

Aplikasi Metode TTSR (Tekanan Tinggi Suhu Rendah) Dalam Pengolahan Bandeng Duri Lunak

Application of LTHP Methode (Low Temperature High Pressure) on Processing of Softbone Milkfish

Apri Dwi Anggo^{1)*}, Putut Har Riyadi¹⁾, Laras Rianingsih¹⁾, Ima Wijayanti¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

^{*)} Penulis korespondensi: aprianggo78@gmail.com

ABSTRACT

Processing of softbone milkfish is very vulnerable to reduce the quality of products nutrients. Experiments on the use of different pressure on softbone milkfish processing using the LTHP (Low Temperature High Pressure) method have been conducted. The aim of this research was to compare the regular processing of softbone milkfish with LTHP method and to examine the effect of pressure difference on low temperature processing ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) on the product quality produced. The raw material is milkfish with weight 200-250g from Semarang. The equipment used is a modified autoclave, thermocouple as well as some physical and chemical test equipment. The results showed that the different cooking methods gave a significant different on the softbone milkfish quality produced. Different pressures during low temperature processing can not reduce bone hardness to the softbone limit. The results of organoleptic tests show that all parameters are accepted by consumers, but for the value of bone hardness shows a high value which means the bone is still hard. Different treatments gave significant effect on the reduction of available lysine, dissolved protein and its proximate value.

Key word: *softbone milkfish, temperature, pressure, modified autoclave*

ABSTRAK

Pengolahan bandeng duri lunak sangat rentan untuk menurunkan kualitas nutrisi produk yang dihasilkan. Percobaan tentang penggunaan tekanan yang berbeda pada pengolahan bandeng duri lunak menggunakan metode TTSR (Tekanan Tinggi Suhu Rendah) telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan pengolahan bandeng duri lunak biasa dengan metode TTSR serta mengkaji pengaruh perbedaan tekanan pada pengolahan bersuhu rendah ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) terhadap kualitas bandeng duri lunak yang dihasilkan. Bahan baku penelitian adalah ikan bandeng dengan berat 200-250 g dari Semarang. Alat yang digunakan adalah seperangkat peralatan autoklaf termodifikasi, *thermocouple*, serta beberapa peralatan uji fisik dan kimiawi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan metode pemasakan memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas bandeng duri lunak yang dihasilkan. Tekanan yang berbeda selama pengolahan bersuhu rendah belum bisa menurunkan kekerasan tulang sampai batas yang dikehendaki. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa semua parameter diterima konsumen, tetapi untuk nilai kekerasan tulang menunjukkan nilai tinggi yang berarti tulang tersebut masih keras. Perbedaan perlakuan memberikan berpengaruh nyata terhadap penurunan kandungan lisin, protein terlarut dan nilai proksimatnya.

Kata Kunci: Bandeng duri lunak, suhu, tekanan, autoklaf termodifikasi.

PENDAHULUAN

Kelunakan tulang ikan merupakan penciri produk bandeng presto. Kelunakan tulang tersebut bisa diperoleh dengan proses pengolahan pada suhu dan tekanan tinggi. Pengaturan besarnya suhu, tekanan dan lama waktu perlu dilakukan untuk membuat variasi pengolahan agar pelunakan tulang bisa optimal. Pemanasan akan mendegradasi matriks ikatan dalam tulang sehingga tulang menjadi lunak.

Perkembangan metode pengolahan dengan menggunakan tekanan terus berkembang sampai saat ini, seperti yang telah dilakukan oleh Castro, *et al.*, (2006) yang meneliti tentang pengaruh kombinasi suhu, tekanan dan *pre-treatment* pada tekstur *frozen bell peppers* (*Capsicum annuum*); Sampels (2015) yang menjelaskan tentang penggunaan *pressure* dalam teknologi pengolahan ikan khususnya terhadap mikroba; Rode and Hovda (2016) yang mempelajari tentang tekanan tinggi untuk penyimpangan ikan. Metode pengolahan bertekanan tinggi yang saat ini juga baru dikembangkan adalah modifikasi peralatan presto atau autoklaf. Alat ini biasa disebut dengan alat LTHPC (*Low Temperature High Pressure Cooking*) atau bisa juga disebut TTSR (Tekanan tinggi suhu rendah). Rahayoe, *et al.*, (2009) menyebut alat ini dengan Peralatan masak dengan *puffing* tekanan udara. *Puffing* adalah pemberian tekanan yang berupa gas dan suhu tertentu selama waktu tertentu pada bahan kemudian tekanan dilepaskan dengan tiba-tiba. Hal ini menyebabkan terjadinya eksplosi gas dan menyebabkan struktur bahan menjadi porus. Pemasakan dengan manipulasi tekanan (*puffing*) dapat digunakan untuk memperbaiki atau bahkan merusak kualitas tekstur makanan.

