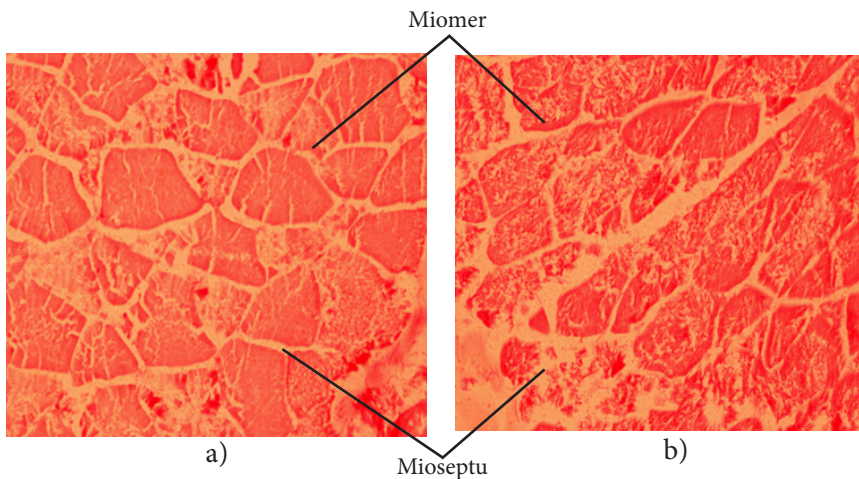
Analisis histologi dilakukan untuk mengetahui struktur jaringan daging secara mikroskopis. Sampel yang diamati antara lain sampel tanpa perlakuan dan sampel yang disonikasi 9 menit dimana masing-masing sampel dianalisis pada kondisi segar dan busuk. Hasil analisis histologi pada sampel kondisi segar disajikan pada Gambar 5a.

Gambar 5, sampel kontrol tanpa sonikasi memiliki struktur daging yang terlihat lebih kompak dan teratur dibandingkan sampel dengan sonikasi. Sonikasi dapat mempengaruhi perubahan struktur daging yaitu daging menjadi tidak kompak dan tidak menyatu. Sonikasi dapat membuat daging ikan lebih berair akibat keluarnya sarkoplasma dari dalam miomer. Dolatowski *et al.* (2007), gelombang ultrasonik menyebabkan gangguan sel membran yang dapat meningkatkan keempukan daging baik secara langsung, melalui melemahnya fisik struktur otot, atau secara tidak langsung oleh aktivasi enzim proteolitik baik dengan pelepasan enzim katepsin dari lisosom dan atau dari Ca^{2+} ion dari intraseluler sehingga dapat mengaktifkan enzim kalpain.

Analisis histologi juga dilakukan pada sampel dalam kondisi busuk. Proses sonikasi dilakukan pada sampel pada kondisi segar. Setelah proses sonikasi selesai, sampel yang telah disonikasi dibiarkan hingga mencapai kondisi busuk. Hasil analisis histologi pada sampel kondisi busuk disajikan pada Gambar 5b.



Gambar 5a Jaringan ikan nila segar (400 kali)
a) tanpa sonikasi b) dengan sonikasi



Gambar 5b Jaringan ikan nila busuk (400 kali)
a) tanpa sonikasi b) dengan sonikasi

Hasil analisis histologi pada Gambar 5b, dapat dilihat adanya tingkat kerusakan daging pada sampel yang disonikasi selama 9 menit (Gambar 5b). Sonikasi dan hasil degradasi daging berpengaruh secara enzimatik serta mikrobiologis selama proses pembusukan berlangsung. Kim *et al.* (2002), selama proses pembusukan enzim proteolitik berperan dalam degradasi protein. Enzim proteolitik seperti katepsin berada dalam organel lisosom dimana lisosom ini berada dalam serabut otot dan membrane sel (Hu dan Leung 2006). Aktifnya enzim katepsin mampu merusak serabut otot pada daging ikan sehingga secara histologi daging ikan terlihat sangat rusak dan tidak kompak. Chereta *et al.*

(2007) yang menyebutkan bahwa pengaruh enzim proteolitik (katepsin dan kalpain) dapat merusak miofibril daging ikan dan menyebabkan penurunan tingkat kekenyalan daging.

KESIMPULAN

Sampel dengan durasi sonikasi 0 menit dan 9 menit menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap nilai pH dan TPC dengan nilai masing-masing berturut-turut $6,60 \pm 0,08$ dan $6,74 \pm 0,01$; serta $3,8 \times 10^4$ koloni/g dan $7,7 \times 10^3$ koloni/g. Durasi sonikasi tidak memberikan pengaruh terhadap nilai organoleptik dan TVB. Hasil pengujian seluruh parameter kesegaran menunjukkan bahwa *fillet* ikan nila