Alat tersebut diatas adalah modifikasi dari model autoklaf *portable* yang diberikan modifikasi penambahan peralatan kompresor untuk meningkatkan tekanan dalam alat tersebut walaupun pada suhu yang rendah. Alat ini bisa menghasilkan tekanan melebihi tekanan autoklaf biasa pada suhu yang sama. Peralatan autoklaf modifikasi ini dirancang untuk bisa digunakan mengolah makanan pada suhu rendah (dibawah 100°C) tetapi mempunyai tekanan yang tinggi. Metode pengolahan bisa diatur dengan melakukan kombinasi suhu dan tekanan yaitu dengan metode TTSR (Tekanan Tinggi Suhu Rendah) selama waktu pemasakan tertentu atau dengan metode lain menggunakan TTST (Tekanan Tinggi Suhu Tinggi) dengan waktu tertentu pula.

Nutrisi yang banyak terkandung dalam bandeng presto adalah asam amino lisin. Lisin merupakan asam amino penting bagi tubuh tetapi sangat rentan rusak akibat pemanasan. Metode pemasakan bandeng presto yang menggunakan suhu tinggi dan tekanan tinggi sangat memungkinkan untuk mengurangi nutrisi tersebut selama pemasakan. Dengan menguji coba kombinasi suhu rendah dan tekanan tinggi (TTSR) diharapkan degradasi nutrisi dalam bandeng

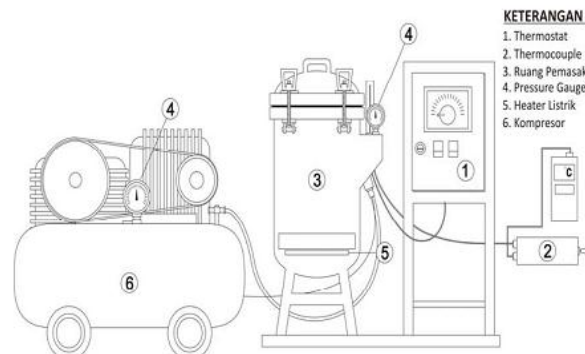
duri lunak bisa dikurangi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan pengolahan bandeng presto biasa dengan metode TTSR serta mengkaji pengaruh perbedaan tekanan pada pengolahan bersuhu rendah dengan peralatan autoklaf modifikasi serta menganalisa kualitas produk yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku penelitian yang digunakan adalah ikan bandeng dengan berat antara 200-250 g per ekor berasal dari Semarang dalam keadaan segar. Selama menunggu proses, ikan disimpan dalam keadaan dingin dengan suhu -4°C .

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah seperangkat peralatan TTSR atau autoklaf termodifikasi yang terdiri dari *vertikal autoclave* dilengkapi dengan kompresor seperti pada gambar 1. Sumber panas berasal dari kompor berbahan bakar gas LPG. Suhu diukur dengan alat thermocouple ketelitian $0,1^{\circ}\text{C}$



Gambar 1. Peralatan presto modifikasi atau yang disebutkan oleh Rahayoe, *et al* (2009) sebagai peralatan masak dengan *puffing* tekanan udara.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *eksperimental laboratories*. Rancangan dasar yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor perlakuan yaitu perbedaan tekanan selama pengolahan. Pengulangan dilakukan 3 kali.

Pengukuran Suhu Dan Tekanan

Probe sensor suhu dipasang pada bagian *coldest point* ikan. *Probe* dihubungkan dengan *thermocouple* untuk mengetahui dan mencatat sejarah suhu selama pengolahan. Tekanan ditentukan dengan mengatur kompresor melalui *valve* tekanan dan diukur menggunakan *pressuregauge*.

Penelitian dilakukan dengan membuat variasi tekanan pada suhu dan waktu tertentu. Tekanan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1, 2, 3 dan 4 atm. Suhu pengolahan pada $\pm 100^{\circ}\text{C}$ dengan lama waktu pemasakan selama 120 menit. Penentuan waktu dihitung sejak suhu dan tekanan sudah sesuai dengan yang ditetapkan. Pada dasarnya belum ada ketetapan standar tentang batasan penggunaan suhu dan tekanan dalam proses pemasakan sehingga ditentukan berdasarkan studi pustaka pada penelitian sebelumnya dari Anggo (2010). Kontrol perlakuan dibuat dengan pemasakan bandeng duri lunak menggunakan autoklaf biasa pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$ tekanan 1-1,5 atm selama 60 menit. Setelah proses pemasakan selesai, sampel kemudian diuji sesuai dengan parameter yang diamati dan data yang diperoleh ditabulasikan untuk dianalisis lebih lanjut.

Uji Kekerasan Tulang Ikan

Kekerasan tulang diukur secara obyektif dengan peralatan TA-TX. Tingkat kekerasan bahan diperhitungkan dengan cara memberikan gaya tekan terhadap bahan dengan besar gaya tertentu hingga bahan mengalami deformasi (Bourne, 2002). Secara subyektif, kekerasan tulang diukur dengan penilaian panelis menggunakan *scoresheet* uji kekerasan tulang.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap produk sesuai SNI-01-2346-2006 (BSN, 2006) dengan menggunakan *scoresheet* penilaian.

Uji Proksimat (kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar air)

Meliputi uji kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar air menggunakan prosedur dari AOAC (2005).

Uji Asam Amino Lisin

Kandungan lisin ditentukan menggunakan metode dari Sudarmadji, *et al.*, (1997), menggunakan alat spectrophotometer. Sampel ditimbang sebanyak 1-2 g kemudian diblender dengan ditambahkan 100 mL kuades. Disaring dan diambil 10 mL diencerkan 100 mL aquadest, diambil 1 mL lalu dimasukkan tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL reagen ninhidrin dalam metil solusol (metilen glikol monometil ester), dipanaskan dalam penangas air selama 20 menit. Serapan warna kemudian ditera dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 570 nm.

Analisis Protein Terlarut

Protein terlarut dianalisis berdasarkan metode Lowry-Folin dengan spektrofotometer (Sudarmadji, *et al.*, 1997). Sampel 5 mL ditambahkan akuades sampai volume 100 mL. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring, diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah Lowry D. Sampel segera digojog dengan vorteks

dan inkubasi pada suhu kamar selama 15 menit. Lowry E (3 mL) ditambahkan kedalam cuplikan dan harus segera digojog, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 45 menit dan segera diukur absorbansinya pada 590 nm. Kurva standar bovin serum albumin dibuat dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1/mL H₂O sehingga diperoleh garis regresi hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi protein. Berdasarkan garis ini kadar protein cuplikan bisa diketahui.

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah menggunakan komputer dengan software Microsoft Excel, dianalisis dengan anova kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah Suhu dan Waktu Pemasakan

Suhu yang diterima rata-rata sampel telah sesuai dengan yang direncanakan. Di dalam retort, tekanan akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu (Richardson, 2001). Begitu juga pemasakan dengan autoklaf biasa dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tekanan juga meningkat seiring dengan kenaikan suhunya. Dari hasil percobaan, didapatkan data bahwa tekanan autoklaf mulai terlihat meningkat setelah suhu pemasakan mencapai 100°C, sedangkan suhu dibawah itu (80°C dan 90°C) terlihat jarum *pressuregauge* masih menunjukkan angka nol.