berada dalam kondisi segar. Selama 96 jam penyimpanan, sampel *fillet* ikan nila tanpa sonikasi dan sonikasi 9 menit memiliki nilai TPC $9,2 \times 10^4$ koloni/g dan $5,2 \times 10^4$ koloni/g. Perlakuan sonikasi pada *fillet* mengakibatkan pecahnya miomer.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia 7338-2009. Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan. Jakarta: Badan Standardisasi Indonesia.
- Broekman S, Pohlmann O, Beradwood ES. 2010. Ultrasonic treatment for microbiological control of water systems. *Ultrasonic Sonochemistry*: 1-11.
- Brown T, Gardner M, Osborn MS, Patist A, Schaefer DL, Steiner R, Wiens ML. 2010. Ultrasonic treatment for preparing meat product. United States Patent. US20100209568A1.
- Chang HJ, Xu XL, Zhou GH. 2012. Effects of characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic processing. *Food Bioprocess Technology* 5:285-297.
- Chereta R, Ladrat CD, Anton ML, Bagnis VV. 2007. Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. *Food Chemistry* 101(4):1474-1479.
- Couturier E, Rocha EPC. 2006. Replication-associated gene dosage effects shape the genomes of fast-growing bacteria but only for transcription and translation genes. *Molecular Microbiology* 59(5):1508-1518.
- Cui L, Pan Z, Yue T, Atungulu GG, Berrios J. 2010. Effect of ultrasonic treatment of brown rice at different temperatures on cooking properties and quality. *Journal of Cereal Chemistry* 87(5):403-408.
- Dolatowski ZJ, Stadnik J, Stasiak D. 2007. Applications of ultrasound in food technology. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment* 6(3):89-99.
- Ercan SS, Soysal C. 2013. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Science* 5(8A2): 5-13.
- Eskin NAM. 1990. *Biochemistry of Foods*. Second edition. San Diego (USA): Academic Press. Inc.
- Gambuteanu C, Alexe P. 2013. Effects of ultrasound assisted thawing on microbiological, chemical and technological properties of unpackaged pork Longissimus dorsi. *Food Technology* 37(1):98-107.
- Haard NF, Simpson BK. 2000. *Seafood Enzymes*. New York (USA): Marcel Dekker, Inc.
- Herceg Z, Jambrak AR, Lelas V, Thagard SM. 2012. The effect of high intensity ultrasound treatment on the amount of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in milk. *Journal of Food Technology Biotechnology* 50(1):46-52.
- Hu KJ, Leung PC. 2006. Food digestion by cathepsin L and digestion-related rapid cell differentiation in shirmp hepatopankreas. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146:69-80.
- Jaffres E, Lalanne V, Mace S, Cornet J, Cardinal M, Serot T, Dousset X, Joffraud JJ. 2011. Sensory characteristics of spoilage and volatile compounds associated with bacteria isolated from cooked and peeled tropical shrimps using SPME-GC-MS analysis. *International Journal of Food Microbiology* 147(3):195-202.
- Jayasooriya SD, Torley PJ, D'Arcy BR, Bhandari BR. 2007. Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine *Semitendinosus* and *Longissimus muscles*. *Meat Science* 75:628-639.
- Jonsdottir R, Olafsdottir G, Chanie E, Haugen JE. 2008. Volatile compounds suitable for rapid detection as quality indicators of cold smoked salmon (*Salmo salar*). *Food Chemistry* 109:184-195.
- Joyce E, Phull SS, Lorimer JP, Mason TJ. 2003. The development and evaluation of ultrasound for the treatment of bacterial suspensions: a study of frequency, power and sonication time on cultured *Bacillus*

- species. *Ultrasonic Sonochem* 10:315-318.
- Juraga E, Salamon BS, Herceg Z, Jambrak AR. 2011. Application of high intensity ultrasound treatment on Enterobacteriae count in milk. *Mljekarstvo* 61(2):125-134.
- Karungi C, Byaruhanga YB, Muyonga JH. 2003. Effect of pre-icing duration on quality deterioration of iced Nile perch (*Lates niloticus*). *Journal Food Chemistry* 85:13-17.
- Khairanita K, Suciati P, Ayu K, Manan A, Alamsjah A. 2013. Eksplorasi rafinosa biji kapas sebagai pengganti formalin dalam pengawetan ikan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 5(2):151-155.
- Kim SK, Park PJ, Kim JB, Shahidi F. 2002. Purification and Characterization of the collagenase from the tissue of filefish *Novoden modestrus*. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 35(2):165-171.
- Kordowska-Wiater M, Stasiak DM. 2011. Effect of ultrasound on survival of gram-negative bacteria on chicken skin surface. *Bull Vet Inst Pulawy* 55:207-210.
- Malo-Lopez A, Palou E, Fernandez-Jimenez M, Alzamora SM, Guerrero S. 2005. Multifactorial fungal inactivation combining thermosonication and antimicrobials. *Journal of Food Engineering* 67:87-93.
- Munandar A, Nurjanah, Nurimala M. 2009. Kemunduran mutu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) penyimpanan suhu rendah dengan perlakuan cara kematian dan penyiangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 12(2):88-101.
- Sen DP. 2005. *Advances in Fish Processing Technology*. New Delhi (IND): Allied Publishers PVT, Ltd.
- Suptijah P, Gushagia Y, Sukarsa DR. 2008. Kajian efek daya hambat terhadap kemunduran mutu fillet ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) pada penyimpanan suhu ruang. *Buletin Teknologi Hasil Perairan* 11(2):89-101.
- Weeber J, Bochi VC, Ribeiro CP, Victo AM, Emanuelli T. 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry* 106(2008):140-146.
- Zhou B, Feng H, Luo Y. 2009. Ultrasound enhanced sanitizer efficacy in reduction of *Escherichia coli* 0157:H7 population on spinach leaves. *Journal of Food Science* 74(6):308-313.