Tingkat Kekerasan Tulang

Nilai kekerasan tulang bandeng pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap pemasakan. Kekerasan tulang bandeng hasil pemasakan autoklaf biasa menunjukkan perbedaan nyata dengan hasil dari pemasakan metode TTSR. Nilai kekerasan tulang pemasakan autoklaf biasa lebih lunak dibandingkan dengan metode TTSR. Data tabel menunjukkan bahwa pemasakan dengan suhu rendah walaupun dengan tekanan tinggi, tingkat kekerasan tulang yang dihasilkan masih tinggi. Bisa dibandingkan dengan hasil uji subyektif yang menunjukkan hasil pemasakan autoklaf biasa mempunyai nilai 3 yang berarti sudah lunak sedangkan dengan metode TTSR masih bernilai 7-8 yang berarti cukup keras sampai keras. Hal diatas membuktikan bahwa tekanan tinggi pada suhu rendah tidak berpengaruh terhadap proses pelunakan tulang walaupun dimasak pada waktu yang lebih lama. Tekanan yang diberikan tidak mampu untuk merusak matrik susunan tulang bandeng jika tidak dikombinasi dengan suhu yang tinggi. Purnomowati (2006), menjelaskan kerasnya tulang ikan disebabkan adanya bahan anorganik meliputi unsur-unsur kalsium, phosphor, magnesium, khlor, flour dan bahan organik seperti serabut-serabut kolagen.

Tabel 1. Hasil uji kekerasan tulang bandeng pada pemasakan selama penelitian.

Metode pemasakan	Suhu (°C)	Tekanan (atm)	Rerata (gf)	Uji subyektif
Autoklaf biasa	120	1-1.5	309,91 ±147,67 ^c	3,93
TTSR	100	1	4.973,97 ±1.275,33 ^a	8,14
		2	4.468,01 ±2.247,02 ^a	7,00
		3	4.973,97 ±927,26 ^a	7,14
		4	2.128,49 ±1,404,16 ^b	7,14

Keterangan: ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Taraf kepercayaan sebesar 95%.

Prinsip pengolahan bandeng presto adalah menggunakan suhu dan tekanan tinggi sehingga dapat mempengaruhi kekerasan pada tulang bandeng tersebut. Data tabel diatas menunjukkan bahwa pemberian *pressure* saja pada suhu yang sama, tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap kelunakan tulang yang dihasilkan. Berbeda dengan penelitian dari Rodrigo, *et al.*, (2006) yang membuktikan bahwa *pressure* telah mempengaruhi besaran laju inaktivasi (k) enzim lipoxigenase pada tomat. Hasil yang diperoleh dalam tabel dimungkinkan berbeda jika pemberian *pressure* dikombinasikan dengan suhu yang tinggi.

Hasil Uji Organoleptik

Secara umum, bandeng dari pemasakan autoklaf biasa maupun dengan metode TTSR bisa diterima dengan baik oleh konsumen seperti terdapat pada Tabel 2. Hasil yang diperoleh berkisar 6,96-7,83, dimana batas penerimaannya adalah 6,0. Tetapi penilaian ini dilakukan terhadap daging ikannya, sedangkan penerimaan subyektif khusus kekerasan tulang menunjukkan hasil yang berbeda. Seperti terlihat pada Tabel 1 bahwa pemasakan metode TTSR masih menghasilkan tulang yang keras.

Tabel 2. Nilai organoleptik bandeng duri lunak selama penelitian.

Metode pemasakan	Suhu (°C)	Tekanan (atm)	Kenampakan	Bau	Rasa	Tekstur	Lendir	Rerata overall
Autoklaf biasa	121	1-1.5	7,07	7,93	8,71	7,50	7,93	7,83 ±0,609
TTSR	100	1	6,79	6,93	6,36	7,36	7,36	6,96±0,421
		2	7,86	7,79	7,14	7,43	8,00	7,64±0,350
		3	7,79	7,21	6,21	7,71	8,14	7,41±0,748
		4	7,50	6,43	6,07	8,07	8,43	7,30±1,022

Keterangan: ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Taraf kepercayaan sebesar 95%.

Perubahan nilai organoleptik disebabkan oleh perubahan sifat-sifat pada bahan pangan yang pada umumnya mengarah pada penurunan mutu. Hadiwiyo, *et al.*, (1999) menjelaskan bahwa kenampakan produk bandeng presto didefinisikan sebagai keutuhan bandeng presto yang kompak. Pemberian tekanan yang berbeda terhadap ikan bandeng selama pemasakan

dengan metode TTSR, ternyata tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai organoleptik bandeng duri lunak yang dihasilkan maupun dengan pemasakan autoklaf biasa.

Hasil Uji Proksimat

Hasil uji proksimat, rata-rata menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Kadar protein, lemak, abu dan air dari kontrol terlihat berbeda nyata terhadap perlakuan yang diberikan. Pengaruh proses pemasakan terlihat dari adanya perubahan komposisi proksimat ikan segar sebelum dengan setelah proses pemasakan. Kadar air, abu, protein dan lemak pada ikan bandeng segar berturut-turut adalah $74,07 \pm 1,64\%$; $1,27 \pm 0,33\%$; $20,72 \pm 0,43\%$; $3,94 \pm 0,97\%$ sedangkan setelah pemasakan, hasil bisa dilihat pada tabel 3.

Hasil penelitian ini menghasilkan produk bandeng presto dengan kadar air antara 32,91%-47,67%. Selama proses pemasakan bandeng presto terjadi kehilangan sejumlah air pada ikan. Data pada tabel 3 memperlihatkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan, maka kadar air juga semakin menurun. Tekanan akan mendesak air pada bahan sehingga ikatannya dengan bahan akan terlepas, akibatnya air akan terdorong keluar yang menyebabkan kadar air menjadi berkurang. Pada kadar air kontrol, selain mendapatkan tekanan, faktor suhu tinggi juga berpengaruh terhadap berkurangnya kadar air. Triyono (2010) menjelaskan bahwa pemanasan akan membuat protein bahan terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya menurun.

Penurunan kadar air dalam bahan pangan akan berpengaruh terhadap komposisi kimiawi yang lain. Kadar protein, kadar lemak serta kadar abu (*wet basis*) juga mengalami perbedaan nyata pada beberapa perlakuan, seperti pada Tabel 3. Perubahan kandungan protein diantaranya disebabkan oleh perubahan struktur protein akibat denaturasi selama pengolahan yang mengakibatkan kualitas protein menurun (Ghozali *et al.*, 2004). Oleivera *et al.*, (2017) menyatakan bahwa perlakuan tekanan tinggi akan mengakibatkan perubahan susunan kuaterner, tertier dan sekunder protein, denaturasi, agregasi, presipitasi dan gelatinisasi pada berbagai intensitas tekanan. Protein yang terdenaturasi akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan pada suhu 50°C atau lebih. Triyono (2010) menambahkan bahwa perlakuan panas dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan seperti meningkatnya daya guna protein sebab pemanasan pada proses pengolahan dapat menginaktifkan atau menurunkan protein *inhibitor*.

Table 3. Hasil uji proksimat bandeng duri lunak selama penelitian.

Metode pemasakan	Tekanan (atm)	Kadar air % (bb)	Kadar Abu % (bb)	Kadar Protein % (bb)	Kadar Lemak % (bb)
Autoklaf biasa	1-1,5	43.07±1.73 ^b	4.22 ±0.26 ^c	24.05±0.80 ^{bc}	15.58 ±1.57 ^b
TTSR	1	47.67±1.30 ^a	5.93±0.22 ^a	26.77 ±0.54 ^a	18.89 ±1.14 ^a
	2	44.57±1.42 ^{ab}	5.32 ±0.17 ^b	25.27 ±0.94 ^{ab}	17.63 ±1.04 ^{ab}
	3	38.76±1.34 ^c	4.74 ±0.20 ^b	22.89 ±1.19 ^c	13.24 ±1.88 ^c
	4	32.91±1.75 ^d	4.15 ±0.09 ^c	19.54 ±0.70 ^d	10.36 ±0.91 ^d

Catatan : ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Taraf kepercayaan sebesar 95%.

Pemberian *pressure* yang berbeda pada bahan akan memberikan besaran daya tekan yang berbeda juga terhadap bahan. Olievera, *et al.*, (2017) menyampaikan bahwa *High Pressure* adalah teknologi yang efektif dalam pengolahan pangan tetapi bisa memberikan pengaruh terhadap kenampakan, tekstur dan komposisi kimia. Efek yang terjadi akibat perbedaan besaran daya tekan tersebut akan mempengaruhi perbedaan komposisi kimiawinya. Tekanan akan mendesak bahan sehingga memaksa sebagian komponen kimiawi keluar dari bahan. Pada kadar lemak, *pressure* menyebabkan berkurangnya kandungan lemak seiring dengan peningkatan *pressure* yang diberikan selama pemasakan seperti pada Tabel 3.

Hasil uji Kandungan lisin dan Protein Terlarut

Data dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan maka kandungan lisin dan protein terlarut semakin rendah. Kombinasi panas dengan tekanan tinggi akan mengakibatkan kerusakan protein khususnya lisin. Dijelaskan oleh Susanti (2008) bahwa lisin merupakan jenis asam amino yang sangat mudah rusak baik oleh perlakuan fisik dan adanya reaksi Maillard. Menurut Swastawati *et al.* (2015), semakin lama waktu pemasakan maka lisin akan semakin mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh panas yang berlebihan yang merusak protein. Menurut Sikorski (2004), pemanasan dapat menyebabkan hilangnya beberapa asam amino yang mengandung sulfur dan residu lisin dalam protein.

Proses pengolahan merubah kandungan lisin dan kadar protein terlarut bahan. Nilai kandungan lisin dan protein terlarut pada kondisi segar sebesar 28,56±1,36 mg/g dan 15,41±1,61%, kemudian mengalami perubahan setelah pengolahan seperti pada Tabel 4. Basmal *et al.* (1997) menunjukkan dalam penelitiannya bahwa selama pengolahan panas, penurunan asam amino tertentu dalam bahan makanan dapat diakibatkan dari reaksi kimia misalnya antara lisin dan alanin menjadi lisoalanin.

Tabel 4. Kandungan lisin dan protein terlarut pada bandeng duri lunak selama penelitian.

Metode pemasakan	Kandungan lisin (mg/g)	Protein terlarut (%)
Autoklaf biasa	9,55 ±1,74 ^b	10,83±1,85 ^{ab}
TTSR	13,63±1,34 ^a	12,75±1,08 ^a
	11,59±1,20 ^{ab}	9,95±0,83 ^b
	6,45±0,56 ^c	6,65±0,79 ^c
	2,91±0,69 ^d	3,30±0,76 ^d

Catatan : ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Taraf kepercayaan sebesar 95%.

Penurunan kandungan lisin bisa juga disebabkan akibat dari adanya reaksi *maillard* yang terjadi akibat proses pengolahan menggunakan suhu tinggi. Hal ini dijelaskan oleh Sasea, *et al.* (2005) bahwa pada keadaan panas, gula dan asam amino dari protein bereaksi dengan gugus aldehida atau keton dari gula pereduksi dan menghasilkan warna coklat. Brestensky *et al.* (2014) menjelaskan bahwa reaksi *Maillard* merupakan salah satu penyebab menurunnya kandungan lisin. Selama reaksi ini, kelompok ε-amino lisin mengikat gula pereduksi. Adanya ε-amino lisin menyebabkan ketersediaan protein rendah karena gugus amino ini interaktif dengan senyawa lain yang akan membuat lisin menjadi tidak tersedia.

Pengolahan dengan tekanan tinggi, juga terlihat mempengaruhi keberadaan lisin. Adanya faktor suhu ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) ditambah dengan peningkatan tekanan, akan semakin menurunkan keberadaan lisin. Hal ini terbukti dari Tabel 4 bahwa semakin tinggi tekanan maka kandungan lisin akan semakin berkurang dan terjadi perbedaan nyata antar perlakuan.

Begitu pula dengan protein terlarut. Data pada Tabel 4 juga menunjukkan bahwa pengaruh dari proses pemasakan berbeda dan tekanan yang berbeda selama pengolahan, memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan jumlah protein terlarut. Semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka jumlah protein terlarut akan semakin besar. Hal ini dimungkinkan, ketika tekanan diperbesar, maka protein yang larut dalam air akan keluar bersamaan dengan berkurangnya air (dapat dilihat pada Tabel 1). Teori ini didukung oleh Hadiwiyoto *et al.* (1999) yang menjelaskan bahwa pemasakan dengan uap panas bisa menyebabkan hidrolisa protein dimana sebagian menjadi mudah larut dan keluar bersama-sama dengan drip.

Proses pengolahan akan menyebabkan protein ikan kehilangan sifat larutnya. Jacob *et al.* (2008) menjelaskan bahwa adanya denaturasi protein menyebabkan terjadinya koagulasi dan menurunkan solubilitas atau daya kemampuan larutnya. Apituley (2009) menambahkan bahwa denaturasi protein berhubungan erat dengan penurunan protein terlarut karena agregasi maupun terbentuknya kompleks diantara protein serta terbentuknya jembatan disulfida yang dapat menyebabkan meningkatnya hidrofobisitas permukaan protein, dimana kesemuanya bisa mengakibatkan perubahan konformasi struktur sekunder maupun tersier protein. Hasil penelitian

Zilic *et al.* (2006), menunjukkan bahwa saat suhu mencapai 100°C bahkan di atas itu, kandungan protein larut air mengalami penurunan yang maksimal.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini bahwa perbedaan metode pemasakan memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas bandeng duri lunak yang dihasilkan. Produk bandeng duri lunak yang diolah dengan metode TTSR diterima oleh konsumen tetapi belum untuk nilai kekerasan tulangnya. Metode pengolahan TTSR berpengaruh nyata terhadap penurunan kandungan lisin, protein terlarut dan nilai proksimatnya. Tekanan tinggi pada suhu rendah belum bisa melunakkan tulang ikan bandeng serta semakin tinggi tekanan mengakibatkan kualitas ikan bandeng duri lunak semakin menurun walaupun pada pengolahan suhu rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan pada Departemen Pendidikan Nasional atas bantuan dana penelitian tahun anggaran 2015 sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggo, A.D. 2010. Kinetika pelunakan tulang dan penetrasi panas pada pemasakan bandeng (*Chanos chanos* sp) Duri lunak berbumbu. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Thesis. (*Unpublised*).
- 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.
- Apituley, D. 2009. Pengaruh Penggunaan Formalin Terhadap Kerusakan Protein Daging Ikan Tuna (*Thunus* sp). J. Agritech. Vol. 29. No.1.
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01-2346-2006. Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta.
- Basmal, J., Utomo, B.S.B., dan Taylor, K.D.A. 1997. Pengaruh Perebusan, Penggaraman dan Penyimpanan terhadap Penurunan Kandungan Lisin yang Terdapat dalam Ikan Pindang. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, Jakarta, Vol. VI No. 2 tahun 1997.
- Bourne MC. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Second Edition. Westport – Connecticut.
- Brestensky, M., Nitrayova, S., Heger, J., Patras P., Rafay, J., dan Sirotkin, A. 2014. Methods For Determination Reactive Lysine In Heat-Treated Foods And Feeds. Journal Microbiol Biotech, Vol 4 No. 1. Institute of Nutrition, 13-15 hlm.

- Castro S M, Loey A V, Saraiva J A, Smout C, Hendrick M. 2007. Effect of Temperature, Pressure and Calcium Soaking Pre-Treatments and Pressure Shift Freezing on The Texture and Texture Evolution of Frozen Green Bell Peppers (*Capsicum annuum*). Eur Food Res Technol (2007) 226:33–43.
- Ghozali, Thomas, Dedi Muchtadi, dan Yaroh. 2004. Peningkatan Daya Tahan Simpan Sate Bandeng (*Chanos chanos*) dengan Cara Penyimpanan Dingin dan Pembekuan. J. Infotek. Vol. 6 No.1.
- Hadiwiyoto, S., Naruki, S., Satyanti, S., Rahayu, H., dan Riptakasari, D. 1999. Perubahan Kelarutan Protein, Kandungan Lisin (Available), Mentionin, dan Histidin Bandeng Presto Selama Penyimpanan dan Pemasakan Ulang. Agritech vol. 19 No. 2. Universitas Gajahmada, Yogyakarta, 72-82 hlm.
- Hartulistiyoso E. 2000. Retort Statis (still retort). Dasar-dasar Teori dan Praktek Proses Thermal. Editor Hariyadi P. Pusat Studi Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Jacob, A. M., Hamdani, M., dan Nurjannah. 2008. Perubahan Komposisi Kimia Dan Vitamin Daging Udang Ronggeng (*Harpiosquilla Raphidea*) Akibat Perebusan. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan Vol XI No. 2, Institut Pertanian Bogor, 76-88 hlm.
- Olievera F A, Neto O C, Santos L M R, Ferreira E H R, and Rosenthal A. 2017. Effect of High Pressure on Fish Meat Quality- A review. Trens in Food Science & Technology 66 (2017) 1-19.
- Purnomowati, I. 2006. Bandeng Duri Lunak. Kanisius. Yogyakarta.
- Purwoko, T dan Handajani, N, S. 2007. Kandungan Protein Kecap Manis Tanpa Fermentasi Moromi Hasil Fermentasi *Rhizopus oryzae* dan *R. oligosporus*. Biodiversitas, Vol. 8 No. 3, FMipa Universitas Sebelas Maret, 223-227 hlm.
- Rahayoe S, Rahardjo B, Wahid A. 2009. Model Kinetika Perubahan Sifat Mekanis Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Selama Pemasakan Bertekanan (*Puffing*) dan Pengovenan. Makalah Bidang Teknik Produk Pertanian. Peran Teknik Pertanian dalam Pengembangan Agroindustri Berbasis Bahan Baku Lokal. Seminar Nasional dan Gelar Teknologi PERTETA, Mataram 8 – 9 Agustus 2009. ISSN 2081-7152.
- Richardson P. 2001. Thermal Technologies in Food Processing. CRC Press. Boca Raton. New york. Woodhead Publisng limited. Abington Hall. Abington. Cambrigde. England
- Rodrigo D, Jolie R, Loey A V, Hendrickx M. 2006. Combined Thermal and High Pressure Inactivation Kinetics of Tomato Lipoxygenase. European Food Res Technol (2006) 222: 636–642.
- Rode TM and Hovda M B. 2016. High Pressure Processing Extend the Shelf life of Fresh Salmon, Cod and Mackerel. Food Control 70 (2016) 242-248.
- Sasea, Y., Moningka, J., Mamujaja, C., dan Koapaha, T. 2005. Pengaruh Biji Melinjo (*Gnetum Gnemon L*) Terhadap Kualitas Sensoris Emping Melinjo. Ilmu dan Teknologi Pangan, Unversitas Sam Ratulangi, Manado.

- Sampels S. 2015. The Effect of Processing Technologies and Preparation on The Final Quality of Fish Product. Review. Trends in Food Science & Technology. 44 (2015) 131-146.
- Sikorski, Z. E. 2004. The Effect Of Processing On The Nutritional Value And Toxicity Of Foods. [In:] Toxins in Foods. W. D'browski and Z.E. Sikorski (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida: 287-312.
- Susanti, M.T. 2008. Mikroenkapsulasi Oleoresin Daun Sirih (*Piper betle* L) Untuk Produksi Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) Tinggi Lisin Pada Proses Pengasapan Cair. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah, Vol. 6 No 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Tengah, Semarang.
- Sudarmadji, S., B. Hariono, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi ketiga. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Swastawati, Fronthea, Y.S. Darmanto, L. Sya'rani, Rahayu Kuswanto, Anthony Taylor. 2014. Quality Characteristic of Smoked Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) Using Different Liquid Smoke. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics. Vol. 4 No. 2: 94-99.
- Triyono, A. 2010. Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). Seminar Rekayasa Kimia dan Proses.
- Zilic, S., Bozovic, I, N., Savic, S., Sobjic, S. 2006. Heat processing of soybean kernel and its effect on lysine availability and protein solubility. Central European Journal of Biology, Vol. 1, No. 4, Maize Research Institute, 572-583 hlm.